

MEIO AMBIENTE, MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL







EQUIPE TÉCNICA

Coordenador Geral

Elisângelo Fernandes da Silva

Coordenadora Pedagógica

Silvana Patrícia Fernandes Soares da Silva

Engenheiro Agrônomo

Francisco Auricélio de Oliveira Costa

Assessora de Comunicação

Maria Jaqueline Antero Barbosa Rondon

Bióloga

Mahara Gabrielle Barbosa Diogenes Cirne

Técnico Agrícola

Luciano Bezerra da Silva

Técnica em Meio Ambiente

Maria Evanira Araújo Silva Zacarias

Secretário

João Batista Gomes de Queiroz Júnior

Auxiliar Administrativo

Anara Vitória Araújo Fernandes

Estagiário - Comunicação

João Victor Medeiros Cândido

Estagiária - Administração

Luciene Belo do Nascimento

Robson Henrique Pinto da Silva
Luênia Kaline Tavares da Silva

MEIO AMBIENTE, MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Natal/RN
2026

Copyright © 2026 Autores.
Todos os direitos reservados. Qualquer parte desta obra
pode ser reproduzida, transmitida ou arquivada desde
que sejam levados em conta os direitos dos autores.

Autores

Robson Henrique Pinto da Silva
Luênia Kaline Tavares da Silva

Revisão Ortográfica e Normalização Bibliográfica

Ederson Levi Costa

Projeto Gráfico e Diagramação

Rodrigo Galvão

Parceria



Catálogo da Publicação na Fonte.

Silva, Robson Henrique Pinto da.

Meio ambiente, mudanças climáticas e desenvolvimento
sustentável / Robson Henrique Pinto da Silva, Luênia Kaline Tavares
da Silva. – Natal: ANEA, 2026.

172p.: il.

ISBN: 978-85-69516-16-3

Livro digital.

1. Meio ambiente. 2. Mudanças climáticas. 3. Desenvolvimento
sustentável. I. Silva, Robson Henrique Pinto da. II. Silva, Luênia Kaline
Tavares da. III. Título.

CDU 502

Prefácio

Ecologista nato e geólogo por vocação, Robson nos brinda com uma obra intrigante e inspiradora, em que, através de seu olhar ambiental, nos convoca a refletir sobre os desafios da promoção de um desenvolvimento em equilíbrio e harmonia com as possibilidades ambientais do nosso planeta.

Há livros que se organizam como inventários técnicos e há aqueles que se colocam na estante da vida, onde a ciência não é apenas fórmula, mas responsabilidade. A obra que Robson nos entrega pertence a esta segunda categoria: nasce não da urgência acadêmica, mas da maturidade civil de quem viu o semiárido se expandir, a água rarear, a terra aquecer e, sobretudo, a esperança persistir.

Ele escreve a partir de um território real — rios que secam, dunas que avançam, comunidades que resistem — e por isso sua voz não se limita à interpretação dos dados, mas à convocação ética dos que os produzem e dos que deles dependem. Desde as primeiras páginas, compreende que as mudanças climáticas não são apenas um gráfico ascendente ou um índice de risco: são uma biografia coletiva. É o clima que se desarranja, mas é a vida que se altera.

Robson mergulha no tempo e estabelece as conexões históricas que nos trouxeram até este ponto: das conferências internacionais às legislações brasileiras, dos marcos que prometem ao cotidiano que demora a receber. Entretanto, a obra não se detém no balanço das promessas; alcança o que nos distingue como país e como região: a desertificação crescente, o semiárido que se alarga, o verde que cede e o calor que amadurece à urgência. Robson narra não como quem observa, mas como quem vive, trabalha e decide — e isso faz toda diferença.

Em sua obra reconhece que a transição energética, a justiça climática e o manejo social do território não serão conquistas apenas técnicas, mas acima de tudo culturais. A educação ambiental, tão destacada por ele, surge não somente como disciplina, mas como mútua aprendizagem: governos, escolas, agricultores e cidades que reaprendem a habitar, a plantar, a consumir e, sobretudo, a durar.

Frente a desafios tão maiúsculos, Robson não cede ao drama. Reconhece os dados, mas convoca a nossa participação cidadã: o clima não se estabiliza sem nós; a terra não cicatriza sem as mãos humanas que a feriram e que podem restaurá-la.

Ao longo de muitas páginas, ele não trata apenas de desastres, mas de horizontes possíveis; não apenas de políticas públicas, mas de vínculos; não apenas de recursos, mas de lares — porque, como o próprio autor afirma, a Terra ainda é o único lugar em que podemos viver, e talvez por isso mereça mais que diagnóstico, mereça cuidado.

Este é um livro sobre meio ambiente e clima, sim — mas, sobretudo, sobre permanência. E, neste tempo de pressa e de aquecimento, permanecer talvez seja o mais urgente dos verbos.

Por fim, gostaria de expressar a imensa honra de ter sido convidado pelo meu amigo Robson Henrique para estar presente em sua obra.

Paulo Lopes Varella Neto

Geólogo - Secretário de Estado

Secretaria de Estado do Meio Ambiente

e dos Recursos Hídricos - SEMARH

Apresentação

A presente obra explora a intersecção entre as mudanças climáticas e o desenvolvimento sustentável, abordando a complexidade do meio ambiente em que vivemos. O livro inicia com uma definição clara do que constitui o meio ambiente, destacando marcos legais significativos e os desafios ambientais enfrentados atualmente, como a limitação dos recursos naturais e o aumento desenfreado do consumo.

Em seguida, são discutidas as mudanças climáticas, desde suas origens até suas consequências alarmantes para a Terra, oceanos e atmosfera. A narrativa enfatiza o delicado equilíbrio ecológico e os riscos associados ao ponto de não retorno, além de abordar o impacto humano dessas transformações. Dessa forma, o conceito de desenvolvimento sustentável é então apresentado, elucidando seu significado e importância na gestão ambiental contemporânea. O texto também analisa o papel das políticas públicas e dos órgãos reguladores no licenciamento ambiental.

O livro avança para discutir soluções sustentáveis em diversas escalas, tanto coletivas quanto individuais. Exemplos de iniciativas bem-sucedidas são apresentados para ilustrar como a inclusão social pode contribuir positivamente para o meio ambiente. A transição energética é abordada como um componente crucial da sustentabilidade, juntamente com práticas de preservação e restauração ambiental.

Vivemos uma era de transformações aceleradas. Em meio aos desafios ambientais e sociais que o século XXI nos impõe, a reflexão sobre o meio ambiente, as mudanças climáticas e o desenvolvimento sustentável tornaram-se urgentes. Este livro nasce da necessidade de aproximar esses temas do cotidiano das pessoas, com linguagem acessível, exemplos reais e conteúdo fun-

damentado. É um convite à ação consciente e transformadora.

Assim, a obra reflete sobre onde nos encontramos atualmente em relação às questões socioambientais e quais caminhos devemos seguir. Tópicos como gestão ambiental integrada, compensação por serviços ecossistêmicos e educação ambiental são explorados para ressaltar a responsabilidade individual na mitigação das mudanças climáticas. Reconhecendo a nossa realidade, vislumbra-se a educação ambiental como transformadora para a consciência e o papel de cada indivíduo na compreensão do equilíbrio e dos efeitos da exploração desordenada dos recursos naturais, haja visto o aumento das áreas degradadas e em processo de desertificação, bem como a intensificação da poluição.

Nesse cenário, a Associação Norte-Rio-Grandense de Engenheiros Agrônomos (ANEA) desponta como um exemplo concreto com a execução do Projeto Vale Sustentável, em parceria com a Petrobras. Por meio do Programa Petrobras Socioambiental, o projeto envolve a recuperação de áreas que estão em processo de degradação e a realização de ações de Educação Ambiental em diversas comunidades rurais de vários municípios do Rio Grande do Norte.

Esta obra, cujo título envolve temas tão abrangentes, Meio Ambiente, Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Sustentável, pretende, em suma, conscientizar a população dos caminhos e conexões existentes entre a preservação dos recursos naturais e o desenvolvimento com sustentabilidade ambiental, tendo em vista o envolvimento em ações locais, que possuem repercussões globais, como também no engajamento individual.

Por fim, este livro propõe não apenas informar, mas também inspirar ações concretas rumo a um futuro mais sustentável.

Boa leitura!

Robson Henrique Pinto da Silva
Luênia Kaline Tavares da Silva

Autores

Lista de figuras

Figura 1 - Mãos sênior dão pequeno planeta Terra a uma criança	23
Figura 2 - Dia Mundial do Meio Ambiente	31
Figura 3 - ‘Pálido Ponto Azul’. Círculo indicando a localização quase imperceptível da Terra numa fresta de raio de sol (faixas de luz difusa)	42
Figura 4 - Vista da paisagem contrastante.....	53
Figura 5 - Mudanças Climáticas	66
Figura 6 - Planeta Terra	77
Figura 7 - Ilustração neutra em carbono de design plano.....	90
Figura 8 - Ações de educação ambiental do Projeto Vale Sustentável	101
Figura 9 - Cercamento da área de reserva legal do Assentamento Lagoa de Baixo, em Guimarães/RN	112
Figura 10 - Produção de mudas nativas	116
Figura 11 - Plantio em área de reserva legal do Assentamento Professor Maurício de Oliveira, em Assú/RN	116
Figura 12 - Plantio em área de reserva legal do Assentamento Professor Maurício de Oliveira, em Assú/RN.....	117
Figura 13 - Plantio em área de reserva legal do Assentamento Professor Maurício de Oliveira, em Assú/RN.....	117
Figura 14 - Caminhão descarregando adubo para as ações de restauração florestal	118
Figura 15 - Quintal produtivo no Assentamento Professor Maurício de Oliveira, em Assú/RN	119
Figura 16 - Viveiro de mudas frutíferas, em Ipangaçu/RN	119
Figura 17 - Área reflorestada no Assentamento de Reforma Agrária Professor Maurício de Oliveira em Assú/RN.....	120
Figura 18 - Produção de mudas frutíferas para o plantio nos quintais produtivos	121

Figura 19 – Ciclo do Carbono - C	122
Figura 20 – Entrega de mudas frutíferas as famílias das comunidades	123
Figura 21 – Entrega de mudas frutíferas às famílias das comunidades	124
Figura 22 – Entrega de mudas frutíferas às famílias das comunidades	124
Figura 23 – Entrega de kits compostos por sementes, equipamentos e insumos para implantação de hortas agroecológicas	125
Figura 24 – Implantação de hortas agroecológicas	125
Figura 25 – Resultados das hortas em plena produção no Assentamento de Reforma Agrária Lagoa de Baixo em Guimarães/RN	126
Figura 26 – Resultados das hortas em plena produção no Assentamento de Reforma Agrária Professor Maurício de Oliveira em Assú/RN	126
Figura 27 – Implantação de hortas nas escolas em Galinhos/RN	127
Figura 28 - Implantação de hortas nas escolas em Caraubais/RN	127
Figura 29 - Arborização de escolas públicas no município de Assú/RN	128
Figura 30 - Arborização de escolas públicas no município de Guimarães/RN	128
Figura 31 - Arborização de agrovilas e espaços públicos.....	129
Figura 32 - Arborização de agrovilas e espaços públicos.....	129
Figura 33 - Limpeza de praias em Areia Branca.....	130
Figura 34 - Limpeza do Rio Piranhas-Açu em Carnaubais/RN	130
Figura 35 - Recuperação de mata ciliar – rio Piranhas-Açu ...	131
Figura 36 - Recuperação de mata ciliar – rio Piranhas-Açu...	131
Figura 37 - Formação de coletores de sementes do Bioma Caatinga	132

Figura 38 - Formação de coletores de sementes do Bioma Caatinga	132
Figura 39 - Curso de educação ambiental nas escolas públicas	133
Figura 40 - Curso de conservação dos recursos naturais e práticas agrícolas sustentáveis realizado no Assentamento de Reforma Agrária Professor Maurício de Oliveira em Assú/RN	134
Figura 41 - Alunos de escolas públicas participando do curso de educação ambiental realizado pelo Projeto Vale Sustentável	134
Figura 42 - Curso de conservação de recursos naturais e práticas agrícolas sustentáveis realizado no Assentamento de Reforma Agrária Novo Pingos em Assú/RN	135
Figura 43 - Formação de merendeiras e auxiliar de serviços gerais	135
Figura 44 - Formação de merendeiras e auxiliar de serviços gerais	136
Figura 45 - Produção e comercialização de mel - geração de renda para as famílias	137
Figura 46 - Ilustração geométrica expressando fontes de energia ecológicas não poluentes	138
Figura 47 - Funções dos Ecossistemas	147
Figura 48 - Fotografia da Terra tirada em intervalo de 50 anos	155



Lista de quadros

Quadro 1 – Comunidades atendidas nos municípios	114
Quadro 2 – Áreas reflorestadas por ano	115
Quadro 3 – Quantidade de mudas por áreas reflorestadas.....	115
Quadro 4 – Produção de mudas frutíferas por ano	120



Lista de abreviaturas e siglas

ANEA – Associação Norte-Rio-Grandense de Engenheiros Agrônomos

APP – Área de Preservação Permanente

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

CNM – Confederação Nacional de Municípios

CO₂ – Dióxido de carbono

CH₄ – Metano

COP – Conferência das Partes

ECO 92 – Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

ESG – Environmental, Social and Governance

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations

GEE – Gases de Efeito Estufa

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IEA – International Energy Agency

IFAD – International Fund for Agricultural Development

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MMA – Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONU – Organização das Nações Unidas

PB – Estado da Paraíba

PNMA – Política Nacional do Meio Ambiente

RL – Reserva Legal

RN – Estado do Rio Grande do Norte

UNCCD – United Nations Convention to Combat Desertification

UNEP – United Nations Environment Programme

UNICEF – United Nations Children’s Fund

USP – Universidade de São Paulo

WFP – World Food Programme

WHO – World Health Organization

Sumário

1 INTRODUÇÃO	23
1.1 As mudanças climáticas num ambiente de desenvolvimento sustentável	23
1.2 O desenvolvimento sustentável com inclusão social	26
1.3 A conscientização ambiental	28
2 MEIO AMBIENTE	31
2.1 O que é o meio ambiente	31
2.2 Principais marcos legais	33
2.3 Problemas ambientais – ações humanas	38
3 TERRA FINITA	42
3.1 Nosso lar	42
3.2 O aumento do consumo, suas consequências e o Antropoceno	46
3.3 Recursos naturais e sustentabilidade	50
4 MUDANÇAS CLIMÁTICAS	53
4.1 O que são mudanças climáticas	53
4.2 Ação humana sobre o clima e crise climática	55
4.3 Rios voadores, equilíbrio delicado e o ponto de não retorno	59
5 EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS	66
5.1 Impactos na Terra, nos oceanos e ecossistemas	66

5.2 Desertificação e a expansão do semiárido brasileiro	71
5.3 Custo humano e justiça climática	74
6 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	77
6.1 O que é desenvolvimento sustentável	77
6.2 Licenciamento ambiental e órgãos reguladores	82
6.3 Políticas públicas e gestão ambiental	87
7 SOLUÇÕES PARA O EQUILÍBRIO ECOLÓGICO	90
7.1 Iniciativas de conservação e restauração	90
7.2 Políticas de desenvolvimento sustentável, financiamento climático e créditos de carbono	93
7.3 O papel das comunidades na sustentabilidade	98
8 SUSTENTABILIDADE E AÇÕES SOCIAIS	101
8.1 Soluções em larga escala e seu impacto	101
8.2 Práticas sustentáveis de sucesso – Projeto Vale Sustentável	105
8.3 Inclusão social em projetos socioambientais	108
9 AÇÕES CONCRETAS - O PROJETO VALE SUSTENTÁVEL	112
9.1 Contextualização e abrangência do projeto	112
9.2 Práticas de recuperação de áreas degradadas	114
9.3 Benefícios ambientais e impactos socioambientais	121
10 TRANSIÇÃO ENERGÉTICA	138
10.1 Sustentabilidade e fontes de energia renováveis	138

10.2 Desafios da transição energética	141
10.3 A importância da educação ambiental	143
11 CAMINHOS PARA O FUTURO SUSTENTÁVEL	147
11.1 Gestão ambiental e planejamento urbano	147
11.2 Compensação socioambiental e serviços ecossistêmicos	150
11.3 O papel de cada um na mudança	152
12 ONDE ESTAMOS, PARA ONDE VAMOS?	155
12.1 Os rumos globais da sustentabilidade	155
12.2 Desertos e florestas em equilíbrio	157
12.3 A ideia, cujo tempo chegou	159
REFERÊNCIAS	161



1 INTRODUÇÃO

Figura 1 - Mãos sênior dão pequeno planeta Terra a uma criança.



Fonte: Shutterstock (2025).

1.1 As mudanças climáticas num ambiente de desenvolvimento sustentável

As mudanças climáticas configuram um dos mais significativos desafios do século XXI, exigindo uma compreensão abrangente de suas causas e consequências. Este fenômeno é marcado por alterações duradouras nos padrões climáticos globais, resultantes da interação complexa entre fatores naturais e ações humanas.

Em um ambiente de desenvolvimento sustentável, as mudanças climáticas se configuram como o grande desafio. É necessário entender, portanto, o seu contexto como forma de permitir que se continue promovendo desenvolvimento, porém, e não mais necessária que na atualidade, com estratégias eficazes de mitigação e adaptação.

Historicamente, a Terra passou por mudanças climáticas impulsionadas por processos naturais, como erupções vulcânicas, variações na radiação solar e oscilações orbitais. Contudo, desde a Revolução Industrial, no final do século XVIII, a influência humana se tornou predominante nesse processo. A queima de combustíveis fósseis, o desmatamento e a agricultura intensiva têm liberado quantidades alarmantes de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, incluindo dióxido de carbono (CO_2) e metano (CH_4).

De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), as concentrações de CO_2 aumentaram mais de 40% desde a era pré-industrial, alcançando níveis sem precedentes nos últimos 800.000 anos.

Os impactos das mudanças climáticas são amplos e variados, afetando não apenas o clima, mas também os ecossistemas, a biodiversidade e a vida humana. O aumento da temperatura média global tem provocado eventos climáticos extremos, como secas severas, inundações e tempestades intensificadas.

O relatório da Organização Meteorológica Mundial (OMM) de 2023 destaca que os últimos sete anos foram os mais quentes já registrados, sublinhando a urgência da situação. Além disso, a acidificação dos oceanos, resultante da absorção de CO_2 , ameaça a vida marinha e os ecossistemas aquáticos, enquanto o derretimento das calotas polares e das geleiras contribui para a elevação do nível do mar, colocando em risco comunidades costeiras ao redor do mundo (OMM, 2023).

As repercussões sociais e econômicas das mudanças climáticas são igualmente alarmantes. As populações mais vulneráveis, especialmente em países em desenvolvimento, são

as mais impactadas, enfrentando desafios como insegurança alimentar, escassez de água e deslocamento forçado. Um estudo da Universidade de Stanford, realizado em 2023, revelou que, sem ações significativas de mitigação, até 200 milhões de pessoas poderão ser deslocadas até o ano de 2050 devido a eventos climáticos extremos e à degradação ambiental. Essa realidade ressalta a interconexão entre mudanças climáticas, pobreza e desigualdade social, enfatizando a necessidade de uma abordagem integrada que considere tanto a justiça social quanto a sustentabilidade ambiental.

Além disso, as mudanças climáticas têm um impacto direto na saúde pública, aumentando a incidência de doenças respiratórias, cardiovasculares e infecciosas. O aumento das temperaturas e a alteração dos padrões de precipitação criam condições favoráveis para a propagação de vetores de doenças, como o mosquito *Aedes aegypti*, responsável pela transmissão de Dengue e Zika.

O Relatório de Saúde Global de 2023 produzido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) indica que as mudanças climáticas podem resultar em até 250.000 mortes adicionais por ano dentro do período de 2030 a 2050, devido a fatores relacionados ao clima (OMS, 2023).

Portanto, o contexto das mudanças climáticas é multifacetado e exige uma compreensão responsável das interações entre fatores naturais e humanos. A conscientização sobre as causas e efeitos das mudanças climáticas é fundamental para mobilizar a sociedade em torno de soluções eficazes. Neste sentido, o conceito de Desenvolvimento Sustentável necessita ter uma abordagem mais abrangente para enfrentar os desafios emergentes, como forma de promoção de um futuro mais equilibrado e resiliente.

É necessário averiguar as implicações dos desafios no desenvolvimento sustentável e como isto precisa ser entendido para mitigar os impactos das mudanças climáticas, tendo em vista a inserção de políticas e práticas que podem ser adotadas para garantir a saúde do nosso planeta e das futuras gerações.

1.2 O desenvolvimento sustentável com inclusão social

O Desenvolvimento Sustentável vem sendo alardeado como uma resposta às interações complexas do meio ambiente com as necessidades humanas. Ao examinarmos, no entanto, as implicações das mudanças climáticas e o que elas vêm causando, torna-se necessário reconhecer que a sustentabilidade abrange não apenas questões ambientais, mas também sociais e econômicas. A interdependência desses três pilares é fundamental para mitigar os impactos das mudanças climáticas e promover um futuro mais equilibrado.

As mudanças climáticas, impulsionadas principalmente pela atividade humana, têm causado efeitos devastadores tanto no meio ambiente quanto na sociedade, ultrapassando fronteiras e trazendo incertezas quanto ao equilíbrio ecológico do futuro. De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), é necessário reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 45% até 2030 para limitar o aquecimento global a 1,5 °C acima dos níveis pré-industriais (IPCC, 2021).

O desenvolvimento sustentável oferece um caminho viável para alcançar essa meta, mas, é necessário promover práticas que respeitem os limites do planeta enquanto atendem às necessidades das gerações atuais e futuras.

Esse modelo sustentável pode trazer a implementação de políticas públicas que incentivem o uso responsável dos recursos naturais. O licenciamento ambiental, por exemplo, é uma ferramenta crucial que assegura que projetos de desenvolvimento considerem seus impactos ambientais antes de serem aprovados. Segundo a ONU, integrar avaliações de impacto ambiental nas decisões de planejamento pode reduzir significativamente os danos ecológicos e favorecer a recuperação de ecossistemas degradados (ONU, 2022).

Por outro lado, o desenvolvimento sustentável precisa promover a justiça social. A desigualdade no acesso a recursos e

tecnologias pode agravar os efeitos das mudanças climáticas, especialmente em comunidades vulneráveis. O que se revela, na atualidade, é que populações de baixa renda são desproporcionalmente afetadas por desastres naturais, apresentando taxas de mortalidade até 10 vezes maiores em comparação com grupos mais favorecidos (Harvard University, 2023).

A inclusão social deve ser um componente central das estratégias de desenvolvimento sustentável, garantindo que todos tenham voz nas decisões que impactam suas vidas e ambientes.

As soluções para o equilíbrio ecológico estão intimamente ligadas ao conceito de desenvolvimento sustentável. A restauração de ecossistemas, a conservação da biodiversidade e a promoção de práticas agrícolas sustentáveis são exemplos de como podemos alinhar nossas atividades econômicas à saúde do planeta. Em 2024, a Iniciativa de Restauração de Ecossistemas da ONU destacou que restaurar áreas degradadas pode gerar até 30 trilhões de dólares em benefícios econômicos globais, além de contribuir para a mitigação das mudanças climáticas (ONU, 2024).

Isso só mostra o quanto o desenvolvimento sustentável precisa ser mais abrangente, envolvendo experiências que abordem a participação de todos e que tenha reflexos no contexto local.

Já se fala em economia verde como inovação e adaptação, assim como também já temos a implementação das tecnologias limpas, como energia solar e eólica, como forma de promover a redução das emissões de carbono. Um relatório da Agência Internacional de Energia (AIE) de 2023 indicou que a capacidade instalada de energia renovável cresceu 45% em relação ao ano anterior, evidenciando que a transição energética está em andamento (AIE, 2023).

No entanto, a implementação de práticas sustentáveis ainda enfrenta desafios significativos. A resistência política, a falta de financiamento e a necessidade de educação ambiental são barreiras que precisam ser superadas. Se por um lado não existe a estruturação de políticas públicas para incentivar e

implementar práticas sustentáveis e não existe a articulação para a busca de recursos que financiem essas ações, também não há uma compreensão da população acerca da necessidade dessas demandas. A conscientização sobre a importância do desenvolvimento sustentável é vital para mobilizar a sociedade civil e influenciar políticas públicas.

Neste aspecto, é importante falar em educação ambiental como uma ferramenta que desempenha um papel crucial na formação de cidadãos conscientes e engajados, capazes de exigir mudanças e participar ativamente na construção de um futuro sustentável.

Do exposto, é possível perceber que o desenvolvimento sustentável, por si só, não se configura como uma resposta às mudanças climáticas, sendo necessária uma abordagem holística e com responsabilidade social que busque equilibrar as necessidades humanas com a saúde do planeta. Nesta convergência, temos a importância da conscientização ambiental como forma de refletir sobre como cada um de nós pode contribuir para essa transformação. Tendo como ferramenta a educação ambiental, a conscientização passa então a ser um passo essencial para a ação, e isso é o que nos levará a um futuro mais sustentável.

1.3 A conscientização ambiental

A conscientização ambiental é um elemento crucial na construção de um futuro sustentável, especialmente diante das mudanças climáticas e dos desafios ambientais que enfrentamos atualmente.

Com o advento das mudanças climáticas, o desenvolvimento sustentável se torna mais amplo, conferindo a necessidade da participação de todos nas práticas responsáveis em relação ao meio ambiente. Para isto, torna-se fundamental o engajamento para a educação e a conscientização como forma de influenciar comportamentos e políticas que protejam nosso planeta.

A educação ambiental desempenha um papel essencial na formação de uma sociedade mais consciente e engajada. De acordo com a UNESCO (2022), essa forma de educação não apenas informa, mas também transforma atitudes e comportamentos, promovendo uma cultura de sustentabilidade. Esse aspecto é particularmente relevante em um contexto em que a degradação ambiental e as mudanças climáticas exigem ações imediatas e eficazes. Por meio de programas educacionais, podemos capacitar indivíduos a compreender a gravidade das questões ambientais e a importância de suas ações cotidianas.

Pesquisas indicam que a conscientização ambiental pode provocar mudanças significativas no comportamento do consumidor. Um estudo realizado pela Nielsen (2023) revela que 73% dos consumidores estão dispostos a alterar seus hábitos de compra para reduzir seu impacto ambiental. Essa disposição reflete uma crescente demanda por produtos sustentáveis e práticas empresariais responsáveis. Assim, a conscientização não é apenas uma questão ética, mas também uma oportunidade econômica que pode impulsionar a inovação e a competitividade no mercado.

Neste aspecto, a conscientização ambiental é vital para a formulação de políticas públicas eficazes. Quando a população está informada sobre os desafios ambientais, há uma pressão maior sobre os governos para que implementem legislações que promovam a sustentabilidade. Um exemplo claro disso é a crescente adoção de políticas de redução de emissões de carbono em várias partes do mundo, impulsionadas por movimentos sociais e campanhas de conscientização. O Acordo de Paris, assinado em 2015, reflete essa mobilização global, quando países se comprometeram a limitar o aumento da temperatura global.

Todavia, a conscientização ambiental enfrenta desafios significativos. A desinformação e a falta de acesso à educação de qualidade podem criar barreiras para a compreensão das questões ambientais.

Em muitas regiões, especialmente em países em desenvolvimento, como o Brasil, a educação ambiental ainda ocupa uma posição secundária nas agendas governamentais. Isso ressalta a necessidade de iniciativas que integrem esse tipo de ensino nos currículos escolares e promovam o acesso a informações confiáveis.

O papel das mídias sociais também é fundamental na promoção da conscientização ambiental. Elas podem ser utilizadas para disseminar informações sobre práticas sustentáveis e mobilizar ações coletivas. Campanhas virais, como a #Fridays-ForFuture, iniciada pela ativista Greta Thunberg, demonstram como a conscientização pode se transformar em ação coletiva, mobilizando milhões de jovens em todo o mundo em prol de um futuro mais sustentável.

Em suma, é imperativo investir em educação e conscientização ambiental. A criação de parcerias entre governos, organizações não governamentais e o setor privado pode potencializar esses esforços. Programas de capacitação, workshops e campanhas de sensibilização são ferramentas eficazes para engajar a população e fomentar uma cultura de responsabilidade ambiental.

Em conclusão, a conscientização ambiental é um componente essencial para a construção de um futuro sustentável. Ela não apenas molda comportamentos individuais, mas também influencia políticas públicas e práticas empresariais. Ao verificarmos que virão inúmeros benefícios ao meio ambiente com as práticas de cada um, torna-se crucial reconhecer que a mudança começa com a educação e a conscientização. O engajamento ativo de cada indivíduo é fundamental para enfrentar os desafios ambientais que nos aguardam.

Somente por meio de uma sociedade bem informada e comprometida poderemos alcançar um equilíbrio entre desenvolvimento e sustentabilidade, garantindo um planeta saudável para as futuras gerações.

2. MEIO AMBIENTE

Figura 2 - Dia Mundial do Meio Ambiente.



Fonte: Shutterstock (2025).

2.1 O que é o meio ambiente

O meio ambiente é um conceito abrangente que abarca a totalidade dos elementos naturais e artificiais que interagem entre si, formando um sistema complexo e interconectado. Essa definição vai além da mera noção de natureza; inclui a atmosfera, a hidrosfera, a litosfera e a biosfera, assim como as interações humanas que impactam esses componentes.

Compreender o meio ambiente é essencial para enfrentar questões contemporâneas, como as mudanças climáticas e o desenvolvimento sustentável, uma vez que essas interações estão intimamente ligadas à nossa relação com o entorno. Os componentes do meio ambiente podem ser agrupados nas categorias: físicos, biológicos, sociais e econômicos.

Os componentes físicos englobam elementos naturais, como solo, água, ar e minerais. Esses recursos são fundamentais para a vida e sustentam os ecossistemas que habitamos. Por exemplo, a qualidade da água é crucial não apenas para a saúde humana, mas também para a biodiversidade aquática. A poluição da água, resultante de atividades industriais e agrícolas, compromete esses recursos, gerando consequências diretas para a saúde pública e a economia.

Os componentes biológicos se referem à diversidade de organismos vivos, incluindo plantas, animais e microrganismos. A biodiversidade é vital para a resiliência dos ecossistemas, pois cada espécie desempenha um papel específico na manutenção do equilíbrio ecológico. A perda de biodiversidade, acelerada pela ação humana, pode levar a colapsos ecológicos, afetando diretamente a capacidade dos ecossistemas de fornecer serviços essenciais, como polinização, controle de pragas e regulação do clima. Segundo o relatório da Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES) de 2022, cerca de um milhão de espécies estão ameaçadas de extinção, evidenciando a urgência de ações para proteger a biodiversidade (IPBES, 2022).

De parte dos componentes sociais, existe o envolvimento das interações humanas e as comunidades que habitam o meio ambiente. Práticas culturais, tradições e formas de organização social influenciam diretamente a maneira como os recursos naturais são utilizados e preservados. A conscientização ambiental e a educação são fundamentais para promover uma relação mais harmoniosa entre os seres humanos e a natureza. Iniciativas comunitárias que buscam restaurar áreas degradadas ou conservar habitats naturais exemplificam como a ação social pode contribuir para a sustentabilidade ambiental.

Quanto aos componentes econômicos, podem ser identificados como a forma que os recursos naturais são explorados e geridos. A economia global depende desses recursos, e a

maneira como são utilizados pode ter impactos profundos no meio ambiente. O crescimento econômico, quando não acompanhado de práticas sustentáveis, pode resultar em degradação ambiental. O conceito de economia circular, que visa minimizar desperdícios e maximizar a reutilização de recursos, surge como uma alternativa viável para promover um desenvolvimento econômico que respeite os limites do planeta.

A interdependência entre esses componentes é clara. Por exemplo, a poluição do ar não afeta apenas a saúde humana, mas também compromete a fauna e a flora, alterando ecossistemas inteiros.

Decisões econômicas que priorizam o lucro imediato podem causar danos irreversíveis ao meio ambiente, impactando comunidades locais e a biodiversidade. Portanto, entender o meio ambiente como um sistema interconectado é crucial para desenvolver estratégias eficazes de gestão ambiental e promover a sustentabilidade.

Para entender de forma contextual a discussão envolvendo o meio ambiente se torna necessário elencar os principais marcos legais que regem a proteção ambiental e os principais problemas que enfrentamos atualmente. A partir desses marcos é possível verificar como os componentes do meio ambiente se relacionam com as políticas públicas e as práticas de desenvolvimento sustentável.

A interconexão entre os elementos do meio ambiente será sempre necessária, apresentando-se como uma realidade que exige ação imediata e coordenada para garantir um futuro viável para as próximas gerações.

2.2 Principais marcos legais

Os marcos legais que orientam a proteção ambiental são essenciais para a construção de um futuro sustentável. Eles definem diretrizes e normas que guiam a gestão dos recursos

naturais, promovendo a conservação e a recuperação dos ecossistemas.

Nas últimas décadas, uma série de tratados internacionais e legislações nacionais foram implementadas para enfrentar os desafios ambientais contemporâneos, refletindo a crescente conscientização sobre a importância da proteção do meio ambiente.

Um primeiro marco que pode ser destacado historicamente é a conferência sobre o meio ambiente realizada em Estocolmo, capital da Suécia, no ano de 1972, promovida pela ONU. Tomando este evento como referência, toda uma agenda internacional passou a ser estabelecida voltada aos chamados “problemas ambientais”. Estas agendas foram conduzidas pelos países desenvolvidos diante de grandes riscos potenciais por acidentes industriais e poluição em escala mundial. Enquanto isso, a ecologia foi deixando de ser um termo meramente científico para aparecer como lente de observação quanto à “percepção de mundo”.

No Brasil, a Lei de Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981) é um marco fundamental que estabelece princípios e diretrizes para a proteção ambiental. Essa legislação introduziu o conceito de desenvolvimento sustentável no país, reconhecendo a interdependência entre o crescimento econômico e a preservação dos recursos naturais. Além disso, a Lei prevê instrumentos como o licenciamento ambiental, essencial para garantir que atividades potencialmente poluidoras sejam realizadas de forma responsável e sustentável. Conforme o seu art. 2º:

A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no país, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana (Brasil, 1981).

A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, adotada em 1992, é um dos principais marcos legais

que estabelece uma estruturação para a cooperação internacional na mitigação das mudanças climáticas. O tratado foi assinado na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992, a Cúpula da Terra, realizada no Rio de Janeiro – chamada de Rio 92 ou ECO 92.

A ECO 92 já enaltecia o conceito de “desenvolvimento sustentável”; mais tarde, na Conferência Rio + 20, em 2012, é acrescentado o conceito de “Economia Verde”, agregando ao desenvolvimento sustentável a erradicação da pobreza e das desigualdades.

Resultante da ECO 92, a cooperação entre os países entrou em vigor em 1994, sendo realizada anualmente uma “conferência das partes”, ou COP, uma conferência climática da ONU em que são firmados os acordos internacionais entre os países envolvendo o clima. A COP estabelece as obrigações básicas das partes para combater as mudanças climáticas. A primeira ocorreu em 1995, em Berlim. E neste ano, a conferência de 2025 como a 30ª edição do evento — por isso, o nome “COP30”, está sendo realizada no Brasil.

As COPs têm impulsionado grande parte da ação climática global até hoje e, desde então, tratados como o Acordo de Paris, firmado em 2015, têm buscado compromissos mais rigorosos entre os países para limitar o aumento da temperatura global a abaixo de 2°C, buscando, especificamente, chegar à 1,5°C. Por outro lado, Relatórios de Emissões Globais de Gases de Efeito Estufa publicados pela ONU revelam que as emissões continuam a aumentar, destacando a necessidade urgente de implementar políticas eficazes e cumprir os compromissos assumidos.

Outros acordos firmados nas COPs incluem compromissos para reduzir gradualmente o uso de combustíveis fósseis, ampliar a energia limpa, proteger e restaurar ecossistemas, apoiar comunidades vulneráveis na adaptação aos impactos climáticos, bem como aumentar o financiamento climático.

Outro marco legal relevante é a Lei de Acesso à Informação Ambiental (Lei nº 12.527/2011), que assegura o direito da sociedade de acessar informações sobre questões ambientais. Essa transparência é crucial para a participação cidadã na gestão ambiental, permitindo que a população exerça seu papel de vigilância e cobrança em relação às políticas públicas. Estudos indicam que a participação ativa da sociedade civil pode aumentar a eficácia das políticas ambientais, contribuindo para sua implementação e fiscalização.

Entre os marcos legais, também são inclusas convenções internacionais que abordam temas específicos, como a Convenção sobre Diversidade Biológica e a Convenção de Ramsar sobre Zonas Úmidas. Essas convenções visam proteger a biodiversidade e os ecossistemas essenciais, reconhecendo que a perda de biodiversidade e a degradação dos habitats naturais têm consequências diretas sobre a qualidade de vida humana e a sustentabilidade dos recursos naturais.

Especialmente por se relacionar com a realidade da região do Nordeste do Brasil, em 1994 foi criada a Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (UNCCD, sigla em inglês). Esta Convenção entrou em vigor em 26 de dezembro de 1996 e legalmente vincula desenvolvimento e meio ambiente com a gestão sustentável da terra, especificamente, às zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, conhecidas como terras secas, onde estão presentes ecossistemas e populações mais vulneráveis.

No Brasil, na busca pelo equilíbrio ao meio ambiente, proteção do solo, ar limpo, água de qualidade, e um clima estável, inclusive para a produção agrícola, temos a não menos abrangente Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, chamado de “Novo Código Florestal”. A primeira versão do Código Florestal é de 1934, passando por reformas em 1965 e nas décadas seguintes, com outras leis e medidas provisórias que o atualizaram.

Esta Lei Federal determina os tipos de tratamento com a vegetação, especialmente nas áreas rurais privadas, delimitando Áreas de Preservação Permanente (APPs) e áreas de Reserva Legal (RL). Ela normatiza a exploração florestal, o controle e prevenção dos incêndios florestais, bem como prevê instrumentos econômicos e financeiros para o manejo dos recursos florestais.

Embora afete diretamente produtores rurais e comunidades que vivem no campo, a lei florestal indiretamente veio para atingir praticamente toda a população, em termos de qualidade de vida para a sociedade. Assim, ela estabelece a conservação de vegetação em propriedades privadas, visando o direito coletivo a um ambiente saudável e equilibrado, bem como a sustentabilidade na economia e o cumprimento de acordos internacionais.

Num cenário de enfrentamento às mudanças climáticas, o Código Florestal apresenta um papel importante, uma vez que as árvores armazenam gás carbônico, o principal gás do efeito estufa, do ar, ao mesmo tempo que ajuda a amenizar as temperaturas. Do contrário, como as árvores são feitas de carbono, quando elas são cortadas e queimadas esse carbono vai para atmosfera, intensificando o aquecimento global.

A implementação e a eficácia dos marcos legais, no entanto, dependem não apenas de sua existência, mas também de sua implementação e fiscalização. No Brasil, a aplicação das leis ambientais enfrenta desafios significativos, como a falta de recursos e mesmo de monitoramento de implementação das leis. Como exemplo, o Relatório de Desmatamento da Amazônia de 2023, publicado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), revelou que a taxa de desmatamento na Amazônia aumentou em 15% em relação ao ano anterior, evidenciando a necessidade de fortalecer as instituições responsáveis pela proteção ambiental (INPE, 2023).

Ademais, a integração entre os marcos legais e as políticas públicas é crucial para promover a sustentabilidade. A criação de políticas que possam incentivar práticas sustentáveis, como a agricultura de baixo carbono e a utilização de energias renováveis, pode ser facilitada por um arcabouço legal robusto. O Plano Nacional de Energia de 2023, por exemplo, propõe metas ambiciosas para a expansão das fontes renováveis, alinhando-se aos compromissos internacionais do Brasil em relação às mudanças climáticas.

Por outro lado, é possível colocar a educação ambiental como um componente vital na efetividade dos marcos legais. A conscientização da população sobre a importância da proteção ambiental e a promoção de comportamentos sustentáveis são essenciais para garantir que as leis sejam respeitadas e que a sociedade se mobilize em prol da conservação dos recursos naturais. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/1996) já prevê a inclusão da educação ambiental nos currículos escolares, mas sua implementação ainda é desigual em diferentes regiões do país.

Compreender a relevância dos marcos legais é fundamental para a gestão ambiental e a construção de um futuro sustentável. Nesse contexto, por fim, considera-se como crucial que se tenham reflexões sobre como as leis e políticas podem ser aprimoradas para enfrentar os desafios que ainda persistem, garantindo um equilíbrio entre desenvolvimento econômico e proteção ambiental.

2.3 Problemas ambientais – ações humanas

Os problemas ambientais contemporâneos apresentam uma complexidade significativa, resultante das interações entre as atividades humanas e os sistemas naturais. Neste capítulo, abordamos a definição do meio ambiente, os marcos legais que o protegem e as dinâmicas de consumo que o influen-

ciam. Agora, é crucial aprofundar a análise dos principais desafios ambientais atuais, examinando suas causas, efeitos e implicações para o desenvolvimento sustentável.

Um dos desafios mais urgentes é a degradação ambiental, que se manifesta de várias maneiras, incluindo o desmatamento, a poluição do ar e da água e perda de biodiversidade.

De acordo com o relatório da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) de 2022, cerca de 10 milhões de hectares de florestas são perdidos anualmente, contribuindo para a emissão de gases de efeito estufa e reduzindo a capacidade de absorção de carbono (FAO, 2022).

A degradação compromete não apenas a saúde dos ecossistemas, mas também impacta diretamente as comunidades que dependem desses recursos para sua sobrevivência.

Outro componente crítico é a poluição como um problema global que não respeita fronteiras. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), em 2021, aproximadamente 4,5 milhões de mortes prematuras foram atribuídas à poluição do ar, com as áreas urbanas sendo as mais afetadas (OMS, 2021). A queima de combustíveis fósseis, a industrialização descontrolada e o uso excessivo de plásticos agravam essa situação. A poluição da água também representa uma ameaça significativa, com a contaminação de rios e oceanos prejudicando a vida aquática e a saúde humana. Estima-se que cerca de 2 bilhões de pessoas ainda não têm acesso a água potável segura, conforme dados da UNICEF (2023).

A perda de biodiversidade é outro aspecto alarmante. A Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) indica que cerca de 1 milhão de espécies estão ameaçadas de extinção, muitas delas devido à destruição de habitats e à exploração insustentável dos recursos naturais. A biodiversidade é essencial para a resiliência dos ecossistemas e para a manutenção dos serviços ecossistêmicos, que incluem polinização,

purificação da água e regulação do clima. A perda desses serviços pode impactar diretamente a qualidade de vida das populações humanas.

Entre os problemas ambientais que se distribuem dos continentes aos oceanos, os resíduos sólidos ainda sem destinação adequada alcançam os rios e o mar causando inúmeros impactos ambientais aos oceanos e à biodiversidade marinha, tornando-se uma situação cada vez mais crítica.

A Global Waste Management Outlook (2022) estimou que o mundo gera cerca de 2,01 bilhões de toneladas de resíduos sólidos anualmente e esse número deve aumentar para 3,4 bilhões de toneladas até 2050, caso não sejam implementadas políticas eficazes de gestão de resíduos. O acúmulo de plásticos nos oceanos e a contaminação do solo são consequências diretas dessa crise, afetando a fauna marinha e a saúde dos ecossistemas terrestres.

Aliado a esses problemas ambientais atuais, o desafio mais crítico vem sendo a mudança climática, resultante do aumento contínuo nas emissões de gases de efeito estufa. O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) alerta que, se as emissões não forem drasticamente reduzidas, o mundo poderá enfrentar um aumento de temperatura de até 2,7 °C até o final do século, com consequências devastadoras para a agricultura, a segurança hídrica e a saúde pública.

Secas prolongadas, inundações e eventos climáticos extremos estão se tornando cada vez mais frequentes, afetando a produção de alimentos e exacerbando a insegurança alimentar em diversas regiões do planeta.

Com a intensificação dos eventos climáticos, o cenário global tem se agravado cada vez mais. Já são inúmeros os exemplos, em termos de Brasil, entre eles, situações alarmantes como rios secando na Amazônia e desastres como inundações catastróficas no Rio Grande do Sul. Num processo mais longo, mas com evidências da influência do aquecimento global, o

nordeste brasileiro tem visto a região semiárida aumentar, assim como o aparecimento de áreas com características semelhantes aos desertos.

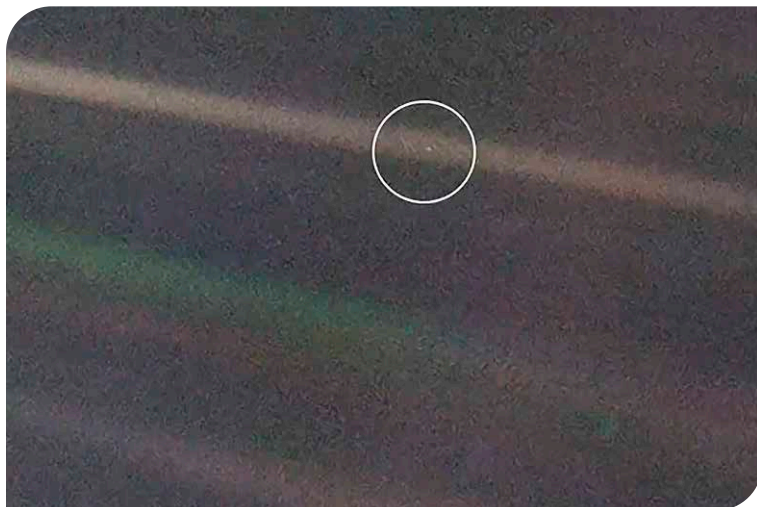
Olhando os problemas ambientais de fora, no entanto, acabamos por perceber que são fundamentalmente problemas associados às ações antrópicas, envolvendo as diversas interferências humanas, bem como o próprio cotidiano das pessoas. Assim, as atividades humanas têm impactado negativamente a saúde, o bem-estar e a qualidade de vida das populações. Isso acontece porque o desequilíbrio ambiental ou ecológico, com a degradação dos ecossistemas, a perda de recursos naturais, escassez de água e alimentos, além de afetar a economia, compromete a segurança de todos, especialmente dos grupos mais vulneráveis.

Esses problemas ambientais contemporâneos estão interconectados e exigem uma abordagem integrada para sua resolução. A implementação de políticas públicas eficazes, a promoção de práticas sustentáveis e a conscientização da população são fundamentais para mitigar esses desafios. Nesse sentido, a educação ambiental desempenha um papel crucial nesse processo, capacitando indivíduos e comunidades a adotarem comportamentos mais sustentáveis e a participarem ativamente na proteção do meio ambiente.

Nessa linha, é vital considerar como a compreensão desses problemas pode informar estratégias de desenvolvimento sustentável. A interdependência entre os desafios ambientais e as soluções propostas precisa ser um tema central nas discussões sobre gestão ambiental e planejamento urbano. A busca por um futuro sustentável requer não apenas a identificação dos problemas, mas também a implementação de soluções inovadoras e colaborativas que envolvam todos os setores da sociedade.

3. TERRA FINITA

Figura 3 - ‘Pálido Ponto Azul’. Círculo com a indicação quase imperceptível da Terra numa fresta de raio de sol (faixas de luz difusa)



Fonte: Nasa (2011).

3.1 Nosso lar

“Este é o nosso lar”, foi o que escreveu o astrônomo Carl Sagan sobre a visão da Terra vista do espaço. Isso aconteceu há 30 anos, a partir de fotos tiradas pela sonda Voyager 1, da NASA, numa perspectiva que mudou a nossa forma de ver o planeta. Na ocasião, o astrônomo se referiu à Terra como um “pálido ponto azul”, descrevendo o planeta como um minúsculo ponto de luz azul pálido na escuridão do espaço, envolvida por uma fresta de raio de sol.

A Terra, quando a vemos de cima, do espaço, somos nós que estamos lá. E quanto mais distantes do globo, mais nos vemos como uma partícula de poeira suspensa. Afinal, ainda não existe um planeta que abrigue vida, além do nosso. Não

é apenas a ótica biológica que lhe concede características peculiares da existência de vida, mas também porque o planeta parece vivo sob a ótica atmosférica, geológica e física, uma vez que toda a sua constituição se encontra em constante transformação.

Nessa transformação é que nos encontramos como habitantes da Terra e aprendemos a explorar os seus recursos naturais que propiciam a nossa existência. Independente de serem minerais, fontes de energia ou alimento, dependemos do planeta para nossa sobrevivência. Por outro lado, também estamos provocando modificações no ambiente em que moramos, prejudicando o ecossistema do qual fazemos parte, o que tem refletido em alterações na atmosfera, nas águas dos oceanos, lagos, rios e no solo.

Desse modo, como habitantes da Terra e sabendo que nós afetamos o nosso planeta, é preciso questionar se estamos fazendo algo em prol de sua preservação; de nossa preservação, na verdade. Afinal, enquanto habitantes da Terra, todos temos responsabilidades de manter e preservar a nossa própria casa, pois este ainda é o único lugar em que podemos viver.

Ainda que tenhamos as diferenças nas sociedades humanas, como uma família global, todos nós dependemos da Terra. Passamos por um momento crucial de pandemia global, em que nossas atenções se voltaram para assimilar essa interdependência que temos entre nós e, por fim, todos nós temos com o nosso mundo.

Isso acontece não apenas por olharmos a terra do espaço como um pontinho isolado na imensidão, mas também por considerarmos como a nossa própria casa. O nosso ambiente de morada. Neste sentido, sim, este é o nosso lar.

A Terra, nosso lar, é um sistema com recursos limitados e finitos. Essa realidade, muitas vezes negligenciada em um mundo que prioriza o crescimento econômico incessante, é crucial para entendermos a relação entre os seres humanos e

o meio ambiente. A ideia de Terra finita nos lembra que existem limites físicos e biológicos que não podem ser ultrapassados sem consequências sérias. O aumento da população global, que atingiu 8 bilhões em 2022, segundo a ONU, aliado ao consumo desenfreado de recursos naturais, exerce uma pressão sem precedentes sobre os ecossistemas do planeta (ONU, 2022).

Historicamente, a noção de que a Terra possui limites foi debatida por diversos pensadores e cientistas. Um marco significativo nesse debate foi o relatório “Os Limites do Crescimento”, publicado em 1972 pelo Clube de Roma, que alertou sobre as consequências do crescimento populacional e do consumo excessivo. Desde então, as evidências científicas têm se acumulado, demonstrando que a exploração insustentável dos recursos naturais está levando a uma degradação ambiental alarmante.

Por exemplo, de acordo com o Global Footprint Network, a humanidade já consome o equivalente a 1,7 planetas por ano, o que indica que estamos utilizando recursos mais rapidamente do que a Terra consegue regenerar.

As implicações dessa noção de Terra finita são profundas e abrangem diversas áreas, como gestão de recursos, economia e sustentabilidade. A gestão de recursos deve ser repensada à luz da sua finitude. Em vez de adotar uma abordagem linear, que considera os recursos como infinitos, é necessário implementar uma perspectiva circular, priorizando o reaproveitamento e a reciclagem. Essa mudança de paradigma é essencial para garantir que as futuras gerações possam usufruir dos mesmos recursos que temos hoje.

A noção de Terra finita nos leva a refletir sobre a justiça social e econômica. O acesso desigual aos recursos naturais é uma questão crítica que precisa ser abordada. Enquanto algumas regiões do mundo desfrutam de abundância, outras enfrentam escassez extrema. Segundo o Relatório Mundial da

Água (2023), cerca de 2 bilhões de pessoas vivem em países com estresse hídrico, evidenciando a necessidade urgente de políticas que promovam a equidade no uso dos recursos hídricos e outros bens naturais.

O aumento do consumo, impulsionado pela industrialização e pela globalização, agrava ainda mais essa situação. De acordo com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), o consumo global de materiais deve dobrar até 2060, o que pode levar a um colapso ambiental, caso práticas sustentáveis não sejam implementadas. A produção e o descarte de resíduos sólidos, por exemplo, têm crescido exponencialmente, resultando em poluição e degradação dos ecossistemas. Estima-se que, em 2020, o mundo gerou cerca de 2,01 bilhões de toneladas de resíduos sólidos, e esse número deve aumentar para 3,4 bilhões de toneladas até 2050, conforme dados do Banco Mundial.

A Terra finita é uma realidade prática que exige ação imediata. A gestão sustentável dos recursos naturais deve ser uma prioridade global, incluindo governos, empresas e cidadãos. Iniciativas como a economia circular, a conservação da biodiversidade e a promoção de energias renováveis são passos cruciais para garantir um futuro sustentável. Essa é a necessária transição para uma economia mais verde que pode evitar crises ambientais que poderiam comprometer a vida na Terra.

Enfim, é reconhecido que o aumento do consumo tem suas consequências, dentro da complexa relação entre recursos e sustentabilidade. Compreender a noção de Terra finita nos prepara para essas discussões, enfatizando a importância de uma abordagem integrada e responsável em relação ao nosso planeta.

Refletir sobre os limites da Terra não deve ser visto como um obstáculo, mas como uma oportunidade para inovar e encontrar soluções que respeitem os limites naturais, promovendo um desenvolvimento verdadeiramente sustentável.

3.2 O aumento do consumo, suas consequências e o Antropoceno

O aumento do consumo é um fenômeno profundamente entrelaçado com o desenvolvimento econômico e social das sociedades modernas. À medida que as economias se expandem, a demanda por bens e serviços cresce, gerando um ciclo de produção e consumo que, embora impulse o crescimento econômico, acarreta consequências ambientais e sociais significativas. Vamos então examinar os principais efeitos desse aumento, enfatizando suas implicações para a sustentabilidade e a qualidade de vida.

Um dos impactos mais evidentes do aumento do consumo é a crescente pressão sobre os recursos naturais. De acordo com o relatório da United Nations Environment Programme (UNEP) (2023), a extração de recursos naturais dobrou desde 1980, atingindo cerca de 100 bilhões de toneladas anualmente.

A exploração desenfreada não apenas esgota os recursos finitos do planeta, mas também provoca degradação ambiental, poluição e perda de biodiversidade. A exploração excessiva de recursos como água, solo e minerais compromete a capacidade dos ecossistemas de se regenerarem, colocando em risco a sustentabilidade a longo prazo.

Deste contexto, é importante registrar que o aumento do consumo está diretamente ligado ao crescimento das emissões de gases de efeito estufa. Segundo o Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) de 2023, as emissões globais de CO₂ aumentaram 1,5% em relação ao ano anterior, alcançando um recorde histórico. Esse crescimento é impulsionado principalmente pela demanda crescente por energia, transporte e produtos industrializados. A queima de combustíveis fósseis para atender a essa demanda é uma das principais responsáveis pelas mudanças climáticas, que, por sua vez, afetam negativamente a qualidade de vida em diversas regiões do mundo (IPCC, 2023).

As consequências sociais do aumento do consumo também são alarmantes. A incessante busca por novos produtos e serviços frequentemente resulta em desigualdades econômicas e sociais. As comunidades mais vulneráveis são frequentemente as mais impactadas pela exploração de recursos e pela degradação ambiental. Um estudo realizado pelo Banco Mundial (2023) revelou que 1,3 bilhão de pessoas vivem em áreas severamente degradadas, o que agrava a pobreza e limita o acesso a recursos essenciais como água potável e alimentos. Essa realidade destaca a necessidade urgente de repensar nossos padrões de consumo e adotar práticas mais sustentáveis.

Por outro lado, o aumento do consumo também gera um ciclo de desperdício. A cultura do descartável, alimentada pela produção em massa e pela obsolescência programada, resulta em enormes quantidades de resíduos sólidos. De acordo com o Banco Mundial, a geração de resíduos sólidos urbanos deve aumentar em 70% até 2050, alcançando 3,4 bilhões de toneladas anualmente. Esse cenário não apenas representa um desafio para a gestão de resíduos, mas também contribui para a poluição do solo, da água e do ar, impactando diretamente a saúde pública e a qualidade de vida das populações.

Como comparação da ação humana no planeta, em termos de peso, a massa dos objetos produzidos pela ação humana superou a de todos os seres vivos. Isso aconteceu em 2020, de acordo com estudo da revista *Nature*. Segundo a revista, o peso de tudo o que existe hoje construído pelo homem em uma cidade como Nova York, nos Estados Unidos, é igual ao peso de todos os peixes do mundo (*Nature*, 2020). Numa outra comparação, a massa de plásticos presente no planeta ultrapassou duas vezes a massa de todos os animais terrestres e aquáticos existentes (biomassa). Isso sem contar a massa de todo o lixo produzido até então.

Isso vem tendo uma evolução drástica, em termos de peso, numa linha do tempo de um pouco mais de um século. Na atualidade, o peso seco de tudo que a humanidade construiu (edifícios, carros, roupa, garrafas, etc.) se situa em torno de 1,1 teratons (teratonelada, 1 trilhão de tonelada), enquanto em 1900 era de apenas 35 gigatons, ou seja, 3 % de seu peso atual. De acordo com dados dos últimos cinco anos, aponta a pesquisa, a massa antropogênica tem dobrado a cada 20 anos chegando na atualidade a um aumento anual de 30 gigatons. Ou seja, cada pessoa no planeta produz semanalmente seu peso em massa antropogênica.

Devido a isso, é sugerida uma nova era geológica marcada pela pegada humana na terra, delimitado pelo impacto do homem no meio ambiente em que vive, o chamado antropoceno. O termo antropoceno foi popularizado em 2000 pelo químico holandês Paul Crutzen, vencedor do Prêmio Nobel de química em 1995, para designar uma nova época geológica caracterizada pelo impacto do homem na Terra.

Ainda não temos essa confirmação de definição de uma nova época geológica, a discrepância surge no momento de estabelecer o início do antropoceno, pois muitos associam o conceito com a Revolução Industrial. De toda forma, os dados publicados fazem saltar aos olhos a massa antropogênica que foi crescendo rapidamente durante o século XX, especialmente depois da Segunda Guerra Mundial.

Ademais, as alterações que os humanos estão gerando no clima e na biodiversidade do planeta, com base em vários estudos e especialistas, sugerem uma nova época geológica que se seguiria ao holoceno, o período com temperaturas mais quentes após a última glaciação. Assim, o antropoceno se caracterizaria pela aceleração tecnológica depois da Primeira Revolução Industrial, o crescimento explosivo da população graças às melhores condições de alimentação, saúde, higiene e à multiplicação da produção e do consumo.

De fato, a presença humana provocou um crescente aumento no consumo de recursos naturais, minerais e fósseis, assim como a expansão de terras de cultivo, das cidades e das infraestruturas e rotas de transporte. Neste aspecto, as atividades humanas realmente alteraram a face do planeta nos dois últimos séculos.

Diante desses desafios, surge a necessidade de promover um consumo mais consciente e sustentável. Iniciativas como a economia circular, que visa reduzir, reutilizar e reciclar materiais, têm ganhado destaque como alternativas viáveis para mitigar os impactos negativos do consumo excessivo.

Segundo o Circularity Gap Report (2023), a transição para uma economia circular poderia reduzir em até 70% a extração de recursos naturais até 2030, contribuindo significativamente para a sustentabilidade global.

Além disso, a educação e a conscientização ambiental desempenham um papel crucial na mudança de comportamento dos consumidores. Campanhas de sensibilização e programas educacionais podem informar a população sobre os impactos do consumo desenfreado e incentivar práticas mais sustentáveis. Uma pesquisa realizada pela UNESCO em 2023 mostrou que 78% dos jovens estão dispostos a mudar seus hábitos de consumo em prol da sustentabilidade, evidenciando um potencial significativo para a transformação social(UNESCO, 2023).

Portanto, o aumento do consumo traz consigo uma série de consequências que afetam não apenas o meio ambiente, mas também a qualidade de vida das populações. A urgência de repensar nossos padrões de consumo e adotar práticas mais sustentáveis é mais evidente do que nunca. No próximo subcapítulo, exploraremos a relação entre recursos e sustentabilidade, discutindo estratégias para gerenciar nossos recursos de forma a garantir um futuro equilibrado e sustentável para as próximas gerações.

3.3 Recursos naturais e sustentabilidade

A interconexão entre recursos naturais e sustentabilidade é um tema fundamental nas discussões sobre o futuro do nosso planeta. Analisamos a ideia de uma Terra finita e o crescimento do consumo, enfatizando como esses elementos se relacionam e afetam a sustentabilidade. Agora, é crucial aprofundar essa conexão, investigando estratégias para gerenciar recursos de maneira sustentável e as consequências dessas práticas para o desenvolvimento sustentável.

Os recursos naturais são vitais para a sobrevivência humana e o progresso econômico. Contudo, a exploração excessiva desses recursos tem gerado sérios problemas ambientais, como a degradação dos ecossistemas, a perda da biodiversidade e as mudanças climáticas. De acordo com o relatório da ONU para Agricultura e Alimentação (FAO) de 2022, aproximadamente 33% dos solos do mundo estão degradados, comprometendo a capacidade de produção agrícola e a segurança alimentar global. Essa realidade destaca a necessidade urgente de uma gestão sustentável dos recursos (FAO, 2022).

Uma abordagem sustentável envolve o uso dos recursos de forma a satisfazer as necessidades atuais sem comprometer a capacidade das futuras gerações de atenderem suas próprias demandas. O conceito de desenvolvimento sustentável, conforme definido pela Comissão Brundtland em 1987, é essencial para orientar essa prática. Para alcançar esse objetivo, é necessário implementar estratégias que promovam a eficiência no uso dos recursos, além da conservação e restauração dos ecossistemas.

Uma das principais estratégias para gerenciar recursos de forma sustentável é a adoção de práticas de economia circular. Esse modelo propõe um sistema em que os resíduos são minimizados e os recursos são reutilizados e reciclados. Segundo um estudo da Ellen MacArthur Foundation (2023), a transição para uma economia circular poderia gerar uma economia

global de até 4,5 trilhões de dólares até 2030, além de reduzir significativamente as emissões de gases de efeito estufa. Essa abordagem não apenas favorece a sustentabilidade, mas também estimula a inovação e a criação de empregos.

Além disso, a implementação de políticas públicas eficazes é crucial para a gestão sustentável dos recursos. Governos e instituições devem estabelecer regulamentações que incentivem práticas sustentáveis e penalizem a exploração irresponsável dos recursos. Um exemplo é a Política Nacional de Resíduos Sólidos do Brasil, que define diretrizes para a gestão de resíduos e promove a reciclagem e a compostagem. Dados do Ministério do Meio Ambiente indicam que a implementação dessa política resultou em um aumento de 15% na taxa de reciclagem no país entre 2020 e 2022.

Outro aspecto importante a ser considerado é a educação ambiental. A conscientização da população sobre a importância da gestão sustentável dos recursos é fundamental para promover mudanças de comportamento. Iniciativas de educação ambiental têm mostrado resultados positivos; um estudo realizado pela Universidade de São Paulo em 2023 revelou que programas de educação ambiental nas escolas aumentaram em 40% a disposição dos alunos para adotar práticas sustentáveis em suas comunidades.

No entanto, a relação entre recursos e sustentabilidade enfrenta desafios significativos. A pressão econômica e a crescente demanda por recursos naturais frequentemente entram em conflito com as práticas sustentáveis. A escassez de água, por exemplo, é uma questão crítica que afeta milhões de pessoas em todo o mundo. De acordo com a OMS (2023), cerca de 2 bilhões de pessoas ainda não têm acesso a água potável, ressaltando a necessidade de uma gestão hídrica mais eficiente e sustentável.

Por fim, é fundamental reconhecer que a sustentabilidade é um esforço coletivo que requer a colaboração entre governos, empresas e sociedade civil. A implementação de soluções inovadoras, como tecnologias de reúso de água e sistemas de

irrigação eficientes, pode contribuir significativamente para a gestão sustentável dos recursos hídricos. Além disso, a promoção de parcerias entre setores pode potencializar os esforços para enfrentar os desafios ambientais e sociais.

Em conclusão, a relação entre recursos e sustentabilidade é complexa e multifacetada, exigindo uma abordagem integrada que considere as interconexões entre os diferentes sistemas. À medida que avançamos para os próximos capítulos, será importante explorar como essas estratégias podem ser aplicadas em contextos específicos e quais são as implicações para o desenvolvimento sustentável em um mundo em constante mudança. Compreender essa relação é essencial para moldar um futuro onde os recursos sejam utilizados de maneira responsável e equitativa, garantindo a saúde do planeta e o bem-estar das futuras gerações.

4 MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Figura 4 - Vista da paisagem constratante.



Fonte: Shutterstock (2025).

4.1 O que são mudanças climáticas

As mudanças climáticas constituem um dos maiores desafios que a humanidade enfrenta atualmente, afetando não apenas o meio ambiente, mas também a esfera social, econômica e política. Elas são definidas como alterações significativas e duradouras nos padrões climáticos globais, resultantes de uma combinação de causas naturais e antropogênicas. Neste contexto, é importante explorar as definições e as causas, enfatizando a interconexão entre as atividades humanas e as transformações climáticas que estamos experimentando.

Para compreender as mudanças climáticas, é fundamental reconhecer que elas envolvem variações na temperatura média da Terra, nas precipitações e em outros aspectos climáticos ao longo do tempo. De acordo com o Painel Intergovernamental

sobre Mudanças Climáticas (IPCC), a temperatura média global aumentou cerca de 1,1°C desde o final do século XIX, um fenômeno intimamente relacionado ao aumento das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera (IPCC, 2021). Esse aumento de temperatura traz implicações profundas para os ecossistemas, a biodiversidade e as sociedades humanas.

As causas das mudanças climáticas podem ser agrupadas em duas categorias principais: causas naturais e causas humanas.

As causas naturais incluem fenômenos como erupções vulcânicas, variações na radiação solar e oscilações climáticas naturais, como El Niño e La Niña. Embora esses fatores possam influenciar o clima, seu impacto tende a ser temporário e não explica as tendências de longo prazo observadas nas últimas décadas.

As causas humanas, ou antropogênicas, têm se mostrado muito mais significativas nas últimas décadas. A queima de combustíveis fósseis, como carvão, petróleo e gás natural, para geração de energia e transporte é a principal responsável pelo aumento das emissões de dióxido de carbono (CO₂), um dos principais gases de efeito estufa. Segundo a Agência Internacional de Energia (AIE), em 2022, as emissões globais de CO₂ atingiram um recorde histórico de 36,4 bilhões de toneladas, um aumento de 6% em relação ao ano anterior (AIE, 2022). Essa tendência alarmante ressalta a necessidade urgente de uma transição para fontes de energia mais limpas e sustentáveis.

Além da queima de combustíveis fósseis, outras atividades humanas também desempenham um papel significativo nas mudanças climáticas. O desmatamento, por exemplo, reduz a capacidade da Terra de absorver CO₂, agravando ainda mais o problema. A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) estima que cerca de 10 milhões de hectares de florestas são perdidos anualmente, o que não apenas libera carbono armazenado, mas também compromete a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos essenciais (FAO, 2020).

Outro fator relevante é a agricultura intensiva, que não só emite gases de efeito estufa, mas também utiliza práticas que degradam o solo e consomem grandes quantidades de água. A produção de metano, um gás de efeito estufa com um potencial de aquecimento global muito maior que o CO₂, é particularmente alta na pecuária e na decomposição de resíduos orgânicos. Em 2021, a FAO relatou que a agricultura e a silvicultura foram responsáveis por aproximadamente 24% das emissões globais de gases de efeito estufa (FAO, 2021).

Essas interações complexas entre as atividades humanas e as mudanças climáticas revelam um ciclo vicioso: as mudanças climáticas impactam os sistemas naturais e sociais, enquanto as ações humanas continuam a agravar esses problemas. Portanto, entender as causas das mudanças climáticas é essencial para desenvolver estratégias eficazes de mitigação e adaptação.

Para isto, devemos envolver a história das mudanças climáticas, o equilíbrio ambiental e o conceito de ponto de não retorno, como forma de entender as consequências de nossas ações. A relação entre a atividade humana e as mudanças climáticas transcende a ciência; trata-se de uma questão de responsabilidade coletiva e ação imediata. A conscientização sobre as causas e efeitos das mudanças climáticas é o primeiro passo para poder se pensar num futuro sustentável e equilibrado.

4.2 Ação humana sobre o clima e crise climática

A história das mudanças climáticas é uma narrativa rica e multifacetada, que revela a complexa interação entre fatores naturais e as atividades humanas ao longo dos séculos. Desde o início da Revolução Industrial, no século XVIII, as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) aumentaram de forma alarmante, desestabilizando o equilíbrio climático da Terra. A partir dessas informações, é imperativo examinar os eventos e

tendências mais significativos que moldaram a trajetória das mudanças climáticas, ressaltando a importância de entender essa evolução para enfrentar os desafios contemporâneos.

Os primeiros registros de variações climáticas remontam a milhares de anos, com evidências de períodos glaciais e interglaciais que influenciaram a geografia e a biodiversidade do planeta. Contudo, foi a partir do século XIX que a ação humana começou a impactar de maneira significativa o clima global. O trabalho de cientistas como John Tyndall, que em 1859 identificou a capacidade do dióxido de carbono de reter calor, lançou as bases para a compreensão moderna do efeito estufa.

O aumento da queima de combustíveis fósseis, especialmente carvão, petróleo e gás natural, provocou um crescimento exponencial nas concentrações de CO₂ na atmosfera.

Dados da Administração Nacional Oceânica e Atmosférica dos Estados Unidos (NOAA) indicam que as concentrações de CO₂ saltaram de cerca de 280 partes por milhão (ppm) antes da Revolução Industrial para mais de 410 ppm em 2021, um aumento que está diretamente relacionado às atividades humanas.

Na década de 1970, a preocupação com as mudanças climáticas começou a ganhar visibilidade internacional. A Conferência de Estocolmo, em 1972, foi um marco importante, reunindo líderes globais para discutir questões ambientais. No entanto, foi apenas na década de 1990 que as mudanças climáticas se tornaram uma prioridade global, culminando na criação da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) em 1992. Esse tratado internacional estabeleceu um espaço para a negociação de ações coletivas visando mitigar as mudanças climáticas.

O Protocolo de Quioto, adotado em 1997, representou um avanço significativo ao estabelecer metas de redução de emissões para países desenvolvidos. Entretanto, sua implementação enfrentou desafios, como a falta de comprometi-

mento de alguns países e a necessidade de um sistema mais inclusivo que abrangesse também as nações em desenvolvimento. Em resposta a essas lacunas, o Acordo de Paris, assinado em 2015, buscou unir todos os países em um esforço global para limitar o aquecimento global abaixo de 2 °C em relação aos níveis pré-industriais.

As últimas décadas têm sido marcadas por um aumento na frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, como furacões, secas e incêndios florestais. Um estudo publicado na revista *Nature Climate Change* (2022) apontou que a probabilidade de tais eventos está crescendo devido às mudanças climáticas, com impactos diretos na agricultura, saúde pública e economia global. Esses fenômenos não apenas afetam a vida das pessoas, mas também exacerbam desigualdades sociais e econômicas, criando um ciclo vicioso de vulnerabilidade.

Além disso, a ciência climática avançou consideravelmente, utilizando modelos computacionais para simular cenários futuros baseados em diferentes níveis de emissões. Relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) têm alertado sobre os riscos iminentes de inação, enfatizando a urgência de uma transição para fontes de energia renováveis e práticas sustentáveis. O último relatório do IPCC (2023), destacou que, se as emissões continuarem a crescer, poderemos ultrapassar o limite de 1,5 °C de aquecimento global já nas próximas duas décadas.

Ao aproximarmos de um ponto de não retorno, a necessidade de ações coordenadas se torna cada vez mais evidente. A história das mudanças climáticas não é apenas um relato de eventos passados, mas um apelo à ação para todos os setores da sociedade. Compreender essa trajetória histórica é essencial para desenvolver estratégias eficazes de mitigação e adaptação, preparando-nos para os desafios que ainda estão por vir.

Por mais que o planeta já tenha passado por diversas mudanças climáticas, muitas vezes, de forma extrema, congelando e descongelando, o que vem ocorrendo, no entanto, não se trata de alterações da própria natureza, mas sim, da ação humana na Terra.

Conforme vem sendo demonstrado por diversos estudos, os dados evidenciam uma crise climática e a necessidade de mudança no ambiente atual; o aquecimento global não é apenas científico, mas também social e político.

De fato, segundo o Relatório Global sobre Pontos de Inflexão Climática, coordenado pela Universidade de Exeter, na Inglaterra, e assinado por 160 cientistas de 23 países, o planeta entrou oficialmente em uma nova fase da crise climática (Lenton et al, 2025).

Esta situação é marcada pelo colapso em curso dos recifes de corais, podendo ser irreversível, mesmo que a temperatura se mantenha em 1,5°C. Segundo o Relatório, se a média não recuar para próximo de 1°C, mais de 99% dos recifes podem desaparecer, ocasionando não somente uma tragédia ambiental, mas também impactos sociais e econômicos, uma vez que um bilhão de pessoas dependem desses ecossistemas para alimentação, renda e proteção costeira (Lenton et al, 2025).

Este relatório ainda informa que estaríamos próximos de outros colapsos planetários, incluindo o derretimento das calotas polares, o declínio da Amazônia e o enfraquecimento das correntes oceânicas (AMOC), que exercem o papel de regular o clima global (Lenton et al, 2025).

Reconhecer a crise climática nos permite não apenas aprender com os erros do passado, mas também buscar um futuro mais sustentável. Nesta esfera de entendimento, é necessário saber que existe um ponto de não retorno com suas implicações, sendo fundamental refletir sobre como as decisões que tomamos hoje poderão moldar o legado que deixaremos para as futuras gerações.

A ciência tem o seu papel em orientar na limitação do aquecimento, mas agir agora é a única forma de evitar o colapso em cascata dos sistemas que sustentam a vida na Terra. Num âmbito de crise, cada décimo de grau e cada ano de atraso importam.

4.3 Rios voadores, equilíbrio delicado e o ponto de não retorno

O conceito de ponto de não retorno é decisivo para entendermos as mudanças climáticas e suas repercussões no futuro do nosso planeta. É preciso examinarmos as causas e os efeitos dessas mudanças, além da complexa interação entre as atividades humanas e o meio ambiente, assim como é essencial aprofundar a discussão sobre o que significa romper o equilíbrio delicado dos fenômenos naturais e alcançar o ponto de não retorno, tendo em vista as consequências para sustentabilidade e a sobrevivência da humanidade.

Para termos noção dessa questão, podemos exemplificar o que seria um sistema em equilíbrio, no tocante ao seu delicado funcionamento perante os efeitos adversos das mudanças climáticas. Assim, como forma de entendermos as consequências do desequilíbrio, podemos adentrar nos conceitos dos “rios voadores” como são genericamente conhecidos os fluxos atmosféricos formados pelos fenômenos climáticos, assimilando os problemas na desfiguração desses sistemas e que impactos podem ser ocasionados.

Imagine um rio, mas no céu. Ao invés de água fluindo em um canal, “rios voadores” que são compostos por nuvens carregadas de umidade. Essas massas de ar úmido se movem para regiões mais frias ou encontram barreiras naturais como cadeias de montanhas, condensando-se e formando nuvens. Essas nuvens são transportadas pelos ventos para outras regiões que, por diferenças de temperatura e pressão, a água das nuvens cai como chuva ou neve, alimentando a vegetação, rios e nascentes.

Na América do Sul os “rios voadores” se configuram como fluxos aéreos maciços de água sob a forma de vapor que vêm de áreas tropicais do Oceano Atlântico e são alimentados pela umidade que se evapora da Amazônia. Eles estão a uma altura de até 2 km e podem transportar mais água do que o rio Amazonas, com estes fluxos atmosféricos causando chuvas a mais de 3 mil km de distância, chegando ao sul do Brasil, ao Uruguai, ao Paraguai e ao norte da Argentina.

O termo “rios voadores” foi cunhado pelo climatologista brasileiro Enéas Salati, descrevendo este transporte de vapor d’água das florestas tropicais para outras regiões. Os “rios voadores” são um exemplo de equilíbrio delicado da natureza, uma vez que se formam de fenômenos em equilíbrio a partir de vários ambientes, envolvendo vegetação, o ciclo da água e fatores climáticos. O relatório “O Futuro Climático da Amazônia” (Nobre, 2014) coloca os rios voadores como sendo um dos maiores feitos da natureza.

A floresta amazônica tem um papel fundamental no processo de formação dos “rios voadores”, uma vez que as árvores liberam grandes quantidades de vapor de água na atmosfera através da transpiração (liberação de vapor de água pelas folhas) que se junta a evaporação direta da água dos rios, lagos e solo. Nas regiões tropicais, onde a temperatura é alta, a evaporação é intensa, resultando em grandes volumes de vapor de água sendo liberados.

Estudos do Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN) e do Centro de Ciência do Sistema Terrestre do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) vêm demonstrando a umidade produzida pelas árvores da floresta amazônica como componente essencial dos rios voadores. Medidas da evaporação da floresta chegaram a cerca de 4 mm por dia, sendo 4 litros de água a cada metro quadrado. Num exercício de imaginação, uma árvore com uma copa de 20 metros de diâmetro produz mais de 1.000 litros em um único dia, conforme Nobre (2014).

Embora os rios atmosféricos sempre tenham existido, o aquecimento global vem interferindo no equilíbrio deste fenômeno dos céus. Estudos têm demonstrado a formação de mais vapor de água que antes, tornando as massas atmosféricas mais intensas com grandes quantidades despejadas em pequenos espaços de tempo, trazendo inundações e deslizamentos catastróficos de terra. O equilíbrio outrora existente vem sendo afetado devido a uma atmosfera em rápido aquecimento que retém muito mais umidade do que no passado. Dados têm demonstrado que essa massa de água suspensa aumentou em até 20% desde a década de 1960 e segue aumentando com a temperatura.

Assim, níveis extraordinários de inundações vêm ocorrendo em diferentes partes do mundo. Em 2024 na China e no Canadá. Em abril de 2023, enquanto houveram catástrofes no Iraque, Irã, Kuwait e Jordânia, dois meses depois, o Chile foi atingido por 500 mm de chuva em apenas três dias. A massa de água despejada chegou a causar o derretimento de neve em algumas partes da Cordilheira dos Andes, desencadeando grandes inundações.

Estudos do Instituto de Geociências da Universidade de Potsdam, na Alemanha, descobriram que as condições dos rios atmosféricos na América do Sul tropical, Norte da África, Oriente Médio e Sudeste Asiático estão durando mais. No caso da América do Sul, especificamente, o desmatamento da Amazônia é visto como uma ameaça ao funcionamento dos “rios voadores”. Neste sistema de interconexões e de equilíbrio delicado, torna-se vital o entendimento da proteção da floresta amazônica.

Na América Latina os “rios voadores” são responsáveis por transportar cerca de 50% da água que se precipita na forma de chuva, sendo essenciais para a agricultura, a produção de energia hidrelétrica e o abastecimento de água potável. Como um delicado sistema em equilíbrio, os rios voadores

desempenham um papel em diversos outros fatores, envolvendo a regulação do clima, a distribuição de água, a manutenção da biodiversidade e a sustentabilidade agrícola, aparecendo como suporte à agricultura e à segurança alimentar.

Devido ao desmatamento contínuo, particularmente na região amazônica, a remoção extensiva de árvores compromete a evapotranspiração e reduz a quantidade de umidade liberada na atmosfera, afetando diretamente a formação e a intensidade dos rios voadores. Como resultado, áreas que dependem dessas correntes de umidade atmosférica enfrentam riscos crescentes de secas prolongadas, mudanças climáticas extremas e alterações nos padrões de chuva.

A interrupção no equilíbrio deste sistema pode ter implicações devastadoras, afetando diretamente a agricultura e a biodiversidade da região, desencadeando efeitos em cascata que afetam negativamente a segurança alimentar e os ecossistemas naturais, ameaçando a sobrevivência de uma vasta gama de espécies vegetais e animais que dependem desses fluxos de umidade para sustentar seus habitats naturais. Com a diminuição da produtividade agrícola, ainda aumenta a vulnerabilidade das comunidades rurais, afetando a economia regional.

Com base nessas informações, pode-se dizer que o ponto de não retorno representa um estágio em que os efeitos das mudanças climáticas desequilibram os sistemas existentes se tornando irreversíveis, resultando em consequências devastadoras para o meio ambiente e a sociedade.

De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), se as emissões de GEE continuarem a crescer, poderemos ultrapassar limites críticos que levarão a alterações drásticas nos sistemas climáticos. Um exemplo alarmante é o derretimento das calotas polares, que, se persistir, pode elevar o nível do mar em até 1 metro até 2100, impactando milhões de pessoas em regiões costeiras (IPCC, 2021).

A perda de biodiversidade também é uma consequência

direta das mudanças climáticas. A extinção de espécies e a degradação de ecossistemas são sinais evidentes de que estamos nos aproximando de um ponto de não retorno.

Segundo a ONU, cerca de 1 milhão de espécies estão ameaçadas de extinção devido à atividade humana e às mudanças climáticas (ONU, 2019). Essa perda compromete não apenas a riqueza biológica do planeta, mas também afeta diretamente serviços ecossistêmicos essenciais para a sobrevivência humana, como polinização, purificação da água e regulação do clima.

As implicações sociais e econômicas de atingir o ponto de não retorno são igualmente alarmantes. A escassez de recursos naturais, como água e alimentos, pode desencadear conflitos e migrações em massa. Um estudo da Universidade de Stanford estima que, se as temperaturas globais chegarem a aumentar em 2 °C, até 700 milhões de pessoas poderão ser deslocadas devido a condições climáticas extremas (Stanford University, 2022). Isso representa um desafio sem precedentes para a governança global e a cooperação internacional.

No contexto do desenvolvimento sustentável, o ponto de não retorno desafia as estratégias atuais de mitigação e adaptação. As políticas públicas precisam ser reavaliadas e ajustadas para enfrentar a urgência da situação. A transição para uma economia de baixo carbono deve ser acelerada, o que requer investimentos significativos em tecnologias limpas e renováveis. A Agência Internacional de Energia (AIE) projeta que, para limitar o aquecimento global a 1,5 °C, os investimentos em energia limpa devem triplicar até 2030 (AIE, 2023).

Ressaltando o equilíbrio dos “rios voadores”, é preciso conhecer que os fluxos de vapor aéreos são tão vulneráveis às perturbações humanas como outros rios. Com o desmatamento da floresta Amazônica, a consequência mais dramática, com a drástica redução da água transportada pelos rios voadores, é parte da América do Sul chegar a um clima de deserto.

O continente sul-americano, mesmo com grandes porções áridas como o Deserto do Atacama no Chile ou até fragmentos similares a clima de deserto surgindo recentemente em meio ao bioma da Caatinga, a América do Sul vem sendo aliviada pelo fenômeno dos “rios voadores”.

Os fatores envolvidos no processo de desertificação são apresentados mais à frente, no entanto, destaca-se nesta seção os seus efeitos, em termos globais. Causados pela chamada ‘célula de Hadley’, uma circulação de ar quente e seco que gera ambientes áridos e ressecados, este fenômeno se estende da linha do Equador até acima do paralelo 30º do hemisfério norte, com efeitos resultantes no Deserto do Kalahari no continente africano e o Deserto de Sonora nos Estados Unidos.

Na América do Sul, no entanto, a circulação de correntes de ar seco é anulada pela umidade vinda do oceano e da floresta Amazônica. Quando se somam, essas massas de umidades resvalam nos Andes, sendo direcionadas ao interior do continente provocando chuva, impedindo o processo de desertificação. As grandes massas de águas advindas da Amazônia são “os rios voadores” que mantêm a umidade circulando por onde passam. Assim, impedem os efeitos do ar seco das células de Hadley e que a América do Sul se torne um imenso e seco deserto.

Diante do exposto, é imperativo que governos, empresas e indivíduos reconheçam a gravidade da situação e ajam de forma proativa. A colaboração entre setores e países é essencial para evitar que cheguemos ao ponto de não retorno. Ações coordenadas, como a redução das emissões de carbono, a proteção da biodiversidade e a promoção de práticas agrícolas sustentáveis, são passos determinantes para garantir um futuro viável para as próximas gerações.

O ponto de não retorno serve como um alerta claro sobre a fragilidade do nosso planeta e a necessidade urgente de ação. As implicações das mudanças climáticas são vastas e

complexas, afetando não apenas o meio ambiente, mas também a economia e a sociedade como um todo.

Diante dos efeitos diretos das mudanças climáticas na Terra, nos oceanos e na atmosfera, agravando os processos de desertificação, precisamos também envolver o custo humano nessas transformações, como forma de se construir uma resposta global integrada.

5 EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Figura 5 - Mudanças Climáticas.



Fonte: Cemaden (2022).

5.1 Impactos na Terra, nos oceanos e ecossistemas

As mudanças climáticas configuram um dos mais sérios desafios da atualidade, exercendo impactos profundos e variados sobre a Terra e sua biodiversidade. O aumento das temperaturas globais, as alterações nos padrões de precipitação e a intensificação de eventos climáticos extremos estão transformando ecossistemas inteiros, colocando em risco a sobrevivência de inúmeras espécies e afetando a qualidade de vida das populações humanas. Para entender tudo isto é preciso analisar os principais efeitos das mudanças climáticas, ressaltando suas implicações para a sustentabilidade e a biodiversidade.

Os efeitos das mudanças climáticas manifestam-se em diversas escalas, desde modificações locais em habitats até transformações globais nos sistemas climáticos. Já foi dito que as temperaturas médias globais alcançaram cerca de 1,1°C desde a era pré-industrial (IPCC, 2021) e se não forem adotadas medidas significativas, esse aumento poderá ultrapassar 1,5°C até

2030. Esse aquecimento tem consequências diretas sobre a biodiversidade, uma vez que muitas espécies não conseguem se adaptar rapidamente às novas condições ambientais, resultando em extinções em massa e perda de diversidade genética.

As mudanças climáticas exercem um impacto profundo e multifacetado nos oceanos e nos ecossistemas, evidenciando a interconexão entre os ambientes terrestres e aquáticos. O aumento das temperaturas globais, a acidificação dos oceanos e a elevação do nível do mar são algumas das consequências diretas das atividades humanas que afetam esses ambientes vitais.

Os oceanos, que cobrem cerca de 71% da superfície da Terra, desempenham um papel crucial na regulação do clima global. Eles absorvem aproximadamente 30% do dióxido de carbono (CO₂) emitido pelas atividades humanas, resultando em um fenômeno conhecido como acidificação dos oceanos devido a diminuição do pH da água.

Um estudo publicado na revista *Nature Climate Change* em 2023 revela que a acidificação já afetou gravemente a biodiversidade marinha, comprometendo a capacidade de organismos como corais e moluscos de formar suas conchas e estruturas esqueléticas. Essa alteração não apenas ameaça as espécies marinhas, mas também impacta as comunidades humanas que dependem da pesca e do turismo marinho.

Além da acidificação, o aumento da temperatura dos oceanos traz consequências diretas para os ecossistemas marinhos. A pesquisa realizada pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) em 2022 revelou que as temperaturas oceânicas aumentaram em média 0,11°C por década desde 1971, com previsões de que esse aumento continue nas próximas décadas. Esse aquecimento contribui para eventos de branqueamento de corais, que ocorrem quando os corais expulsam suas algas simbióticas, levando à morte em massa de recifes de corais. Os recifes de corais são essenciais para a biodiversidade marinha, servindo como habitat para

uma variedade de espécies e protegendo as costas contra a erosão (IPCC, 2022).

Um estudo publicado na revista *Nature Climate Change* (2022) revelou que os recifes de corais, que abrigam cerca de 25% da vida marinha, podem sofrer perdas de até 70% até 2050, caso as emissões de gases de efeito estufa continuem em seu ritmo atual.

A elevação do nível do mar, impulsionada pelo derretimento das calotas polares e pela expansão térmica da água, representa outra ameaça significativa.

De acordo com um relatório da ONU (2023), as projeções indicam que o nível do mar pode subir entre 0,5 e 1,2 metros até 2100, dependendo das emissões futuras de GEE. Essa elevação não apenas inundará áreas costeiras, mas também salinizará os aquíferos, comprometendo o abastecimento de água potável e a agricultura em regiões vulneráveis.

Os efeitos das mudanças climáticas nos oceanos e nos ecossistemas são complexos e interligados, exigindo uma abordagem integrada para a gestão ambiental e a conservação. Nesta situação, é preciso entender o custo humano das mudanças climáticas, considerando que os impactos ambientais decorrentes afetam diretamente a qualidade de vida das populações, especialmente aquelas que dependem dos recursos naturais para sua subsistência. Compreender essas interações é fundamental para desenvolver estratégias de mitigação e adaptação, para se pensar num futuro sustentável para todos.

A interdependência entre os oceanos e os ecossistemas terrestres é evidente na forma como as mudanças climáticas afetam os ciclos biogeoquímicos. A alteração na temperatura e na química dos oceanos influencia a produtividade primária, que é a base das cadeias alimentares marinhas. Isso, por sua vez, afeta as espécies que dependem dos oceanos para alimentação, incluindo aves marinhas e mamíferos. A pesquisa publicada na *Proceedings of the National Academy*

of Sciences em 2023 indicou que as mudanças na disponibilidade de nutrientes nos oceanos estão alterando a distribuição de espécies marinhas, o que pode ter efeitos cascata em todo o ecossistema.

As comunidades humanas, especialmente aquelas que dependem diretamente dos recursos naturais, são as mais impactadas por essas mudanças. A degradação ambiental e a perda de biodiversidade apresentam consequências diretas para a segurança alimentar, a saúde e o bem-estar econômico. O Relatório de Desenvolvimento Humano de 2023 do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) enfatiza que a degradação dos ecossistemas pode aumentar a vulnerabilidade das populações mais pobres, exacerbando desigualdades sociais e econômicas (PNUD, 2023).

Nesta mesma pressão crescente, florestas tropicais, que desempenham papel fundamental na regulação do clima e na conservação da biodiversidade, estão sendo desmatadas em taxas alarmantes. A implicação em sistemas em equilíbrio como o fenômeno dos rios voadores é um exemplo disso. Um relatório da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) de 2022 revelou que, entre 2015 e 2020, o mundo perdeu cerca de 10 milhões de hectares de florestas anualmente, contribuindo para a liberação de carbono armazenado e agravando as mudanças climáticas. Essa perda de habitat não apenas ameaça a flora e fauna locais, mas também compromete serviços ecossistêmicos essenciais, como a purificação da água e a polinização (FAO, 2022).

Além disso, as mudanças climáticas estão alterando os padrões de migração e reprodução de várias espécies. Por exemplo, aves migratórias estão chegando a seus destinos mais cedo devido ao aquecimento global, o que pode desajustar a sincronização com a disponibilidade de alimentos. Uma pesquisa da Universidade de Cambridge, publicada em 2023, destacou que algumas espécies de aves estão mudando suas rotas migratórias

em resposta às mudanças climáticas, o que pode gerar conflitos com outras espécies e impactar a dinâmica dos ecossistemas.

A alteração nos padrões de precipitação e a frequência de eventos climáticos extremos, como secas e inundações, têm levado à degradação de habitats naturais. Um estudo realizado pela Universidade de Harvard em 2023 destacou que as florestas tropicais, que atuam como importantes sumidouros de carbono, estão perdendo sua capacidade de sequestrar CO₂ devido ao estresse hídrico e à fragmentação. Essa perda de biodiversidade e funcionalidade dos ecossistemas compromete a resiliência ambiental e a capacidade de adaptação às mudanças climáticas.

Estudos indicam que as mudanças climáticas vêm intensificando os eventos. As recentes inundações no estado do Rio Grande do Sul, em 2024, podem ser destacadas como um dos maiores desastres naturais da história do estado e do país, com impactos significativos na população e na economia. A frequência e intensidade das chuvas, combinadas com a ocupação irregular do solo e infraestrutura inadequada, expuseram a vulnerabilidade da região.

A partir do exposto, torna-se fundamental explorar não apenas os impactos diretos das mudanças climáticas, mas também as interconexões entre esses efeitos e as estratégias de mitigação e adaptação que podem ser implementadas. A preservação da biodiversidade e a promoção de práticas sustentáveis são essenciais para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas.

Os efeitos das mudanças climáticas e sua conexão com a degradação do solo e das terras têm influenciado os chamados processos de desertificação, bem como na expansão do semiárido no Brasil. Para entender esta situação, é preciso conhecer os efeitos e abrangência das mudanças climáticas em ambientes vitais que estão sendo afetados e quais ações podem ser tomadas para proteger nossa herança natural.

5.2 Desertificação e a expansão do semiárido brasileiro

O termo “desertificação” não remete diretamente ao “deserto”. “Desertificação” é um processo que se instaura, envolvendo a degradação do solo e da terra que pode levar ao estágio de formação de um ambiente de deserto, sem necessariamente ter atingido esse nível de degradação.

Conforme expõe o IPCC, a degradação da terra é causada por processos humanos induzidos. Existe, portanto, uma diferença entre “degradação da terra” e “desertificação”. A degradação da terra é a redução ou perda da produtividade biológica das terras, integridade ecológica ou valor para os seres humanos, causadas por processos antrópicos diretos ou indiretos, ou seja, induzidos por intervenção humana, incluindo a mudança climática. Quando esta degradação da terra atinge os níveis grave ou muito grave a desertificação se instaura.

Assim, enquanto um deserto é o resultado final de um clima árido com pouquíssimas chuvas, em que a vida é escassa, a desertificação é a degradação de áreas que não eram desérticas. Em suma: deserto é o estágio final, um ecossistema com características climáticas e de solo áridas e com pouca vida, onde a chuva é extremamente escassa. Já “desertificação” é o processo de intensificação da aridez e da degradação do solo, que transforma terras férteis em regiões mais áridas e sem vida.

Essa informação é importante porque a desertificação pode ocorrer em regiões que não apresentam um clima naturalmente desértico, mas que se tornam assim devido à ação humana, como o desmatamento e o manejo inadequado dos recursos naturais. A desertificação, especialmente nas suas fases iniciais, pode ser revertida ou mitigada com o manejo correto da terra e a recuperação da vegetação. Ou seja, é preciso sobressaltar a consciência de que a desertificação conta com um forte componente humano, que não é o caso da formação natural de um deserto.

No contexto do Brasil, a desertificação é um problema grave que está transformando áreas do Semiárido, que têm chuvas, em paisagens que parecem desertos, embora o clima não seja desértico. Não ainda um deserto, mas no norte da Bahia e se estendendo por municípios deste estado, abrangendo um pedaço do município de Petrolina, em Pernambuco, surgiu uma região semiárida de aridez extrema, semelhante a um deserto. Identificada pela primeira vez, essa área árida de quase 6.000 km² foi considerada como resultado do aumento das temperaturas e mudanças climáticas que ampliam a aridez na região, conforme estudos recentes.

Entre as causas reportadas e fatores da desertificação estão o desmatamento, com a perda da vegetação nativa, como a da Caatinga, para agricultura e pecuária, expondo e esgotando o solo, bem como práticas agrícolas inadequadas, com o uso intensivo do solo, a substituição da vegetação natural por monoculturas e o uso de fogo para o preparo do solo, contribuindo para a exaustão e compactação do solo. Somados a esses fatores, as mudanças climáticas com o aumento das temperaturas globais intensificam a evaporação, contribuindo para a aridez em todo o país, especialmente no Nordeste.

A partir dessa situação, além dos impactos da desertificação elencados, também tem se cogitado a falta de água, em função da expansão das áreas áridas que afetam a disponibilidade hídrica. Desta forma, a região se torna menos propícia ao desenvolvimento da vida vegetal e animal, com a ameaça à produção de alimentos, comprometendo a economia e a prosperidade das populações locais.

De acordo com a recente pesquisa de Barbosa (2023), através do Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélites (LAPIS) do Instituto de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), o surgimento de áreas áridas no semiárido brasileiro vem provocando redução das chuvas na região. Usando dados de satélite foi possível observar a

redução de nuvens em áreas áridas severamente degradadas tendo, como consequência, a diminuição das chuvas e aumento da aridez em alguns municípios da região do semiárido brasileiro.

De algum modo, portanto, é possível dizer que já vem ocorrendo a ausência de chuvas com o aumento das temperaturas, tendo em vista a relação entre a atividade da vegetação e da atmosfera, sendo percebido que, em alguns locais muito secos e degradados, a vegetação não responde mais aos fatores climáticos, em razão do elevado nível de degradação das terras. Por consequência, também houve o declínio dos fatores da atmosfera, que não mais respondem a essas áreas muito secas e severamente degradadas, tendo ocorrido redução das nuvens de chuva.

Conforme registrado na pesquisa de Barbosa (2023), a ação humana de degradação, com as adversidades climáticas, afeta a vegetação de tal forma que ela não se recupera mais. Portanto, foi percebido que nas áreas já classificadas como áridas, há uma tendência de redução das nuvens, significando a redução da capacidade de chuvas na região.

Com o advento dessa situação, podemos dizer que agora temos no Brasil as três categorias de terras secas da UNCCD, a Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação: áreas áridas, subúmidas secas e as áreas semiáridas se expandindo.

De fato, a região semiárida apresenta crescimento. Considerando a delimitação de 1999 (Portaria Sudene no 1.182/99) e demonstrada no Livro “Um século de secas”, o semiárido contava com 1031 municípios. Na mais recente redefinição de 2021, passou para 1427 localidades.

Esses dados representam um aumento de 48% do semiárido, acrescentando 430.370 km² de área territorial. Como um indicativo de expansão da região, áreas do Maranhão passaram a integrar a região semiárida, com a inserção de 16 municípios, assim como do Espírito Santo, com a inclusão de 6 localidades. Isto vem acontecendo porque esses municípios passaram a ter

alguns dos critérios seguintes: chuva média anual abaixo de 800 mm, o risco de seca maior que 60% ou índice de aridez igual ou inferior a 0,50.

De outro lado, existem várias formas de combater a desertificação, tornando-se essencial a adoção de ações sustentáveis, como práticas agrícolas regenerativas com iniciativas voltadas para a proteção da Caatinga.

De toda forma, isso exige primordialmente uma mudança cultural e social, envolvendo mudanças no comportamento cultural, social e econômico da sociedade, de modo a harmonizar o desenvolvimento com os esforços de preservação.

Somados a isso, torna-se necessária a gestão adequada dos recursos hídricos, no sentido de garantir a disponibilidade de água por meio de infraestrutura hídrica que incluam reservatórios e outras soluções que promovam a convivência com a semiáridade.

5.3 Custo humano e justiça climática

As mudanças climáticas impõem um custo humano profundo e complexo que vai além das consequências ambientais, abrangendo implicações sociais e econômicas que afetam a qualidade de vida em todo o mundo. Ao analisarmos os efeitos dessas mudanças, é essencial considerar seu impacto direto na saúde, na segurança alimentar, na migração forçada e na equidade social.

A saúde humana é uma das áreas mais vulneráveis às mudanças climáticas. Um relatório da OMS (2023) estima que, entre 2030 e 2050, as mudanças climáticas poderão resultar em cerca de 250 mil mortes adicionais por ano, devido a fatores como desnutrição, malária, diarreia e estresse térmico. Esses números destacam a urgência de tratar as mudanças climáticas como uma questão de saúde pública, exigindo políticas que integrem a redução das emissões de gases de efeito estufa com estratégias de saúde eficazes.

Além disso, a segurança alimentar é severamente ameaçada pelas mudanças climáticas. O aumento das temperaturas e a alteração dos padrões de precipitação comprometem a produção agrícola, resultando em escassez de alimentos e aumento dos preços. Um estudo da FAO de 2023 indicou que, até 2050, a produção de alimentos pode cair até 30% em algumas regiões, intensificando a fome e a desnutrição, especialmente em países em desenvolvimento. Essa situação não apenas prejudica a saúde das populações, mas também gera tensões sociais e conflitos por recursos limitados (FAO, 2023).

A migração forçada é outra consequência direta das mudanças climáticas. De acordo com o Relatório de Tendências Globais de Migração de 2023, cerca de 200 milhões de pessoas podem ser deslocadas até 2050 devido a desastres naturais e condições climáticas extremas. Esses deslocamentos criam desafios significativos para os países que recebem esses migrantes, que frequentemente já enfrentam suas próprias dificuldades socioeconômicas. A integração de migrantes pode provocar tensões sociais e aumentar a competição por empregos e serviços, exacerbando desigualdades já existentes.

As mudanças climáticas também ampliam as desigualdades sociais. As comunidades mais vulneráveis, que geralmente têm menos recursos para se adaptar, são as mais afetadas. Um relatório do Banco Mundial (2023) destacou que as populações de baixa renda enfrentam riscos desproporcionais, visto que, muitas vezes, residem em áreas mais suscetíveis a desastres naturais e têm acesso limitado a serviços de saúde e infraestrutura. Isso levanta questões éticas sobre justiça climática e a necessidade de políticas que garantam a inclusão de grupos marginalizados nas discussões sobre mitigação e adaptação.

No Brasil, conforme está escrito no Artigo 225 da Constituição Federal, esta lei maior estabelece:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (Brasil, 1988)

Cada vez mais necessária, a justiça climática tenta resgatar a garantia de direitos das pessoas na luta contra a crise climática, como vem sendo proposto por movimentos socioambientais globais. Os efeitos da crise climática atingem segmentos da sociedade de maneira desigual e apontam para uma divisão mais justa dos investimentos e responsabilidades na mitigação dos efeitos das mudanças no clima. O termo - justiça climática - é reconhecido pela ONU e pelo IPCC.

Ao examinarmos esses custos humanos, fica claro que as mudanças climáticas não são apenas um desafio ambiental, mas uma questão complexa que envolve interações entre saúde, segurança alimentar, migração e equidade social. Portanto, as soluções devem ser abrangentes e integradas, considerando não apenas a redução das emissões, mas também a promoção de sistemas de saúde resilientes, práticas agrícolas sustentáveis e políticas de migração justas.

Em suma, o custo humano das mudanças climáticas é uma questão urgente que requer ação imediata e coordenada. A implementação de políticas públicas que abordem essas interconexões é fundamental para garantir um futuro sustentável e equitativo.

Neste sentido, quando a discussão envolver o desenvolvimento sustentável e suas implicações, é essencial lembrar que a luta contra as mudanças climáticas deve ser centrada nas pessoas, priorizando a proteção dos mais vulneráveis e promovendo a justiça climática como parte integrante da solução.

6 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Figura 6 - Planeta Terra.



Fonte: Shutterstock (2025).

6.1 O que é desenvolvimento sustentável

O desenvolvimento sustentável é uma abordagem essencial para os desafios ambientais e sociais que a humanidade enfrenta atualmente. À medida que a população global cresce e a pressão sobre os recursos naturais aumenta, torna-se cada vez mais evidente a necessidade de um modelo de desenvolvimento que equilibre o crescimento econômico, a inclusão social e a proteção ambiental.

A definição de desenvolvimento sustentável, proposta pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1987, é clara: Trata-se do “desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem às suas próprias necessidades”.

Essa definição captura a essência da sustentabilidade, que se baseia no compromisso com a equidade intergeracional e a preservação dos recursos naturais.

As características principais do desenvolvimento sustentável incluem a integração de aspectos econômicos, sociais e ambientais nas políticas e práticas de desenvolvimento. Isso significa que as decisões tomadas hoje devem levar em conta não apenas os benefícios imediatos, mas também as consequências a longo prazo para o meio ambiente e para as comunidades.

Por exemplo, a exploração de recursos naturais deve ser realizada de forma responsável, assegurando que os ecossistemas não sejam degradados e que as comunidades locais tenham voz nas decisões que impactam suas vidas e meios de subsistência.

Além disso, o desenvolvimento sustentável destaca a importância da justiça social. A desigualdade econômica e social representa um dos principais obstáculos ao desenvolvimento sustentável. Portanto, promover a inclusão social e garantir que todos tenham acesso a oportunidades de desenvolvimento é fundamental.

Isso abrange o acesso à educação, saúde e serviços básicos, bem como a participação ativa na tomada de decisões que afetam suas vidas. A erradicação da pobreza e a promoção da igualdade de gênero são exemplos de objetivos intimamente ligados ao conceito de desenvolvimento sustentável.

Outro aspecto crucial do desenvolvimento sustentável é sua relação com as mudanças climáticas. As alterações climáticas têm impactos profundos sobre os ecossistemas e as sociedades humanas, afetando a segurança alimentar, a disponibilidade de água e a saúde pública. Assim, um desenvolvimento que ignora as questões climáticas está destinado ao fracasso.

A transição para uma economia de baixo carbono, que prioriza fontes de energia renováveis e tecnologias limpas, é vital para o desenvolvimento sustentável. Essa transição não

apenas ajuda a mitigar os efeitos das mudanças climáticas, mas também cria novas oportunidades econômicas e empregos em setores emergentes.

As implicações do desenvolvimento sustentável são amplas e abrangem diversas áreas, desde a agricultura até a urbanização. Na agricultura, por exemplo, práticas sustentáveis podem aumentar a produtividade enquanto preservam os recursos naturais. O uso de técnicas de cultivo que conservam água e promovem a biodiversidade é essencial para garantir a segurança alimentar em um mundo em rápida transformação.

Nas cidades, o planejamento urbano sustentável pode reduzir a poluição, melhorar a qualidade de vida e promover a mobilidade sustentável.

Considerando todos esses aspectos, no ano de 2015 a ONU lançou o desafio de agenda de desenvolvimento sustentável para os próximos 15 anos, a Agenda 2030, formada pelos chamados 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Os chamados ODS buscam garantir direitos humanos, erradicar a pobreza e a fome, garantir água, saneamento e energia, oferecer saúde e educação de qualidade, combater as desigualdades e as injustiças, promover a igualdade de gênero e o empoderamento das mulheres e meninas, enfrentar a degradação ambiental e as mudanças climáticas, proteger a biodiversidade, estimular o desenvolvimento sustentável e promover sociedades pacíficas e inclusivas, até o ano de 2030.

Com base nessa Agenda, os países se comprometeram com esses ODS, envolvendo um plano de ação global e esforço conjunto com instituições, empresas e sociedade civil. Trata-se de um Plano de Ação universal, integrado e composto de quatro partes principais: Declaração; ODS; Acompanhamento e Avaliação da Agenda 2030; e Implementação.

Enquanto a Declaração contém a visão, os princípios e os compromissos da Agenda 2030, os ODS constam de 17 objetivos interligados e 169 metas de ação global, para alcançar até

o ano de 2030; são desafios de desenvolvimento enfrentados pelas pessoas, no Brasil e no mundo.

Com os ODS, espera-se que os países definam as suas próprias metas, de acordo com a sua realidade, incorporando-os em políticas, planos, programas, projetos e ações de governo.

Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são:

ODS1 - Erradicação da pobreza: acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares.

ODS 2 - Fome zero e agricultura sustentável: acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável.

ODS 3 - Saúde e bem-estar: assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todas e todos, em todas as idades.

ODS 4 - Educação de qualidade: assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todas e todos.

ODS 5 - Igualdade de gênero: alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas.

ODS 6 - Água potável e saneamento: assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos.

ODS 7 - Energia limpa e acessível: assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todas e todos.

ODS 8 - Trabalho decente e crescimento econômico: promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todas e todos.

ODS 9 - Indústria, inovação e infraestrutura: construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação.

ODS 10 - Redução das desigualdades: reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles.

ODS 11 - Cidades e comunidades sustentáveis: tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.

ODS 12 - Consumo e produção responsáveis: assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.

ODS 13 - Ação contra a mudança global do clima: tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos. (Reconhecendo que a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima [UNFCCC] é o fórum internacional intergovernamental primário para negociar a resposta global à mudança do clima).

ODS 14 - Vida na água: conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.

ODS 15 - Vida terrestre: proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.

ODS 16 - Paz, justiça e instituições eficazes: promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis.

ODS 17 - Parcerias e meios de implementação: fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.

O Fórum Político de Alto Nível, sob a proteção da Assembleia Geral e do Conselho Econômico e Social da ONU, é a instância responsável pelo acompanhamento em nível global. A implementação da Agenda é tratada no objetivo 17 e em algumas metas dos demais objetivos, o que exige parcerias, solidariedade e engajamento entre governos, setor privado, sociedade civil e o Sistema ONU.

Mais à frente, exploraremos as políticas públicas e os mecanismos de gestão ambiental que são fundamentais para a implementação do desenvolvimento sustentável. O licenciamento ambiental, por exemplo, é uma ferramenta fundamental que garante que os projetos de desenvolvimento considerem

seus impactos ambientais e sociais antes de serem aprovados. Além disso, analisaremos como as políticas públicas podem ser moldadas para apoiar práticas sustentáveis e promover a resiliência das comunidades diante das mudanças climáticas.

O desenvolvimento sustentável não é apenas uma meta a ser alcançada, mas um processo contínuo que requer a colaboração de governos, empresas e sociedade civil. À medida que enfrentamos os desafios globais do século XXI, a adoção de práticas sustentáveis torna-se não apenas desejável, mas essencial para garantir um futuro viável para as próximas gerações. De toda forma, é preciso refletir sobre como cada um de nós pode contribuir para esse objetivo coletivo e quais ações podem ser tomadas para promover um desenvolvimento verdadeiramente sustentável.

6.2 Licenciamento ambiental e órgãos reguladores

O licenciamento ambiental é um pilar essencial da gestão ambiental, atuando como um mecanismo de controle que assegura que atividades com potencial para causar poluição ou degradação do meio ambiente sejam realizadas de maneira sustentável. Este processo não apenas garante a conformidade com a legislação ambiental, mas também incentiva a responsabilidade social e ambiental das empresas.

A importância do licenciamento se torna ainda mais evidente diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas e da urgência por um desenvolvimento sustentável. Os órgãos reguladores têm um papel fundamental nesse cenário, sendo encarregados da implementação e fiscalização das normas ambientais.

No Brasil, o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) coordena as ações de diversas entidades, incluindo o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e as secretarias estaduais e municipais de

meio ambiente. Esses órgãos são responsáveis por avaliar os impactos ambientais de projetos e atividades, emitindo licenças que estabelecem condições para a operação e monitoramento das atividades licenciadas.

Na implantação do SISAMA podem ser destacados o licenciamento ambiental e a avaliação de impacto ambiental (AIA), como instrumentos regulamentados pelas resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Destas resoluções, a CONAMA n.º 001/86 (Brasil, 1986) e CONAMA n.º 237/97 (Brasil, 1987) são as norteadoras da consolidação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) na ordenação de processos de licenciamento ambiental, aparecendo como um documento para a avaliação de potenciais impactos ambientais causados por atividades e empreendimentos diversos.

Assim, através da resolução CONAMA n.º 001/86 a Avaliação de Impacto Ambiental é regulamentada mediante a exigência do EIA/RIMA. Já a promulgação da Resolução CONAMA n.º 237/97 traz a regulamentação do licenciamento ambiental, definindo como procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso (Brasil, 1997).

No “Caderno de Licenciamento Ambiental” publicado pelo Ministério do Meio Ambiente (2009), integrando o Programa Nacional de Capacitação de Gestores Ambientais, o Estudo de Impacto Ambiental é definido como um documento de natureza técnica, devendo contemplar, além da avaliação dos impactos ambientais, a proposição de medidas mitigadoras e de controle ambiental, de modo a garantir o uso sustentável dos

recursos naturais. O Relatório de Impacto Ambiental, por sua vez, deve trazer as conclusões do EIA, cuja finalidade é informar à sociedade sobre os impactos, medidas mitigadoras e programas de monitoramento do empreendimento ou atividade, precisando ser apresentado em linguagem acessível, destacando as vantagens e desvantagens do projeto, bem como esclarecidas todas as consequências ambientais de implantação.

Quando não é exigido o EIA/RIMA, ressalta-se que existem vários outros estudos ambientais que podem ser apresentados como subsídio para o licenciamento ambiental, os quais podem ser definidos a partir do porte, da localização e do potencial de impacto do empreendimento, tendo em vista a avaliação técnica do órgão ambiental competente.

No caso do Rio Grande do Norte, é o Sistema Estadual do Meio Ambiente (SISEMA) que organiza as entidades para ações dentro da política estadual de meio ambiente. Neste sistema, o Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONEMA) é o órgão superior, a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH) funciona como o órgão central e o Instituto de Desenvolvimento Sustentável e do Meio Ambiente (IDEMA) como executor da política ambiental do Estado.

De modo geral, o CONEMA assessora o Governo do Estado do Rio Grande do Norte, enquanto a SEMARH formula as políticas, planos e programas ambiental, supervisionando a sua execução, ficando o IDEMA com a responsabilidade administrativa do licenciamento ambiental, controle e fiscalização de empreendimentos e atividades que tenham impactos ao meio ambiente.

O processo de licenciamento ambiental é dividido em três etapas principais: a Licença Prévia (LP), a Licença de Instalação (LI) e a Licença de Operação (LO). A Licença Prévia é concedida na fase de planejamento do projeto, assegurando que o empreendimento esteja alinhado com as diretrizes ambientais.

A Licença de Instalação autoriza a execução das obras, enquanto a Licença de Operação permite o início das atividades, desde que todas as condições estabelecidas nas licenças anteriores tenham sido cumpridas. Essa sequência de licenças proporciona um acompanhamento contínuo das atividades e seus impactos ao longo de todo o ciclo de vida do projeto.

A participação da sociedade é um aspecto crucial do licenciamento ambiental, principalmente, por meio de audiências públicas. O processo deve incluir consultas públicas, permitindo que a comunidade expresse suas preocupações e sugestões. Essa interação não apenas fortalece a transparência, mas também contribui para a formulação de soluções mais eficazes e socialmente aceitas. A participação cidadã é vital para promover a justiça ambiental, garantindo que as vozes das comunidades afetadas sejam ouvidas e consideradas nas decisões que impactam seu ambiente.

Na implantação de empreendimentos e atividades de grande impacto ambiental, a audiência pública é convocada, normalmente, quanto da solicitação de EIA/RIMA. Neste processo, as regiões onde os empreendimentos ou atividades acarretam impactos ambientais, a sociedade local é convocada para conhecer os projetos de implantação e quais os seus impactos ao meio ambiente, assim como também é o momento de serem apresentadas as propostas de medidas mitigadoras para acompanhar os impactos gerados.

O processo de licenciamento ambiental tem cada vez mais sido aprimorado e integrado às tecnologias digitais, com o uso de plataformas online para a submissão de documentos. Um relatório de 2023 da ONU destacou que a digitalização dos processos de licenciamento pode reduzir o tempo de análise em até 30%, promovendo uma gestão mais ágil e eficiente (ONU, 2023).

Além disso, a conexão entre o licenciamento ambiental e as políticas públicas é essencial para o desenvolvimento

sustentável. As políticas devem ser fundamentadas em dados científicos e análises de risco, levando em conta não apenas os impactos imediatos, mas também as consequências a longo prazo das atividades licenciadas. A implementação de medidas de mitigação e compensação ambiental é uma prática recomendada, em que os empreendedores são incentivados a restaurar ou preservar áreas degradadas como parte de suas obrigações de licenciamento.

No entanto, o licenciamento ambiental enfrenta desafios significativos, como a escassez de recursos e a falta de recursos humanos nos órgãos reguladores, o que pode comprometer a eficácia do processo. Segundo um estudo de 2023 da Confederação Nacional de Municípios (CNM), cerca de 40% dos municípios brasileiros não possuem equipes adequadas para realizar a análise de projetos de licenciamento, resultando em decisões apressadas ou inadequadas. Essa lacuna evidencia a necessidade de investimentos em capacitação e infraestrutura para fortalecer a gestão ambiental no país (CNM, 2023).

Em termos de políticas públicas e gestão ambiental, é importante reconhecer que o licenciamento ambiental não é um fim em si mesmo, mas parte de um sistema mais amplo que busca promover a sustentabilidade. A eficácia do licenciamento depende de um compromisso coletivo, envolvendo governo, setor privado e sociedade civil, para garantir que as atividades econômicas sejam compatíveis com a preservação do meio ambiente.

Portanto, a importância das políticas públicas voltadas para a gestão ambiental. São ferramentas a serem utilizadas para criar um ambiente propício ao desenvolvimento sustentável, alinhando interesses econômicos e sociais com a proteção ambiental. É preciso saber quais estratégias podem ser implementadas para garantir que o crescimento econômico não ocorra à custa do nosso planeta, o que será devidamente explorado a seguir.

6.3 Políticas públicas e gestão ambiental

As políticas públicas e a gestão ambiental são essenciais para o desenvolvimento sustentável, atuando como ferramentas que definem a relação entre a sociedade e o meio ambiente, e ainda mais relevantes sob as consequências das mudanças climáticas. Assim, é fundamental aprofundar a análise sobre como as políticas públicas podem ser elaboradas para promover a sustentabilidade e elevar a qualidade de vida.

As políticas públicas ambientais devem se fundamentar em evidências científicas, incorporar as necessidades vigentes e serem adaptadas às realidades locais. Para uma implementação eficaz, é necessário um entendimento abrangente dos ecossistemas e das necessidades das comunidades locais, o que também envolve o reconhecimento de comunidades tradicionais e povos originários presentes nos territórios.

A Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) do Brasil estabelece as diretrizes para a proteção ambiental e o fomento ao desenvolvimento sustentável. De acordo com dados do Ministério do Meio Ambiente e Mudanças do Clima (MMA), a PNMA tem contribuído para a diminuição da degradação ambiental em diversas regiões do país, evidenciando que políticas bem estruturadas podem gerar impactos positivos significativos.

Por sua vez, a gestão ambiental deve ser integrada a outras áreas das políticas públicas, como saúde, educação e urbanismo. Essa abordagem intersetorial é determinante para enfrentar os desafios complexos impostos com a degradação ambiental, principalmente, sob os aspectos demandados pelas mudanças climáticas.

Por exemplo, a combinação de políticas de transporte sustentável com planejamento urbano pode reduzir a emissão de gases de efeito estufa e melhorar a qualidade do ar nas cidades. Um estudo publicado pela OMS em 2023 revelou que cidades que implementaram sistemas de transporte público

eficientes e sustentáveis registraram uma redução de até 25% na poluição do ar, resultando em benefícios diretos para a saúde pública (OMS, 2023).

A participação da sociedade civil na formulação e implementação de políticas públicas é outro aspecto vital. A inclusão de diversos atores sociais, como comunidades tradicionais e locais, organizações não governamentais e o setor privado, enriquece o processo decisório e aumenta a eficácia das ações.

A experiência dos programas de pagamento por serviços ambientais (PSA) no Brasil, que incentivam proprietários rurais a conservar florestas em troca de compensações financeiras, ilustra como a colaboração entre governo e sociedade também pode resultar em benefícios mútuos. Um relatório da Fundação Getúlio Vargas de 2023 indicou que iniciativas de PSA não apenas preservaram ecossistemas, mas também melhoraram a renda de milhares de famílias rurais (FGV, 2023).

No entanto, a implementação de políticas públicas ambientais enfrenta desafios significativos. A escassez de recursos financeiros, a resistência política e a desinformação são barreiras que frequentemente dificultam a adoção de práticas sustentáveis.

O estudo realizado pela Confederação Nacional de Municípios em 2023 revelou que cerca de 60% dos municípios brasileiros ainda carecem de planos de gestão ambiental adequados, destacando a necessidade urgente de capacitação e apoio técnico para gestores públicos. Além disso, a deficiência na comunicação e a falta de transparência podem comprometer a eficácia das políticas, resultando em má alocação de recursos e ineficiência nas ações de conservação (CNM, 2023).

Para superar esses obstáculos, é imprescindível que as políticas públicas sejam continuamente avaliadas e ajustadas com base em resultados concretos. A utilização de indica-

dores de desempenho ambiental pode auxiliar no monitoramento da eficácia das ações e garantir que os objetivos de sustentabilidade sejam alcançados. O uso de tecnologias de informação e comunicação, como plataformas digitais para monitoramento ambiental, pode facilitar a transparência e a participação social, promovendo um ambiente mais colaborativo e responsável.

Em um cenário global em constante transformação, as políticas públicas e a gestão ambiental devem considerar as implicações das mudanças climáticas no nível local e regional. A adaptação a essas mudanças é uma prioridade crescente, e as políticas devem ser projetadas para fortalecer a resiliência das comunidades.

A implementação de infraestrutura verde, como parques urbanos, sistemas de drenagem sustentável, bem como soluções baseadas na natureza, podem ajudar a mitigar os efeitos das inundações e das ondas de calor, conforme demonstrado em estudos recentes da Agência Ambiental Europeia.

Os meios orientativos existem, sendo, portanto, cabal que as futuras políticas públicas ambientais estejam alinhadas com os ODS da ONU, promovendo um desenvolvimento que respeite os limites do planeta e assegure a qualidade de vida para as gerações presentes e futuras.

A interconexão entre as diversas dimensões do desenvolvimento sustentável deve ser reconhecida e abordada de forma holística, garantindo que as políticas públicas não apenas protejam o meio ambiente, mas também promovam justiça social e econômica.

Assim, para se pensar em soluções para o equilíbrio ecológico, é importante refletir sobre como as políticas públicas e a gestão ambiental podem ser catalisadores de mudanças positivas. A construção de um futuro sustentável depende da capacidade de integrar conhecimento, ação e colaboração em todos os níveis da sociedade.

7 SOLUÇÕES PARA O EQUILÍBRIO ECOLÓGICO

Figura 7 - Ilustração neutra em carbono de design plano.



Fonte: Freepik (2026).

7.1 Iniciativas de conservação e restauração

As iniciativas de conservação e restauração são essenciais para proteger e recuperar o meio ambiente, especialmente em um cenário de mudanças climáticas e degradação ambiental. Essas ações têm como objetivo salvaguardar ecossistemas, restaurar habitats danificados e promover a biodiversidade, elementos essenciais para a continuidade da vida no planeta.

Com o crescimento da população global e a crescente pressão sobre os recursos naturais, torna-se cada vez mais urgente implementar práticas que assegurem a sustentabilidade e a qualidade de vida das futuras gerações.

A conservação envolve um conjunto de estratégias voltadas à proteção de espécies, habitats e ecossistemas. Isso pode incluir a criação de áreas protegidas, como parques nacionais e reservas biológicas, onde a exploração humana é restringida ou regulamentada.

Segundo a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), em 2022, aproximadamente 15% da superfície terrestre do planeta estava sob algum tipo de proteção. Embora esse seja um avanço significativo, ainda é insuficiente para garantir a sobrevivência de muitas espécies ameaçadas (IUCN, 2022).

Por sua vez, a restauração ambiental busca recuperar ecossistemas que foram degradados ou destruídos. Essa prática envolve a reabilitação de áreas afetadas por atividades humanas, como mineração, agricultura intensiva ou urbanização. Um exemplo notável é o projeto de restauração da Floresta da Tijuca, no Brasil, que, após décadas de desmatamento, foi recuperada e hoje se destaca como um dos maiores parques urbanos do mundo. Iniciativas como essa não apenas restauram a vegetação nativa, mas também promovem a recuperação da fauna local e melhoram a qualidade do ar e da água na região.

Desse modo, é importante trazer a diferença entre recuperação, reabilitação e restauração ambiental, enquanto a recuperação ambiental visa à obtenção de uma estabilidade do meio ambiente, em que a área degradada terá condições mínimas de estipular um novo equilíbrio dinâmico, desenvolvendo um novo solo, a reabilitação ambiental é o retorno da área degradada a um estado biológico apropriado, adequada ao uso do homem e, não necessariamente, aquela de reconstituir a vegetação original. Já a restauração ambiental, traz a obrigatoriedade do retorno ao estado original da área como era antes de ser modificada pela interferência do homem; vegetação, fauna, solo, topografia, entre outros quesitos, devem resgatar as características de antes da degradação.

De modo geral, as consequências dessas iniciativas vão além da proteção da natureza. A conservação e a restauração impactam diretamente a qualidade de vida das comunidades locais. Ecossistemas saudáveis oferecem serviços essenciais,

como purificação da água, polinização de culturas e regulação do clima. Além disso, áreas naturais preservadas podem se tornar fontes de turismo sustentável, gerando renda e emprego para as populações locais.

Um estudo da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) de 2023 revelou que a conservação de ecossistemas pode aumentar a resiliência das comunidades às mudanças climáticas, reduzindo os riscos de desastres naturais e promovendo a segurança alimentar (FAO, 2023).

No entanto, a implementação de iniciativas de conservação e restauração enfrenta desafios significativos. Muitas vezes, a escassez de recursos financeiros e humanos limita a eficácia dessas ações. Ademais, a pressão econômica para explorar recursos naturais pode resultar na degradação de áreas que deveriam ser protegidas.

Para superar esses obstáculos, é fundamental envolver as comunidades locais no processo de tomada de decisão e na execução das iniciativas. A participação comunitária assegura que as necessidades e conhecimentos locais sejam considerados, além de fomentar um senso de pertencimento e responsabilidade em relação ao meio ambiente.

Outro aspecto crucial é a necessidade de políticas públicas que apoiem e incentivem a conservação e a restauração. Governos e organizações internacionais devem estabelecer marcos legais e financeiros que facilitem a implementação de projetos sustentáveis. A criação de incentivos econômicos, como pagamentos por serviços ambientais, pode estimular a proteção de ecossistemas e a adoção de práticas agrícolas sustentáveis.

Em 2023, a Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (COP28) enfatizou a importância de integrar a conservação da biodiversidade nas estratégias de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, reforçando a interconexão entre esses temas.

À medida que avançamos neste capítulo, exploraremos com mais profundidade as principais iniciativas de conservação e restauração em diferentes contextos, analisando casos de sucesso e suas implicações para a sustentabilidade. Também discutiremos como as políticas de desenvolvimento sustentável podem ser aprimoradas para apoiar essas iniciativas, criando um ambiente propício para a preservação do nosso patrimônio natural.

O papel das comunidades na implementação dessas ações será igualmente abordado, destacando a importância da colaboração entre diferentes setores da sociedade. Ao compreender a complexidade e a interdependência dessas questões, podemos construir um futuro mais sustentável e equilibrado para todos.

7.2 Políticas de desenvolvimento sustentável, financiamento climático e créditos de carbono

As políticas de desenvolvimento sustentável são essenciais para a gestão ambiental e para garantir um futuro equilibrado. Elas buscam integrar aspectos sociais, econômicos e ambientais nas decisões de planejamento e execução de projetos, reconhecendo que o desenvolvimento deve satisfazer as necessidades atuais sem comprometer a capacidade das futuras gerações de atenderem às suas próprias demandas. É preciso examinar as principais políticas de desenvolvimento sustentável, suas implicações e a importância de uma abordagem integrada na gestão ambiental.

Um marco significativo na formulação dessas políticas foi a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, conhecida como ECO-92. Essa conferência resultou na Agenda 21, um plano de ação global que destaca a importância da sustentabilidade em todos os níveis de governo e sociedade. Desde então, muitos países têm implementado políticas que buscam alinhar suas estratégias de desenvolvimento aos princípios da

sustentabilidade. De acordo com um relatório da ONU (2023), mais de 170 países adotaram políticas nacionais de desenvolvimento sustentável, refletindo um compromisso crescente com a agenda ambiental.

Essas políticas abrangem diversas áreas, como energia, transporte, agricultura e gestão de resíduos. No setor energético, por exemplo, a transição para fontes renováveis é uma prioridade. A Agência Internacional de Energia (AIE) relatou em 2023 que a capacidade global de energia renovável aumentou em 10% em relação ao ano anterior, com investimentos significativos em energia solar e eólica. Essas iniciativas não apenas ajudam a reduzir as emissões de gases de efeito estufa, mas também promovem a segurança energética e a criação de empregos verdes (AIE, 2023).

No entanto, a implementação dessas políticas enfrenta desafios consideráveis. Um estudo de 2024 publicado pelo Banco Mundial revelou que, apesar do aumento no investimento em energias renováveis, cerca de 1,3 bilhões de pessoas ainda não têm acesso à eletricidade. Isso ressalta a necessidade de políticas que não apenas promovam a sustentabilidade ambiental, mas que também garantam equidade social e acesso a recursos essenciais. Portanto, as políticas de desenvolvimento sustentável devem ser projetadas para abordar desigualdades existentes e assegurar que todos os segmentos da sociedade se beneficiem das iniciativas sustentáveis (Banco Mundial, 2024).

A integração de políticas públicas em diferentes níveis de governo é igualmente decisiva. A gestão ambiental eficaz requer colaboração entre o Governo Federal, Estadual e Municipal, além da participação ativa da sociedade civil e do setor privado. Um exemplo notável é o Programa de Parcerias Público-Privadas (PPP), implementado em várias cidades brasileiras, que visa promover projetos de infraestrutura sustentável, como transporte público eficiente e sistemas de gestão de resíduos. Esses projetos demonstram como a

colaboração entre diferentes setores pode resultar em soluções inovadoras e sustentáveis.

Outro aspecto importante das políticas de desenvolvimento sustentável é a necessidade de monitoramento e avaliação contínuos. As políticas devem ser flexíveis e baseadas em evidências, permitindo ajustes conforme necessário para responder a mudanças nas condições sociais e ambientais. O uso de indicadores de sustentabilidade, como os ODS da ONU, oferece uma estrutura para medir o progresso e identificar áreas que precisam de atenção. Em 2023, um relatório da ONU destacou que apenas 30% dos países estavam no caminho certo para alcançar os ODS até 2030, enfatizando a urgência de ações mais robustas e coordenadas (ONU, 2023).

Uma abordagem para fortalecer o equilíbrio ecológico visando a sustentabilidade é o financiamento climático, no qual se busca um conjunto de investimentos, doações e mecanismos econômicos voltados para apoiar ações relacionadas ao enfrentamento às mudanças climáticas.

No Brasil, o financiamento climático pode vir de diferentes fontes, originados de fundos internacionais (Fundo Verde para o Clima (GCF) e o Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF); bancos públicos, como o BNDES, programas governamentais e incentivos fiscais para projetos sustentáveis e de empresas, além de investidores interessados em reduzir sua quantidade de emissões de gases do efeito estufa ou apoiar soluções ambientais.

Um instrumento importante ligado ao financiamento climático é o mercado de créditos de carbono. Um crédito de carbono representa uma tonelada de dióxido de carbono (CO₂) equivalente que deixou de ser emitida ou foi removida da atmosfera graças a um projeto ambiental. Isso pode acontecer, por exemplo, quando uma área é reflorestada, quando se evita o desmatamento ou quando uma indústria adota tecnologias mais limpas.

O mercado de carbono pode ser regulado com regras definidas por governos ou acordos internacionais. Nesta situação, as empresas que ultrapassam seus limites de emissões de gases do efeito estufa precisam comprar créditos para compensar o excesso. O mercado voluntário também é outra opção, no qual empresas, organizações ou pessoas compram créditos por iniciativa própria, para compensar suas emissões e demonstrar responsabilidade socioambiental.

No Brasil, foi sancionada a Lei nº 15.042, de 11 de dezembro de 2024, que regulamenta o setor e cria o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE). O mercado de carbono permite que empresas e países compensem as emissões por meio da compra de créditos vinculados a iniciativas de preservação ambiental. A intenção do marco regulatório é incentivar a redução das emissões poluentes e amenizar as mudanças climáticas. O país tem vantagem competitiva porque possui vastos biomas e práticas agrícolas e florestais capazes de gerar créditos com alto valor ambiental.

Neste contexto, o Nordeste brasileiro possui um mercado promissor de crédito de carbono, devido ao bioma Caatinga ser um sumidouro potente de CO₂. A Caatinga é o único bioma exclusivamente brasileiro, ocupando cerca de 10% do território nacional, principalmente no Nordeste. Muitas vezes vista apenas como uma região seca, ela é, na verdade, extremamente rica em biodiversidade, com espécies únicas adaptadas a condições de pouca água. É um bioma resiliente, mas vulnerável ao desmatamento, à desertificação e às mudanças climáticas.

Apesar dos desafios, a Caatinga oferece oportunidades únicas para gerar créditos de carbono e atrair financiamento climático. Isso acontece porque o reflorestamento com espécies nativas pode recuperar áreas degradadas, armazenando carbono no solo e na vegetação; sistemas agroflorestais, com a integração de árvores e cultivos agrícolas, podem aumentar a produtividade e a captura de carbono, além de melhorar a

qualidade do solo; o manejo sustentável da caatinga permite o uso da madeira, frutos e outros recursos sem destruir a vegetação, mantendo o estoque de carbono.

Portanto, do ponto de vista do financiamento climático e do mercado de carbono, a Caatinga tem um papel estratégico, tanto por ser um bioma exclusivo do Brasil - qualquer ação de preservação ou recuperação aqui tem valor internacional diferenciado - como por estar localizada em uma região que sofre fortemente com as mudanças climáticas, na qual os projetos têm também valor social, visto que ajudam comunidades a se adaptarem e aumentarem sua resiliência perante os efeitos da crise climática.

Mas como isso funcionaria na prática? Imagine uma comunidade no sertão que decide recuperar uma área degradada com plantas típicas da Caatinga, como Juazeiro, Umbuzeiro e Aroeira. Com o tempo, essas árvores capturam carbono da atmosfera e armazenam na biomassa e no solo. Um projeto assim pode ser certificado e gerar créditos de carbono. Esses créditos podem ser vendidos a empresas que precisam compensar suas emissões. O dinheiro obtido pode financiar mais plantios, melhorar a renda das famílias e fortalecer a economia local.

O importante disso tudo é que essas práticas sustentáveis podem reforçar a educação e a conscientização ambiental, desempenhando um papel vital na eficácia das políticas de desenvolvimento sustentável. Esta situação pode promover uma cultura de sustentabilidade nas escolas e comunidades, capacitando indivíduos a se tornarem agentes de mudança. Programas educacionais que abordam questões ambientais e sociais podem inspirar novas gerações a adotar práticas sustentáveis em suas vidas diárias, contribuindo assim para um futuro mais sustentável.

Para a próxima seção, é fundamental considerar como as políticas de desenvolvimento sustentável não apenas moldam a gestão ambiental, mas também influenciam o papel das comunidades na construção de um futuro sustentável. Havendo possibi-

lidades de financiamento, a participação ativa das comunidades se torna incisiva para garantir que as políticas sejam relevantes e eficazes, refletindo as necessidades e aspirações locais.

Assim, torna-se fundamental entender o papel das comunidades na sustentabilidade, destacando como sua participação pode fortalecer as iniciativas de desenvolvimento sustentável e promover um impacto positivo no meio ambiente.

7.3 O papel das comunidades na sustentabilidade

As comunidades desempenham um papel decisivo na promoção da sustentabilidade, sendo fundamentais para a adoção de práticas que favorecem a conservação ambiental e a melhoria da qualidade de vida.

Em um cenário de mudanças climáticas, o desenvolvimento sustentável se entrelaça com as dinâmicas sociais e econômicas. A participação ativa das comunidades é essencial para enfrentar os desafios ambientais atuais, uma vez que são frequentemente as mais impactadas pelas degradações ambientais e, ao mesmo tempo, as mais capacitadas para implementar soluções locais.

A diversidade das comunidades traz consigo conhecimentos tradicionais e práticas culturais que podem contribuir significativamente para a gestão sustentável dos recursos naturais.

Pesquisas indicam que comunidades que se envolvem ativamente na gestão de seus ambientes alcançam melhores resultados em conservação e uso sustentável dos recursos.

Um exemplo notável é um estudo da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) realizado em 2022, que revelou que a gestão comunitária de florestas resultou em uma redução de até 30% na taxa de desmatamento em algumas regiões da América Latina (FAO, 2022).

Além disso, a mobilização das comunidades pode impulsionar a implementação de políticas públicas eficazes. Quando

se organizam, essas comunidades conseguem influenciar decisões políticas que afetam diretamente seu ambiente.

Isso é evidente em iniciativas de conservação que envolvem a participação de grupos locais, como as reservas extrativistas no Brasil, onde as comunidades desempenham um papel ativo na proteção de seus territórios e na promoção de práticas sustentáveis de uso dos recursos.

No entanto, a eficácia do papel das comunidades na sustentabilidade enfrenta diversos desafios. Muitas vezes, elas lidam com barreiras como a falta de acesso a informações, recursos financeiros limitados e a ausência de reconhecimento legal de seus direitos territoriais. A marginalização social e econômica pode comprometer a capacidade das comunidades de agir em prol da sustentabilidade.

Portanto, é fundamental que haja um suporte institucional que fortaleça a voz das comunidades e promova sua inclusão nos processos de tomada de decisão.

Neste sentido, a educação ambiental é um aspecto vital a ser considerado. A conscientização sobre questões ambientais e a capacitação em práticas sustentáveis são essenciais para empoderar as comunidades. Programas de educação ambiental que envolvem a comunidade podem aumentar a compreensão sobre a importância da conservação e incentivar a adoção de comportamentos sustentáveis.

Um estudo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2023 mostrou que comunidades que participaram de programas de educação ambiental apresentaram um aumento significativo na adoção de práticas de reciclagem e compostagem (IBGE, 2023).

Ademais, a colaboração entre diferentes setores da sociedade, incluindo governos, ONGs e empresas, é vital para potencializar o impacto das ações comunitárias. Parcerias com o setor privado podem facilitar o acesso a tecnologias e recursos financeiros, enquanto as ONGs oferecem suporte técnico e capacitação. Um exemplo disso é o projeto

“Cidades Sustentáveis”, que promove a integração de comunidades urbanas em iniciativas de sustentabilidade, resultando em melhorias significativas na infraestrutura e na qualidade de vida urbana.

O futuro da sustentabilidade depende, em grande parte, da capacidade das comunidades de se adaptarem e inovarem diante das mudanças climáticas. A resiliência comunitária é um conceito que ganha destaque, pois comunidades que se adaptam rapidamente às mudanças ambientais têm maior probabilidade de prosperar.

Iniciativas que incentivam a agricultura sustentável, a preservação da biodiversidade e a utilização de energias renováveis em nível local exemplificam como as comunidades podem liderar a transição para um futuro mais sustentável.

Como exemplo de sucesso de inclusão de comunidades em projetos sustentáveis, o Projeto Vale Sustentável desenvolvido no estado do Rio Grande do Norte representa uma resposta concreta aos desafios da sustentabilidade. Através da educação ambiental, da restauração de áreas degradadas e da promoção de práticas sustentáveis com a participação de comunidades locais, o projeto atua na proteção de ecossistemas sensíveis e no empoderamento da população. Ele integra a conservação do meio ambiente com o desenvolvimento social, criando um modelo replicável para outras regiões.

Em conclusão, o papel das comunidades na sustentabilidade é multifacetado e essencial para a construção de um futuro equilibrado. Por meio da mobilização, educação e colaboração, as comunidades não apenas enfrentam os desafios impostos pelas mudanças climáticas, mas também promovem um modelo de desenvolvimento que respeita e preserva o meio ambiente.

Desta situação, torna-se importante explorar como soluções em larga escala podem se integrar com iniciativas locais, criando um sistema coeso que favoreça a sustentabilidade em todas as suas dimensões.

8 SUSTENTABILIDADE E AÇÕES SOCIAIS

Figura 8 – Ações de educação ambiental do Projeto Vale Sustentável.



Fonte: Jaqueline Rondon, 2024.

8.1 Soluções em larga escala e seu impacto

As soluções em larga escala surgem como uma resposta vital aos desafios ambientais que enfrentamos hoje. Diante do aumento das preocupações com as mudanças climáticas, a degradação ambiental e a crescente demanda por recursos naturais, fica claro que ações isoladas não são suficientes para garantir um desenvolvimento sustentável. Neste sentido, precisamos conhecer as principais soluções em larga escala, ressaltando suas implicações para a gestão ambiental e a sustentabilidade.

O termo “soluções em larga escala” refere-se a iniciativas com potencial para impactar de maneira significativa tanto a sociedade quanto o meio ambiente. Essas soluções abrangem políticas públicas, tecnologias inovadoras, programas de

conservação e restauração, além da implementação de práticas sustentáveis em setores cruciais como energia, agricultura e transporte. A adoção dessas abordagens em larga escala é essencial para lidar com a complexidade dos problemas ambientais contemporâneos, que frequentemente ultrapassam fronteiras geográficas e políticas.

Um exemplo marcante de solução em larga escala é a transição para fontes de energia renováveis. Segundo a Agência Internacional de Energia (AIE), em 2022, as energias renováveis representaram cerca de 29% da geração global de eletricidade, um aumento considerável em relação aos anos anteriores. Essa transformação não apenas diminui as emissões de gases de efeito estufa, mas também fortalece a segurança energética e gera empregos em setores emergentes. Assim, a transição energética se torna um elemento central na luta contra as mudanças climáticas e na promoção de um futuro sustentável (AIE, 2022).

Além disso, a implementação de políticas de conservação em larga escala, como a criação de áreas protegidas e corredores ecológicos, tem demonstrado resultados positivos na preservação da biodiversidade. Conforme a União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN, 2023), as áreas protegidas cobrem aproximadamente 15% da superfície terrestre do planeta, contribuindo para a proteção de habitats críticos e espécies ameaçadas. Essas iniciativas não apenas ajudam a preservar a biodiversidade, mas também oferecem serviços ecossistêmicos essenciais, como a regulação do clima e a purificação da água.

A colaboração entre diferentes setores da sociedade é outro aspecto fundamental das soluções em larga escala. Parcerias entre governos, empresas e Organizações Não Governamentais (ONGs) são decisivas para a implementação eficaz de estratégias sustentáveis.

Como já citado, um exemplo dessa iniciativa é o projeto “Cidades Sustentáveis”, que reúne diversas partes interessadas

em promover o desenvolvimento urbano sustentável. Em 2023, mais de 200 cidades ao redor do mundo comprometeram-se a adotar práticas de planejamento urbano que priorizam a sustentabilidade, resultando em melhorias significativas na qualidade de vida dos cidadãos.

No tocante à realidade do nordeste, especificamente, ao Estado do Rio Grande do Norte que possui mais de 90% da sua área no semiárido, tendo vista o cenário atual com os efeitos adversos das mudanças climáticas, podemos dizer que as soluções em larga escala passam pela necessidade e urgência de atendimento à escassez hídrica e ao combate à desertificação.

Estudo recente divulgado pela Confederação Nacional dos Municípios (CNM) mostrou que a seca e a estiagem foram os desastres que mais afetaram os municípios brasileiros na última década (CNM, 2025). Dados que impressionam, pois os prejuízos alcançam mais de 209 bilhões (209.415.833.748) na região nordeste. Esse número representa mais do que o dobro da segunda região prejudicada, que é a região sul, com pouco mais de 100 bilhões (CNM, 2025).

Este cenário com o advento das mudanças climáticas tem se agravado cada vez mais, visto que estudos demonstram que a região semiárida aumentou de tamanho, e já temos no Brasil o surgimento de áreas áridas, com características similares aos desertos, em região entre os estados de Pernambuco e Bahia.

Em termos de RN essa situação tem implicações históricas com a escassez hídrica, resultando diretamente em seca e estiagem, o que compromete a fertilidade do solo, a cobertura vegetal, bem como as atividades em regiões produtivas, agravando os processos de degradação nas áreas suscetíveis à desertificação. Recentemente, 148 municípios do RN declararam falta de água, confirmando a situação de escassez hídrica no estado, em cenário de mudanças climáticas.

Nesse contexto, mostra-se importante destacar os investimentos que vêm sendo realizados pelo Governo do Estadual

do Rio Grande do Norte, no tocante à segurança hídrica. Inúmeras estruturas de abastecimento estão em andamento, entre estas, a conclusão de importantes obras como o Complexo Hidrossocial Barragem Oiticica e o Projeto Seridó Norte, uma interligação de adutoras que levam abastecimento para várias partes desta região do estado. Recentemente, a governadora Fátima Bezerra assinou a ordem de serviço para as obras da Adutora do Agreste Potiguar. Além disso, está sendo feita a recuperação de 28 barragens em várias regiões do estado. Por meio de investimentos do Governo Federal, as águas do Projeto de Integração do rio São Francisco – PISF chegaram ao RN consolidando a segurança hídrica para o abastecimento humano e produtivo da região do Seridó.

De outro lado, o Governo do Rio Grande do Norte, através da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH), vem implementando a Política Estadual de Combate e Prevenção à Desertificação, instituída na Lei nº 10.154/2017. O Rio Grande do Norte é o único estado do semiárido que tem um Conselho de Desertificação implantado, a partir da estrutura de gestão do Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca PAE/RN, o qual é formado pelo Poder Executivo do Estado, universidades, comunidades afetadas pela desertificação, entidades não governamentais, setor empresarial e Assembleia Legislativa.

Com a implantação do Conselho, esse ano foi regulamentado o Fundo de Desertificação no RN, o único que existe no Brasil. Até o próximo ano estarão sendo demandados esforços para a captação de recursos para este fundo, como forma de viabilizar diversas ações de combate à desertificação previstas na lei estadual.

Todavia, é importante reconhecer que as soluções em larga escala enfrentam desafios. A implementação de políticas e tecnologias pode encontrar resistência devido a interesses econômicos estabelecidos, falta de conscientização ou dificuldades financeiras. Portanto, é essencial que haja um

engajamento contínuo da sociedade civil e uma comunicação clara sobre os benefícios das soluções propostas. Nesse processo, a educação ambiental desempenha um papel imperativo, ajudando a moldar atitudes e comportamentos que favoreçam a adoção de práticas sustentáveis.

É importante conhecer exemplos de sucesso em práticas sustentáveis que demonstrem como soluções em larga escala podem ser implementadas de forma eficaz. Esta situação pode envolver a inclusão social em projetos socioambientais, demonstrando que a sustentabilidade deve ser uma meta coletiva, com todos os segmentos da sociedade. A interconexão entre soluções em larga escala e ações individuais será um tema central nas próximas seções, destacando que cada um de nós pode contribuir para um futuro mais sustentável.

Em resumo, as soluções em larga escala são fundamentais para enfrentar os desafios ambientais que ameaçam nosso planeta. Elas não apenas oferecem caminhos viáveis para mitigar as mudanças climáticas, mas também promovem um desenvolvimento sustentável que beneficia a sociedade como um todo.

8.2 Práticas sustentáveis de sucesso – Projeto Vale Sustentável

Casos de sucessos em práticas sustentáveis são fundamentais para a promoção de métodos que equilibram o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental. A análise de exemplos concretos não apenas demonstra a viabilidade dessas abordagens, mas também inspira iniciativas semelhantes em diversas partes do mundo. Examinemos algumas das experiências mais bem-sucedidas em sustentabilidade, ressaltando suas implicações para a gestão ambiental e a melhoria da qualidade de vida.

Um exemplo marcante é o modelo de agricultura regenerativa adotado por várias comunidades no Brasil, especialmente na região do Cerrado. De acordo com um estudo da Embrapa

realizado em 2023, a implementação de técnicas como o plantio direto e a rotação de culturas resultou em um aumento de 30% na produtividade das lavouras, ao mesmo tempo em que promoveu a recuperação do solo e a biodiversidade local. Essas práticas não apenas melhoraram a qualidade do solo, mas também ajudaram a reduzir as emissões de gases de efeito estufa, provando que é possível aliar produção agrícola à conservação ambiental.

Outro exemplo significativo é o projeto de energia solar desenvolvido em comunidades rurais do Nordeste brasileiro. Dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) de 2023 indicam que mais de 1 milhão de famílias foram beneficiadas pela instalação de sistemas de energia solar fotovoltaica, diminuindo sua dependência de combustíveis fósseis e melhorando o acesso à eletricidade. Este projeto não só promoveu a inclusão social, mas também gerou empregos locais na instalação e manutenção dos sistemas, evidenciando a interconexão entre sustentabilidade econômica e social.

A cidade de Curitiba, reconhecida mundialmente por suas práticas de urbanismo sustentável, apresenta outro exemplo inspirador. O sistema de transporte público integrado, implementado na década de 1970, continua a ser um modelo a ser seguido. Em 2023, um relatório da ONU destacou que Curitiba conseguiu reduzir em 25% as emissões de carbono per capita em comparação com cidades similares. A eficiência do transporte coletivo, combinada com um planejamento urbano que prioriza áreas verdes e espaços públicos, demonstra como políticas públicas eficazes podem transformar realidades urbanas e contribuir para a sustentabilidade.

Além disso, a adoção de práticas de economia circular por empresas tem ganhado destaque. Um estudo de caso da marca brasileira de moda sustentável, Ahlma, publicado em 2023, revelou que a implementação de um modelo de negócios baseado na reciclagem de materiais e na produção sob demanda

reduziu em 40% o desperdício têxtil. Esse modelo não apenas minimiza os impactos ambientais, mas também atende à crescente demanda por produtos éticos e sustentáveis, mostrando que a inovação pode ser uma aliada poderosa na luta contra as mudanças climáticas.

Esses exemplos vão além de meras ilustrações de boas práticas; eles demonstram que a sustentabilidade pode ser integrada em diversos setores e contextos. A replicação dessas iniciativas em outras regiões e setores é essencial para ampliar os benefícios associados à sustentabilidade. A troca de conhecimentos e experiências entre comunidades, empresas e governos é crucial para criar um ambiente propício à inovação e à adoção de práticas sustentáveis.

No Rio Grande do Norte, o projeto Vale Sustentável é um exemplo bem sucedido de restauração ambiental. O projeto atua na preservação da Caatinga, por meio da restauração florestal e do monitoramento da recuperação de áreas degradadas no sertão potiguar. O projeto já se encontra em sua 3ª versão, através de sua execução pela Associação Norte-Rio-Grandense de Engenheiro Agrônomos (ANEA) em parceria com a Petrobras, abrangendo 09 sedes municipais e 25 comunidades rurais nos municípios de Areia Branca, Alto do Rodrigues, Assú, Carnaubais, Guamaré, Galinhos, Macau, Serra do Mel e Porto do Mangue.

O projeto contribui para a melhoria da qualidade de vida da população local, através do fortalecimento da agricultura familiar e da pesca artesanal, com a implantação de quintais produtivos, hortas agroecológicas, meliponários de abelhas nativas, construção de cisternas calçadão destinadas à captação de água de chuva para o consumo humano, agricultura familiar, implantação de sistema de reúso de águas, destinados ao tratamento e reúso de águas cinza na agricultura, além de entrega de kits de pesca para colônias de pescadores e marisqueiras.

Ademais, o projeto Vale Sustentável atua na recuperação de áreas de reserva legal e de preservação permanente, assim como na limpeza de praias e rios, na arborização de áreas urbanas e rurais, de escolas públicas, bem como na promoção da educação ambiental, através da formação de agentes ambientais, coletores de sementes do bioma Caa-tinga, multiplicadores ambientais e formação de agricultores familiares na área de conservação dos recursos naturais e práticas agrícolas sustentáveis.

Dessa forma, há uma colaboração direta no fortalecimento do turismo, da pesca artesanal e das instituições, uma vez que são realizados cursos de gastronomia, manipulação de pescado, associativismo e cooperativismo. Com apoio da Petrobras, o projeto ilustra a possibilidade de aliar preservação ambiental e desenvolvimento econômico local, sendo um modelo replicável em outros territórios.

Identificados os casos, é importante refletir sobre como esses exemplos de sucesso podem servir de modelos para futuras iniciativas, principalmente, devido a inclusão social em projetos socioambientais, aspecto vital para garantir que os benefícios da sustentabilidade sejam amplamente distribuídos e que todos os segmentos da sociedade possam participar ativamente na construção de um futuro mais sustentável.

Como podemos assegurar que as lições aprendidas com esses casos de sucesso sejam aplicadas de maneira equitativa e inclusiva? Essa questão nos guiará na próxima discussão.

8.3 Inclusão social em projetos socioambientais

A inclusão social em projetos socioambientais é fundamental para promover práticas sustentáveis e melhorar a qualidade de vida das comunidades envolvidas. Neste aspecto, é possível observar que a sustentabilidade não pode ser alcançada sem considerar as dimensões sociais que a cercam.

A intersecção entre inclusão social e projetos socioambientais enriquece as iniciativas e garante que os benefícios sejam distribuídos de maneira equitativa entre todos os segmentos da sociedade.

Projetos socioambientais que priorizam a inclusão social tendem a ter um impacto mais duradouro e significativo. Ao envolver as comunidades locais na concepção e implementação desses projetos, é possível atender às suas necessidades e perspectivas. A participação ativa da comunidade fortalece o senso de pertencimento e promove a responsabilidade compartilhada pela gestão dos recursos naturais. Um estudo da ONU realizado em 2022 revelou que projetos que incorporaram a voz da comunidade apresentaram um aumento de 40% na eficácia das ações implementadas, evidenciando que a inclusão social é um fator crítico para o sucesso de iniciativas socioambientais (ONU, 2022).

Além disso, a inclusão social em projetos socioambientais pode ajudar a mitigar desigualdades sociais, que muitas vezes se agravam em contextos de degradação ambiental. Ao integrar grupos marginalizados, como comunidades indígenas e populações de baixa renda, esses projetos abordam simultaneamente questões de justiça social e ambiental. Essa abordagem integrada é essencial, pois reconhece que a degradação ambiental afeta desproporcionalmente os mais vulneráveis, exacerbando a pobreza e limitando o acesso a recursos essenciais.

Um exemplo notável é o projeto de reflorestamento na Amazônia, que visa restaurar áreas degradadas enquanto envolve as comunidades locais na plantação e manutenção das árvores. De acordo com uma pesquisa da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) de 2023, a participação das comunidades resultou em uma taxa de sobrevivência das mudas de 75%, em comparação com apenas 50% em projetos que não incluíram a população local. Esse dado ilustra como a inclusão

social beneficia não apenas o meio ambiente, mas também fortalece as economias locais, criando empregos e promovendo a capacitação.

Por outro lado, a implementação de projetos socioambientais inclusivos enfrenta desafios significativos. Um dos principais obstáculos é a falta de políticas públicas que incentivem a participação comunitária. Muitas vezes, os projetos são concebidos por organizações externas que não compreendem completamente as dinâmicas sociais e culturais das comunidades afetadas. Para superar essa barreira, é incondicional estabelecer um diálogo contínuo entre formuladores de políticas, organizações não governamentais e comunidades locais. Um relatório do Banco Mundial de 2023 destaca que a criação de espaços de diálogo e consulta pode aumentar a eficácia dos projetos em até 60%, garantindo que as vozes locais sejam ouvidas e respeitadas.

A capacitação das comunidades é outro aspecto vital para garantir a inclusão social em projetos socioambientais. Investir em educação e formação não apenas empodera os indivíduos, mas também promove uma cultura de sustentabilidade que pode ser transmitida entre gerações. A educação ambiental desempenha um papel fundamental na conscientização sobre a importância da conservação e do uso sustentável dos recursos naturais. Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2023 mostram que comunidades que participaram de programas de educação ambiental apresentaram uma redução de 30% no desperdício de água e uma melhoria significativa nas práticas de reciclagem (IBGE, 2023).

Projetos que capacitam comunidades e integram conhecimentos locais tendem a gerar resultados mais eficazes e duradouros. O Projeto Vale Sustentável, como já mencionado, articula a capacitação de mulheres e jovens em práticas sustentáveis, a geração de renda por meio da agricultura orgânica e artesanato, a promoção da segurança alimentar,

além do importante fortalecimento da autonomia das famílias participantes.

Por fim, a inclusão social em projetos socioambientais não é apenas uma questão de justiça, mas uma estratégia inteligente para promover a sustentabilidade. À medida que avançamos para um futuro em que as mudanças climáticas se tornam cada vez mais urgentes, é imperativo que as soluções adotadas sejam inclusivas e equitativas. Reconhecer que a sustentabilidade deve ser um esforço coletivo, envolvendo todos os setores da sociedade, é fundamental para enfrentar os desafios globais que temos pela frente.

Concluimos que a inclusão social não é um mero complemento aos projetos socioambientais, mas uma condição *sine qua non* para sua eficácia e relevância. Em tempos de emergência climática, devemos acrescentar nessa discussão a necessidade da transição energética, explorando como as práticas sustentáveis podem ser integradas em um novo paradigma energético que respeite tanto o meio ambiente quanto as comunidades que dele dependem.

9 AÇÕES CONCRETAS – O PROJETO VALE SUSTENTÁVEL

Figura 9 – Cercamento da área de reserva legal do Assentamento Lagoa de Baixo, em Guamaré/RN.



Fonte: Jaqueline Rondon, 2025.

9.1 Contextualização e abrangência do projeto

Vivemos em transformações aceleradas, ao mesmo tempo em que desafios ambientais e sociais também se tornaram urgentes. Neste contexto, exemplos de práticas sustentáveis surgem não apenas como inspiração, sendo também um convite à transformação para a responsabilidade ambiental, tendo em vista os efeitos globais, com a atuação no plano local.

O Projeto Vale Sustentável, em parceria com a Petrobras, por meio do Programa Petrobras Socioambiental, é um exemplo inspirador e concreto que vem sendo executado pela Associação Norte-Rio-Grandense de Engenheiros

Agrônomos (ANEA), envolvendo a recuperação de áreas de reserva legal e de preservação permanente em processo de degradação, com a realização de ações de Educação Ambiental em diversas comunidades rurais do interior do Rio Grande do Norte.

O Rio Grande do Norte apresenta 97,6% do seu território vulnerável ao processo de desertificação, o que corresponde a 51.519,01 km², sendo que, desse total, 48.706,01 km² são áreas classificadas como semiáridas (PAE/RN, 2010). O Projeto Vale Sustentável atua na recuperação de áreas de reserva legal e de preservação permanente promovendo o enriquecimento da cobertura florestal, associadas às práticas de educação ambiental, de fortalecimento da agricultura familiar e da pesca artesanal.

As ações do Projeto Vale Sustentável envolvem os municípios de Areia Branca, Alto do Rodrigues, Assú, Carnaubais, Guamaré, Galinhos, Ipanguaçu, Macau, Pendências, Serra do Mel e Porto do Mangue. São várias comunidades atendidas pelo projeto, incluindo o Assentamento Casqueira, Serra Vermelha e Ponta do Mel em Areia Branca; Gajé, São José, Taboleiro Alto, no município de Alto do Rodrigues; Professor Maurício de Oliveira, Novo Pingos, e Patativa do Assaré em Assú; Canto Comprido e Vassouras em Carnaubais; Lagoa de Baixo, Umarizeiro, Santa Paz e Santa Maria III em Guamaré; Galos e Pirangi em Galinhos; Comunidade Quilombola e Picadas em Ipanguaçu; Canto do Papagaio e Diogo Lopes em Macau; Vila Mato Grosso, Vila Santa Catarina, Vila Rio Grande do Sul, Vila Rio de Janeiro e Vila Paraná em Serra do Mel; Rosado em Porto do Mangue, além da área urbana do município de Pendências.

Assim, a área de abrangência do Projeto Vale Sustentável já envolve 12 sedes municipais, entre os anos de 2022 e 2023, com 26 comunidades rurais atendidas, incluindo 05 colônias de pescadores e 05 associações de marisqueiras, com proje-

ção pra serem atendidas 29 comunidades até o ano de 2027, conforme mostra o Quadro 1.

Quadro 1 – Comunidades atendidas nos municípios.

Municípios	Números de Comunidades Atendidas		
	2013 a 2016	2020 a 2022	2023 a 2027
Areia Branca	—	—	03
Assú	02	04	03
Alto do Rodrigues	—	04	03
Carnaubais	10	03	02
Itajá	—	02	—
Ipanguaçu	—	—	01
Guamaré	—	06	04
Galinhos	—	—	02
Macau	—	—	02
Serra do Mel	—	—	05
Pendências	—	—	—
Porto do Mangue	—	—	01
TOTAL	12	19	26

Fonte: Silva, 2025.

9.2 Práticas de recuperação de áreas degradadas

Exemplos concretos não apenas demonstram a viabilidade de execução de práticas de recuperação, como também podem inspirar iniciativas semelhantes em diversas partes do mundo. Um exemplo marcante é o modelo de áreas reflorestadas pelo Projeto Vale Sustentável.

Por meio da restauração florestal, o projeto atua na preservação da Caatinga, envolvendo também o monitoramento da recuperação de áreas degradadas no sertão potiguar. O projeto já se encontra em sua 3ª versão, através de sua execução pela ANEA em parceria com a Petrobras.

Conforme mostra o Quadro 2, até 2022 já eram 150 hectares de áreas reflorestadas pelo projeto, com projeção para ultrapassar os 220 hectares até 2027, envolvendo os municípios de Assú, Carnaubais e Guamaré.

Quadro 2 – Áreas reflorestadas por ano.

Municípios	Áreas reflorestadas pelo projeto/Hectares		
	2013 a 2016	2020 a 2022	2023 a 2027
Assú	60	70	175,43
Carnaubais	80	00	00
Guamaré	00	80	45,82
TOTAL	140	150	221,25

Fonte: Silva, 2025.

Para ações de restauração florestal, a quantidade de mudas plantadas foram mais de 127 mil e deverá alcançar o número de 200 mil, com a execução do projeto até 2027, como mostra o Quadro 3.

Quadro 3 – Quantidade de mudas por áreas reflorestadas

Municípios	Áreas reflorestadas pelo projeto/mudas		
	2013 a 2016	2020 a 2022	2023 a 2027
Assú	32.665	59.437	158.581
Carnaubais	43.554	00	00
Guamaré	00	67.928	41.419
TOTAL	76.219	127.365	220.000

Fonte: Silva, 2025.

Figura 10 – Produção de mudas nativas.



Fonte: Jaqueline Rondon, 2025.

Figura 11 – Plantio em área de reserva legal do Assentamento Professor Maurício de Oliveira, em Assú/RN.



Fonte: Elisângelo Fernandes, 2024.

Figura 12 – Plantio em área de reserva legal do Assentamento Professor Maurício de Oliveira, em Assú/RN.



Fonte: Jaqueline Rondon, 2024.

Figura 13 – Plantio em área de reserva legal do Assentamento Professor Maurício de Oliveira, em Assú/RN.



Fonte: Jaqueline Rondon, 2024.

Figura 14 – Caminhão descarregando adubo para as ações de restauração florestal.



Fonte: Elisângelo Fernandes, 2022.

As imagens do Assentamento Professor Maurício de Oliveira mostram os trabalhos de recuperação da área da reserva legal, entre os anos de 2021 e 2023.

Entre as ações de plantações de mudas, houve uma produção significativa de espécies frutíferas, de acordo com os dados apresentados no Quadro 4. Dentro dos vários tipos de mudas aptas ao plantio nos quintais produtivos, foram produzidas 12 mil entre os anos de 2013 e 2016, com uma produção chegando a 17 mil até o ano de 2022, tendo ainda uma projeção de aumento, alcançando uma quantidade de 22 mil mudas até 2027.

Figura 15 – Quintal produtivo no Assentamento Professor Maurício de Oliveira, em Assú/RN.



Fonte: Jaqueline Rondon, 2025.

Figura 16 – Viveiro de mudas frutíferas, em Ipanguaçu/RN.



Fonte: Jaqueline Rondon, 2025.

Quadro 4 – Produção de mudas frutíferas por ano.

PRODUÇÃO DE MUDAS FRUTÍFERAS		
2013 a 2016	2020 a 2022	2023 a 2027
12.497	17.000	22.000
TIPOS DE MUDAS FRUTÍFERAS APTAS AO PLANTIO NOS QUINTAIS PRODUTIVOS		
Acerola, Abacate, Azeitona, Banana, Cajarana, Cajueiro, Coco, Manga Espada, Manga Rosa, Manga Maranhão, Manga Cuité, Graviola, Limão, Mamão, Maracujá, Pinha, Pitanga e Tamarindo.		

Fonte: Silva, 2025.

Figura 17 – Área reflorestada no Assentamento de Reforma Agrária Professor Maurício de Oliveira em Assú/RN.



Fonte: Flávio Muniz, 2021.

Figura 18 – Produção de mudas frutíferas para o plantio nos quintais produtivos.



Fonte: Silva, 2025.

As ilustrações de boas práticas demonstram que a sustentabilidade pode ser integrada em diversos setores e contextos. Num tipo de situação como a do Projeto Vale Sustentável em que existe a replicação das iniciativas em várias regiões, os benefícios associados à sustentabilidade são inúmeros, envolvendo principalmente a troca de conhecimentos e experiências com as comunidades locais, tornando o ambiente propício à continuidade das práticas sustentáveis.

9.3 Benefícios ambientais e impactos socioambientais

O Projeto Vale Sustentável contribui para a melhoria da qualidade de vida da população local, incluindo benefícios para a agricultura familiar e a pesca artesanal, como também a implantação de quintais produtivos, hortas agroecológicas, meliponários de abelhas nativas, a implantação de sistema de

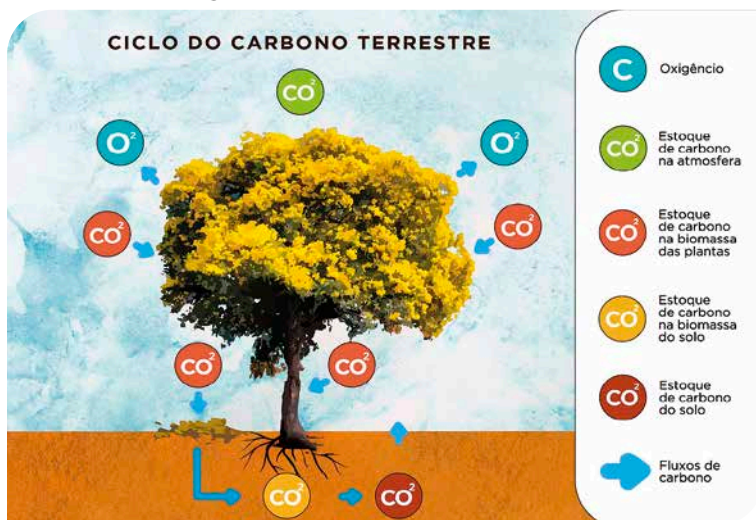
reúso de águas, destinados ao tratamento e reúso de águas cinzas na agricultura.

Além da recuperação de áreas de reserva legal e de preservação permanente, limpeza de praias e rios, existem as práticas de arborização de áreas urbanas e rurais, de escolas públicas, bem como de promoção da educação ambiental através da formação de agentes ambientais, de coletores de sementes do bioma Caatinga, formação de agricultores familiares na área de conservação dos recursos naturais e práticas agrícolas sustentáveis.

No tocante às práticas de restauração ambiental, é preciso reconhecer os benefícios diretos a recuperação das terras degradadas, bem como o bem estar das populações locais, incluindo os efeitos diretos em relação à estabilidade e equilíbrio do clima, de modo geral.

Neste aspecto, considerando a Figura 19 abaixo, é possível ter estimativas do carbono absorvido pela Caatinga nas áreas que foram reflorestadas pelo Projeto Vale Sustentável.

Figura 19 – Ciclo do Carbono - C.



Fonte: Projeto Vale Sustentável, 2023.

Nesse sentido, tendo em vista a realização de inventários florestais em 05 áreas de Reserva Legal pesquisadas, em que foram reflorestados 150 hectares, a quantificação do estoque de Carbono pode ser estimada em 402,7 toneladas capturadas com ações de reflorestamento, sendo 1.375,3 toneladas capturadas com ações de preservação ambiental de uma área de Reserva Legal de 662,3 hectares, totalizando 1.778 toneladas de Carbono capturadas.

Ademais, com a inclusão social nas práticas sustentáveis há uma nítida melhora na qualidade de vida das comunidades envolvidas, com a sustentabilidade sendo assimilada a partir das dimensões sociais que a cercam. No Projeto Vale Sustentável há o envolvimento das comunidades nessas práticas desde a entrega de mudas frutíferas, na implantação de quintais produtivos e hortas agroecológicas, bem como de hortas e arborização das escolas públicas, agrovilas e espaços públicos.

Figura 20 - Entrega de mudas frutíferas as famílias das comunidades.



Fonte: Jaqueline Rondon, 2024.

Figura 21 - Entrega de mudas frutíferas às famílias das comunidades.



Fonte: Jaqueline Rondon, 2025.

Figura 22 - Entrega de mudas frutíferas às famílias das comunidades.



Fonte: Jaqueline Rondon, 2025.

Figura 23- Entrega de kits compostos por sementes, equipamentos e insumos para implantação de hortas agroecológicas.



Fonte: Jaqueline Rondon, 2024.

Figura 24 - Implantação de hortas agroecológicas.



Fonte: Jaqueline Rondon, 2025.

Figura 25 - Resultados das hortas em plena produção no Assentamento de Reforma Agraria Lagoa de Baixo em Guimarães/RN.



Fonte: Jaqueline Rondon, 2025.

Figura 26 - Resultados das hortas em plena produção no Assentamento de Reforma Agrária Professor Maurício de Oliveira em Assú/RN.



Fonte: Elisângelo Fernandes, 2024.

Figura 27 - Implantação de hortas nas escolas em Galinhos/RN.



Fonte: Jaqueline Rondon, 2024.

Figura 28 - Implantação de hortas nas escolas em Carnaubais/RN.



Fonte: Jaqueline Rondon, 2025.

Figura 29 - Arborização de escolas públicas no município de Assú/RN.



Fonte: Elisângelo Fernandes, 2024.

Figura 30 - Arborização de escolas públicas no município de Guamaré/RN.



Fonte: Elisângelo Fernandes, 2024.

Figura 31 - Arborização de agrovilas e espaços públicos.



Fonte: Jaqueline Rondon, 2024.

Figura 32 - Arborização de agrovilas e espaços públicos.



Fonte: Luciano Bezerra da Silva, 2025.

Para as práticas de conscientização e cuidados com a natureza, o Projeto Vale Sustentável atua na limpeza de praias e rios, na recuperação de mata ciliar de curso de água, como no exemplo da bacia do rio Piranhas-Açu, assim como também na formação de coletores de sementes do Bioma Caatinga.

Figura 33 - Limpeza de praias em Areia Branca.



Fonte: Jaqueline Rondon, 2025.

Figura 34 - Limpeza do Rio Piranhas-Açu em Carnaubais/RN.



Fonte: Jaqueline Rondon, 2025.

Figura 35 - Recuperação de mata ciliar – Rio Piranhas-Açu.



Fonte: Jéssica Mafra Melo, 2022.

Figura 36 - Recuperação de mata ciliar – Rio Piranhas-Açu.



Fonte: Jéssica Mafra Melo, 2022.

Figura 37 - Formação de coletores de sementes do Bioma Caatinga.



Fonte: Elisângelo Fernandes, 2024.

Figura 38 - Formação de coletores de sementes do Bioma Caatinga.



Fonte: Elisângelo Fernandes, 2024.

Dentro deste contexto da intersecção entre inclusão social e projetos socioambientais, o projeto oferece cursos de educação ambiental, de conservação de recursos naturais e práticas agrícolas sustentáveis, bem como de educação nutricional, formação de merendeiras e auxiliar de serviços gerais, como forma de garantir que os benefícios sejam distribuídos nos vários segmentos da sociedade.

Figura 39 - Curso de educação ambiental nas escolas públicas.



Fonte: Jaqueline Rondon, 2024.

Figura 40 - Curso de conservação dos recursos naturais e práticas agrícolas sustentáveis realizado no Assentamento de Reforma Agrária Professor Maurício de Oliveira em Assú/RN.



Fonte: Jaqueline Rondon, 2024.

Figura 41 - Alunos de escolas públicas participando do curso de educação ambiental realizado pelo Projeto Vale Sustentável.



Fonte: Jaqueline Rondon, 2024.

Figura 42 - Curso de conservação de recursos naturais e práticas agrícolas sustentáveis realizado no Assentamento de Reforma Agrária Novo Pingos em Assú/RN.



Fonte: Jaqueline Rondon, 2024.

Figura 43 - Formação de merendeiras e auxiliar de serviços gerais.



Fonte: Jaqueline Rondon, 2025.

Figura 44 - Formação de merendeiras e auxiliar de serviços gerais.



Fonte: Jaqueline Rondon, 2025.

Com a capacitação das comunidades os resultados são mais eficazes e duradouros, com a geração de renda e o fortalecimento da autonomia das famílias participantes.

Por meio de ações concretas, portanto, o Projeto Vale Sustentável demonstra que é possível adotar uma estratégia inteligente para promover a sustentabilidade, com soluções que sejam inclusivas e equitativas. Dessa forma, a sustentabilidade passa a ser entendido como um esforço coletivo, envolvendo vários setores da sociedade, situação fundamental para assimilar os desafios globais que precisam ser enfrentados.

Figura 45 - Produção e comercialização de mel - geração de renda para as famílias.



Fonte: Jéssica Mafra Melo, 2021.

10 TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

Figura 46 - Ilustração geométrica expressando fontes de energia ecológicas não poluentes.



Fonte: Shutterstock (2025).

10.1 Sustentabilidade e fontes de energia renováveis

A sustentabilidade e as fontes de energia renováveis são essenciais para a gestão ambiental e o desenvolvimento sustentável. Diante das crescentes ameaças das mudanças climáticas, é fundamental que façamos a transição para fontes de energia que preservem os recursos naturais e minimizem os impactos ambientais. Vamos então examinar as principais fontes de energia renováveis como solar, eólica, hídrica e biomassa, além de suas implicações para a gestão ambiental e a sustentabilidade.

Como há muito mencionado, o conceito de sustentabilidade, conforme definido pela Comissão Brundtland em 1987, refere-se à capacidade de satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atenderem às suas próprias necessidades.

No atual cenário em que o senso de emergência climática urge, as fontes de energia renováveis se destacam como uma alternativa viável para diminuir a dependência de combustíveis fósseis, que são responsáveis por uma parte significativa das emissões de gases de efeito estufa.

De acordo com a Agência Internacional de Energia (AIE), em 2022, aproximadamente 29% da eletricidade global foi gerada a partir de fontes renováveis, um aumento em relação aos 26% registrados em 2020, sinalizando uma tendência crescente em direção à sustentabilidade energética (AIE, 2022).

Entre as fontes de energia renováveis, a energia solar se destaca pela sua acessibilidade e potencial de crescimento. Segundo a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), o Brasil alcançou, em 2023, a marca de 30 Gigawatts (GW) de capacidade instalada em energia solar, representando um aumento de 50% em relação ao ano anterior. Essa expansão não apenas diversifica a matriz energética brasileira, mas também promove a inclusão social, já que muitas comunidades têm adotado sistemas de energia solar em suas residências, reduzindo custos com eletricidade e aumentando a autonomia energética.

A energia eólica, por sua vez, tem demonstrado um crescimento robusto em diversas regiões do mundo. Em 2023, a capacidade instalada de energia eólica global atingiu 900 GW, conforme dados do Global Wind Energy Council (GWEC). No Brasil, a energia eólica já representa cerca de 10% da matriz elétrica nacional, com grandes parques eólicos localizados principalmente na região Nordeste. Essa fonte de energia não apenas diminui a emissão de poluentes, mas também gera empregos e impulsiona o desenvolvimento econômico local.

Nesse quesito, o Rio Grande do Norte é o estado mais sustentável do país naquilo que é chamado de energia limpa, com 99% da energia gerada de fontes renováveis, como vento e

sol, segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). O estado é produtor de cerca de 32% da energia eólica de todo o país e se prepara para receber um parque offshore, no mar. Em 2025, o estado também registrou a primeira licença do Brasil para energia eólica offshore - tipo de parque a ser instalado no alto-mar, no município de Areia Branca.

A energia hídrica, tradicionalmente uma das principais fontes de energia renovável, continua a desempenhar um papel crucial na matriz energética global. Contudo, a construção de grandes hidrelétricas levanta preocupações ambientais, especialmente em relação à biodiversidade e ao deslocamento de comunidades. Assim, a gestão sustentável dos recursos hídricos é fundamental para garantir que a energia hídrica contribua para a sustentabilidade sem causar danos irreparáveis ao meio ambiente.

A biomassa, que abrange resíduos agrícolas e florestais, também se apresenta como uma fonte promissora de energia renovável. O uso de biomassa pode ajudar a reduzir resíduos e fomentar a economia circular. Em 2023, o Brasil produziu cerca de 10 bilhões de litros de Etanol a partir da biomassa, consolidando-se como um dos maiores produtores mundiais. Entretanto, é essencial que a produção de biomassa ocorra de maneira sustentável, evitando a competição com a produção de alimentos e assegurando a preservação dos ecossistemas.

As implicações da adoção de fontes de energia renováveis vão além da redução das emissões de gases de efeito estufa. A transição energética pode promover a segurança energética, diminuir a vulnerabilidade a flutuações nos preços de combustíveis fósseis e criar novas oportunidades de emprego. Além disso, a descentralização da geração de energia, viabilizada por tecnologias renováveis, pode fortalecer a resiliência das comunidades, tornando-as menos dependentes de redes elétricas centralizadas.

No entanto, a transição para uma matriz energética mais sustentável enfrenta desafios significativos. A necessidade de investimentos em infraestrutura, a resistência política e a falta de conscientização sobre os benefícios das energias renováveis são barreiras que precisam ser superadas. Nesse contexto, a educação ambiental desempenha um papel crucial, capacitando indivíduos e comunidades a compreenderem a importância da sustentabilidade e a adotarem práticas que contribuam para um futuro mais equilibrado.

Em resumo, a sustentabilidade e as fontes de energia renováveis estão intrinsecamente interligadas, formando a base para um futuro mais sustentável. Até aqui foram apresentadas as principais fontes de energia renováveis e suas implicações para a gestão ambiental. Em somatória, abordaremos os desafios da transição energética e a importância da educação ambiental, aprofundando a discussão sobre como podemos avançar em direção a um mundo mais sustentável.

10.2 Desafios da transição energética

A transição energética é um grande passo na luta contra as mudanças climáticas e na promoção de um desenvolvimento sustentável. Contudo, os desafios que surgem nesse processo são complexos e variados, exigindo uma análise detalhada das suas implicações para a gestão ambiental e a qualidade de vida. A urgência em reduzir a dependência de combustíveis fósseis e aumentar o uso de fontes de energia renováveis levanta questões que vão além da mera troca de uma fonte de energia por outra.

Um dos principais obstáculos na transição energética é a integração das energias renováveis à matriz energética atual. De acordo com a Agência Internacional de Energia (AIE), em 2022, as energias renováveis corresponderam a cerca de 29% da geração global de eletricidade. No entanto,

sua implementação enfrenta desafios significativos, como a intermitência da produção solar e eólica. Essa variabilidade demanda o desenvolvimento de soluções de armazenamento de energia e sistemas de gestão de rede mais avançados, que ainda estão em processo de amadurecimento tecnológico e comercial (AIE, 2022).

Além disso, a transição energética requer investimentos substanciais em infraestrutura. O relatório da Comissão Global sobre Economia e Clima (2023) estima que serão necessários cerca de 90 trilhões de dólares até 2030 para assegurar uma transição energética justa e eficiente. Esses investimentos devem não apenas se concentrar em tecnologias limpas, mas também na modernização das redes elétricas, na eficiência energética e no transporte sustentável. A escassez de financiamento adequado pode atrasar ou até inviabilizar esses projetos, especialmente em países em desenvolvimento, onde os recursos financeiros são limitados.

Outro desafio significativo é a dimensão social e econômica da transição energética. A transição para uma economia de baixo carbono pode afetar negativamente setores que dependem fortemente de combustíveis fósseis, como a mineração e a indústria do petróleo. A Organização Internacional do Trabalho (OIT) alerta que, sem políticas adequadas, milhões de empregos podem ser perdidos, agravando desigualdades sociais e econômicas. Portanto, é essencial que a transição energética seja acompanhada de estratégias de requalificação profissional e de criação de novas oportunidades de emprego em setores sustentáveis.

Ademais, a resistência política e a falta de vontade pública podem dificultar a implementação das políticas necessárias para a transição energética. Em muitos países, interesses econômicos estabelecidos e o lobby de indústrias tradicionais criam barreiras à adoção de políticas climáticas mais ambiciosas. A conscientização e a mobilização da sociedade civil são

fundamentais para pressionar governos e empresas a adotarem práticas mais sustentáveis. Nesse contexto, a educação ambiental desempenha um papel vital, capacitando os cidadãos a entender a importância da transição energética e a exigir ações concretas de seus representantes.

Por fim, a transição energética deve ser encarada como uma oportunidade para fomentar a inovação e o desenvolvimento tecnológico. O avanço em tecnologias de energia limpa, como painéis solares de nova geração, turbinas eólicas mais eficientes e sistemas de captura de carbono, pode não apenas ajudar a mitigar as mudanças climáticas, mas também impulsionar o crescimento econômico. Um estudo da BloombergNEF (2023) aponta que o mercado global de tecnologias de energia limpa pode gerar 24 trilhões de dólares em receitas até 2040, criando milhões de novos empregos e promovendo um crescimento econômico sustentável.

Em síntese, os desafios da transição energética são complexos e demandam uma abordagem integrada que considere aspectos técnicos, sociais e econômicos. A gestão ambiental deve ser central nessa discussão, assegurando que a transição não apenas reduza as emissões de gases de efeito estufa, mas também promova justiça social e inclusão econômica. Nesta seara, também foi abordada a importância da educação ambiental como uma ferramenta essencial para facilitar essa transição e capacitar indivíduos e comunidades a se tornarem agentes de mudança em suas próprias realidades.

10.3 A importância da educação ambiental

A educação ambiental é essencial para promover práticas sustentáveis e construir uma sociedade mais consciente das questões ambientais. Em um mundo de mudanças climáticas e de degradação ambiental, a resposta coletiva e informada se torna necessária. Neste sentido, a educação ambiental não

apenas fornece o conhecimento necessário para compreender esses desafios, mas também capacita indivíduos e comunidades a agir de forma proativa em defesa do meio ambiente.

O conceito de educação ambiental vai além da mera transmissão de informações sobre o meio ambiente; ele envolve a formação de valores, atitudes e comportamentos que incentivam a sustentabilidade. Conforme destacado na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, a educação ambiental deve ser um processo contínuo que visa desenvolver uma consciência crítica sobre as interações entre os seres humanos e o meio ambiente. Essa abordagem é fundamental para formar cidadãos capazes de tomar decisões informadas e responsáveis.

Pesquisas recentes demonstram que a educação ambiental tem um impacto significativo na adoção de práticas sustentáveis. Um relatório da UNESCO (2023) revelou que programas de educação ambiental implementados em escolas aumentaram em 40% a participação dos alunos em atividades de conservação e proteção ambiental. Essa evidência mostra que, ao integrar a educação ambiental no currículo escolar, podemos cultivar uma nova geração de cidadãos comprometidos com a sustentabilidade.

Além do ambiente escolar, a educação ambiental deve ser promovida em todos os setores da sociedade. Campanhas de conscientização, workshops comunitários e programas de capacitação são ferramentas eficazes para disseminar conhecimentos e práticas sustentáveis. Por exemplo, iniciativas de educação ambiental em comunidades ribeirinhas têm mostrado resultados positivos na preservação de ecossistemas aquáticos, com a participação ativa dos moradores na proteção de suas fontes de água.

Outro aspecto importante da educação ambiental é sua capacidade de fomentar a resiliência comunitária. Em tempos de crise climática, comunidades bem informadas e orga-

nizadas são mais aptas a se adaptar e responder a desafios ambientais. Um estudo realizado em 2023 pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) revelou que comunidades que participaram de programas de educação ambiental apresentaram uma redução de 30% nas perdas agrícolas devido a eventos climáticos extremos. Isso ilustra como a educação pode ser uma ferramenta poderosa para fortalecer a capacidade de adaptação das comunidades diante das mudanças climáticas (FAO, 2023).

Além disso, a educação ambiental desempenha um papel crucial na promoção da justiça social. Muitas vezes, as comunidades mais vulneráveis são as mais afetadas pelas mudanças climáticas e pela degradação ambiental. Por meio da educação ambiental, essas comunidades podem adquirir conhecimentos e habilidades que lhes permitam reivindicar seus direitos e participar ativamente de processos de tomada de decisão que impactam seu ambiente. Isso é especialmente relevante em contextos onde a desigualdade social e econômica limita o acesso a recursos e oportunidades.

À medida que avançamos para um futuro incerto, a educação ambiental se torna ainda mais vital. A transição para uma economia sustentável requer não apenas inovações tecnológicas, mas também uma mudança cultural em relação ao consumo e à utilização dos recursos naturais. A educação ambiental pode ajudar a moldar essa nova cultura, incentivando práticas de consumo responsável e a valorização dos serviços ecossistêmicos. Segundo a Agência Ambiental Europeia, 70% das emissões de gases de efeito estufa estão relacionadas ao consumo, o que reforça a necessidade de educar a população sobre escolhas sustentáveis.

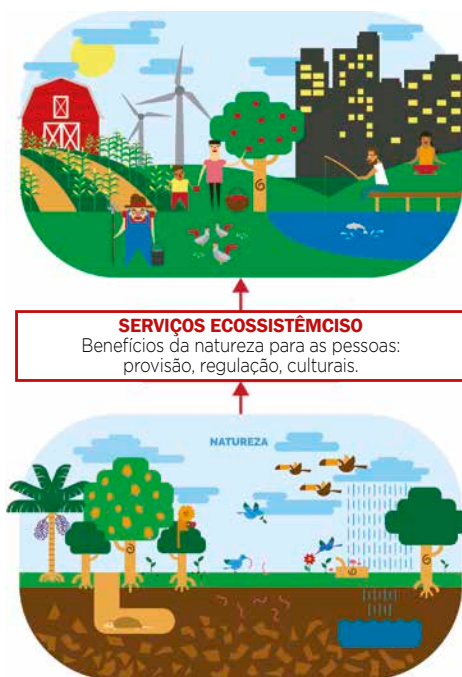
Por fim, a educação ambiental deve ser vista como um processo colaborativo, envolvendo governos, organizações não governamentais, setor privado e a sociedade civil. A criação de parcerias e redes de colaboração pode potencializar os esforços de educação ambiental, ampliando seu alcance e efi-

cácia. Assim, é possível reconhecer que a educação ambiental não é apenas uma responsabilidade individual, mas um compromisso coletivo que pode levar a mudanças significativas em nossa relação com o meio ambiente.

Em suma, a educação ambiental é um elemento central na construção de um futuro sustentável. Ela não apenas capacita indivíduos e comunidades a enfrentar os desafios ambientais, mas também promove a justiça social e a resiliência. No contexto da discussão sobre a transição energética e as soluções para um desenvolvimento sustentável, a educação ambiental deve permanecer no centro de nossas estratégias e ações.

11 CAMINHOS PARA O FUTURO SUSTENTÁVEL

Figura 47 - Funções dos Ecossistemas.



Fonte: MMA (2020).

11.1 Gestão ambiental e planejamento urbano

A gestão ambiental e o planejamento urbano são pilares essenciais na construção de cidades sustentáveis e resilientes. Com o crescimento das populações urbanas, os desafios ambientais se tornam cada vez mais evidentes, exigindo uma abordagem integrada que equilibre as necessidades humanas com a preservação dos recursos naturais.

Neste escopo, vamos apresentar as principais estratégias de gestão ambiental e planejamento urbano, ressaltando suas implicações para a sustentabilidade e a qualidade de vida nas cidades.

O planejamento urbano, por sua essência, busca organizar o espaço urbano de forma a otimizar o uso dos recursos disponíveis, promover a inclusão social e reduzir os impactos ambientais. Segundo a ONU, até 2050, aproximadamente 68% da população mundial residirá em áreas urbanas, tornando imprescindível a adoção de práticas de gestão ambiental eficazes. O desafio consiste em criar ambientes urbanos que não apenas satisfaçam as demandas atuais, mas que também se adaptem às mudanças climáticas e às pressões demográficas futuras.

Uma estratégia fundamental de gestão ambiental no contexto urbano é a implementação de políticas de uso do solo que incentivem a densificação urbana e a revitalização de áreas degradadas. Pesquisas indicam que a ocupação desordenada do espaço urbano contribui para a degradação ambiental, aumento do tráfego e poluição. A cidade de Curitiba, no Brasil, é frequentemente citada como um exemplo de planejamento urbano sustentável, onde a eficiência do transporte público e a criação de áreas verdes foram integradas ao desenvolvimento urbano, resultando em uma melhoria significativa na qualidade de vida dos cidadãos.

Além disso, a gestão de resíduos sólidos representa um desafio crítico nas cidades contemporâneas. A adoção de sistemas de coleta seletiva e reciclagem pode reduzir consideravelmente a quantidade de resíduos destinados a aterros sanitários. Dados do IBGE revelam que, em 2022, apenas 3% dos resíduos sólidos urbanos no Brasil foram reciclados. Essa estatística evidencia a necessidade urgente de políticas públicas que promovam a educação ambiental e incentivem a participação da comunidade na gestão de resíduos.

Outro aspecto relevante da gestão ambiental no planejamento urbano é a incorporação de soluções baseadas na natureza. Essas soluções incluem a criação de áreas verdes, telhados verdes e jardins verticais, que não apenas embelezam as cidades, mas também ajudam a mitigar os efeitos das ilhas de calor urbanas e a melhorar a qualidade do ar. Um estudo

realizado pela Universidade de São Paulo (USP) em 2023 demonstrou que a presença de áreas verdes em ambientes urbanos pode reduzir a temperatura local em até 5 °C, contribuindo para o conforto térmico e a saúde pública.

As cidades também precisam considerar a resiliência às mudanças climáticas em seu planejamento. Isso envolve o desenvolvimento de infraestruturas capazes de suportar eventos climáticos extremos, como enchentes e secas. A implementação de sistemas de drenagem sustentável, que utilizam técnicas como pavimentos permeáveis e bacias de retenção, pode ajudar a controlar a água da chuva e prevenir inundações. Nova Iorque, por exemplo, tem investido em projetos de infraestrutura verde para aprimorar sua capacidade de resposta a tempestades e inundações, demonstrando que o planejamento urbano pode ser uma ferramenta poderosa na adaptação às mudanças climáticas.

Neste espaço de planejamento, a participação da comunidade precisa fazer parte para o sucesso das iniciativas de gestão ambiental e planejamento urbano. Envolver os cidadãos no processo de tomada de decisão não apenas aumenta a aceitação das políticas, mas também assegura que as soluções propostas atendam às necessidades reais da população. Iniciativas como orçamentos participativos e consultas públicas têm mostrado resultados positivos em diversas cidades ao redor do mundo, permitindo que os cidadãos contribuam ativamente para a construção de um futuro sustentável.

Em síntese, a gestão ambiental e o planejamento urbano são interdependentes e fundamentais para a criação de cidades sustentáveis. Estas estratégias estabelecem uma base sólida para introduzirmos conceitos de compensação socioambiental e serviços ecossistêmicos, tendo em vista o papel de cada um no uso e ocupação das cidades e bem estar da população. A integração dessas abordagens traz subsídios para enfrentar os desafios ambientais contemporâneos e garantir um futuro mais equilibrado e sustentável para todos.

11.2 Compensação socioambiental e serviços ecossistêmicos

A compensação socioambiental e os serviços ecossistêmicos são pilares essenciais para a gestão ambiental e o desenvolvimento sustentável. Em um cenário marcado por mudanças climáticas e degradação ambiental, esses conceitos auxiliam a encontrar soluções inovadoras e eficazes. A interdependência entre seres humanos e ecossistemas destaca a necessidade de equilibrar o crescimento econômico com a conservação ambiental.

Os serviços ecossistêmicos englobam os benefícios que os ecossistemas oferecem à sociedade, como a purificação da água, a polinização de culturas, a regulação do clima e a proteção contra desastres naturais. Um estudo de Costanza et al. (2014), publicado na revista *Nature*, estima que esses serviços globais têm um valor anual de aproximadamente 125 trilhões de dólares, sublinhando sua relevância econômica e social. A perda desses serviços, resultante da urbanização, desmatamento e poluição, não apenas ameaça o meio ambiente, mas também compromete a qualidade de vida das populações.

A compensação socioambiental emerge como uma estratégia para atenuar os impactos negativos das atividades humanas nos ecossistemas. Essa abordagem visa restaurar ou preservar áreas degradadas em troca da autorização para empreendimentos que possam causar danos ambientais. Um exemplo significativo é a Política Nacional de Resíduos Sólidos do Brasil, que estabelece diretrizes para a gestão de resíduos e incentiva a recuperação de áreas afetadas. Em 2021, a implementação dessa política resultou na recuperação de mais de 1 milhão de hectares de áreas degradadas, conforme dados do Ministério do Meio Ambiente.

Além disso, a compensação socioambiental pode ser entendida como uma forma de pagamento por serviços ambientais

(PSA), em que proprietários de terras recebem incentivos financeiros para conservar e proteger seus recursos naturais. Um estudo de Ferraro e Kiss (2002) na *Ecological Economics* demonstrou que programas de PSA podem aumentar significativamente a cobertura florestal e melhorar a biodiversidade nas regiões onde são implementados. Esses programas não apenas beneficiam o meio ambiente, mas também promovem a inclusão social e o desenvolvimento econômico local.

No entanto, a eficácia da compensação socioambiental depende de diversos fatores, como a transparência dos processos, a participação das comunidades locais e a definição clara dos critérios de compensação. A falta de envolvimento das comunidades pode resultar em conflitos e na ineficácia das medidas adotadas. Por exemplo, em 2020, um projeto de compensação em uma área de preservação no estado de São Paulo enfrentou resistência local devido à ausência de consulta pública e à falta de benefícios diretos para a população afetada. Esse caso ressaltava a importância de um diálogo aberto e inclusivo na formulação de políticas de compensação.

As implicações da compensação socioambiental e dos serviços ecossistêmicos para a gestão ambiental são amplas. Eles não apenas oferecem uma maneira de mitigar os impactos ambientais, mas também promovem uma visão holística do desenvolvimento sustentável, reconhecendo a saúde dos ecossistemas como fundamental para o bem-estar humano.

O conceito de “economia verde”, que integra a conservação ambiental ao crescimento econômico, ganha destaque nesse contexto. Segundo o relatório do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) de 2022, a transição para uma economia verde poderia gerar 24 milhões de novos empregos até 2030, evidenciando que a sustentabilidade pode ser um motor de crescimento econômico.

De outro lado, é primordial que as estratégias de compensação socioambiental sejam constantemente avaliadas e

adaptadas às novas realidades ambientais e sociais. A integração de tecnologias inovadoras, como o uso de drones para monitoramento de áreas restauradas e a aplicação de big data para otimizar a gestão de recursos naturais, pode potencializar os resultados dessas iniciativas. E mais uma vez, a educação ambiental desempenha um papel vital na conscientização sobre a importância dos serviços ecossistêmicos e na promoção de práticas sustentáveis entre as comunidades.

Em resumo, a compensação socioambiental e os serviços ecossistêmicos são ferramentas indispensáveis para enfrentar os desafios contemporâneos relacionados ao meio ambiente e ao desenvolvimento sustentável. Sua implementação eficaz requer um compromisso coletivo e uma abordagem integrada que considere as necessidades das comunidades, a saúde dos ecossistemas e os objetivos de desenvolvimento econômico. Fazendo parte dessa coletividade, sobretudo, é preciso destacar o papel de cada indivíduo na mudança, destacando como ações pessoais podem contribuir para um futuro mais sustentável.

11.3 O papel de cada um na mudança

A contribuição de cada indivíduo para a mudança não é algo pequeno e pontual, mas deve ser reconhecido como extraordinariamente determinante para que haja a adoção de práticas sustentáveis e a mitigação dos impactos das mudanças climáticas. Neste destaque que se faz, desde já, é preciso entender a interconexão entre desenvolvimento sustentável, gestão ambiental e responsabilidade coletiva. Ações individuais podem gerar mudanças significativas no amplo contexto da sustentabilidade.

A gestão ambiental eficaz não se limita ao governo ou às grandes corporações; ela começa com cada um de nós. A conscientização sobre o meio ambiente e a disposição para agir são

os primeiros passos para promover mudanças. Um estudo da ONU em 2023 revelou que aproximadamente 70% das emissões globais de gases de efeito estufa estão ligadas a decisões de consumo individuais. Isso evidencia que nossas escolhas diárias, desde o que consumimos até a forma como descartamos resíduos, impactam diretamente o meio ambiente

Aqui, é preciso frisar novamente, a educação ambiental passa a ser o fio condutor na formação de cidadãos conscientes e engajados. Programas educacionais que abordam questões ambientais desde a infância podem cultivar uma mentalidade sustentável nas futuras gerações. Um relatório da Unesco de 2023 indicou que escolas que implementaram currículos de educação ambiental observaram um aumento de 50% na participação dos alunos em iniciativas de sustentabilidade. Isso sugere que a educação não apenas informa, mas também motiva ações concretas.

As comunidades desempenham um papel vital na promoção de práticas sustentáveis. Iniciativas locais, como hortas comunitárias e programas de reciclagem, não apenas reduzem a pegada ecológica, mas também fortalecem os laços sociais. Um estudo da Universidade de Harvard em 2024 revelou que comunidades que participam ativamente de projetos de sustentabilidade apresentam níveis mais altos de coesão social e bem-estar. Isso indica que a ação coletiva beneficia tanto o meio ambiente quanto a qualidade de vida dos indivíduos envolvidos.

Todavia, a mudança enfrenta desafios. A resistência à mudança é comum, frequentemente enraizada em hábitos arraigados e na falta de informação. Para superar essas barreiras, é necessário um esforço conjunto que inclua campanhas de conscientização e incentivos para práticas sustentáveis. Políticas públicas que promovem o uso de energias renováveis e a redução de resíduos podem facilitar a transição para um estilo de vida mais sustentável. Um estudo da Agência

Internacional de Energia (AIE) de 2023 destacou que países que implementaram incentivos fiscais para energia solar viram um aumento de 40% na adoção dessa tecnologia em apenas dois anos (AIE, 2023).

O papel de cada um na mudança também se estende ao engajamento político. A participação em processos democráticos, como votações e consultas públicas, permite que os cidadãos influenciem decisões que afetam o meio ambiente. A pesquisa do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) de 2023 mostrou que a mobilização popular em torno de questões ambientais resultou em 30% mais propostas de leis relacionadas à sustentabilidade sendo aprovadas em Assembleias Legislativas. Isso evidencia que a voz do cidadão é poderosa e pode ser um motor de transformação (IPEA, 2023).

Por fim, é fundamental reconhecer que a mudança individual deve ser complementada por ações coletivas. A colaboração entre governos, empresas e cidadãos é essencial para criar um ambiente propício à sustentabilidade. A implementação de soluções baseadas na natureza, como a restauração de ecossistemas e a proteção da biodiversidade, requer um esforço conjunto que envolva todos os setores da sociedade. Segundo um relatório do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) de 2023, a colaboração entre diferentes atores sociais pode aumentar a eficácia das iniciativas de conservação em até 60%.

Em conclusão, o papel de cada um na mudança é multifacetado e essencial para a construção de um futuro sustentável. As ações individuais, quando somadas, têm o potencial de gerar um impacto significativo na gestão ambiental e na qualidade de vida.

Para cada um, cabe a reflexão: como podemos continuar a fomentar a mudança em nossas comunidades e em nossas vidas diárias, preparando o terreno para um futuro onde a sustentabilidade seja uma prioridade compartilhada?

12 ONDE ESTAMOS, PARA ONDE VAMOS?

Figura 48 – Fotografia da Terra tirada em intervalo de 50 anos.



Fonte: BBC News Brasil, 2025.

12.1 Os rumos globais da sustentabilidade

Em 7 de dezembro de 1972 a Terra foi fotografada para ser exibida como uma primeira visão do planeta. Sendo batizada de Blue Marble («Bola de gude azul», em tradução livre), pode ser considerada a imagem que mudou a maneira como vemos o mundo, principalmente, após a fala do astronauta Harrison Schmitt a bordo da Apollo 17, “se alguma vez houve um pedaço de azul com aparência frágil no espaço, é a Terra neste momento”.

Enquanto concluímos a edição da presente obra, a Amazônia no Brasil desponta como o palco da conferência global sobre o clima, a 30ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (COP30). Neste fórum, representantes dos setores público e privado, da sociedade civil, pesquisadores e cientistas de diversos países discutem como avançar nos rumos da sustentabilidade do planeta.

Saímos de uma conferência da ONU sobre o meio ambiente em Estocolmo, Suécia, em 1972, reunindo líderes globais para discutir questões ambientais, seguindo para uma cooperação internacional em que as mudanças climáticas se tornaram uma prioridade global, na ECO 92.

Logo mais, o Protocolo de Quioto, em 1997, estabeleceu metas de redução de emissões para países desenvolvidos, entretanto, houve a necessidade de abranger também nações em desenvolvimento. Neste ínterim, “desenvolvimento sustentável”, e mais tarde, “Economia Verde”, foram se agregando a ideia de erradicação da pobreza e das desigualdades, com as Conferências das Partes (COPs) anuais passando a ser o fórum das discussões mundiais.

Neste contexto, a COP pode ser vista como um termômetro para avaliar se o mundo é capaz de enfrentar seus problemas coletivos, tendo como embate principal a crise climática. Neste ensejo, o Acordo de Paris de 2015 pode ser considerado uma grande conquista, quando reuniu quase todos os países do mundo numa cooperação visando a manutenção da temperatura global em torno de 1,5°C.

A partir disso, além da redução gradual do uso de combustíveis fósseis e ampliação de energia limpa, também houveram conquistas envolvendo a proteção e restauração dos ecossistemas, bem como esforços para a adaptação aos impactos climáticos, incluindo nesses avanços o apoio às comunidades vulneráveis, passando a ser ressaltada a necessidade do financiamento climático.

Na última COP29 no Azerbaijão os passos a mais envolveram acordos para uma nova meta global de financiamento climático (NCQG, na sigla em inglês), sendo definida uma mobilização de US\$ 1,3 trilhão por ano até 2035, com prioridade para ações de mitigação, adaptação e compensação de perdas e danos em países em desenvolvimento.

Para o Brasil, a COP30 está há 10 anos desde o histórico Acordo de Paris. As emissões globais ainda não reduzem rápido o suficiente e os eventos climáticos extremos continuam causando grandes perdas. Mesmo com a Amazônia tornando-se sede da COP30, ainda registramos a destruição das florestas.

Entre as discussões, ressaltam-se pontos como o fortalecimento de investimentos sustentáveis, apresentação de planos climáticos com metas e ações concretas, garantir adaptação às comunidades vulneráveis, além de proteger e restaurar a natureza, com a inclusão de povos indígenas e comunidades locais.

Portanto, podemos considerar que estamos diante de rumos globais que nos conduzem para uma agenda de sustentabilidade que funciona com a valiosa cooperação de esforços, reunindo governos, empresas, cidades e sociedade civil numa mobilização para os cuidados com o meio ambiente, visando as mudanças climáticas, sob a ótica do desenvolvimento sustentável.

12.2 Desertos e florestas em equilíbrio

Enquanto os seus habitantes conscientes discutem como devem viver na sua superfície, o planeta segue conectando ambientes considerados estéreis e completamente inóspitos com florestas exuberantes e ricas em biodiversidade.

Isso faz lembrar do conceito de geodiversidade do início da década de 1990, cujo termo surgiu para a conscientização da importância dos elementos não bióticos da natureza que formam o substrato físico que suporta a biodiversidade. Compreendendo a Terra como o sustentáculo às milhares de vidas que estão nessa morada, inúmeras são as conexões existentes que se fazem no limiar entre geodiversidade e biodiversidade.

Neste contexto, embora separados por grandes distâncias, desertos como o do Saara se conectam à Amazônia, cujo fio condutor é o ar soprado do continente africano em direção às

Américas. Numa travessia que cruza o Oceano Atlântico, em todos os anos os ventos do Saara sobrevoam mais de 3 mil km carregando um pó fino e muito antigo que fertiliza a floresta amazônica. Essa poeira contém fósforo, um nutriente essencial às plantas. Ela vem dos sedimentos de um lago na África que já não existe, mas há milênios se espalhava pelo que hoje é território de Chade, Camarões, Níger e Nigéria.

Há cerca de 6 mil anos, esses sedimentos acumularam restos de algas, peixes e microorganismos que tornaram-se poeira levada pelo vento na atualidade. Do que vem sendo pesquisado, mudanças no eixo da Terra alteraram este antigo cenário, transformando-o em um deserto.

Essa descoberta só foi possível a partir dos anos 60 com o advento das imagens de satélite. A NASA estima que cerca de 22 mil toneladas de fósforo são levadas por ano pelo ar à Amazônia. Sob o fenômeno dos rios voadores, com a floresta transpirando e formando nuvens, a Amazônia, por sua vez, é distribuída pelo continente através das chuvas nos Andes, no Cerrado e no Sul.

Assim, é formado um ciclo de fertilidade a partir do deserto que foi verde há milhares de anos, mantendo vivo um dos biomas mais biodiversos do mundo, que retribui a partir de chuvas na agricultura, nas plantações, na economia e no clima das cidades de outras regiões.

Na natureza, então, um mero grão de poeira tem destino valioso. O que parece estéril leva nutrientes; o aparentemente distante está conectado; o árido se transforma em “água e folha na Amazônia”; o pó, depois viaja no vapor pelos rios voadores, levando chuva e prosperidade das populações.

Neste exemplo, que mostra as conexões da geodiversidade com a biodiversidade do planeta, de um deserto que alimenta a floresta, podemos destacar a reflexão: se a aridez pode contribuir para o surgimento de vida, nós, seres conscientes, com o quê podemos contribuir?

12.3 A ideia, cujo tempo chegou

De tudo que foi registrado até agora, destacando os avanços nas questões ambientais, da necessidade de cooperação entre as nações, da inclusão dos povos e comunidades no processo, da percepção das conexões e equilíbrio da natureza, ressoa a frase: “nada é mais poderoso do que uma ideia, cujo tempo chegou”. Escrita no século XIX pelo escritor francês Victor Hugo, ela ressalta a reflexão sobre as oportunidades que o tempo revela quando existe uma sintonia em curso.

Existe uma urgência de relevância inadiável na sociedade contemporânea, em que a ação em relação à crise climática passa a ser uma prioridade global. É inegável a evidência científica, os dados comprovam o aquecimento global e seus efeitos devastadores como ondas de calor mais intensas, tempestades mais severas e elevação do nível do mar. A ciência fala e a humanidade precisa ouvir.

Os impactos das mudanças climáticas não são mais previsões distantes; eles se manifestam em desastres socioambientais frequentes e em cascata, afetando diretamente a qualidade de vida e a sobrevivência das espécies.

Diante deste contexto, o momento é de focar em soluções, como a transição para energias renováveis e a adaptação a um clima em mutação. A urgência climática força as mudanças nas políticas públicas e em modelos de negócios, como o crescimento dos critérios ESG que avaliam a sustentabilidade e o impacto das empresas nas práticas ambientais (Environmental - E), sociais (Social - S) e de governança (Governance - G). Nesta métrica, investidores e sociedade avaliam se um negócio está sendo responsável com o meio ambiente, com as pessoas e com sua própria administração.

No tocante às soluções, mesmo no que vem sendo considerado com um cenário crítico, é possível vislumbrar sinais de esperança. Afinal, fontes renováveis, veículos elétricos e

armazenamento de energia vem atingindo seus próprios pontos de virada, avançando cada vez mais por força de mercado. Exemplos como o Projeto Vale Sustentável mostram que é possível a parceria para a realização de ações em prol do meio ambiente com a inclusão de pessoas no processo. Na cooperação internacional, a justiça climática passou a ocupar o centro do debate juntamente com as finanças e o desenvolvimento.

Por fim, a ideia é poderosa por estar alinhada com as necessidades e desejos de uma época, ela abre caminhos na escalada do tempo, inspira ações e soluções, impulsionando mudanças profundas e irreversíveis. Nesse rumo, os acontecimentos e avanços convergem para à formação de uma conscientização que resulta na “ideia, cujo tempo chegou”.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. **Problemática da desertificação, da savanização no Brasil intertropical**. São Paulo: IGEOG - USP, 1977.

ACSELRAD, H; HERCULANO, S; PÁDUA, J. A (Orgs.). **Justiça ambiental e cidadania**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2004.

AGORARN. **Governo aposta em obras de segurança hídrica para reverter prejuízo causado pela seca no RN**. AGORARN, Natal, 12 nov. 2025. Disponível em: https://edicaodigital.agorarn.com.br/wp-content/uploads/2025/11/Agora-RN_ED-2.205-12-11-25-1.pdf. Acesso em: 12 dez. 2025.

ANSMANN, A. H. et al. **Dust and smoke transport from Afri-cato South America: lidar profiling over Cape Verde and the Amazon rainforest**, Geophys. Res. Lett., 2009. v. 36.

ARTAXO, P., J. V. et al. Physical and chemical properties of aerosols in the wet and dry seasons in Rondonia, Amazonia. J. Geophys. Res., 2002, v.107.

BARBOSA, H. A. Flash drought and Its characteristics in Northeastern South America during 2004–2022 using satellite-based products. **Atmosphere**, 2023, v. 14, p. 1629. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/atmos14111629>. Acesso em: 15 nov. 2025.

BARBOSA, H. A. et al Assessment of caatinga response to drought using meteosat seviri normalized difference vegetation index (2008–2016). **ISPRS J. Photogramm**. Remote Sens. 2019, v. 148, p. 235–252.

BBC News Brasil. **As imagens que mostram como a terra mudou nos últimos 50 anos**. 24 abr. 2025. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/articles/cx2v4pyzx25o>. Acesso em: 15 dez. 2025.

BECK, U. **Sociedade de risco**: rumo a uma outra modernidade. São Paulo: Editora 34, 2010.

BERKHOUT, F. **Simples**: mudança climática. Tradução Maíra Meier. 1. ed. Rio de Janeiro: Globo Livros, 2023.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 237, de 22 de dezembro de 1997**. Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 22 dez. 1997.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 fev. 1986.

BRASIL. **Decreto nº 6.040 de 07 de fevereiro de 2007**. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6040.htm. Acesso em: 17 out. 2025

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Institui o novo Código Florestal. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 15 set. 2025.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 04 out. 2025

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação

Ambiental e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 24 out. 2025.

BRASIL. **Lei nº 15.042, de 11 de dezembro de 2024.** Institui o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE); e altera as Leis nºs 12.187, de 29 de dezembro de 2009, 12.651, de 25 de maio de 2012 (Código Florestal), 6.385, de 7 de dezembro de 1976 (Lei da Comissão de Valores Mobiliários), e 6.015, de 31 de dezembro de 1973 (Lei de Registros Públicos). Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, ed. 239, p. 4, 12 dez. 2024. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/L15042.htm. Acesso em: 14 nov. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Caderno de licenciamento ambiental.** Brasília, DF: MMA, 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Programa Nacional de Capacitação de gestores ambientais: **Caderno de licenciamento ambiental.** 2.ed. Brasília: MMA, 2009.

BRASIL. **Portaria Ministerial nº 60 de 24 de março de 2015.** Estabelece procedimentos administrativos que disciplinam a atuação dos órgãos e entidades da administração pública federal em processos de licenciamento ambiental de competência do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. Diário Oficial da União, 25 de mar. 2015, nº 57, Seção 1, p. 71.

BRASIL. **Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca.** Brasília: MMA, 2004.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil.** Brasília: CGEE, 2016.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS (CEMADEN). **Mudanças Climáticas**. 2022. 1 gravura. Disponível em: <https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/noticias-cemaden/encerra-se-neste-domingo-25-09-o-periodo-de-inscricoes-para-participar-da-conferencia-internacional-do-inct-sobre-mudancas-climaticas/inct.jpg/view>. Acesso em: 09 dez. 2025.

CHEUNG, W. W. L. et al. Climate change exacerbates nutrient disparities from seafood. **Nature Climate Change**, 2023, v.13(11), 1242-1249.

CIRCLE ECONOMY. The circularity gap report 2023: a circular economy to live within the safe limits of the planet. Amsterdam: **Circle Economy**, 2023. 64 p. Disponível em: <https://www.circularity-gap.world/2023>. Acesso em: 15 nov. 2025.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS (CNM). **Diagnóstico da gestão ambiental municipal – 2023**. Brasília, CNM, 2023.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS (CNM). **Estudo técnico - panorama dos desastres no Brasil – 2013 a 2024**. Brasília, CNM, 2025.

CONTI, J. B. **Desertificação nos trópicos**: Proposta de metodologia de estudo aplicada ao Nordeste Brasileiro. 1995. 290 f. Tese (Livre Docência) - Universidade de São Paulo, Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, São Paulo, 1995.

COSTA, T. C. et al. Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). **Revista brasileira engenharia agrícola ambiental**, Campina Grande, v.13, supl.0, nov./dec. 2009.

COSTANZA; R GROOT; R. de. Et al. Changes in the global value of ecosystem services. **Global environmental change**, May 2014.

ELHACHAM, E. et al. Global human-made mass exceeds all living biomass. **Nature**, December 2020, v. 588, p. 442-444.

FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. 2022. **The State of Food Security and Nutrition in the World 2022**. Repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable. Rome, FAO. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cc0639en>. Acesso em: 13 nov. 2025.

FAO. **O estado da segurança alimentar e nutricional no mundo 2022**: redirecionando as políticas alimentares e agrícolas para tornar as dietas saudáveis mais acessíveis. Roma: FAO, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cc0639en>. Acesso em: 12 de dez. 2025.

FERRARO, P. J., & KISS, A. The local costs of establishing protected areas in low-income nations: Ranomafana National Park, Madagascar. **Ecological Economics**, 2002, v. 43(2-3), 261-275.

FERRARO; P. J.; KISS, A. Direct payments to conserve biodiversity. **Science**, 298(5599), 1718-1719.

FREEPIK. **Ilustração neutra em carbono de design plano**. 1 gravura. Disponível em: https://br.freepik.com/vetores-gratis/ilustracao-neutra-em-carbono-de-design-plano_26408501.htm. Acesso em: 09 dez. 2025.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV Agro). **Meio ambiente como oportunidade**. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: https://agro.fgv.br/sites/default/files/2023-05/eesp_relatorio_meio-ambiente_v343.pdf. Acesso em: 13 dez. 2025.

FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR, SUN E MCKINSEY & COMPANY. **Growth within:** a circular economy vision for a competitive europe (crescimento interno: uma visão de economia circular para uma europa competitiva). Cowes, Isle of Wight: Ellen MacArthur Foundation, 2015.

GOMES, R. de. C. da. C. **Fragmentação e gestão do território no Rio Grande do Norte.** 1997. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 1997.

GREENPEACE. **Mudanças do clima, mudanças de vidas:** como o aquecimento global já afeta o Brasil. São Paulo, 2009. Disponível em: [www.greenpeace.com.br/clima/pdf/ cartilha_clima.pdf](http://www.greenpeace.com.br/clima/pdf/cartilha_clima.pdf). Acesso em: 16 out. 2025.

G1. **RN é o estado mais sustentável do país em energia limpa.** Disponível em: <https://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/2025/10/01/energia-limpa-rn-fontes-renovaveis.ghtml>. Acesso em: 11 dez. 2025.

G1. **Poeira do Saara viaja mais de 5 mil quilômetros e chega a Amazônia; cientistas estudam impactos na floresta.** Disponível em: <https://g1.globo.com/meio-ambiente/noticia/2025/07/17/poeira-do-saara-viaja-mais-de-5-mil-quilometros-e-chega-a-amazonia-cientistas-estudam-impacto-na-floresta.ghtml>. Acesso em: 10 dez. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estatísticas do meio ambiente.** 2021.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate change 2021.** The Physical Science Basis. [S.l.]:[s.n.], 2021.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **World Energy Outlook**. 2022.

iSTOCK. **Mãos sênior dar pequeno planeta Terra a uma criança**. 1 gravura. Disponível em: <https://www.istockphoto.com/br/foto/m%C3%A3os-s%C3%AAnior-dar-pequeno-planeta-terra-a-uma-crian%C3%A7a-gm1058757284-282964508>. Acesso em: 09 dez. 2025.

iSTOCK. **Dia mundial do meio ambiente**. 1 gravura. Disponível em: <https://www.istockphoto.com/br/foto/dia-mundial-do-meio-ambiente-m%C3%A3os-plantando-%C3%A1rvores-para-os-objetivos-de-gm2209485667-626595704>. Acesso em: 09 dez. 2025.

iSTOCK. **Vista da paisagem contrastante**. 1 gravura. Disponível em: <https://www.istockphoto.com/br/foto/vista-da-paisagem-contrastante-gm179057833-25240814>. Acesso em: 09 dez. 2025.

iSTOCK. **Planeta terra**. 1 gravura. Disponível em: <https://www.istockphoto.com/br/foto/planeta-terra-gm155920904-19433006>. Acesso em: 09 dez. 2025.

iSTOCK. **Ilustração geométrica expressando fontes de energia ecológicas não poluentes**. 1 gravura. Disponível em: <https://www.istockphoto.com/br/vetor/ilustra%C3%A7%C3%A3o-geom%C3%A9trica-expressando-fontes-de-energia-ecol%C3%B3gicas-n%C3%A3o-poluentes-gm1399328228-453222050>. Acesso em: 09 dez. 2025.

LENTON, T. M. et al. **The global tipping points report 2025** (o relatório global sobre pontos de inflexão climática 2025). University of Exeter, Exeter, UK. 2025.

LOUREIRO, C. F. B (Org); LIMA, G. F. da, (Org), COSTA, L. P. P. (Org), CASTRO, R. S. de, (Org). **Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania.** 2.ed. São Paulo: Cortez, 2002.

MEUNIER, I. **Vasconcellos Sobrinho e o amadurecimento da compreensão da desertificação no Brasil.** Recife: UFRPE, 2008.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA (MMA). **Funções dos ecossistemas.** 2020. 1 gravura. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/conservacao-1/servicos-ecossistemicos/funcoes-dos-ecossistemas>. Acesso em: 09 dez. 2025.

NASA. **NASA satellite reveals how much Saharan dust feeds Amazon's plants.** NASA Goddard. 2015. Acesso em: 15 dez. 2025.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA). **Retrato do Sistema Solar** – A terra como um ‘pálido ponto azul’. 2011. 1 fotografia. Disponível em: <https://www.nasa.gov/image-article/solar-system-portrait-earth-as-pale-blue-dot/>. Acesso em: 09 dez. 2025.

NATURE CONSERVANCY. **Nature's role in climate change mitigation.** 2023.

NASCIMENTO, J. de A. **Formação para agentes ambientais.** Associação-Norte-Rio-Grandense de Engenheiros Agrônomos (ANEA). – Natal, RN: ANEA, 2021. 72 p.

NOBRE, A. D. **O futuro climático da Amazônia:** relatório de avaliação científica. São José dos Campos, SP: ARA: CCST-INPE: INPA, 2014. e-book. il.

NATIONAL SCIENTIFIC COUNCIL ON THE DEVELOPING CHILD. (2023). **Place matters:** the environment we create shapes the foundations of healthy development: working paper nº 16. Disponível em: www.developingchild.harvard.edu Tradução e revisão para o português: Tuca Martins e Melissa Harkin, CT – Harkin Transla.

OIT. **Convenção nº 169 sobre povos indígenas e tribais e Resolução referente à ação da OIT.** Organização Internacional do Trabalho. Brasília: OIT, 2011 Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D10088.htm#anexo72. Acesso em: 05 nov. 2025.

OLIVEIRA, C. C. de; SAMPAIO, R. S. da. R (Org.). **A economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável:** a governança dos atores públicos e privados. Rio de Janeiro: FGV, 2011.

POLANYI, K. **A grande transformação:** as origens da nossa época. Rio de Janeiro: Campus, 1980.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). RELATÓRIOS DE DESENVOLVIMENTO HUMANO. **Tempos incertos, vidas instáveis:** a construir nosso futuro num mundo em transformação. New York: PNUD, 2022. Disponível em: <https://hdr.undp.org/system/files/documents/global-report-document/hdr2021-22pt.pdf>. Acesso em: 11 out. 2025.

RÊGO, A. H. **Os sertões e os desertos:** o combate à desertificação. Brasília: FUNAG, 2012. 204 p.

RIO GRANDE DO NORTE. **Programa de ação estadual de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca no estado do Rio Grande do Norte:** PAE-RN. Natal, 2010. Disponível em: <http://www.mineiropt.com.br/wp-content/uploads/2015/06/livro--pae.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2025.

RIO GRANDE DO NORTE. **Lei nº 10.154, de 21 de fevereiro de 2017.** Institui a Política Estadual de Combate e Prevenção à Desertificação no Estado do Rio Grande do Norte e fixa outras providências. Disponível em: <https://www.al.rn.leg.br/storage/legislacao/2019/05/15/973c43790d5f70ddd804f9b78e6d-35de.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2025.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável. rio de janeiro:** Garamond, 2000.

SALES, M.C.L. Evolução dos estudos de desertificação no nordeste Brasileiro. **GEOUSP: espaço e tempo**, São Paulo, n. 11, p. 115-126, 2002.

SAMPAIO et. al. **Desertificação no Brasil:** conceitos, núcleos e tecnologias de recuperação e convivência. Recife: UFPE, 2003.

SANTANA, M. O. (org). **Atlas das áreas susceptíveis a desertificação do Brasil.** Brasília: MMA, 2007. 134 p.

SILVA, A. C. da. **Estimativa de sequestro de carbono no bioma caatinga:** estudo do balanço de carbono sob a influência da altitude. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Recife, 2018.

SILVA, E. F. da; AZEVEDO JÚNIOR, M. S. de.; SILVA FILHO, R. I. da. **Curso de conservação dos recursos naturais e práticas agrícolas sustentáveis.** Associação-Norte-Rio-Grandense de Engenheiros Agrônomos (ANEA). – Natal, RN: ANEA, 2015. 96 p.

SILVA, R. H. P. da. **Terra, nosso ambiente, nosso lar.** 22 abril de 2020. Disponível em: <http://www.semarnh.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=229647&ACT=&PAGE=&PARM=&L-BL=Materia>. Acesso em: 7 dez. 2025.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Emissions gap report 2021**. Disponível em: <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2021>. Acesso em: 20 out. 2025.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Report on the Global Stocktake**. 2022. Disponível em: <https://unfccc.int/topics/global-stocktake/about-the-global-stocktake/outcome-of-the-first-global-stocktake>. Acesso em: 15 set. 2025.

UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION. **2030 agenda and the sustainable development goals**. 2025. Disponível em: <https://www.unido.org/2030-agenda-and-sustainable-development-goals>. Acesso em: 15 set. 2025.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. de. **Desertificação no nordeste do Brasil**. Recife: UFPE, 2002.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. de. **Identificação de processo de desertificação no nordeste brasileiro**. Recife: SUDENE, 1978.

VILELA, S. L. O. Pagamento por serviços ambientais (PSA) em uma visão panorâmica: contribuições ambientais, econômicas e sociais. **Raízes**, Campina Grande, PB, v. 43, n. 2, p. 288-301, 2023. Disponível em: <https://raizes.revistas.ufcg.edu.br/index.php/raizes/article/download/845/696/2023>. Acesso em: 13 nov. 2025.

WORLD BANK. **World development report 2023: sustainable development**. Disponível em: <https://sdgs.un.org/gsdrr/gsdrr2023>. Acesso em: 10 out. 2025.

WORLD BANK. **Groundswell part 2: acting on internal climate migration**. [S.l.]:[s.n.], 2021.

WORLD WILDLIFE FUND (WWF). **Living planet report 2022:** building a nature positive society. Disponível em: https://www-fint.awsassets.panda.org/downloads/embargo_13_10_2022_lpr_2022_full_report_single_page_1.pdf. Acesso em: 13 nov. 2025.

YU, H.; CHIN, M.; DU, M.; DIXON, J. Satellite-based evidence for the long-range transport of Saharan dust to the Amazon. **Geophysical Research Letters**. 2015, v. 42, n. 3, p. 1110-1116.





**ASSOCIAÇÃO NORTE-RIO-GRANDENSE
DOS ENGENHEIROS AGRÔNOMOS**

Rua Santos Dumont, 479, Conjunto Mirassol, Capim Macio
CEP 59078-200, Natal/RN, 84 99612.5252/99984.8483
anea.rn2010@gmail.com - www.anearn.com.br



PROJETO VALE SUSTENTÁVEL

Rua Santos Dumont, 479, Conjunto Mirassol, Capim Macio
CEP 59078-200, Natal/RN, 84 99892.0392
contato@projetovaluesustentavel.com.br
www.projetovaluesustentavel.com.br
f @: @projetovaluesustentavel





ISBN: 978-85-69516-16-3

