

Introdução à Física das Mudanças Climáticas e Variáveis Hidrológicas



CONSELHO EDITORIAL DA LF EDITORIAL

Amílcar Pinto Martins - Universidade Aberta de Portugal

Arthur Belford Powell - Rutgers University, Newark, USA

Carlos Aldemir Farias da Silva - Universidade Federal do Pará

Emmánuel Lizcano Fernandes - UNED, Madri

Iran Abreu Mendes - Universidade Federal do Pará

José D'Assunção Barros - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Luis Radford - Universidade Laurentienne, Canadá

Manoel de Campos Almeida - Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Maria Aparecida Viggiani Bicudo - Universidade Estadual Paulista - UNESP/Rio Claro

Maria da Conceição Xavier de Almeida - Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Maria do Socorro de Sousa - Universidade Federal do Ceará

Maria Luisa Oliveras - Universidade de Granada, Espanha

Maria Marly de Oliveira - Universidade Federal Rural de Pernambuco

Raquel Gonçalves-Maia - Universidade de Lisboa

Teresa Vergani - Universidade Aberta de Portugal



Thiago Auer Camilo de Jesus

Laércio Ferracioli

Introdução à Física das Mudanças Climáticas e Variáveis Hidrológicas



2026

Copyright © 2026 os autores
1ª Edição

Direção editorial: Victor Pereira Marinho e José Roberto Marinho

Capa: Fabrício Ribeiro

Edição revisada segundo o Novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Jesus, Thiago Auer Camilo de
Introdução à física das mudanças climáticas e variáveis hidrológicas /
Thiago Auer Camilo de Jesus, Laércio Ferracioli. – São Paulo: LF Editorial, 2026.

ISBN 978-65-5563-704-5

1. Física - Estudo e ensino 2. Mudanças climáticas 3. Professores de física - Formação profissional
I. Ferracioli, Laércio. II. Título.

26-338012.0

CDD-530.07

Índices para catálogo sistemático:
1. Física: Estudo e ensino 530.07

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta obra poderá ser reproduzida
sejam quais forem os meios empregados sem a permissão da Editora.
Aos infratores aplicam-se as sanções previstas nos artigos 102, 104, 106 e 107
da Lei Nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998



EDITORIAL

LF Editorial

www.livrariadafisica.com.br

www.lfeditorial.com.br

(11) 2648-6666 | Loja do Instituto de Física da USP

(11) 3936-3413 | Editora

Apresentação

Este material é voltado à pessoas que buscam uma visão mais ampla acerca dos mecanismos que estão relacionados às mudanças climáticas. Por meio de atividades práticas, busca mostrar uma visão qualitativa e quantitativa dos fenômenos. Tendo em vista que as atividades experimentais são uma importante ferramenta no ensino de física, pois permitem aos alunos vivenciarem de forma prática os conceitos teóricos aprendidos em sala de aula, essas atividades possibilitam aos estudantes não apenas a compreensão dos conteúdos abordados, mas também o desenvolvimento de habilidades importantes como a observação, a análise crítica e a resolução de problemas, o que descreve o método científico, ao envolver a teoria e prática, pensar e fazer, articulando o processo com a BNCC. O aprendizado é uma construção social, que ocorre por meio da interação com o ambiente e com outras pessoas. Nesse sentido, as atividades experimentais são uma excelente forma de promover a interação social e a construção do conhecimento de forma colaborativa. Ao realizar experimentos em grupo, os alunos podem trocar ideias, discutir hipóteses e buscar soluções para os desafios propostos. Dessa forma, podemos perceber que as atividades experimentais são fundamentais para o processo de ensino e aprendizagem de física, não apenas pela sua capacidade de tornar o aprendizado mais concreto e significativo, mas também por proporcionar uma interação social e colaborativa.

Ao longo dessa obra, esperamos que os leitores obtenham uma compreensão mais profunda das mudanças climáticas e sua relação com as variáveis hidrológicas: vazão dos cursos d'água, índice pluviométrico, umidade relativa do ar e temperatura, fornecendo uma análise abrangente baseada em evidências científicas. Por fim, examinaremos os impactos significativos dessas mudanças nas variáveis hidrológicas. Apresentaremos estudos que ilustram as consequências das alterações climáticas, como o aumento do risco de enchentes, a escassez de água em regiões já áridas, a perda de biodiversidade em ecossistemas terrestres e aquáticos, ameaça à segurança alimentar global, na agricultura, na saúde humana, abastecimento público e indústria. Este livro destina-se a professores do ensino fundamental e médio, cientistas, estudantes, profissionais das áreas de recursos hídricos, gestores ambientais e qualquer pessoa interessada em entender melhor as interações entre o clima e os recursos hídricos. Apresentamos uma abordagem acessível, embasada em pesquisas científicas de ponta, sem perder de vista a relevância das questões práticas e suas implicações para a sociedade. As atividades foram cuidadosamente elaboradas com o objetivo de promover o desenvolvimento de habilidades importantes para o aluno, como a coleta e análise de dados experimentais, além de estimular a curiosidade e o interesse pela ciência, baseando-se em uma abordagem prática e participativa, com o uso de materiais acessíveis e de fácil manuseio, para que o aluno possa vivenciar o aprendizado de forma mais significativa e eficaz.

A sequência de atividades proposta é flexível e pode ser adaptada às diferentes realidades escolares, de acordo com as necessidades e possibilidades de cada instituição de ensino. Portanto, esta proposta de produto educacional pode ser uma valiosa ferramenta para professores e alunos, auxiliando no processo de ensino e aprendizagem de conceitos fundamentais de matemática e física, podendo mudar a percepção e concepção de quem participa, além de despertar o senso de consciência coletiva sobre a importância de preservar e gerenciar nossos recursos hídricos de forma sustentável, considerando os desafios impostos pelas mudanças climáticas.

Sumário

Unidade 1.....	7
1.1 Objetivo Geral.....	8
1.1.1 Objetivos Específicos.....	9
1.2 Mudanças Climáticas.....	9
1.3 Causas das Mudanças Climáticas.....	10
1.4 Impactos das Mudanças Climáticas.....	10
1.5 A grande aceleração.....	10
1.6 Dados e registros.....	13
1.7 Cooperação internacional e governança climática.....	14
1.7.1 A agenda 2030.....	14
1.8 Tendências futuras.....	15
1.9 Mitigação das Mudanças Climáticas.....	16
1.10 Questionário sobre Mudanças Climáticas.....	17
Unidade 2.....	19
2.1 Objetivo geral.....	20
2.1.1 Objetivos Específicos.....	20
2.2 Clima e tempo.....	20
2.3 A Física das Mudanças Climáticas.....	21
2.3.1 Emissão da radiação.....	21
2.3.1.1 Corpo negro.....	22
2.3.1.2 Teoria clássica da radiação de corpo negro.....	23
2.3.1.3 Lei de Planck.....	25
2.3.1.4 Lei do deslocamento de Wien.....	28
2.3.1.5 Ondas eletromagnéticas.....	31
2.3.2 Radiação solar.....	32
2.3.2.1 Ciclos solares.....	33
2.3.2.2 Movimento solar.....	34
2.3.3 Recepção da radiação.....	35
2.3.3.1 Ciclos diários e anuais.....	35
2.3.3.2 Mudança na duração do dia e do ano.....	36
2.3.3.3 Ciclos glaciais de Milankovitch.....	36

2.3.4 Reflexão, absorção e distribuição do calor.....	37
2.3.4.1 O modelo de Bohr do átomo de hidrogênio.....	38
2.3.5 Forçantes radiativas.....	43
2.3.5.1 Forçante radiativa natural.....	44
2.3.5.2 Forçante radiativa antrópica.....	44
2.3.5.3 Impactos na natureza.....	45
2.3.6 Atmosfera terrestre.....	45
2.3.6.1 Composição da atmosfera atual.....	47
2.3.6.2 Gases de efeito estufa (GEE).....	50
2.3.6.3 Aerossóis.....	52
2.3.6.4 Carbono negro e partículas absorvedoras de luz (LAPs).....	52
2.3.6.5 Escala global.....	54
2.3.7 A superfície e o albedo (.....)	55
2.3.8 Oceanos oscilações e circulação termohalina.....	56
2.3.9 Vulcanismo.....	57
2.3.10 Magnetismo terrestre.....	57
2.3.11 Raios cósmicos.....	58
2.3.12 O efeito estufa.....	58
2.3.13 A temperatura do planeta.....	60
2.4 Atividades de consolidação.....	62
2.5 Simulador do efeito estufa.....	63
2.6 Mudanças climáticas e variáveis hidrológicas.....	65
Unidade 3.....	67
3.1 Objetivo geral.....	68
3.1.1 Objetivos específicos.....	68
3.2 Umidade atmosférica.....	68
3.2.1 Evaporação e evapotranspiração.....	70
3.2.2 Pressão atmosférica.....	70
3.2.3 Pressão de saturação do vapor d'água.....	71
3.2.4 Pressão real de vapor d'água (e).....	72
3.2.5 Umidade relativa do ar.....	73
3.2.6 Umidade absoluta.....	74
3.2.7 Temperatura do ponto de orvalho.....	74
3.2.8 Variação da umidade do ar.....	74
3.2.9 O estudo da umidade.....	75
3.3 Dataloggers de temperatura e umidade relativa do ar.....	76
3.3.1 Materiais.....	76

3.3.2 Método.....	77
3.3.2.1 Sketch.....	77
3.3.3 Teste de protótipo e confecção do produto final.....	81
3.3.4 Resultados.....	81
3.3.5 Resultados da análise de dados e esboço de gráficos.....	82
3.4 Atividades de consolidação.....	83
3.5 Precipitação.....	85
3.5.1 Elementos necessários para a formação de nuvens.....	85
3.5.2 Ciclo da precipitação.....	85
3.5.3 Nuvens.....	86
3.5.4 Tipos de chuva.....	87
3.6 Pluviômetro e coletor.....	89
3.6.1 Coletor.....	89
3.6.1.1 Medida de chuva (h) utilizando o coletor.....	89
3.6.2 Pluviômetro.....	90
3.6.3 Instalação do pluviômetro ou coletor.....	91
3.6.4 Medições e coleta de dados.....	92
3.6.5 Apuração dos dados.....	93
3.6.5.1 Cálculo da média diária de chuva.....	93
3.6.5.2 Apuração dos dados utilizando planilha.....	95
3.6.5.3 Cálculo de média aritmética.....	95
3.6.6 Esboço de gráfico.....	97
3.7 Intensidade de chuva (I).....	99
3.7.1 Análise de níveis de chuva em uma Região.....	99
3.7.1.1 Materiais necessários.....	99
3.7.1.2 Sequência de questionamentos.....	101
3.7.1. Instruções sobre a atividade de análise de dados.....	101
3.8 Atividades de consolidação.....	102
Unidade 4.....	104
4.1 Objetivo geral.....	105
4.1.1 Objetivos Específicos.....	105
4.2 Estudo dos fluidos.....	105
4.3 Fluidos.....	106
4.3.1 Fluidos reais e fluidos ideais.....	106
4.3.2 Tipos de escoamento.....	107
4.3.2.1 Escoamento laminar e turbulento.....	107
4.3.2.2 Escoamento incompressível.....	108

4.3.2.3 Escoamento irrotacional.....	108
4.3.3 Equação de continuidade.....	108
4.3.4 Equação de Bernoulli.....	110
4.4 Vazão de um córrego.....	114
4.4.1 Medições / Coleta de dados.....	114
4.4.2 Preparando o trecho do Córrego.....	114
4.4.3 Orientações para medição da seção transversal.....	115
4.4.4 Orientações para cálculo de vazão.....	116
4.4.5 Média aritmética.....	117
4.4.6 Cálculo da área média da seção.....	117
4.4.7 Cálculo da velocidade escalar média.....	118
4.4.8 Cálculo do tempo médio.....	119
4.4.9 Correções para uma situação real.....	120
4.4.10 Sequência dos cálculos e conclusão da atividade.....	120
4.4.10.1 Resolução da atividade.....	120
4.4.10.2 Cálculo de área média das seções.....	121
4.4.10.3 Cálculo do tempo médio.....	122
4.4.10.4 Cálculo da velocidade média.....	122
4.4.10.5 Cálculo de vazão.....	122
4.5 Atividade - Mudanças nos padrões de vazão.....	124
4.5.1 Objetivos.....	124
4.5.2 Metodologia.....	124
4.5.3 Instruções para a realização da atividade.....	124
4.6 Aplicando a equação de continuidade.....	125
4.6.1 Materiais.....	125
4.6.2 Método.....	125
4.6.3 Instruções para realização da atividade.....	125
4.7 Torneira gotejando.....	127
4.7.1 Materiais.....	127
4.7.2 Método.....	127
4.8 Atividades de consolidação.....	127

Unidade 1

Nesta unidade, buscamos trazer evidências científicas que sustentam a existência das Mudanças Climáticas e compreender os impactos significativos que elas têm em nosso planeta e em nossas vidas. O objetivo é fornecer informações que capacitarão os leitores a entender as possíveis causas das Mudanças Climáticas e as implicações que elas têm para o meio ambiente e a sociedade. Começaremos analisando dados e estudos que demonstram o aumento das temperaturas globais, a elevação do nível do mar, o derretimento das geleiras e muitos outros fenômenos climáticos observados em diferentes regiões do mundo. Ao final desta unidade, esperamos que tenham adquirido um conhecimento mínimo sobre o que são as Mudanças Climáticas, suas evidências, seus impactos por trás deste sistema tão complexo.

1.1 Objetivo Geral

Proporcionar uma introdução sobre as mudanças climáticas, abrangendo suas causas, impactos, aceleração recente, dados e tendências futuras, além de explorar a cooperação internacional, governança climática e estratégias de mitigação.

1.1.1 Objetivos Específicos

- Identificar e detalhar os principais fatores antropogênicos e naturais que contribuem para as mudanças climáticas.
- Examinar os efeitos das mudanças climáticas em diferentes ecossistemas, regiões geográficas e setores econômicos.
- Analisar o conceito de "Grande Aceleração" e sua relação com as mudanças climáticas.
- Explorar como o crescimento exponencial das atividades humanas nas últimas décadas tem influenciado o clima global.
- Compilar e interpretar dados científicos sobre mudanças climáticas, incluindo medições de temperatura, níveis de CO_2 e outros indicadores.
- Projetar cenários futuros com base em modelos climáticos, destacando possíveis evoluções até o final do século.
- Discutir a importância da cooperação internacional na luta contra as mudanças climáticas.
- Entender como a Agenda 2030 e seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) abordam as mudanças climáticas.
- Discutir as principais tendências futuras em políticas, tecnologias e comportamentos sociais que podem influenciar a trajetória das mudanças climáticas.

1.2 Mudanças Climáticas

De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), as Mudanças Climáticas são definidas como variações nos padrões de clima médio da Terra ou em seu sistema climático a longo prazo, resultando de fatores naturais e influências antropogênicas. Essas mudanças podem ocorrer em várias escalas de tempo, desde décadas até milênios. As Mudanças Climáticas têm sido objeto de estudo e preocupação global ao longo das últimas décadas, pois se intensificou (IPCC, 2023).

Existem várias evidências que apontam para o fato de que as Mudanças Climáticas estão ocorrendo. Por exemplo, observou-se um aumento significativo nas concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera, como dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O). As concentrações desses gases têm aumentado a uma taxa alarmante desde a Revolução Industrial.

Além disso, as temperaturas médias globais têm aumentado de forma consistente nas últimas décadas. Isso é evidenciado por meio de registros de temperatura, tanto em superfície como em diferentes camadas da atmosfera. O derretimento das calotas polares e das geleiras também é um indicador importante das mudanças climáticas em andamento (IPCC, 2023).

1.3 Causas das Mudanças Climáticas

As causas das Mudanças Climáticas são multifatoriais, com fatores naturais e influências antropogênicas desempenhando um papel significativo (IPCC, 2022). Entre os fatores naturais, as variações nas atividades solares e vulcânicas podem causar flutuações no clima. A influência humana tem sido cada vez mais evidente. A queima de combustíveis fósseis, como carvão, petróleo e gás natural, para energia e transporte, é uma das principais fontes de emissões de gases de efeito estufa. O desmatamento e a degradação de ecossistemas também contribuem para as mudanças climáticas, pois reduzem a capacidade da vegetação em absorver dióxido de carbono da atmosfera (IPCC, 2023).

1.4 Impactos das Mudanças Climáticas

As mudanças climáticas têm uma ampla gama de impactos em diferentes sistemas naturais e humanos. Por exemplo, os ecossistemas estão experimentando mudanças significativas em sua distribuição geográfica e em seus padrões de comportamento. Espécies estão migrando para altitudes mais elevadas ou latitudes mais frias, a fim de se adaptarem às condições em mudança, o que pode levar a desequilíbrios ecológicos e à extinção de espécies. No âmbito humano, as mudanças climáticas têm efeitos sobre a disponibilidade de água, a produção agrícola, a segurança alimentar, a saúde pública e a infraestrutura. A ocorrência de eventos climáticos extremos, como tempestades mais intensas, secas prolongadas e ondas de calor, tem aumentado, resultando em perdas econômicas e perdas de vidas humanas (IPCC, 2023).

1.5 A grande aceleração

A grande aceleração é um termo utilizado para descrever o período a partir do final da Segunda Guerra Mundial, mais especificamente a partir dos anos 1950, até os dias atuais, caracterizado por um rápido crescimento econômico e populacional, acompanhado por um aumento exponencial no consumo de recursos naturais e na degradação ambiental.

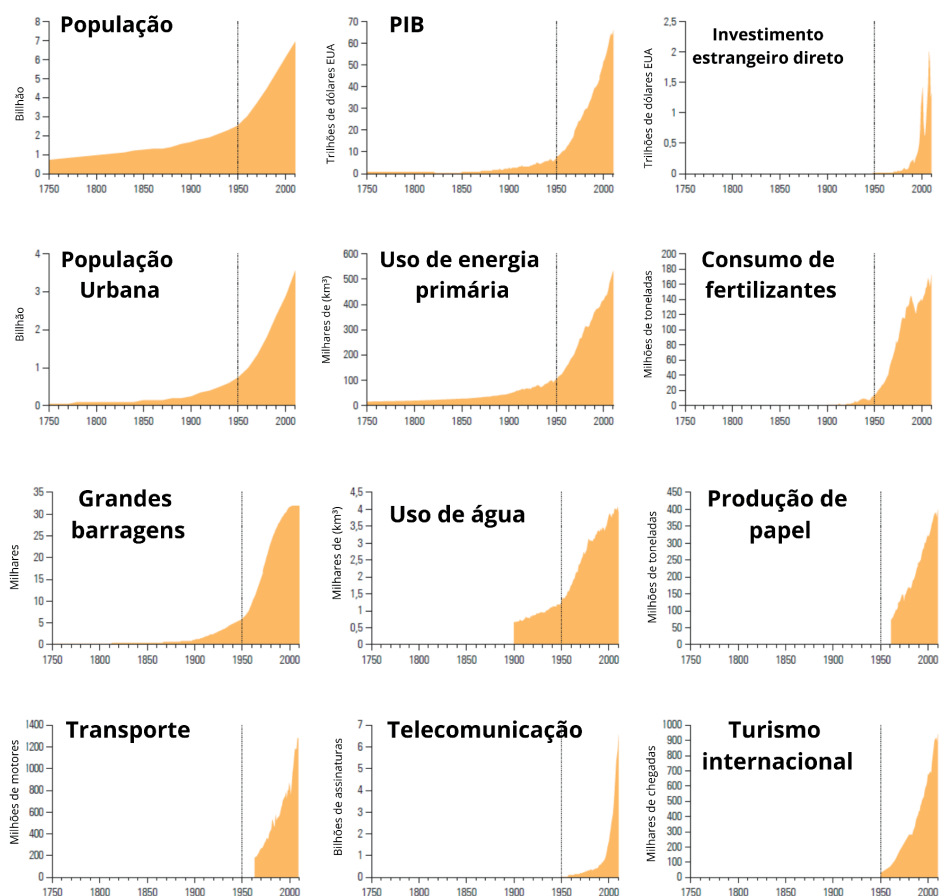


Figura 1.1: Tendências socioeconômicas durante as décadas

Fonte: adaptado de WWF (2018)

Essa fase de aceleração é marcada por mudanças significativas nos padrões de produção e consumo, impulsionados pela industrialização em larga escala, pelo desenvolvimento tecnológico e pelo aumento da urbanização. A população mundial cresceu exponencialmente, passando de cerca de 2,5 bilhões de pessoas em 1950 para mais de 7 bilhões em 2021. Esse rápido aumento populacional, aliado ao crescimento econômico, resultou em um aumento exponencial no consumo de energia, alimentos, água e outros recursos naturais (WWF, 2018). Como mostram as Figuras 1.1 e 1.2.

Além de impactos socioeconômicos, essa aceleração teve um impacto significativo no meio ambiente e nos sistemas naturais do planeta. A demanda crescente por energia levou ao uso intensivo de combustíveis fósseis, resultando em emissões cada vez maiores de gases de efeito estufa, contribuindo para o aquecimento global e as mudanças climáticas.



Figura 1.2: Tendências naturais durante as décadas

Fonte: adaptado de WWF (2018)

O desmatamento e a conversão de ecossistemas naturais para uso agrícola e urbano aumentaram, levando à perda de biodiversidade e à degradação dos ecossistemas (IPCC, 2023). Além disso, a Grande Aceleração também teve um impacto significativo nos ciclos biogeoquímicos, como o ciclo do nitrogênio e do fósforo, levando a problemas como a eutrofização de corpos d'água. A poluição do ar e da água, a produção de resíduos sólidos e a contaminação química também aumentaram drasticamente.

A Grande Aceleração levantou preocupações sobre a sustentabilidade e a capacidade do planeta em suportar a demanda crescente por recursos e absorver os impactos ambientais resultantes. Essa consciência levou ao surgimento de movimentos ambientais e à necessidade de adotar abordagens mais sustentáveis e responsáveis em relação ao desenvolvimento econômico e ao uso de recursos naturais (WWF, 2018).

1.6 Dados e registros

Ao longo da história, o planeta Terra tem experimentado flutuações naturais nas temperaturas globais. No entanto, desde a era industrial e, em particular, após a Grande Aceleração a partir dos anos 1950, temos observado um aumento significativo e alarmante nas temperaturas globais. De acordo com os dados coletados por diversas instituições e organizações científicas em todo o mundo, esse aumento é notavelmente maior do que as variações naturais que ocorreram ao longo de milênios (IPCC, 2023).

Em 2023, a temperatura média da superfície da Terra atingiu o nível mais alto desde o início dos registros em 1880. A análise da NASA, que frequentemente concorda com estudos independentes realizados pela Administração Nacional Oceânica e Atmosférica (NOAA) e outros grupos de pesquisa, revelou que a temperatura global foi aproximadamente 2,45 graus Fahrenheit (cerca de 1,36 graus Celsius) mais elevada do que a média pré-industrial do final do século XIX (1850-1900). Além disso, os últimos 10 anos foram os mais quentes já registrados, o que podemos ver na Figura 1.3 (NASA, 2024).

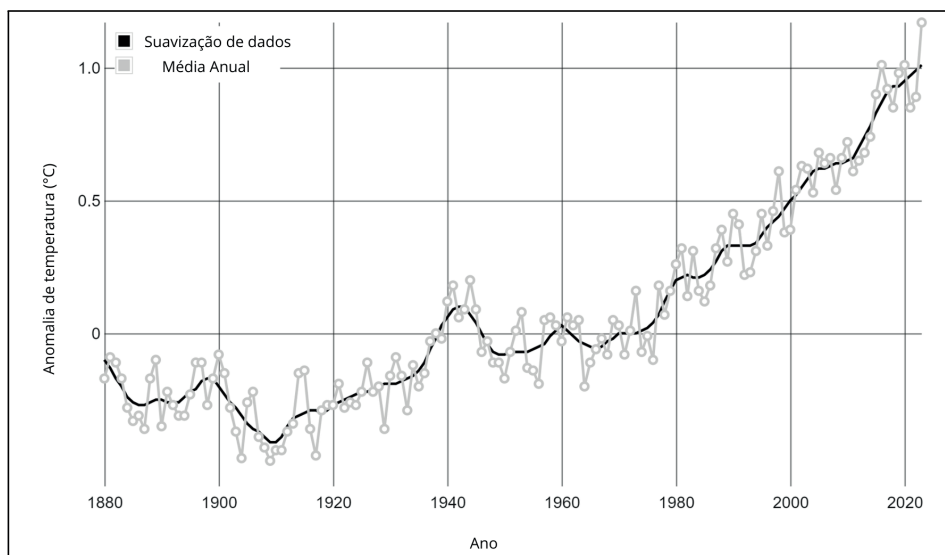


Figura 1.3: Variações na temperatura média global registradas desde 1880

Fonte: Climate.nasa.gov

Além disso, ao analisar dados mais recentes, os anos individuais também mostram um aumento drástico nas temperaturas. Por exemplo, o verão de 2024 foi o mais quente já registrado desde o início dos registros e foram registradas temperaturas significativamente maiores do que a média do século XX. Os aumentos de temperatura têm sido mais pronunciados em algumas regiões do mundo. Por exemplo, o Ártico tem aquecido duas vezes mais rápido do que a média global, resultando em um derretimento acelerado do gelo marinho e das calotas polares. Essa tendência tem impactos devastadores na biodiversidade, nos ecossistemas locais e na elevação do nível do mar (IPCC, 2023).

1.7 Cooperação internacional e governança climática

Dada a natureza global das mudanças climáticas, a cooperação internacional é crucial para enfrentar esse desafio. O IPCC desempenha um papel fundamental na promoção do diálogo e na disseminação de conhecimento científico para apoiar a formulação de políticas climáticas eficazes. Acordos internacionais, como o Acordo de Paris, buscam mobilizar esforços globais para limitar o aquecimento global abaixo de 2°C em relação aos níveis pré-industriais, por meio de metas de redução de emissões e financiamento de ações climáticas. A implementação eficaz desses acordos exige uma governança climática robusta e a participação ativa de governos, setor privado e sociedade civil (IPCC, 2023).

1.7.1 A agenda 2030

A Agenda 2030 é um plano de ação global adotado pelos países-membros das Nações Unidas em setembro de 2015. Ela estabelece um conjunto de 17 objetivos interconectados, com metas e indicadores para orientar o desenvolvimento sustentável em todo o mundo. Esses objetivos são conhecidos como Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e abrangem áreas fundamentais para o desenvolvimento nas dimensões econômica, social e ambiental. Eles visam erradicar a pobreza, proteger o planeta e garantir uma vida digna para todas as pessoas até o ano de 2030 (United Nations, 2024).

De acordo com o site das Nações Unidas (2024), cada ODS possui metas específicas, totalizando 169 metas individuais. Os objetivos são:

1. Erradicação da Pobreza: Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares.
2. Fome Zero e Agricultura Sustentável: Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhorar a nutrição, promovendo a agricultura sustentável.
3. Saúde e Bem-Estar: Garantir uma vida saudável e promover o bem-estar para todas as idades.
4. Educação de Qualidade: Assegurar a educação inclusiva, equitativa e de qualidade, promovendo oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos.
5. Igualdade de Gênero: Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas.
6. Água Potável e Saneamento: Garantir a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos.
7. Energia Limpa e Acessível: Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos.
8. Trabalho Decente e Crescimento Econômico: Promover o crescimento econômico inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos.
9. Indústria, Inovação e Infraestrutura: Construir infraestrutura resiliente, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação.
10. Redução das Desigualdades: Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles.

11. Cidades e Comunidades Sustentáveis: Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.
12. Consumo e Produção Responsáveis: Assegurar padrões de consumo e produção sustentáveis.
13. Ação Contra a Mudança Global do Clima: Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos.
14. Vida na Água: Conservar e usar de forma sustentável os oceanos, mares e recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.
15. Vida Terrestre: Proteger, restaurar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação e deter a perda de biodiversidade.
16. Paz, Justiça e Instituições Eficazes: Promover sociedades pacíficas, justas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis.
17. Parcerias e Meios de Implementação: Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.

As mudanças climáticas levantam questões éticas e de justiça, uma vez que os países e comunidades mais vulneráveis são frequentemente os mais afetados pelos impactos das mudanças climáticas, apesar de terem contribuído menos para as emissões de gases de efeito estufa. A justiça climática envolve ações para garantir a equidade na distribuição dos custos e benefícios das medidas de mitigação e adaptação. Isso inclui o apoio aos países em desenvolvimento na implementação de políticas climáticas, o financiamento de iniciativas de desenvolvimento sustentável e a transferência de tecnologia para ajudar essas nações a lidar com os desafios das mudanças climáticas (United Nations, 2024).

1.8 Tendências futuras

As tendências futuras das mudanças climáticas são preocupantes. Se as emissões de gases de efeito estufa continuarem aumentando no ritmo atual, é provável que ocorram aumentos significativos na temperatura média global, eventos climáticos extremos mais frequentes e intensos, elevação do nível do mar e perda adicional de biodiversidade. No entanto, ações coletivas e individuais podem desempenhar um papel crucial na mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Investimentos em tecnologias limpas, eficiência energética, energias renováveis e práticas sustentáveis podem ajudar a reduzir as emissões e a construir um futuro mais resiliente e sustentável.

As mudanças climáticas são um desafio global complexo e urgente que requer uma abordagem abrangente. As evidências científicas são claras sobre o fato de que as atividades humanas desempenham um papel significativo nesse fenômeno. A redução das emissões de gases de efeito estufa, a adaptação às mudanças em andamento e a cooperação internacional são fundamentais para enfrentar esse desafio e garantir um futuro sustentável para as gerações futuras.

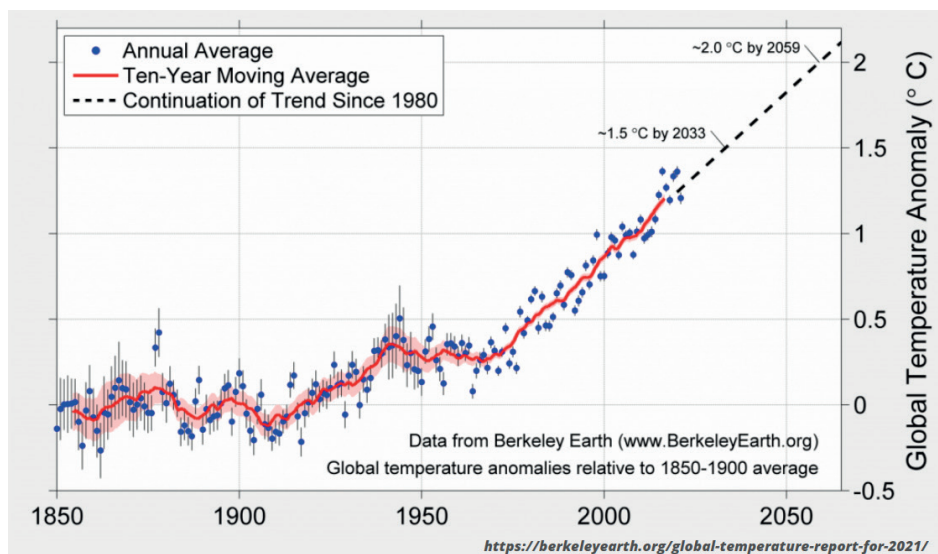


Figura 1.4: Tendências futuras dos padrões temperatura global
Fonte: <https://berkeleyearth.org/global-temperature-report-for-2021/>

É crucial que governos, setor privado, sociedade civil e indivíduos assumam a responsabilidade e ajam em prol da preservação do clima e do planeta (IPCC, 2023).

1.9 Mitigação das Mudanças Climáticas

A mitigação das mudanças climáticas envolve a redução das emissões de gases de efeito estufa e a implementação de práticas sustentáveis para minimizar os impactos no clima. Isso requer a transição para fontes de energia limpa e renovável, como a energia solar, eólica e hidrelétrica, em vez de depender de combustíveis fósseis (IPCC, 2023). Além disso, a eficiência energética desempenha um papel crucial na redução das emissões. Isso pode ser alcançado através da adoção de tecnologias mais eficientes, melhoria do isolamento de edifícios e promoção de práticas de transporte sustentáveis, como o uso de veículos elétricos e o desenvolvimento de redes de transporte público eficientes. Devido às mudanças no clima que já estão ocorrendo e às futuras tendências projetadas, a adaptação é essencial para lidar com os impactos. Isso envolve a implementação de medidas que reduzam a vulnerabilidade de sistemas naturais e sociais às mudanças climáticas. No contexto dos ecossistemas, a conservação e a restauração de habitats são fundamentais para aumentar a resiliência e a capacidade de adaptação das espécies. No âmbito humano, medidas como o planejamento urbano sustentável, a gestão de recursos hídricos, a implementação de práticas agrícolas adaptativas e a promoção da saúde pública são importantes para reduzir os riscos associados às mudanças climáticas (IPCC, 2022).

1.10 Questionário sobre Mudanças Climáticas

Aqui seguem as atividades para diagnosticar o que os estudantes pensam a respeito das Mudanças Climáticas.

Questão múltipla escolha:

1. Você já ouviu falar em Mudanças Climáticas?

- a) Sim
- b) Não
- c) Talvez

Questão discursiva:

1. Escreva 6 palavras ou expressões relacionadas a Mudanças Climáticas.

Questões de múltipla escolha de vestibulares e Enem

1. (Brasil Escola) As mudanças climáticas estão ocorrendo e já é possível notar algumas modificações que provavelmente relacionam-se com a ação do homem na biosfera. Assim sendo, são necessárias ações urgentes para que nosso impacto no meio ambiente seja reduzido. Analise as alternativas abaixo e marque aquela que não indica uma forma de deter o avanço das mudanças climáticas.

- a) Realizar técnicas na agricultura que evitam a emissão de carbono
- b) Criar programas de reflorestamento, principalmente em áreas urbanas
- c) Aumentar o uso de combustíveis fósseis
- d) Realizar frequentemente a regulação dos carros
- e) Realizar consumo consciente

2. (Brasil Escola) Muitas pessoas acreditam que as mudanças climáticas afetam exclusivamente a temperatura do planeta, provocando o aquecimento global. Entretanto, muitas vezes, essas pessoas esquecem que, ao aumentar a temperatura, uma série de organismos e ecossistemas são gravemente afetados. Observe as alternativas abaixo e marque a única que não é uma consequência do aquecimento global.

- a) Diminuição da biodiversidade
- b) Alterações do regime de chuvas
- c) Secas prolongadas
- d) Aumento da frequência de terremotos
- e) Aumento de doenças respiratórias