

ipcc

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA

# MUDANÇA DO CLIMA 2023

## Relatório Síntese

Um Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima



## Informações sobre a versão traduzida à língua portuguesa

### Coordenação

Alexander Rose  
Lucas Tiago Araújo  
Márcio Rojas da Cruz  
Maria Fernanda Pistori  
Paloma Capistrano Pinheiro

### Tradução

SJR Assessoria e Tradução LTDA

### Revisão

Antônio Marcos Mendonça  
Diogo Víctor Santos  
Eliana Macedo  
Elisa Badziack, EN2 Consultoria Ambiental  
Ricardo Vieira Araujo  
Sonia Regina Mudrovitsch de Bittencourt

### Diagramação

Pituri

Esta tradução do **Relatório Síntese do Sexto Relatório de Avaliação do IPCC** não é uma tradução oficial do IPCC. Foi realizada pelo Governo do Brasil e pelo Pacto Global da ONU no Brasil com o objetivo de refletir da forma mais precisa a linguagem usada no texto original.

Como órgão das Nações Unidas, o IPCC publica os seus relatórios nas seis línguas oficiais da ONU (árabe, chinês, inglês, francês, russo, espanhol). Versões nesses idiomas estão disponíveis para download em [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch). Para mais informações, entre em contato com o Secretariado do IPCC (Endereço: 7bis Avenue de la Paix, C.P. 2300, 1211 Geneva 2, Suíça; e-mail: [ipcc-sec@wmo.int](mailto:ipcc-sec@wmo.int)).



**Pacto Global**  
Rede Brasil

MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÃO



# MUDANÇA DO CLIMA 2023

## Relatório Síntese

Editado por

### A Equipe Principal de Redação

Relatório Síntese  
IPCC

### Hoesung Lee

Presidente  
IPCC

### José Romero

Chefe da Unidade de Apoio Técnico  
IPCC

### Equipe Principal de Redação

Hoesung Lee (Presidente), Katherine Calvin (EUA), Dipak Dasgupta (Índia/EUA), Gerhard Krinner (França/Alemanha), Aditi Mukherji (Índia), Peter Thorne (Irlanda/Reino Unido), Christopher Trisos (África do Sul), José Romero (Suíça), Paulina Aldunce (Chile), Ko Barrett (EUA), Gabriel Blanco (Argentina), William W. L. Cheung (Canadá), Sarah L. Connors (França/Reino Unido), Fatima Denton (Gâmbia), Aïda Diongue-Niang (Senegal), David Dodman (Jamaica/Reino Unido/Países Baixos), Matthias Garschagen (Alemanha), Oliver Geden (Alemanha), Bronwyn Hayward (Nova Zelândia), Christopher Jones (Reino Unido), Frank Jotzo (Austrália), Thelma Krug (Brasil), Rodel Lasco (Filipinas), June-Yi Lee (República da Coreia), Valérie Masson-Delmotte (França), Malte Meinshausen (Austrália/Alemanha), Katja Mintenbeck (Alemanha), Abdalah Mokssit (Marrocos), Friederike E. L. Otto (Reino Unido/Alemanha), Minal Pathak (Índia), Anna Pirani (Itália), Elvira Poloczanska (Reino Unido/Austrália), Hans-Otto Pörtner (Alemanha), Aromar Revi (Índia), Debra C. Roberts (África do Sul), Joyashree Roy (Índia/Tailândia), Alex C. Ruane (EUA), Jim Skea (Reino Unido), Priyadarshi R. Shukla (Índia), Raphael Slade (Reino Unido), Aimée Slangen (Países Baixos), Youba Sokona (Mali), Anna A. Sörensson (Argentina), Melinda Tignor (EUA/Alemanha), Detlef van Vuuren (Países Baixos), Yi-Ming Wei (China), Harald Winkler (África do Sul), Panmao Zhai (China), Zinta Zommers (Letônia)

### Unidade de Apoio Técnico ao Relatório Síntese

José Romero (Suíça), Jinmi Kim (República da Coreia), Erik F. Haites (Canadá), Yonghun Jung (República da Coreia), Robert Stavins (EUA), Arlene Birt (EUA), Meeyoung Ha (República da Coreia), Dan Jezreel A. Orendain (Filipinas), Lance Ignon (EUA), Semin Park (República da Coreia), Youngin Park (República da Coreia)

### Referência a este relatório:

IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001

### **Equipe Estendida de Redação**

Jean-Charles Hourcade (França), Francis X. Johnson (Tailândia/Suécia), Shonali Pachauri (Áustria/Índia), Nicholas P. Simpson (África do Sul/Zimbábue), Chandni Singh (Índia), Adelle Thomas (Bahamas), Edmond Totin (Benim)

### **Editores de Revisão**

Paola Arias (Colômbia), Mercedes Bustamante (Brasil), Ismail Elgizouli (Sudão), Gregory Flato (Canadá), Mark Howden (Austrália), Carlos Méndez (Venezuela), Joy Jacqueline Pereira (Malásia), Ramón Pichs-Madruga (Cuba), Steven K Rose (EUA), Yamina Saheb (Argélia/França), Roberto Sánchez Rodríguez (México), Diana Ürge-Vorsatz (Hungria), Cunde Xiao (China), Noureddine Yassaa (Argélia)

### **Autores Contribuintes**

Andrés Alegria (Alemanha/Honduras), Kyle Armour (EUA), Birgit Bednar-Friedl (Áustria), Kornelis Blok (Holanda), Guéladio Cissé (Suíça/Mauritânia/França), Frank Dentener (UE/Países Baixos), Siri Eriksen (Noruega), Erich Fischer (Suíça), Gregory Garner (EUA), Céline Guivarch (França), Marjolijn Haasnoot (Países Baixos), Gerrit Hansen (Alemanha), Mathias Hauser (Suíça), Ed Hawkins (Reino Unido), Tim Hermans (Holanda), Robert Kopp (EUA), Noëmie Leprince-Ringuet (França), Jared Lewis (Austrália/Nova Zelândia), Debora Ley (México/Guatemala), Chloé Ludden (Alemanha/França), Leila Niamir (Irã/Holanda/Áustria), Zebedee Nicholls (Austrália), Shreya Some (Índia/Tailândia), Sophie Szopa (França), Blair Trewin (Austrália), Kaj-Ivar van der Wijst (Países Baixos), Gundula Winter (Holanda/Alemanha), Maximilian Witting (Alemanha)

### **Comitê de Coordenação Científica**

Hoesung Lee (Presidente, IPCC), Amjad Abdulla (Maldivas), Edvin Aldrian (Indonésia), Ko Barrett (Estados Unidos da América), Eduardo Calvo (Peru), Carlo Carraro (Itália), Diriba Korecha Dadi (Etiópia), Fatima Driouech (Marrocos), Andreas Fischlin (Suíça), Jan Fuglestvedt (Noruega), Thelma Krug (Brasil), Nagmeldin G.E. Mahmoud (Sudão), Valérie Masson-Delmotte (França), Carlos Méndez (Venezuela), Joy Jacqueline Pereira (Malásia), Ramón Pichs-Madruga (Cuba), Hans-Otto Pörtner (Alemanha), Andy Reisinger (Nova Zelândia), Debra C. Roberts (África do Sul), Sergey Semenov (Federação Russa), Priyadarshi Shukla (Índia), Jim Skea (Reino Unido), Youba Sokona (Mali), Kiyoto Tanabe (Japão), Muhammad Irfan Tariq (Paquistão), Diana Ürge-Vorsatz (Hungria), Carolina Vera (Argentina), Pius Yanda (República Unida da Tanzânia), Noureddine Yassaa (Argélia), Taha M. Zatari (Arábia Saudita), Panmao Zhai (China)

### **Concepção Visual e Design de Informação**

Arlene Birt (EUA), Meeyoung Ha (República da Coreia)

**Capa:** Concebida por Meeyoung Ha, IPCC SYR TSU

### **Referência Fotográfica**

"Fog opening the dawn" de Chung Jin Sil

The Weather and Climate Photography & Video Contest 2021, Korea Meteorological Administration

<http://www.kma.go.kr/kma> © KMA

## **PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA**

© Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima, 2023

ISBN 978-92-9169-164-7

As designações utilizadas e a apresentação do material em mapas não implicam a manifestação de qualquer opinião por parte do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima com relação à situação jurídica de qualquer país, território, cidade ou área ou de suas autoridades, ou com relação à delimitação de suas fronteiras ou limites. A menção de empresas ou produtos específicos não implica que sejam apoiados ou recomendados pelo IPCC em detrimento de outros de natureza semelhante, que não são mencionados ou anunciados. O IPCC se reserva o direito de publicação impressa, eletrônica e em qualquer outra forma e em qualquer idioma.

Pequenos trechos desta publicação podem ser reproduzidos sem autorização, desde que a fonte completa seja claramente indicada.

Correspondência editorial e solicitações de publicação, reprodução ou tradução de artigos, em parte ou no todo, devem ser endereçados a: IPCC c/o World Meteorological Organization (WMO) 7bis, avenue de la Paix Tel.: +41 22 730 8208 PO Box 2300 Fax: +41 22 730 8025 CH 1211 Genebra 2, Suíça E-mail: IPCC-Sec@wmo.int [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

# **Apresentação e Prefácio**



## Apresentação

Este Relatório Síntese (SYR) conclui o Sexto Relatório de Avaliação (AR6) do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC). O SYR sintetiza e integra os materiais contidos nos três Relatórios de Avaliação dos Grupos de Trabalho e nos Relatórios Especiais que contribuem para o AR6. Ele aborda uma ampla gama de questões politicamente relevantes, mas neutras em termos de política, aprovadas pelo Painel.

O SYR é a síntese da avaliação mais abrangente da mudança do clima realizada até o momento pelo IPCC: Mudança do Clima 2021: A Base das Ciências Físicas; Mudança do Clima 2022: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade; e Mudança do Clima 2022: Mitigação da Mudança do Clima. O SYR também se baseia nas constatações dos Relatórios Especiais concluídos como parte da Sexta Avaliação – Aquecimento Global de 1,5°C (2018): um Relatório Especial do IPCC sobre os impactos do aquecimento global de 1,5°C acima dos níveis pré-industriais e os caminhos de emissões globais de gases de efeito estufa relacionados, no contexto do fortalecimento da resposta global à ameaça da mudança do clima, do desenvolvimento sustentável e dos esforços para erradicar a pobreza (SR1.5); Mudança do Clima e Terra (2019): um Relatório Especial do IPCC sobre mudança do clima, desertificação, degradação do solo, manejo sustentável do solo, segurança alimentar e fluxos de gases de efeito estufa em ecossistemas terrestres (SRCCL); e O Oceano e a Criosfera de um Clima em Mudança (2019) (SROCC).

O AR6 SYR confirma que o uso insustentável e desigual de energia e da terra, bem como mais de um século de queima de combustíveis fósseis, inequivocamente causaram o aquecimento global, com a temperatura da superfície global atingindo 1,1°C a mais que no período de 1850–1900 em 2011–2020. Isto vem resultando em impactos adversos generalizados e perdas e danos relacionados à natureza e às pessoas. Os compromissos de contribuições nacionalmente determinadas (NDCs) até 2030 mostram que a temperatura aumentará em 1,5°C na primeira metade da década de 2030, e será muito difícil controlar o aumento da temperatura dentro de 2,0°C até o final do século XXI. Cada incremento no aquecimento global intensificará os riscos múltiplos e simultâneos em todas as regiões do mundo.

O relatório aponta que a limitação do aquecimento global causado pelo homem requer emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub>. A mitigação profunda, rápida e sustentada e a implementação acelerada de ações de adaptação nesta década reduziriam as perdas e os danos projetados para os seres humanos e ecossistemas e proporcionariam muitos co-benefícios, especialmente para a qualidade do ar e saúde. Ações atrasadas de mitigação e adaptação bloqueariam a infraestrutura de altas emissões, aumentariam os riscos de ativos ociosos e escalada de custos, reduziriam a viabilidade e aumentariam as perdas e danos. Ações de curto prazo envolvem altos investimentos iniciais e mudanças potencialmente perturbadoras que podem ser atenuadas por uma série de políticas facilitadoras.

Como um órgão intergovernamental estabelecido em 1988 pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), o IPCC vem fornecendo aos formuladores de políticas as avaliações científicas e técnicas mais confiáveis e objetivas do campo. A partir de 1990, essa série de

Relatórios de Avaliação, Relatórios Especiais, Documentos Técnicos, Relatórios Metodológicos e outros produtos do IPCC se tornaram obras de referência padrão.

O SYR foi possível graças ao trabalho voluntário, à dedicação e ao compromisso de milhares de especialistas e cientistas de todo o mundo, representando uma variedade de pontos de vista e disciplinas. Gostaríamos de expressar nossa profunda gratidão a todos os membros da Equipe de Redação Principal do SYR, aos membros da Equipe de Redação Ampliada, aos Autores Colaboradores e aos Editores Revisores, que assumiram com entusiasmo o enorme desafio de produzir um SYR excepcional, para além das outras tarefas com as quais já haviam se comprometido durante o ciclo do AR6. Gostaríamos também de agradecer à equipe da Unidade de Suporte Técnico do SYR e ao Secretariado do IPCC por sua dedicação na organização da produção deste relatório do IPCC.

Também gostaríamos de reconhecer e agradecer aos governos dos países membros do IPCC por seu apoio aos cientistas na elaboração deste relatório e por suas contribuições ao Fundo Fiduciário do IPCC para fornecer a base para a participação de especialistas de países em desenvolvimento e países com economias em transição. Gostaríamos de expressar nossa gratidão ao governo de Singapura por sediar a Reunião de Escopo do SYR, ao governo da Irlanda por sediar a terceira reunião da Equipe de Redação Principal do SYR e ao governo da Suíça por sediar a 58ª Sessão do IPCC, onde o SYR foi aprovado. O generoso apoio financeiro do governo da República da Coreia permitiu o bom funcionamento da Unidade de Suporte Técnico do SYR. E é com gratidão que reconhecemos esse apoio.

Gostaríamos especialmente de expressar nossa gratidão ao presidente, aos vice-presidentes e aos co-presidentes do IPCC por seu dedicado trabalho durante a produção deste relatório.



**Petteri Taalas**

Secretário-Geral da Organização Meteorológica Mundial



**Inger Andersen**

Secretária-Geral Adjunta das Nações Unidas e Diretora Executiva do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente



## Prefácio

Este Relatório Síntese (SYR) constitui o produto final do Sexto Relatório de Avaliação (AR6) do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC). Ele resume o nível do conhecimento sobre a mudança do clima, seus impactos e riscos generalizados e a mitigação e adaptação à mudança do clima com base na literatura científica, técnica e socioeconômica revisada por pares desde a publicação do Quinto Relatório de Avaliação (AR5) do IPCC em 2014.

Este SYR destila, sintetiza e integra as principais conclusões das três contribuições do Grupo de Trabalho – Mudança do Clima 2021: A Base das Ciências Físicas; Mudança do Clima 2022: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade; e Mudança do Clima 2022: Mitigação da Mudança do Clima. O SYR também se baseia nas constatações dos Relatórios Especiais concluídos como parte da Sexta Avaliação – Aquecimento Global de 1,5°C (2018): um Relatório Especial do IPCC sobre os impactos do aquecimento global de 1,5°C acima dos níveis pré-industriais e os caminhos de emissões globais de gases de efeito estufa relacionados, no contexto do fortalecimento da resposta global à ameaça da mudança do clima, do desenvolvimento sustentável e dos esforços para erradicar a pobreza (SR1.5); Mudança do Clima e Terra (2019): um Relatório Especial do IPCC sobre mudança do clima, desertificação, degradação do solo, manejo sustentável do solo, segurança alimentar e fluxos de gases de efeito estufa em ecossistemas terrestres (SRCCL); e O Oceano e a Criosfera de um Clima em Mudança (2019) (SROCC). O SYR, portanto, é uma compilação abrangente e oportuna das mais recentes avaliações da literatura científica, técnica e socioeconômica sobre mudança do clima.

### Escopo do relatório

O SYR é uma síntese independente do material mais politicamente relevante baseado na literatura científica, técnica e socioeconômica avaliada durante a Sexta Avaliação. Este relatório integra as principais conclusões dos relatórios do Grupo de Trabalho do AR6 e dos três Relatórios Especiais do AR6. Ele reconhece a interdependência entre clima, ecossistemas e biodiversidade e sociedades humanas; o valor de diversas formas de conhecimento; e a estreita ligação entre adaptação à mudança do clima, mitigação, saúde dos ecossistemas, bem-estar humano e desenvolvimento sustentável. Com base em múltiplas estruturas analíticas, incluindo as das ciências físicas e sociais, este relatório identifica oportunidades de ação transformadora que são transições de sistemas efetivas, viáveis, justas e equitativas e caminhos de desenvolvimento resilientes. Diferentes esquemas de classificação regional são utilizados para aspectos físicos, sociais e econômicos, refletindo a literatura subjacente.

O Relatório Síntese enfatiza os riscos de curto prazo e as opções para lidar com eles, buscando fornecer aos formuladores de políticas uma noção da urgência necessária para tratar da mudança global do clima. O relatório também fornece informações importantes sobre como os riscos climáticos interagem não apenas entre si, mas também com riscos não relacionados ao clima. Ele descreve a interação entre mitigação e adaptação e a forma como esta combinação pode melhor enfrentar

o desafio climático e produzir co-benefícios valiosos. Ele destaca a forte conexão entre equidade e ação climática e por que soluções mais equitativas são vitais para lidar com a mudança do clima. Ele também enfatiza como a crescente urbanização oferece uma oportunidade para uma ação climática ambiciosa visando promover o desenvolvimento resiliente ao clima e o desenvolvimento sustentável para todos. E ressalta como a restauração e a proteção dos ecossistemas terrestres e oceânicos podem trazer múltiplos benefícios para a biodiversidade e outras metas sociais, ao passo que não o fazer representa um enorme risco para a garantia de um planeta saudável.

### Estrutura

O SYR inclui um Resumo para Formuladores de Políticas (SPM) e um relatório mais longo do qual o SPM é derivado, além de anexos.

Para facilitar o acesso aos resultados do SYR para um público amplo, cada parte do SPM traz as principais conclusões. Juntas, essas 18 principais conclusões fornecem um resumo abrangente em linguagem simples e não técnica para a fácil assimilação por leitores de diferentes esferas da vida.

O SPM segue uma estrutura e sequência semelhantes às do relatório mais longo, mas algumas questões abordadas em mais de uma seção do relatório mais longo são resumidas em um único local no SPM. Cada parágrafo do SPM contém referências ao texto de apoio no relatório mais longo. Por sua vez, o relatório mais longo contém referências extensas a partes relevantes dos Relatórios do Grupo de Trabalho ou dos Relatórios Especiais mencionados acima.

O relatório mais longo está estruturado em torno de três tópicos principais, conforme determinado pelo Painel. Uma breve introdução (Seção 1) é seguida por três seções.

A Seção 2, "Situação Atual e Tendências", começa com a avaliação das evidências observacionais da mudança do nosso clima, dos fatores históricos e atuais da mudança do clima induzida pelo homem e de seus impactos. Avalia, também, a implementação atual das opções de resposta para adaptação e mitigação. A Seção 3, 'Perspectivas Climáticas e de Desenvolvimento de Longo Prazo', fornece uma avaliação de longo prazo da mudança do clima até 2100 e além sob uma ampla gama de perspectivas socioeconômicas. Nela são considerados os impactos, os riscos e os custos de longo prazo nos caminhos de adaptação e mitigação no contexto do desenvolvimento sustentável. A seção 4, 'Respostas de Curto Prazo para um Clima em Transformação', avalia as oportunidades para ampliar as ações efetivas no período até 2040, no contexto das promessas e compromissos climáticos e da busca do desenvolvimento sustentável.

Os anexos contendo um glossário de termos utilizados, lista de acrônimos, autores, Editores de Revisão, o Comitê Científico Diretor do SYR e revisores especialistas completam o relatório.

## Processo

O SYR foi elaborado de acordo com os procedimentos do IPCC. Uma reunião de escopo para desenvolver um esboço detalhado do Relatório Síntese do AR6 foi realizada em Singapura, de 21 a 23 de outubro de 2019, tendo o esboço produzido nessa reunião sido aprovado pelo Painel na 52ª Sessão do IPCC, de 24 a 28 de fevereiro de 2020, em Paris, França.

De acordo com os procedimentos do IPCC, o Presidente do IPCC, em consulta com os Co-Presidentes dos Grupos de Trabalho, indicou autores para a Equipe de Redação Principal (CWT) do SYR. Um total de 30 membros do CWT e 9 Editores de Revisão foram selecionados e aceitos pelo Bureau do IPCC em sua 58ª sessão, em 19 de maio de 2020. No processo de desenvolvimento do SYR, 7 autores da Equipe de Redação Ampliada (EWT) foram selecionados pela CWT e aprovados pelo Presidente e pelo Bureau do IPCC, e 28 Autores Contribuintes foram selecionados pela CWT com a aprovação do Presidente. Esses autores adicionais foram selecionados para aprimorar e aprofundar a experiência necessária para a elaboração do Relatório. O Presidente estabeleceu, na 58ª Sessão do Bureau, um Comitê Científico Diretor (SSC) do SYR com o mandato de aconselhar o desenvolvimento do SYR. O SSC do SYR era composto pelos membros do Bureau do IPCC, exceto os membros que já atuavam como Editores de Revisão do SYR.

Devido à pandemia de Covid-19, as duas primeiras reuniões da CWT foram realizadas virtualmente, de 25 a 29 de janeiro de 2021 e de 16 a 20 de agosto de 2021. A Minuta de Primeira Ordem (FOD) foi liberada para especialistas e governos para análise em 10 de janeiro de 2022, com comentários até 20 de março de 2022. A CWT se reuniu em Dublin, de 25 a 28 de março de 2022, para discutir a melhor forma de revisar a FOD e abordar os mais de 10.000 comentários recebidos. Os Editores de Revisão monitoraram o processo de revisão para garantir que todos os comentários recebessem a devida consideração. O IPCC distribuiu uma versão final do Sumário para Formuladores de Políticas e um relatório mais longo do SYR aos governos para revisão de 21 de novembro de 2022 a 15 de janeiro de 2023, que resultou em mais de 6.000 comentários. Uma minuta final do SYR para aprovação, incorporando os comentários da distribuição final do governo, foi enviada aos governos membros do IPCC em 8 de março de 2023.

O Painel, em sua 58ª Sessão realizada de 13 a 17 de março de 2023 em Interlaken, Suíça, aprovou o SPM linha por linha e adotou o relatório mais longo seção por seção.

## Agradecimentos

O SYR foi possível graças ao trabalho árduo e ao compromisso com a excelência demonstrado pelos Facilitadores da Seção, membros da CWT e da EWT e Autores Colaboradores. Agradecemos especificamente aos Facilitadores de Seção Kate Calvin, Dipak Dasgupta, Gerhard Krinner, Aditi Mukherji, Peter Thorne e Christopher Trisos, cujo trabalho foi essencial para garantir o alto padrão das seções do relatório mais longo e do SPM.

Gostaríamos de expressar nossa gratidão aos governos membros do IPCC, às organizações observadoras e aos revisores especialistas por fornecerem comentários construtivos sobre os relatórios preliminares. Gostaríamos de agradecer aos Editores de Revisão Paola Arias, Mercedes Bustamante, Ismail Elgizouli, Gregory Flato, Mark Howden, Steven Rose, Yamina Saheb, Roberto Sánchez e Cunde Xiao por seu trabalho no tratamento dos comentários da FOD, e também a Gregory Flato, Carlos Méndez, Joy Jacqueline Pereira, Ramón Pichs-Madruga, Diana Ürge-Vorsatz e Nouredine Yassaa por seu trabalho durante a sessão de aprovação, colaborando com as equipes de autores para garantir a consistência entre o SPM e os relatórios subjacentes.

Agradecemos aos membros do SSC pelos seus atenciosos conselhos e pelo apoio ao SYR durante todo o processo: os Vice-Presidentes do IPCC, Ko Barret, Thelma Krug e Youba Sokona; os Co-Presidentes dos Grupos de Trabalho (GT) e da Força-Tarefa de Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa (TFI) Valérie Masson-Delmotte, Panmao Zhai, Hans-Otto Pörtner, Debra Roberts, Priyadarshi R. Shukla, Jim Skea, Eduardo Calvo Buendía e Kiyoto Tanabe; os Vice-Presidentes do GT Edvin Aldrian, Fatima Driouech, Jan Fuglestedt, Muhammad Tariq, Carolina Vera, Nouredine Yassaa, Andreas Fischlin, Joy Jacqueline Pereira, Sergey Semenov, Pius Yanda, Taha M, Zatar, Amjad Abdulla, Carlo Carraro, Diriba Korecha Dadi, Nagmeldin G.E. Mahmoud, Ramón Pichs-Madruga, Andy Reisinger e Diana Ürge-Vorsatz. Os Vice-Presidentes do IPCC e os Co-Presidentes dos GTs também atuaram como membros da CWT e agradecemos por suas contribuições.

Gostaríamos de agradecer ao Secretariado do IPCC por sua orientação e apoio ao SYR na elaboração, divulgação e publicação do Relatório: a Secretária Adjunta Emira Fida, Mudathir Abdallah, Jesbin Baidya, Laura Biagioni, Oksana Ekzarkho, Judith Ewa, Joëlle Fernandez, Emelie Larrode, Jennifer Lew Schneider, Andrej Mahecic, Nina Peeva, Mxolisi Shongwe, Melissa Walsh e Werani Zabula. O seu apoio ao sucesso do SYR foi realmente excepcional durante todo o processo.

Nossos agradecimentos a José Romero, Chefe da Unidade de Suporte Técnico do SYR (SYR TSU), e a Jinmi Kim, Diretor de Administração, e aos membros da TSU do SYR, Arlene Birt, Meeyoung Ha, Erik Haites, Lance Igon, Yonghun Jung, Dan Jezreel Orendain, Robert Stavins, Semin Park e Youngin Park, pelo trabalho árduo para facilitar o desenvolvimento e a produção do SYR, com profundo comprometimento e dedicação para garantir um SYR excepcional. Nossos agradecimentos também a Woochong Um e sua equipe no Banco Asiático de Desenvolvimento pela facilitação da operação da TSU do SYR.

Agradecemos o entusiasmo, a dedicação e as contribuições profissionais dos membros da TSU do GT Sarah Connors, Clotilde Péan e Anna Pirani do GT I, Marlies Craig, Katja Mintenbeck, Elvira Poloczanska e Melinda Tignor do GT II e Roger Fradera, Minal Pathak, Raphael Slade, Shreya Some e Geninha Gabao Lisboa do GT III, trabalhando em equipe com a TSU do SYR, tendo contribuído para o sucesso da sessão.

Somos gratos aos governos membros do IPCC que gentilmente sediaram a reunião de escopo do SYR, Reunião da CWT e a 58ª Sessão do IPCC: Singapura, Irlanda e Suíça, respectivamente. Expressamos nossos agradecimentos aos governos membros do IPCC, à OMM, ao PNUMA e

à UNFCCC por suas contribuições ao Fundo Fiduciário, que apoiou vários elementos de despesas. Gostaríamos de agradecer particularmente à Administração Meteorológica da Coreia, República da Coreia, pelo seu generoso apoio financeiro à TSU do SYR. Reconhecemos o apoio das organizações-mãe do IPCC, o PNUMA e a OMM, especialmente a OMM, por sediar o Secretariado do IPCC. Por fim, gostaríamos de expressar nossa profunda gratidão à UNFCCC por sua cooperação em vários estágios deste empreendimento e pelo destaque dado ao nosso trabalho em vários fóruns.



**Hoesung Lee**  
Presidente do IPCC



**Abdalah Mokssit**  
Secretário do IPCC



# Índice

## Início

<b>Apresentação</b> .....	<b>07</b>
<b>Prefácio</b> .....	<b>09</b>

## SFP

<b>Sumário para Formuladores de Políticas</b> .....	<b>17</b>
<b>Introdução</b> .....	<b>19</b>
A. Situação Atual e Tendências.....	20
Caixa SPM.1   O uso de cenários e trajetórias modeladas no Relatório Síntese AR6.....	25
B. Futuras Mudanças do Clima, Riscos e Respostas de Longo Prazo .....	28
C. Respostas a Curto Prazo .....	41

## Seções

<b>Mudança do Clima 2023</b> .....	<b>53</b>
<b>Seção 1: Introdução</b> .....	<b>55</b>
<b>Seção 2: Situação Atual e Tendências</b> .....	<b>59</b>
2.1. Mudanças Observadas, Impactos e Atribuições.....	60
2.1.1. Aquecimento Observado e suas Causas .....	60
2.1.2. Mudanças e Impactos do Sistema Climático Observados até o Momento .....	64
2.2. Respostas Adotadas até o Momento.....	70
2.2.1. Definição de Políticas Globais .....	70
2.2.2. Ações de Mitigação até o Momento .....	70
2.2.3. Ações de Adaptação até o Momento .....	73
2.3. Ações e Políticas Atuais de Mitigação e Adaptação não são Suficientes.....	74
2.3.1. A Lacuna entre Políticas de Mitigação, Compromissos e Trajetórias que Limitam o Aquecimento a 1,5 ou Abaixo de 2°C .....	75
<b>Caixa de Seção Transversal</b>	
<b>1. Entendendo as Emissões Líquidas Zero de CO<sub>2</sub> e as Emissões Líquidas Zero de GEE</b> .....	<b>78</b>
2.3.2. Lacunas e Barreiras para Adaptação .....	79
2.3.3. Falta de Financiamento como Barreira para a Ação Climática.....	80
<b>Caixa de Seção Transversal</b>	
<b>2. Cenários, Níveis de Aquecimento Global e Riscos</b> .....	<b>81</b>

<b>Seção 3: Perspectivas de Clima e de Desenvolvimento no Longo Prazo .....</b>	<b>85</b>
3.1. Mudança do Clima no Longo Prazo, Impactos e Riscos Relacionados .....	86
3.1.1. Mudança do Clima no Longo Prazo .....	86
3.1.2. Impactos e Riscos Relacionados .....	89
3.1.3. Probabilidade e Riscos de Mudanças Abruptas e Irreversíveis .....	95
3.2. Opções e Limites de Adaptação no Longo Prazo .....	96
3.3. Trajetórias de Mitigação .....	100
3.3.1. Orçamento de Carbono Remanescente .....	100
3.3.2. Emissões Líquidas Zero: Cronogramas e Implicações .....	103
3.3.3. Contribuições Setoriais para a Mitigação .....	105
3.3.4. Trajetórias sendo Ultrapassadas: Aumento dos Riscos e Outras Implicações .....	106
3.4. Interações no Longo Prazo entre Adaptação, Mitigação e Desenvolvimento Sustentável .....	106
3.4.1. Sinergias e trade-offs, Custos e Benefícios .....	106
3.4.2. Avançando a Ação Climática Integrada para o Desenvolvimento Sustentável .....	107
<b>Seção 4: Respostas no Curto Prazo para um Clima em Mudança .....</b>	<b>109</b>
4.1. Temporalidade e Urgência da Ação Climática .....	110
4.2. Benefícios do Fortalecimento da Ação no Curto Prazo .....	113
4.3. Riscos no Curto Prazo .....	116
4.4. Equidade e Inclusão na Ação de Mudança do Clima .....	119
4.5. Ações de Mitigação e Adaptação no Curto Prazo .....	120
4.5.1. Sistemas de Energia .....	122
4.5.2. Indústria .....	123
4.5.3. Cidades, Assentamentos e Infraestrutura .....	123
4.5.4. Terra, Oceano, Alimentos e Água .....	124
4.5.5. Saúde e Nutrição .....	125
4.5.6. Sociedade, Meios de Subsistência e Economias .....	125
4.6. Cobenefícios da Adaptação e Mitigação para Objetivos de Desenvolvimento Sustentável ...	126
4.7. Governança e Política para Ações em Mudança do Clima no Curto Prazo .....	128
4.8. Fortalecendo a Resposta: Financiamento, Cooperação Internacional e Tecnologia .....	129
4.8.1. Financiamento para Ações de Mitigação e Adaptação .....	129
4.8.2. Cooperação e Coordenação Internacional .....	131
4.8.3. Inovação, Adoção, Difusão e Transferência Tecnológica .....	133
4.9. Integração de Ações de Curto Prazo entre Setores e Sistemas .....	133

## Anexos

Anexos .....	135
I. Glossário .....	137
II. Acrônimos, Símbolos Químicos e Unidades Científicas.....	149
III. Contribuintes .....	153
IV. Revisores Especialistas AR6 SYR.....	161
V. Lista de Publicações do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima .....	177

As referências do material contido neste relatório são apresentadas entre chaves {} ao final de cada parágrafo.

No Sumário para Formuladores de Políticas, as referências remetem aos números das seções, figuras, tabelas e caixas na Introdução e Tópicos subjacentes a este Relatório Síntese.

Na Introdução e nas Seções do relatório mais amplo, as referências remetem às contribuições dos Grupos de Trabalho I, II e III (WGI, WGII, WGIII) para o Sexto Relatório de Avaliação e outros Relatórios do IPCC (em itálico e entre chaves), ou para outras seções do próprio Relatório Síntese (entre parênteses).

**As seguintes abreviaturas foram utilizadas:**

SPM: Sumário para Formuladores de Políticas

TS: Resumo Técnico

ES: Resumo Executivo de um capítulo

Os números denotam capítulos e seções específicas de um relatório.

**Outros relatórios do IPCC citados neste Relatório Síntese:**

SR1.5: Aquecimento Global de 1,5°C

SRCLL: Mudanças do Clima e Terra

SROCC: O Oceano e a Criosfera em um Clima em Mudança

# Mudança do Clima 2023

## Sumário para Formuladores de Políticas

**Este Sumário para Formuladores de Políticas deve ser citado como:**

IPCC, 2023: Sumário para Formuladores de Políticas. Em: *Mudança do Clima 2023: Relatório Síntese. Contribuição dos Grupos de Trabalho I, II e III para o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima* [Equipe Principal de Redação, H Lee e J. Romero (eds.)]. IPCC, Genebra, Suíça, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001



## Introdução

Este Relatório Síntese (SYR) do Sexto Relatório de Avaliação do IPCC (AR6) resume o estado dos conhecimentos sobre mudança do clima, seus impactos e riscos generalizados, e a mitigação e adaptação à mudança do clima. Ele integra as principais conclusões do Sexto Relatório de Avaliação (AR6) com base nas contribuições dos três Grupos de Trabalho<sup>1</sup> e dos três Relatórios Especiais<sup>2</sup>. O resumo para Formuladores de Políticas (SPM) está estruturado em três partes: SPM.A Situação Atual e Tendências, SPM.B Mudança do Clima Futura, Riscos e Respostas de Longo Prazo, e SPM.C Respostas a Curto Prazo<sup>3</sup>.

Este relatório reconhece a interdependência do clima, dos ecossistemas e da biodiversidade e das sociedades humanas; o valor de diversas formas de conhecimento; e as estreitas ligações entre a adaptação à mudança do clima, a mitigação, a saúde dos ecossistemas, o bem-estar humano e o desenvolvimento sustentável, refletindo a crescente diversidade de atores envolvidos na ação climática.

Com base no entendimento científico, as principais descobertas podem ser formuladas como declarações de fatos ou associadas a um nível de confiança avaliado usando a linguagem calibrada do IPCC<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> As três contribuições do Grupo de Trabalho ao AR6 são: AR6 Mudança do Clima 2021: Base das Ciências Físicas; AR6 Mudança do Clima 2022: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade; e AR6 Mudança do Clima 2022: Mitigação da Mudança do Clima. Suas avaliações abrangem a literatura científica aceita para publicação, respectivamente, até 31 de janeiro de 2021, 1º de setembro de 2021 e 11 de outubro de 2021.

<sup>2</sup> Os três Relatórios Especiais são: Aquecimento Global de 1,5°C (2018): um Relatório Especial do IPCC sobre os impactos do aquecimento global de 1,5°C acima dos níveis pré-industriais e as trajetórias de emissões globais de gases de efeito estufa relacionados, no contexto do fortalecimento da resposta global à ameaça da mudança do clima, do desenvolvimento sustentável e dos esforços para erradicar a pobreza (SR1.5); Mudança do Clima e Terra (2019): um Relatório Especial do IPCC sobre mudança do clima, desertificação, degradação do solo, manejo sustentável do solo, segurança alimentar e fluxos de gases de efeito estufa em ecossistemas terrestres (SRCCL); e O Oceano e a Criosfera de um Clima em Mudança (2019) (SROCC). Os Relatórios Especiais abrangem a literatura científica aceita para publicação, respectivamente, até 15 de maio de 2018, 7 de abril de 2019 e 15 de maio de 2019.

<sup>3</sup> Neste relatório, o curto prazo é definido como o período até 2040. O longo prazo é definido como o período após 2040.

<sup>4</sup> Cada descoberta é fundamentada em uma avaliação de evidências e acordos subjacentes. A linguagem calibrada do IPCC utiliza cinco qualificadores para expressar um nível de confiança: muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto, escrito em itálico, por exemplo, *confiança média*. Os seguintes termos são usados para indicar a probabilidade avaliada de uma consequência ou resultado: virtualmente certo 99-100% de probabilidade, muito provável 90-100%, provável 66-100%, mais provável do que improvável > 50-100%, tanto provável quanto improvável 33-66%, improvável 0-33%, muito improvável 0-10%, excepcionalmente improvável 0-1%. Termos adicionais (extremamente provável 95-100%; e extremamente improvável 0-5%) também são usados quando apropriado. A probabilidade avaliada é indicada em itálico, por exemplo, *muito provável*. Isto é consistente com o AR5 e os outros Relatórios AR6.

## A. Situação Atual e Tendências

### Aquecimento Observado e suas Causas

**A.1 As atividades humanas, principalmente através das emissões de gases de efeito estufa, inequivocamente causaram o aquecimento global, com a temperatura da superfície global atingindo um valor 1,1°C mais alto entre 2011-2020 do que no período de 1850-1900. As emissões globais de gases de efeito estufa continuaram a aumentar, com contribuições históricas e contínuas desiguais decorrentes do uso insustentável de energia, do uso da terra e da mudança no uso da terra, dos estilos de vida e dos padrões de consumo e produção entre regiões, entre países e dentro deles, e entre indivíduos (*alta confiança*). {2.1, Figura 2.1, Figura 2.2}**

A.1.1 A temperatura da superfície global foi 1,09 [0,95 a 1,20]<sup>5</sup>°C mais alta em 2011-2020 do que em 1850-1900<sup>6</sup>, com aumentos maiores sobre os continentes (1,59 [1,34 a 1,83]<sup>7</sup>°C) do que sobre o oceano (0,88 [0,68 a 1,01]<sup>7</sup>°C). A temperatura da superfície global nas duas primeiras décadas do século 21 (2001-2020) foi 0,99 [0,84 a 1,10]<sup>7</sup>°C mais alta que em 1850-1900. A temperatura da superfície global aumentou mais rapidamente desde 1970 do que comparado a qualquer outro período de 50 anos, pelo menos nos últimos 2000 anos (*alta confiança*). {2.1.1, Figura 2.1}

A.1.2 A faixa *provável* de aumento total da temperatura da superfície global causada pelo homem de 1850-1900 a 2010-2019<sup>7</sup> é de 0,8°C a 1,3°C, sendo a melhor estimativa de 1,07°C. Durante esse período, é *provável* que gases de efeito estufa (GEEs) misturados de forma homogênea tenham contribuído para um aquecimento de 1,0°C a 2,0°C<sup>8</sup>, outros fatores humanos (principalmente aerossóis) contribuíram para um resfriamento de 0,0°C a 0,8°C e fatores naturais (solares e vulcânicos) mudaram a temperatura da superfície global de -0,1°C a +0,1°C e a variabilidade interna mudou de -0,2°C a +0,2°C. {2.1.1, Figura 2.1}

A.1.3 Os aumentos observados em concentrações de GEE misturados de forma homogênea desde cerca de 1750 são inequivocamente causados por emissões de GEE de atividades humanas durante esse período. As emissões líquidas acumuladas históricas de CO<sub>2</sub> de 1850 a 2019 foram de 2.400 ± 240 GtCO<sub>2</sub>, das quais mais da metade (58%) ocorreram entre 1850 e 1989 e cerca de 42% ocorreram entre 1990 e 2019 (*alta confiança*). Em 2019, as concentrações atmosféricas de CO<sub>2</sub> (410 partes por milhão) foram mais altas do que em qualquer período em pelo menos 2 milhões de anos (*alta confiança*), e as concentrações de metano (1866 partes por bilhão) e óxido nitroso (332 partes por bilhão) foram mais altas do que em qualquer momento em pelo menos 800.000 anos (*confiança muito alta*). {2.1.1, Figura 2.1}

A.1.4 As emissões líquidas globais de GEE antropogênicas foram estimadas em 59 ± 6,6 GtCO<sub>2</sub>-eq<sup>9</sup> em 2019, cerca de 12% (6,5 GtCO<sub>2</sub>-eq) a mais do que em 2010 e 54% (21 GtCO<sub>2</sub>-eq) a mais do que em 1990, com a maior participação e crescimento nas emissões brutas de GEE ocorrendo no CO<sub>2</sub> da combustão de combustíveis fósseis e processos industriais (CO<sub>2</sub>-FFI) seguido pelo metano, enquanto o maior crescimento relativo ocorreu nos gases fluorados (gases F), a partir de níveis baixos em 1990. A média anual das emissões de GEE durante 2010-2019 foi mais alta do que em qualquer década anteriormente registrada, enquanto a taxa de crescimento entre 2010 e 2019 (1,3% ano<sup>-1</sup>) foi menor do que entre 2000 e 2009 (2,1% ano<sup>-1</sup>). Em 2019, aproximadamente 79% das emissões globais de GEE vieram dos setores de energia, indústria, transporte e edificações combinados e 22%<sup>10</sup> da agricultura, silvicultura e outros usos da terra (AFOLU).

<sup>5</sup> As faixas fornecidas ao longo do SPM representam faixas muito prováveis (faixa de 5 a 95%), a menos que indicado de outra forma.

<sup>6</sup> O aumento estimado na temperatura da superfície global desde o AR5 é principalmente devido ao aquecimento posterior desde 2003-2012 (0,19 [0,16 a 0,22] °C). Além disso, avanços metodológicos e novos conjuntos de dados proporcionaram uma representação espacial mais completa das mudanças na temperatura da superfície, inclusive no Ártico. Estas e outras melhorias também aumentaram a estimativa da temperatura da superfície global em aproximadamente 0,1°C, mas este aumento não representa um aquecimento físico adicional desde o AR5.

<sup>7</sup> A distinção do período com o A.1.1 surge porque os estudos de atribuição consideram este período ligeiramente anterior. O aquecimento observado para 2010-2019 é de 1,06 [0,88 a 1,21]<sup>7</sup>°C.

<sup>8</sup> As contribuições das emissões para o aquecimento de 2010-2019 em relação a 1850-1900 avaliadas a partir de estudos de forçante radiativa são: CO<sub>2</sub> 0,8 [0,5 a 1,2]<sup>7</sup>°C; metano 0,5 [0,3 a 0,8]<sup>7</sup>°C; óxido nitroso 0,1 [0,0 a 0,2]<sup>7</sup>°C e gases fluorados 0,1 [0,0 a 0,2]<sup>7</sup>°C. {2.1.1}

<sup>9</sup> As métricas de emissão de GEE são usadas para expressar as emissões de diferentes gases de efeito estufa em uma unidade comum. As emissões agregadas de GEE neste relatório são declaradas em CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>-eq) utilizando o Potencial de Aquecimento Global com um horizonte temporal de 100 anos (GWP100) com valores baseados na contribuição do Grupo de Trabalho I para o AR6. Os relatórios AR6 do WGI e WGIII contêm valores de métrica de emissão atualizados, avaliações de diferentes métricas com relação aos objetivos de mitigação e avaliam novas abordagens para agregar gases. A escolha da métrica depende do objetivo da análise e todas as métricas de emissão de GEE têm limitações e incertezas, visto que simplificam a complexidade do sistema climático físico e sua resposta às emissões de GEE passadas e futuras. {2.1.1}

<sup>10</sup> Os níveis de emissão de GEE são arredondados para dois dígitos significativos; como consequência, podem ocorrer pequenas diferenças nas somas devido ao arredondamento. {2.1.1}

As reduções de emissões de CO<sub>2</sub>-FFI devido a melhorias na intensidade energética do PIB e na intensidade de carbono da energia foram menores do que os aumentos das emissões decorrentes do aumento dos níveis de atividade global na indústria, no fornecimento de energia, no transporte, na agricultura e nos edifícios. *(alta confiança) {2.1.1}*

- A.1.5 As contribuições históricas das emissões de CO<sub>2</sub> variam substancialmente entre as regiões em termos de magnitude total, mas também em termos de contribuições para CO<sub>2</sub>-FFI e emissões líquidas de CO<sub>2</sub> do uso do solo, da mudança no uso da terra e da silvicultura (CO<sub>2</sub>-LULUCF). Em 2019, cerca de 35% da população mundial vive em países que emitem mais de 9 tCO<sub>2</sub>-eq per capita<sup>11</sup> (excluindo CO<sub>2</sub>-LULUCF) enquanto 41% vive em países que emitem menos de 3 tCO<sub>2</sub>-eq per capita; destes, uma parcela substancial carece de acesso a serviços modernos de energia. Os Países Menos Desenvolvidos (LDCs) e os Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento (SIDS) têm emissões per capita (1,7 tCO<sub>2</sub>-eq e 4,6 tCO<sub>2</sub>-eq, respectivamente) muito inferiores à média global (6,9 tCO<sub>2</sub>-eq), excluindo CO<sub>2</sub>-LULUCF. Os 10% dos domicílios com as maiores emissões per capita contribuem com 34-45% das emissões domésticas globais de GEE baseadas no consumo, enquanto os 50% mais pobres contribuem com 13-15%. *(alta confiança) {2.1.1, Figura 2.2}*

## Mudanças e Impactos Observados

**A.2 Ocorreram mudanças generalizadas e rápidas na atmosfera, oceano, criosfera e biosfera. A mudança do clima causada pelo homem já está afetando muitos extremos climáticos e meteorológicos em todas as regiões do mundo. Isto vem resultando em impactos adversos generalizados, e perdas e danos relacionados, à natureza e às pessoas *(alta confiança)*. Comunidades vulneráveis que menos contribuíram historicamente para a mudança atual do clima são afetadas de forma desproporcional *(alta confiança)*. {2.1, Tabela 2.1, Figura 2.2, Figura 2.3} (Figura SPM.1)**

- A.2.1 É inequívoco que a influência humana aqueceu a atmosfera, o oceano e a terra. O nível médio global do mar aumentou em 0,20 [0,15 a 0,25] m entre 1901 e 2018. A taxa média de elevação do nível do mar foi de 1,3 [0,6 a 2,1] mm ano<sup>-1</sup> entre 1901 e 1971, aumentando para 1,9 [0,8 a 2,9] mm ano<sup>-1</sup> entre 1971 e 2006, e aumentando ainda mais para 3,7 [3,2 a 4,2] mm ano<sup>-1</sup> entre 2006 e 2018 *(alta confiança)*. A influência humana foi *muito provavelmente* o fator principal destes aumentos desde pelo menos 1971. As evidências das mudanças observadas em extremos como ondas de calor, precipitações intensas, secas e ciclones tropicais e, em particular, sua atribuição à influência humana, se fortaleceram ainda mais desde o AR5. A influência humana *provavelmente* aumentou a probabilidade de eventos extremos compostos desde a década de 1950, incluindo aumentos na frequência de ondas de calor e secas simultâneas *(alta confiança)*. {2.1.2, Tabela 2.1, Figura 2.3, Figura 3.4} (Figura SPM.1)
- A.2.2 Aproximadamente 3,3 a 3,6 bilhões de pessoas vivem em contextos altamente vulneráveis à mudança do clima. A vulnerabilidade humana e dos ecossistemas são interdependentes. Regiões e pessoas com consideráveis restrições ao desenvolvimento têm alta vulnerabilidade às ameaças climáticas. O aumento de eventos meteorológicos e climáticos extremos expôs milhões de pessoas à insegurança alimentar aguda<sup>12</sup> e reduziu a segurança hídrica, com os maiores impactos adversos observados em muitos locais e/ou comunidades na África, Ásia, América Central e do Sul, LDCs, Pequenas Ilhas e Ártico, e globalmente para os povos indígenas, pequenos produtores de alimentos e famílias de baixa renda. Entre 2010 e 2020, a mortalidade humana causada por enchentes, secas e tempestades foi 15 vezes maior em regiões altamente vulneráveis, em comparação com regiões de vulnerabilidade muito baixa *(alta confiança)*. {2.1.2, 4.4} (Figura SPM.1)
- A.2.3 A mudança do clima tem causado danos substanciais e, cada vez mais, perdas irreversíveis em ecossistemas terrestres, de água doce, criosféricos e costeiros e de oceano aberto *(alta confiança)*. Centenas de perdas locais de espécies foram causadas por aumentos na magnitude de extremos de calor *(alta confiança)* com eventos de mortalidade em massa registrados na terra e no oceano *(confiança muito alta)*. Os impactos em alguns ecossistemas estão se aproximando da irreversibilidade, tais como os impactos das mudanças hidrológicas resultantes do recuo das geleiras, ou as mudanças em alguns ecossistemas de montanha *(confiança média)* e Ártico impulsionados pelo degelo do *permafrost* *(alta confiança)*. {2.1.2, Figura 2.3} (Figura SPM.1)
- A.2.4 A mudança do clima reduziu a segurança alimentar e afetou a segurança hídrica, dificultando os esforços para atingir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável *(alta confiança)*. Embora a produtividade agrícola geral tenha aumentado, a mudança do clima desacelerou esse crescimento globalmente nos últimos 50 anos *(confiança média)*, com impactos negativos relacionados principalmente em regiões de latitude média e baixa, mas com impactos positivos em algumas regiões de latitude alta *(alta confiança)*. O aquecimento e a acidificação dos oceanos afetaram negativamente a produção de alimentos da aquicultura e da pesca de crustáceos e moluscos

<sup>11</sup> Emissões territoriais.

<sup>12</sup> A insegurança alimentar aguda pode ocorrer a qualquer momento com uma gravidade que ameaça vidas, meios de subsistência ou ambos, independentemente das causas, contexto ou duração, como resultado de choques que arriscam determinantes da segurança alimentar e nutrição, sendo usada para avaliar a necessidade de ação humanitária. {2.1}

em algumas regiões oceânicas (*alta confiança*). Atualmente, cerca de metade da população mundial enfrenta grave escassez de água durante pelo menos parte do ano devido a uma combinação de fatores climáticos e não climáticos (*confiança média*). {2.1.2, Figura 2.3} (Figura SPM.1)

- A.2.5 Em todas as regiões, o aumento dos eventos de calor extremo resultou em mortalidade e morbidade humana (*confiança muito alta*). A ocorrência de doenças relacionadas ao clima transmitida por alimentos e água (*confiança muito alta*) e a incidência de doenças transmitidas por vetores (*confiança alta*) aumentaram. Nas regiões avaliadas, alguns problemas de saúde mental estão associados ao aumento da temperatura (*alta confiança*), traumas de eventos extremos (*confiança muito alta*) e perda de meios de subsistência e cultura (*alta confiança*). Os extremos climáticos e meteorológicos estão cada vez mais provocando deslocamentos na África, Ásia, América do Norte (*alta confiança*) e América Central e do Sul (*confiança média*), com pequenos estados insulares no Caribe e Pacífico Sul sendo afetados desproporcionalmente em relação ao tamanho de sua pequena população (*alta confiança*). {2.1.2, Figura 2.3} (Figura SPM.1)
- A.2.6 A mudança do clima tem causado impactos adversos generalizados e perdas e danos relacionados<sup>13</sup> à natureza e às pessoas, distribuídos de forma desigual entre sistemas, regiões e setores. Os danos econômicos da mudança do clima foram detectados em setores expostos ao clima, como agricultura, silvicultura, pesca, energia e turismo. Os meios de subsistência individuais foram afetados, por exemplo, pela destruição de habitações e infraestruturas e pela perda de propriedade e de renda, saúde humana e segurança alimentar, com efeitos adversos relacionados ao gênero e equidade social. (*alta confiança*) {2.1.2} (Figura SPM.1)
- A.2.7 Nas áreas urbanas, a mudança do clima observada tem causado impactos adversos na saúde humana, nos meios de subsistência e na infraestrutura essencial. Temperaturas elevadas extremas se intensificaram nas cidades. A infraestrutura urbana, incluindo sistemas de transporte, água, saneamento e energia, foi comprometida por eventos extremos e de início lento<sup>14</sup>, resultando em perdas econômicas, interrupções de serviços e impactos negativos no bem-estar. Os impactos adversos observados estão concentrados entre os residentes urbanos econômica e socialmente marginalizados. (*alta confiança*) {2.1.2}

<sup>13</sup> Neste relatório, o termo "perdas e danos" se refere a impactos adversos observados e/ou riscos projetados, podendo ser econômico e/ou não econômico. (Consulte o Anexo I: Glossário).

<sup>14</sup> Eventos de início lento são descritos entre os fatores de impacto climático do AR6 do WGI e se referem aos riscos e impactos associados, por exemplo, ao aumento dos meios de temperatura, desertificação, diminuição da precipitação, perda de biodiversidade, degradação do solo e da floresta, recuo glacial e impactos relacionados, acidificação dos oceanos, elevação do nível do mar e salinização. {2.1.2}

# Os impactos adversos da mudança do clima causada pelo homem continuarão a se intensificar

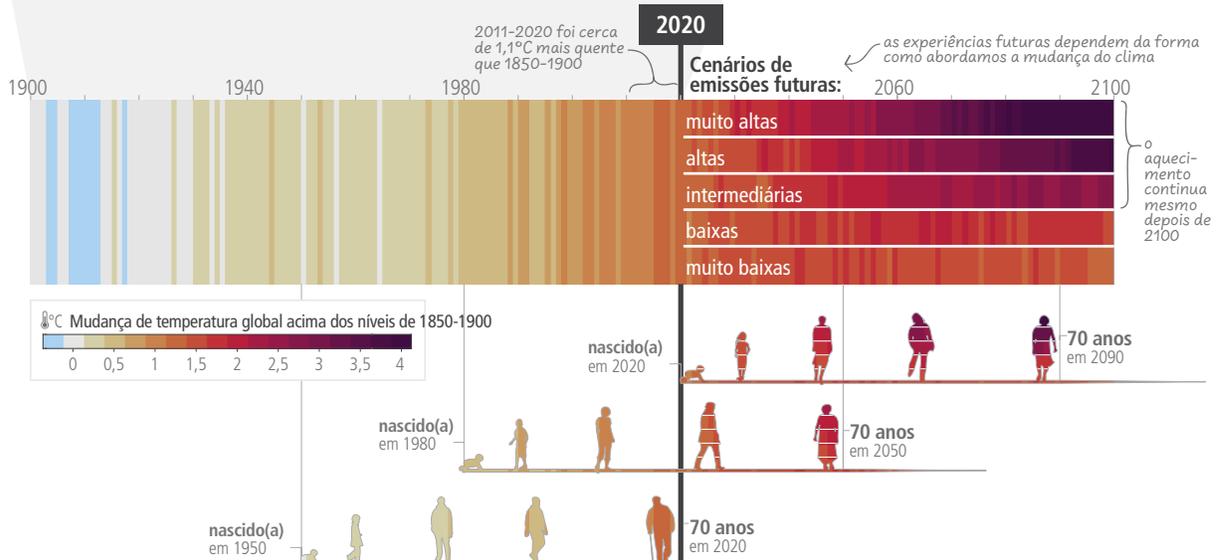
## a) Impactos generalizados e substanciais observados e perdas e danos relacionados, atribuídos à mudança do clima.



## b) Os impactos são causados por mudanças em múltiplas condições climáticas físicas, que são cada vez mais atribuídas à influência humana



## c) Até que ponto as gerações atuais e futuras viverão em um mundo mais quente e diferente depende das escolhas feitas agora e no curto prazo



**Figura SPM.1: (a)** A mudança do clima já causou impactos generalizados e perdas e danos relacionados aos sistemas humanos e alterou os ecossistemas terrestres, de água doce e oceânicos em todo o mundo. A disponibilidade física de água incluiu o equilíbrio da água disponível de várias fontes, incluindo água subterrânea, qualidade da água e demanda de água. As avaliações globais de saúde mental e de deslocamento refletem apenas as regiões avaliadas. Os níveis de confiança refletem a avaliação da atribuição do impacto observado à mudança do clima. **(b)** Os impactos observados estão ligados às mudanças físicas do clima, incluindo muitas que foram atribuídas à influência humana, tais como os fatores de impacto climático selecionados mostrados. Os níveis de confiança e probabilidade refletem a avaliação da atribuição do fator de impacto climático observado à influência humana. **(c)** Mudanças observadas (1900-2020) e projetadas (2021-2100) na temperatura da superfície global (em relação a 1850-1900), que estão ligadas a mudanças nas condições e impactos climáticos, ilustram como o clima já mudou e mudará ao longo do período de vida de três gerações representativas (nascidas em 1950, 1980 e 2020). As projeções futuras (2021-2100) de mudanças na temperatura da superfície global são mostradas para cenários de emissões de GEE muito

baixas (SSP1-1.9), baixas (SSP1-2.6), intermediárias (SSP2-4.5), altas (SSP3-7.0) e muito altas (SSP5-8.5). As mudanças anuais nas temperaturas da superfície global são apresentadas como 'faixas climáticas', com projeções futuras que mostram as tendências de longo prazo causadas pelo homem e a modulação contínua pela variabilidade natural (representada utilizando níveis observados de variabilidade natural passada). As cores nos ícones geracionais correspondem às faixas de temperatura da superfície global para cada ano, com segmentos nos ícones futuros diferenciando possíveis vivências futuras. {2.1, 2.1.2, Figura 2.1, Tabela 2.1, Figura 2.3, Caixa de Seção Transversal.2, 3.1, Figura 3.3, 4.1, 4.3} (Caixa SPM.1)

## Progresso Atual em Adaptação e Lacunas e Desafios

**A.3 O planejamento e a implementação da adaptação progrediram em todos os setores e regiões, com benefícios documentados e eficácia variável. Apesar dos progressos, há lacunas na adaptação que continuarão crescendo às taxas atuais de implementação. Limites rígidos e flexíveis da adaptação foram alcançados em alguns ecossistemas e regiões. Há uma má adaptação ocorrendo em alguns setores e regiões. Os atuais fluxos financeiros globais para adaptação são insuficientes e restringem a implementação de opções de adaptação, especialmente em países em desenvolvimento (*alta confiança*). {2.2, 2.3}**

A.3.1 O progresso no planejamento e implementação da adaptação foi observado em todos os setores e regiões, gerando múltiplos benefícios (*confiança muito alta*). A crescente conscientização pública e política dos impactos e riscos climáticos fez com que pelo menos 170 países e muitas cidades incluíssem a adaptação em suas políticas climáticas e processos de planejamento (*alta confiança*). {2.2.3}

A.3.2 A eficácia<sup>15</sup> da adaptação na redução dos riscos climáticos<sup>16</sup> está documentada para contextos, setores e regiões específicos (*alta confiança*). Exemplos de opções eficazes de adaptação incluem: melhorias de cultivares, gestão e armazenamento de água nas fazendas agrícolas, conservação da umidade do solo, irrigação, agroflorestas, adaptação baseada na comunidade, diversificação agrícola a nível da fazenda e da paisagem, abordagens sustentáveis de manejo do solo, uso de princípios e práticas agroecológicos e outras abordagens que trabalham com processos naturais (*alta confiança*). Abordagens de adaptação baseada em ecossistemas<sup>17</sup>, como ecologia urbana, restauração de zonas úmidas e ecossistemas florestais a montante, têm sido eficazes na redução dos riscos de enchentes e calor urbano (*alta confiança*). Combinações de medidas não estruturais, como sistemas de alerta precoce, e medidas estruturais, como diques, reduziram a perda de vidas em caso de enchentes (*confiança média*). As opções de adaptação, como gestão de riscos de desastres, sistemas de alerta precoce, serviços climáticos e redes de segurança social, têm ampla aplicabilidade em múltiplos setores (*alta confiança*). {2.2.3}

A.3.3 A maioria das respostas de adaptação observadas são fragmentadas, incrementais<sup>18</sup>, específicas para um setor e distribuídas de forma desigual entre as regiões. Apesar dos progressos, há lacunas de adaptação entre setores e regiões que continuarão crescendo com os atuais níveis de implementação, com as maiores lacunas de adaptação entre os grupos de baixa renda. (*alta confiança*) {2.3.2}

A.3.4 Há evidências crescentes de má adaptação em vários setores e regiões. A má adaptação afeta especialmente os grupos marginalizados e vulneráveis de forma adversa. (*alta confiança*) {2.3.2}

A.3.5 Limites flexíveis de adaptação estão sendo enfrentados por pequenos agricultores e famílias ao longo de algumas áreas costeiras de baixa altitude (*confiança média*) resultantes de restrições financeiras, de governança, institucionais e políticas (*alta confiança*). Alguns ecossistemas tropicais, costeiros, polares e montanhosos atingiram limites rígidos de adaptação (*alta confiança*). A adaptação não impede todas as perdas e danos, mesmo com uma adaptação eficaz e antes de atingir limites flexíveis e rígidos. (*alta confiança*). {2.3.2}

A.3.6 As principais barreiras à adaptação são recursos limitados, falta de envolvimento do setor privado e dos cidadãos, mobilização insuficiente de financiamento (inclusive para pesquisa), baixa alfabetização climática, falta de compromisso político, pesquisa limitada e/ou lenta e baixa assimilação da ciência da adaptação e baixo senso de urgência. Há disparidades crescentes entre os custos estimados de adaptação e o financiamento destinado à adaptação (*alta confiança*). O financiamento da adaptação advém predominantemente de fontes públicas, e uma pequena proporção do financiamento climático global rastreado foi direcionado para adaptação e uma esmagadora maioria para mitigação (*confiança muito alta*). Embora o financiamento climático global rastreado tenha mostrado uma tendência ascendente desde o AR5, os atuais fluxos financeiros globais para adaptação, incluindo de fontes de financiamento público e privado, são insuficientes e restringem a implementação de opções de adaptação, especialmente em países em desenvolvimento (*alta confiança*). Os impactos

<sup>15</sup> Eficácia refere-se aqui à medida que uma opção de adaptação é antecipada ou observada para a redução do risco relacionado ao clima. {2.2.3}

<sup>16</sup> Consulte o Anexo I: Glossário. {2.2.3}

<sup>17</sup> A Adaptação Baseada em Ecossistemas (EbA) é reconhecida internacionalmente pela Convenção sobre Diversidade Biológica (CBD14/5). Um conceito relacionado é o de Soluções Baseadas na Natureza (NbS), consulte o Anexo I: Glossário.

<sup>18</sup> As adaptações incrementais à mudança do clima são entendidas como extensões de ações e comportamentos que já reduzem as perdas ou potencializam os benefícios das variações naturais em eventos meteorológicos/climáticos extremos. {2.3.2}

climáticos adversos podem reduzir a disponibilidade de recursos financeiros, incorrendo em perdas e danos e impedindo o crescimento econômico nacional, dessa forma aumentando ainda mais as restrições financeiras para adaptação, em particular, para países em desenvolvimento e menos desenvolvidos (*confiança média*). {2.3.2,2.3.3}

### Caixa SPM.1 O uso de cenários e trajetórias modeladas no Relatório Síntese AR6

Cenários e trajetórias modeladas<sup>19</sup> são usados para explorar emissões futuras, mudança do clima, impactos e riscos relacionados, e possíveis estratégias de mitigação e adaptação, sendo baseados em uma série de premissas, incluindo variáveis socioeconômicas e opções de mitigação. Estas são projeções quantitativas e não são previsões nem prognósticos. As trajetórias de emissões globais modeladas, inclusive aquelas baseadas em abordagens econômicas, contêm premissas e resultados diferenciados regionalmente e devem ser avaliados com o reconhecimento cuidadoso dessas premissas. A maioria não adota premissas explícitas sobre equidade global, justiça ambiental ou distribuição de renda intrarregional. O IPCC é neutro em relação às premissas subjacentes aos cenários da literatura avaliados neste relatório, que não abrangem todos os futuros possíveis.<sup>20</sup> {Caixa de Seção Transversal.2}

O WGI avaliou a resposta climática a cinco cenários ilustrativos baseados em Trajetórias Socioeconômicas Compartilhadas (SSPs)<sup>21</sup> que abrangem a gama de possíveis desenvolvimentos futuros de fatores antropogênicos da mudança do clima, encontrados na literatura. Cenários de emissões de GEE altas e muito altas (SSP3-7.0 e SSP5-8.5<sup>22</sup>) têm emissões de CO<sub>2</sub> que aproximadamente dobram em relação aos níveis atuais até 2100 e 2050, respectivamente. O cenário de emissões de GEE intermediárias (SSP2-4.5) tem emissões de CO<sub>2</sub> que permanecem em torno dos níveis atuais até meados do século. Os cenários de emissões muito baixas e baixas de GEE (SSP1-1.9 e SSP1-2.6) têm emissões líquidas de CO<sub>2</sub> diminuindo para zero por volta de 2050 e 2070, respectivamente, seguidos por níveis variáveis de emissões líquidas negativas de CO<sub>2</sub>. Além disso, foram usadas Trajetórias Representativas de Concentração (RCPs)<sup>23</sup> pelo WGI e WGII para avaliar as mudanças, impactos e riscos climáticos regionais. No WGIII, foram avaliadas inúmeras trajetórias de emissões globais modeladas, das quais 1202 trajetórias foram categorizadas com base em seu aquecimento global avaliado ao longo do século XXI; as categorias variam de trajetórias que limitam o aquecimento a 1,5°C, com mais de 50% de probabilidade (observada em >50% neste relatório) sem ou com ultrapassagem limitada (C1), a trajetórias que excedem 4°C (C8). {Caixa de Seção Transversal.2} (Caixa SPM.1, Tabela 1)

Os níveis de aquecimento global (GWLs) relativos a 1850-1900 são usados para integrar a avaliação da mudança do clima e os impactos e riscos relacionados, uma vez que os padrões de mudanças para muitas variáveis em um determinado GWL são comuns a todos os cenários considerados e independentes do momento em que esse nível é alcançado. {Caixa de seção transversal.2}

<sup>19</sup> Na literatura, os termos trajetórias e cenários são utilizados de forma intercambiável, sendo o primeiro mais frequentemente utilizado em relação às metas climáticas. O WGI usou principalmente o termo cenários e o WGIII usou principalmente o termo trajetórias modeladas de emissão e mitigação. O SYR usa principalmente cenários quando se refere ao WGI e trajetórias modeladas de emissão e mitigação quando se refere ao WGIII.

<sup>20</sup> Cerca de metade de todas as trajetórias de emissões modeladas globalmente assumem abordagens econômicas que dependem de opções de mitigação/redução de menor custo globalmente. A outra metade analisa as políticas existentes e as ações diferenciadas por região e setor.

<sup>21</sup> Cenários baseados no SSP são referidos como SSPx-y, onde 'SSPx' se refere ao Trajetória Socioeconômica Compartilhada descrevendo as tendências socioeconômicas subjacentes aos cenários, e 'y' se refere ao nível de forçante radiativa (em watts por metro quadrado, ou W m<sup>-2</sup>) resultante do cenário no ano 2100. {Caixa de Seção Transversal.2}

<sup>22</sup> Cenários de emissões muito altas se tornaram *menos prováveis*, mas não podem ser descartados. Níveis de aquecimento >4°C podem resultar de cenários de emissões muito altas, mas também podem ocorrer em cenários de emissões mais baixas se a sensibilidade climática ou os feedbacks do ciclo de carbono forem maiores do que a melhor estimativa. {3.1.1}

<sup>23</sup> Os cenários baseados em RCP são referidos como RCPy, onde 'y' se refere ao nível de forçante radiativa (em watts por metro quadrado, ou W m<sup>-2</sup>) resultante do cenário no ano 2100. Os cenários dos SSP cobrem uma gama mais ampla de futuros de gases de efeito estufa e poluentes atmosféricos do que os RCPs. São semelhantes, mas não idênticos, com diferenças nas trajetórias de concentração. A forçante radiativa efetiva geral tende a ser maior para os SSPs em comparação com os RCPs com a mesma denominação (*confiança média*). {Caixa de Seção Transversal.2}

**Caixa SPM.1, Tabela 1:** Descrição e relação de cenários e trajetórias modeladas considerados nos relatórios do Grupo de Trabalho AR6. {Caixa de Seção Transversal.2 Figura 1}

Categoria no WGIII	Descrição da categoria	Cenários de emissões de GEE (SSPx-y*) no WGI e WGII	RCPy** no WGI e WGII
C1	limitar o aquecimento a 1,5°C (>50%), sem ou com ultrapassagem limitada***	Muito baixas (SSP1-1.9)	
C2	retornar o aquecimento a 1,5°C (>50%) após uma alta ultrapassagem***		
C3	limitar o aquecimento a 2°C (>67%)	Baixas (SSP1-2.6)	RCP2.6
C4	limitar o aquecimento a 2°C (>50%)		
C5	limitar o aquecimento a 2,5°C (>50%)		
C6	limitar o aquecimento a 3°C (>50%)	Intermediárias (SSP2-4.5)	RCP 4.5
C7	limitar o aquecimento a 4°C (>50%)	Altas (SSP3-7.0)	
C8	exceder o aquecimento de 4°C (>50%)	Muito altas (SSP5-8.5)	RCP 8.5

\* Consulte a nota de rodapé 21 para a terminologia SSPx-y.

\*\* Consulte a nota de rodapé 23 para a terminologia RCPy.

\*\*\* Ultrapassagem limitada se refere a exceder 1,5°C de aquecimento global em até cerca de 0,1°C, alta ultrapassagem em 0,1°C-0,3°C, em ambos os casos por até várias décadas.

## Progresso, Lacunas e Desafios Atuais de Mitigação

**A.4 As políticas e leis que abordam a mitigação têm se expandido consistentemente desde o AR5. As emissões globais de GEE em 2030, implicadas pelas contribuições determinadas nacionalmente (NDCs) anunciadas até outubro de 2021, tornam provável que o aquecimento exceda 1,5°C durante o século 21 e torne mais difícil limitar o aquecimento abaixo de 2°C. Há lacunas entre as emissões projetadas das políticas implementadas e as das NDCs, e os fluxos financeiros ficam aquém dos níveis necessários para atingir as metas climáticas em todos os setores e regiões. (alta confiança) {2.2.2.3, Figura 2.5, Tabela 2.2}**

A.4.1 A UNFCCC, o Protocolo de Quioto e o Acordo de Paris vêm apoiando níveis crescentes de ambição nacional. O Acordo de Paris, adotado no âmbito da UNFCCC, com participação quase universal, levou ao desenvolvimento de políticas e à definição de metas em níveis nacionais e subnacionais, principalmente em relação à mitigação, bem como ao aumento da transparência das ações climáticas e do apoio (*confiança média*). Muitos instrumentos regulatórios e econômicos já foram implantados com sucesso (*alta confiança*). Em muitos países, políticas têm aumentado a eficiência energética, reduzido as taxas de desmatamento e acelerado a implantação da tecnologia, evitando e, em alguns casos, reduzindo ou removendo as emissões (*alta confiança*). Várias linhas de evidência sugerem que as políticas de mitigação levaram a vários<sup>24</sup> Gt CO<sub>2</sub>-eq ano<sup>-1</sup> de emissões globais evitadas (*confiança média*). Pelo menos 18 países sustentaram reduções absolutas de GEE baseadas na produção e de CO<sub>2</sub> baseadas no consumo<sup>25</sup> por mais de 10 anos. Essas reduções compensaram apenas parcialmente o crescimento das emissões globais (*alta confiança*). {2.2.1,2.2.2}

<sup>24</sup> Pelo menos 1,8 GtCO<sub>2</sub>-eq ano<sup>-1</sup> pode ser contabilizado pela agregação de estimativas separadas para os efeitos de instrumentos econômicos e regulatórios. Números crescentes de leis e ordens executivas impactaram as emissões globais e foram estimados resultando em 5,9 GtCO<sub>2</sub>-eq ano<sup>-1</sup> menos emissões em 2016 do que teriam sido de outra forma. (*confiança média*) {2.2.2}

<sup>25</sup> As reduções estiveram relacionadas com a descarbonização da oferta de energia, ganhos de eficiência energética e redução da procura de energia, resultantes tanto de políticas como de alterações na estrutura econômica (*alta confiança*). {2.2.2}

- A.4.2 Várias opções de mitigação, em especial energia solar, energia eólica, eletrificação de sistemas urbanos, infraestrutura verde urbana, eficiência energética, gerenciamento pela procura, melhor gerenciamento de florestas e plantações/pastagens e redução do desperdício e da perda de alimentos, são tecnicamente viáveis, estão se tornando cada vez mais econômicas e, em geral, contam com o apoio do público. De 2010 a 2019, houve reduções sustentadas nos custos unitários de energia solar (85%), energia eólica (55%) e baterias de íons-lítio (85%) e grandes aumentos em sua implantação, por exemplo, > 10x para solar e >100x para veículos elétricos (EVs), variando amplamente entre as regiões. A combinação de instrumentos de política que reduziu custos e estimulou a adoção inclui P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) público, financiamento para projetos-piloto e de demonstração e instrumentos de atração de demanda, como subsídios de implantação para atingir escala. A manutenção de sistemas intensivos em emissões pode, em algumas regiões e setores, ser mais cara do que a transição para sistemas de baixa emissão. (*alta confiança*) {2.2.2, Figura 2.4}
- A.4.3 Há uma "diferença de emissões" substancial entre as emissões globais de GEE em 2030 associadas à implementação das NDCs anunciadas antes da COP26<sup>26</sup> e aquelas associadas às trajetórias modeladas de mitigação que limitam o aquecimento a 1,5°C (>50%) sem ultrapassagem da temperatura programada ou com ultrapassagem limitada ou até 2°C (>67%), assumindo uma ação imediata (*alta confiança*). Isso tornaria *provável* que o aquecimento exceda 1,5°C durante o século 21 (*alta confiança*). Trajetórias de mitigação modeladas globalmente que limitam o aquecimento a 1,5°C (>50%) sem ultrapassagem da temperatura programada ou com ultrapassagem limitada ou até 2°C (>67%) assumindo ações imediatas implicam profundas reduções globais de emissões de GEE nesta década (*alta confiança*) (consulte Caixa SPM 1, Tabela 1, B.6)<sup>27</sup>. Trajetórias modeladas que são consistentes com as NDCs anunciadas antes da COP26 até 2030 e assumem que não haverá aumento de ambição depois disso têm emissões mais elevadas, levando a um aquecimento global médio de 2,8 [2,1 a 3,4] °C até 2100 (*confiança média*). Muitos países manifestaram a intenção de atingir emissões líquidas zero de GEE ou emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub> até meados do século, mas os compromissos assumidos diferem de país para país em termos de escopo e especificidade, e políticas limitadas estão em vigor até o momento para cumpri-los. {2.3.1, Tabela 2.2, Figura 2.5, Tabela 3.1,4.1}
- A.4.4 A cobertura da política é desigual entre os setores (*alta confiança*). As políticas implementadas até o final de 2020 deverão resultar em emissões globais de GEE mais elevadas em 2030 do que as emissões implicadas pelas NDCs, indicando uma 'diferença de implementação' (*alta confiança*). Sem o fortalecimento das políticas, estima-se um aquecimento global de 3,2 [2,2 a 3,5] °C até 2100 (*confiança média*). {2.2.2,2.3.1,3.1.1, Figura 2.5} (Caixa SPM.1, Figura SPM.5)
- A.4.5 A adoção de tecnologias de baixa emissão está atrasada na maioria dos países em desenvolvimento, particularmente os menos desenvolvidos, devido em parte ao financiamento, desenvolvimento e transferência de tecnologia e capacidade limitados (*confiança média*). A magnitude dos fluxos de financiamento climático aumentou na última década e os canais de financiamento se ampliaram, mas o crescimento desacelerou desde 2018 (*alta confiança*). Os fluxos de financiamento se desenvolveram de forma heterogênea entre regiões e setores (*alta confiança*). Os fluxos de financiamento público e privado para combustíveis fósseis ainda são maiores do que os de adaptação e mitigação climática (*alta confiança*). A esmagadora maioria dos financiamentos rastreados no domínio do clima é direcionada para a mitigação, mas ainda assim fica aquém dos níveis necessários para limitar o aquecimento abaixo de 2°C ou 1,5°C em todos os setores e regiões (consulte C7.2) (*confiança muito alta*). Em 2018, os fluxos de financiamento climático público e privado mobilizados publicamente dos países desenvolvidos para os países em desenvolvimento ficaram abaixo da meta coletiva da UNFCCC e do Acordo de Paris de mobilizar US\$ 100 bilhões por ano até 2020, no contexto de ações significativas de mitigação e transparência na implementação (*confiança média*). {2.2.2,2.3.1,2.3.3}

<sup>26</sup> Devido à data limite da literatura do WGIII, as NDCs adicionais enviadas após 11 de outubro de 2021 não são aqui avaliadas. {Nota de rodapé 32 no Relatório Mais Longo}

<sup>27</sup> As emissões de GEE estimadas para 2030 são de 50 (47-55) GtCO<sub>2</sub>-eq se todos os elementos das NDCs condicionais forem levados em consideração. Sem os elementos condicionais, as emissões globais são estimadas para serem aproximadamente semelhantes aos níveis modelados de 2019 em 53 (50-57) GtCO<sub>2</sub>-eq. {2.3.1, Tabela 2.2}

## B. Mudança do Clima Futura, Riscos e Respostas de Longo Prazo

### Mudança do Clima Futura

**B.1 As emissões contínuas de gases de efeito estufa levarão ao aumento do aquecimento global, sendo a melhor estimativa atingir 1,5°C no curto prazo nos cenários considerados e trajetórias modeladas. Cada incremento do aquecimento global intensificará riscos múltiplos e simultâneos (*alta confiança*). Reduções profundas, rápidas e sustentadas nas emissões de gases de efeito estufa levariam a uma desaceleração perceptível do aquecimento global em cerca de duas décadas, bem como a mudanças perceptíveis na composição atmosférica em poucos anos (*alta confiança*). {Caixas de Seção Transversal 1 e 2, 3.1, 3.3, Tabela 3.1, Figura 3.1, 4.3} (Figura SPM.2, Caixa SPM.1)**

B.1.1 O aquecimento global<sup>28</sup> continuará aumentando no curto prazo (2021-2040) principalmente devido ao aumento das emissões acumuladas de CO<sub>2</sub> em quase todos os cenários considerados e trajetórias modeladas. No curto prazo, é *mais provável do que improvável* que o aquecimento global atinja 1,5°C mesmo sob o cenário de emissões de GEE muito baixas (SSP1-1.9) e *provável* ou *muito provável* que exceda 1,5°C sob cenários de emissões mais altas. Nos cenários considerados e nas trajetórias modeladas, as melhores estimativas do momento em que se atinge o nível de aquecimento global de 1,5°C situam-se no curto prazo<sup>29</sup>. O aquecimento global retorna para menos de 1,5°C até o final do século 21 em alguns cenários e trajetórias modeladas (consulte B.7). A resposta climática avaliada para os cenários de emissões de GEE resulta em uma melhor estimativa do aquecimento para 2081-2100 que abrange uma faixa de 1,4°C para um cenário de emissões de GEE muito baixas (SSP1-1.9) a 2,7°C para um cenário de emissões de GEE intermediárias (SSP2-4.5) e 4,4°C para um cenário de emissões de GEE muito altas (SSP5-8.5)<sup>30</sup>, com faixas de incerteza<sup>31</sup> mais estreitas do que para os cenários correspondentes no AR5. {Caixas de Seção Transversal 1 e 2, 3.1.1, 3.3.4, Tabela 3.1, 4.3} (Caixa SPM.1)

B.1.2 Diferenças perceptíveis nas tendências da temperatura da superfície global entre cenários contrastantes de emissões de GEE (SSP1-1.9 e SSP1-2.6 vs. SSP3-7.0 e SSP5-8.5) começariam a emergir da variabilidade natural<sup>32</sup> em cerca de 20 anos. Nestes cenários contrastantes, efeitos discerníveis surgiriam dentro de anos para as concentrações de GEE e mais cedo para as melhorias da qualidade do ar, devido à combinação de controles direcionados da poluição do ar e reduções fortes e sustentadas das emissões de metano. Reduções direcionadas de emissões de poluentes atmosféricos levam a melhorias mais rápidas na qualidade do ar dentro de anos em comparação com reduções apenas nas emissões de GEE, no entanto, a longo prazo, são projetadas melhorias adicionais em cenários que combinam esforços para reduzir as emissões de poluentes atmosféricos e de GEE<sup>33</sup>. (*alta confiança*) {3.1.1} (Caixa SPM.1)

B.1.3 As emissões contínuas afetarão ainda mais todos os principais componentes do sistema climático. A cada incremento adicional do aquecimento global, as mudanças nos extremos continuam se tornando maiores. Projeta-se que o aquecimento global contínuo intensificará ainda mais o ciclo global da água, incluindo sua variabilidade, precipitação global das monções, e estações e eventos de tempo e clima muito úmidos e muito secos (*alta confiança*). Em cenários com emissões de CO<sub>2</sub> crescentes, os sumidouros naturais

<sup>28</sup> O aquecimento global (consulte o Anexo I: Glossário) é relatado aqui como uma média de 20 anos, salvo indicação em contrário, em relação a 1850-1900. A temperatura global da superfície em qualquer ano pode variar acima ou abaixo da tendência de longo prazo causada pelo homem, devido à variabilidade natural. A variabilidade interna da temperatura global da superfície em um único ano é estimada em cerca de  $\pm 0,25^\circ\text{C}$  (intervalo de 5-95%, *alta confiança*). A ocorrência de anos individuais com mudança na temperatura global da superfície acima de um certo nível não implica que esse nível de aquecimento global tenha sido alcançado. {4.3, Caixa de Seção Transversal.2}

<sup>29</sup> O intervalo mediano de cinco anos no qual um nível de aquecimento global de 1,5°C é alcançado (50% de probabilidade) nas categorias de trajetórias modeladas consideradas no WGIII é 2030-2035. Até 2030, a temperatura global da superfície em qualquer ano individual pode exceder 1,5°C em relação a 1850-1900 com uma probabilidade entre 40% e 60%, nos cinco cenários avaliados no WGI (*confiança média*). Em todos os cenários considerados pelo WGI, com exceção do cenário de emissões muito altas (SSP5-8.5), o ponto intermediário do primeiro período médio de 20 anos em que a mudança média da temperatura da superfície global avaliada atinge 1,5°C situa-se na primeira metade da década de 2030. No cenário de emissões de GEE muito altas, o ponto médio está no final da década de 2020. {3.1.1, 3.3.1, 4.3} (Caixa SPM.1)

<sup>30</sup> As melhores estimativas [e faixas *muito prováveis*] para os diferentes cenários são: 1,4 [1,0 a 1,8]°C (SSP1-1.9); 1,8 [1,3 a 2,4]°C (SSP1-2.6); 2,7 [2,1 a 3,5]°C (SSP2-4.5); 3,6 [2,8 a 4,6]°C (SSP3-7.0); e 4,4 [3,3 a 5,7]°C (SSP5-8.5). {3.1.1} (Caixa SPM.1)

<sup>31</sup> As mudanças futuras na temperatura global da superfície avaliadas foram calculadas, pela primeira vez, combinando projeções de vários modelos com restrições observacionais e a sensibilidade climática de equilíbrio avaliada e a resposta climática transitória. A faixa de incerteza é mais estreita do que no AR5, graças ao melhor conhecimento dos processos climáticos, evidências paleoclimáticas e restrições emergentes baseadas em modelos. {3.1.1}

<sup>32</sup> Consulte o Anexo I: Glossário. A variabilidade natural inclui fatores naturais e variabilidade interna. Os principais fenômenos de variabilidade interna incluem o El Niño - Oscilação Sul, Variabilidade Decenal do Pacífico e Variabilidade Multidecenal do Atlântico. {4.3}

<sup>33</sup> Com base em cenários adicionais

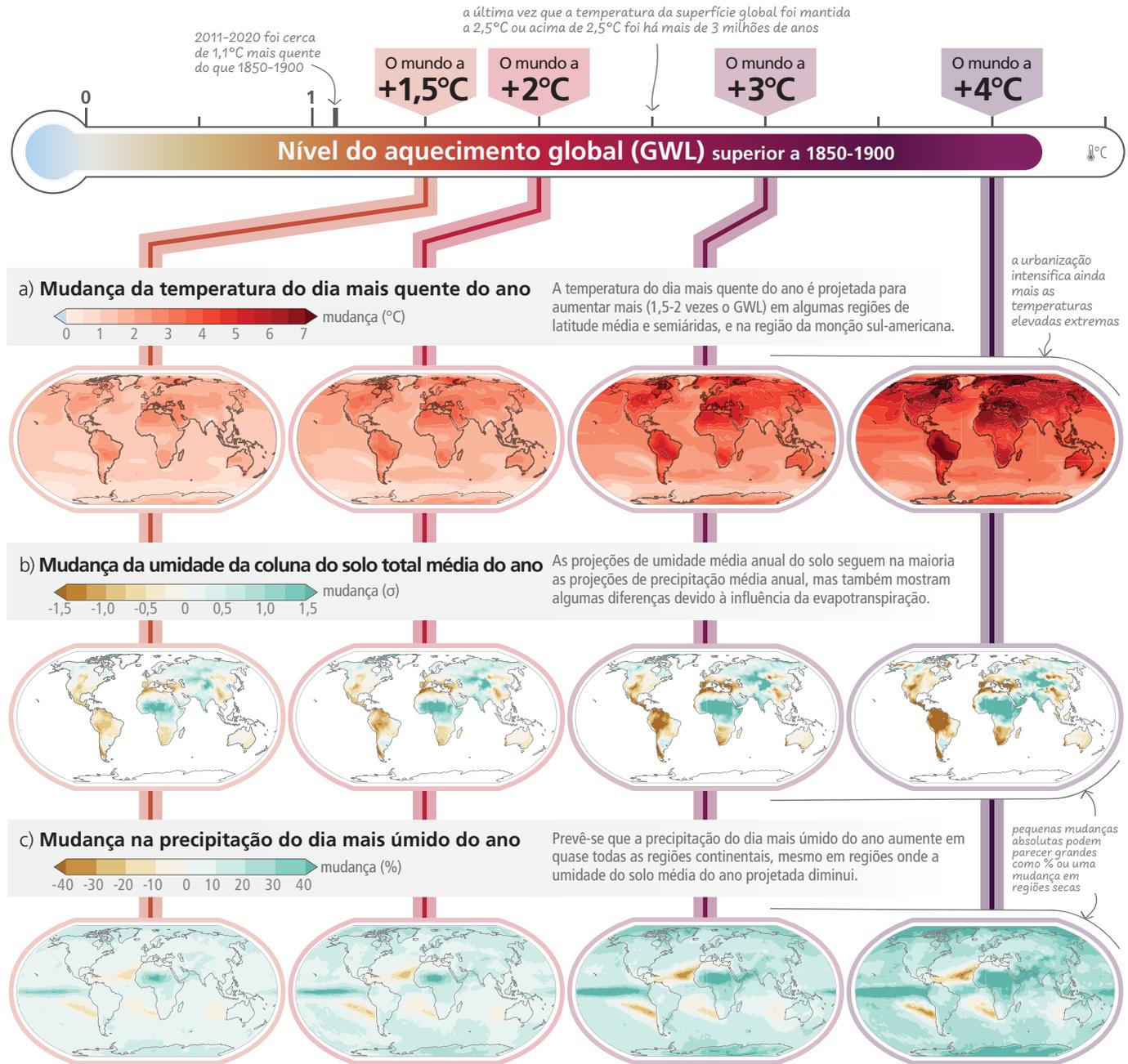
de carbono terrestres e oceânicos são projetados para absorver uma proporção decrescente dessas emissões (*alta confiança*). Outras mudanças projetadas incluem extensões e/ou volumes ainda mais reduzidos de quase todos os elementos criosféricos<sup>34</sup> (*alta confiança*), aumento global médio do nível do mar (*virtualmente certo*) e aumento da acidificação (*virtualmente certo*) e desoxigenação (*alta confiança*) dos oceanos. {3.1.1,3.3.1, Figura 3.4} (Figura SPM.2)

- B.1.4 Com o aumento do aquecimento, cada região é projetada para experimentar cada vez mais mudanças simultâneas e múltiplas em fatores de impacto climático. Projeta-se que a composição de ondas de calor e secas se tornem mais frequentes, incluindo eventos simultâneos em vários locais (*alta confiança*). Devido ao aumento relativo do nível do mar, os atuais eventos extremos do nível do mar de 1 em 100 anos são projetados para ocorrer pelo menos anualmente em mais da metade de todos os locais de marégrafo até 2100, em todos os cenários considerados (*alta confiança*). Outras mudanças regionais previstas incluem a intensificação de ciclones tropicais e/ou tempestades extratropicais (*confiança média*) e aumento da aridez e de condições atmosféricas propícias para incêndio (*confiança média a alta*). {3.1.1,3.1.3}
- B.1.5 A variabilidade natural continuará modulando as mudanças climáticas causadas pelo homem, atenuando ou ampliando as mudanças projetadas, com pouco efeito no aquecimento global em escala centenária (*alta confiança*). É importante considerar essas modulações no planejamento da adaptação, especialmente em escala regional e no curto prazo. Caso uma grande erupção vulcânica explosiva<sup>35</sup> viesse a ocorrer, mascararia temporária e parcialmente as mudanças climáticas causadas pelo homem, reduzindo a temperatura da superfície do planeta e a precipitação por um a três anos (*confiança média*). {4.3}

<sup>34</sup> Permafrost, cobertura de neve sazonal, Geleiras, Calotas de Gelo da Groenlândia e da Antártica e gelo marinho do Ártico.

<sup>35</sup> Com base em reconstruções de 2.500 anos, as erupções com forçante radiativa mais negativa que  $-1 \text{ W m}^{-2}$ , relacionadas ao efeito radiativo de aerossóis estratosféricos vulcânicos na literatura avaliada neste relatório, ocorrem em média duas vezes por século. {4.3}

# Com cada incremento do aquecimento global, as mudanças regionais no clima médio e nos extremos se tornam mais generalizadas e pronunciadas.



**Figura SPM.2: Mudanças projetadas da temperatura máxima diária anual, umidade da coluna do solo total média anual e precipitação de 1 dia máxima anual em níveis de aquecimento global de 1,5°C, 2°C, 3°C e 4°C em relação a 1850-1900.** Mudança projetada (a) da temperatura máxima diária anual (°C), (b) Mudança da média anual da coluna total de umidade no solo (desvio padrão), (c) Mudança da máxima precipitação do ano em 1-dia (%). Os painéis mostram as mudanças medianas de vários modelos CMIP6. Nos painéis (b) e (c), grandes mudanças relativas positivas em regiões secas podem corresponder a pequenas mudanças absolutas. No painel (b), a unidade é o desvio padrão da variabilidade interanual da umidade do solo durante 1850-1900. O desvio padrão é uma métrica amplamente utilizada para caracterizar a gravidade da seca. Uma redução projetada na umidade média do solo por um desvio padrão corresponde às condições de umidade do solo típicas das secas que ocorreram aproximadamente uma vez a cada seis anos durante 1850-1900. O Atlas Interativo do WGI (<https://interactive-atlas.ipcc.ch/>) pode ser usado para explorar mudanças adicionais no sistema climático em toda a gama de níveis de aquecimento global apresentados nesta figura. {Figura 3.1, Caixa de seção transversal.2}

## Impactos das Mudanças do Clima e Riscos Relacionados ao Clima

- B.2 Para qualquer nível de aquecimento futuro, muitos riscos relacionados ao clima são maiores do que os avaliados no AR5, e os impactos de longo prazo projetados são várias vezes maiores do que os observados atualmente (*alta confiança*). Os riscos e os impactos adversos projetados e as perdas e danos relacionados às mudanças do clima aumentam a cada incremento do aquecimento global (*confiança muito alta*). Os riscos climáticos e não climáticos vão interagir cada vez mais, criando riscos compostos e em cascata, mais complexos e difíceis de gerir (*alta confiança*). {Caixa de Seção Transversal.2, 3.1, 4.3, Figura 3.3, Figura 4.3} (Figura SPM.3, Figura SPM.4)**
- B.2.1 A curto prazo, todas as regiões do mundo estão projetadas para enfrentar aumentos adicionais das ameaças climáticas (*confiança média a alta*, dependendo da região e da ameaça), aumentando os riscos múltiplos para os ecossistemas e os seres humanos (*confiança muito alta*). As ameaças e riscos associados esperados a curto prazo incluem aumento da mortalidade e morbidade humanas relacionadas ao calor (*alta confiança*), doenças transmitidas por alimentos, água e vetores (*alta confiança*), e problemas de saúde mental<sup>36</sup> (*confiança muito alta*), inundações em cidades e regiões costeiras e outras cidades e regiões baixas (*alta confiança*), perda de biodiversidade em ecossistemas terrestres, de água doce e oceânicos (*confiança média a muito alta*, dependendo do ecossistema) e uma diminuição da produção de alimentos em algumas regiões (*alta confiança*). Mudanças relacionadas à criosfera em inundações, deslizamentos de terra e disponibilidade de água têm o potencial de levar a consequências graves para pessoas, infraestrutura e economia na maioria das regiões montanhosas (*alta confiança*). O aumento projetado na frequência e intensidade da precipitação intensa (*alta confiança*) aumentará as enchentes locais geradas pela chuva (*confiança média*). {Figura 3.2, Figura 3.3, 4.3, Figura 4.3} (Figura SPM.3, Figura SPM.4)**
- B.2.2 Os riscos e os impactos adversos projetados e as perdas e danos relacionados às mudanças do clima aumentarão a cada incremento do aquecimento global (*confiança muito alta*). Eles são mais altos para o aquecimento global de 1,5°C do que para o atual, e ainda mais altos para 2°C (*alta confiança*). Em comparação com o AR5, os níveis globais de risco agregado<sup>37</sup> (Motivos de Preocupação<sup>38</sup>) são avaliados como altos a muito altos em níveis mais baixos de aquecimento global devido a evidências recentes dos impactos observados, melhor compreensão dos processos e novos conhecimentos com relação à exposição e vulnerabilidade de sistemas humanos e naturais, incluindo limites de adaptação (*alta confiança*). Devido ao inevitável aumento do nível do mar (consulte também B.3), os riscos para os ecossistemas costeiros, pessoas e infraestruturas continuarão aumentando após 2100 (*alta confiança*). {3.1.2, 3.1.3, Figura 3.4, Figura 4.3} (Figura SPM.3, Figura SPM.4)**
- B.2.3 Com aquecimento adicional, os riscos da mudança do clima se tornarão cada vez mais complexos e mais difíceis de administrar. Múltiplos fatores de risco climáticos e não climáticos irão interagir, resultando na composição do risco geral e dos riscos em cascata entre setores e regiões. Projeta-se, por exemplo, que a insegurança alimentar e a instabilidade do abastecimento provocadas pelo clima aumentem com o aumento do aquecimento global, interagindo com fatores de risco não climáticos, como a concorrência por terras entre a expansão urbana e a produção de alimentos, pandemias e conflitos. (*alta confiança*) {3.1.2, 4.3, Figura 4.3}**
- B.2.4 Para qualquer nível de aquecimento, o nível de risco também dependerá das tendências de vulnerabilidade e exposição dos seres humanos e ecossistemas. A exposição futura aos riscos climáticos está aumentando globalmente devido às tendências de desenvolvimento socioeconômico, incluindo a migração, crescente desigualdade e urbanização. A vulnerabilidade humana se concentrará em assentamentos informais e assentamentos menores em rápido crescimento. Nas áreas rurais, a vulnerabilidade será intensificada pela alta dependência de meios de subsistência sensíveis ao clima. A vulnerabilidade dos ecossistemas será fortemente influenciada por padrões passados, presentes e futuros de consumo e produção insustentáveis, pressões demográficas crescentes e uso e gestão persistente e insustentável da terra, oceano e água. A perda de ecossistemas e seus serviços têm impactos em cascata e a longo prazo sobre as pessoas em todo o mundo, especialmente para os Povos Indígenas e comunidades locais que dependem diretamente dos ecossistemas, para atender às necessidades básicas. (*alta confiança*) {Caixa de Seção Transversal.2 Figura 1c, 3.1.2, 4.3}**

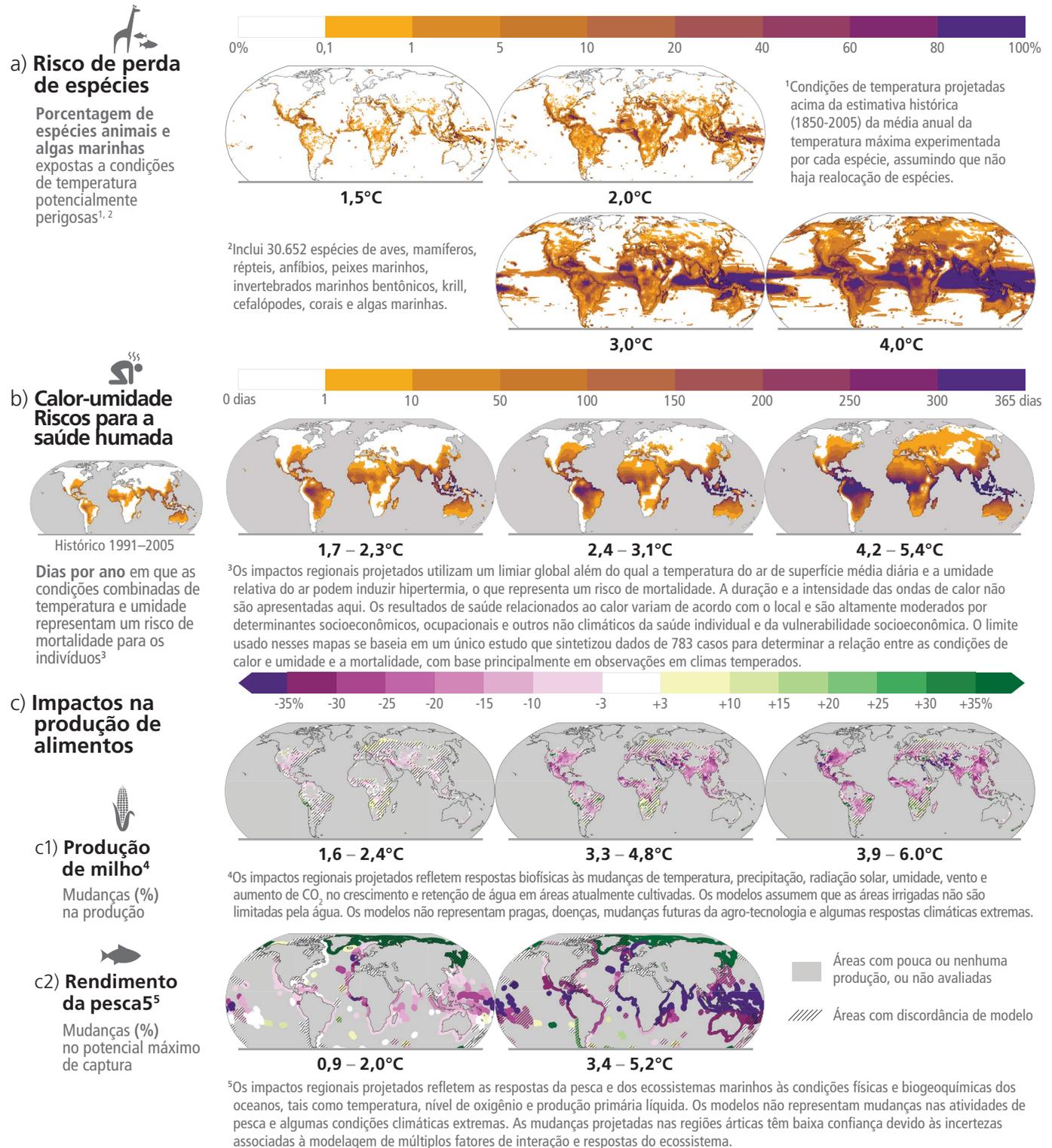
<sup>36</sup> Em todas as regiões avaliadas.

<sup>37</sup> O nível de risco não detectável indica que nenhum impacto associado é detectável e atribuível à mudança do clima; o risco moderado indica que os impactos associados são ambos detectáveis e atribuíveis à mudança do clima com pelo menos *confiança média*, também levando em conta outros critérios específicos para os principais riscos; o risco alto indica impactos severos e generalizados que são considerados altos em um ou mais critérios para avaliar os principais riscos; e o nível de risco muito alto indica risco muito alto de impactos severos e a presença de irreversibilidade significativa ou a persistência de perigos relacionados ao clima, combinados com capacidade limitada de adaptação devido à natureza do perigo ou impactos/riscos. {3.1.2}

<sup>38</sup> A estrutura dos Motivos de Preocupação (RFC) comunica o entendimento científico sobre a acumulação de risco para cinco categorias amplas. RFC1: Sistemas únicos e ameaçados: sistemas ecológicos e humanos, com faixas geográficas restritas, limitados pelas condições climáticas e com alto endemismo ou outras propriedades distintivas. RFC2: Eventos climáticos extremos: riscos/impactos à saúde humana, meios de subsistência, ativos e ecossistemas decorrentes de eventos climáticos extremos. RFC3: Distribuição de impactos: riscos/impactos que afetam desproporcionalmente grupos específicos devido à distribuição desigual de perigos físicos da mudança climática, exposição ou vulnerabilidade. RFC4: Impactos globais agregados: impactos aos sistemas socioecológicos que podem ser agregados globalmente em uma única métrica. RFC5: Eventos singulares de grande escala: mudanças relativamente grandes, abruptas e às vezes irreversíveis em sistemas, causadas pelo aquecimento global. Consulte também o Anexo I: Glossário. {3.1.2, Caixa de Seção Transversal.2}

# É previsto que as mudanças climáticas futuras aumentem a gravidade dos impactos em sistemas naturais e humanos e aumentem as diferenças regionais

Exemplos de impactos sem adaptação adicional

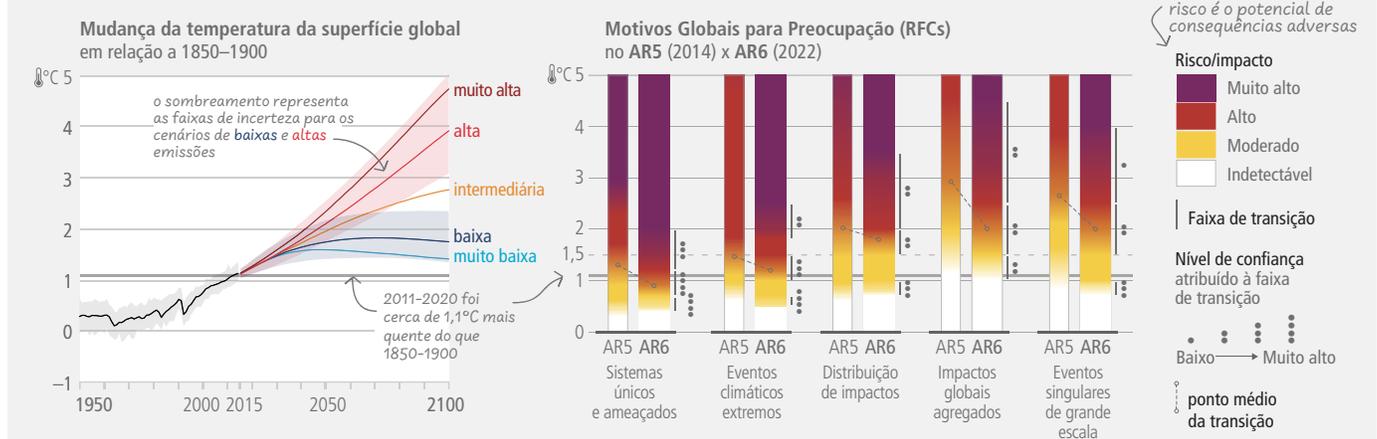


**Figura SPM.3:** Riscos e impactos projetados devido à mudança do clima nos sistemas naturais e humanos em diferentes níveis de aquecimento global (GWLs) em relação aos níveis de 1850-1900. Os riscos e impactos projetados mostrados nos mapas são baseados nos resultados de diferentes subconjuntos de modelos de sistema terrestre e de impacto usados para projetar cada indicador de impacto sem adaptações adicionais. O WGII fornece uma avaliação adicional dos impactos sobre os sistemas humanos e naturais usando essas projeções e linhas de evidência adicionais. (a) Riscos de perdas de espécies, conforme indicado pela porcentagem de espécies avaliadas expostas a

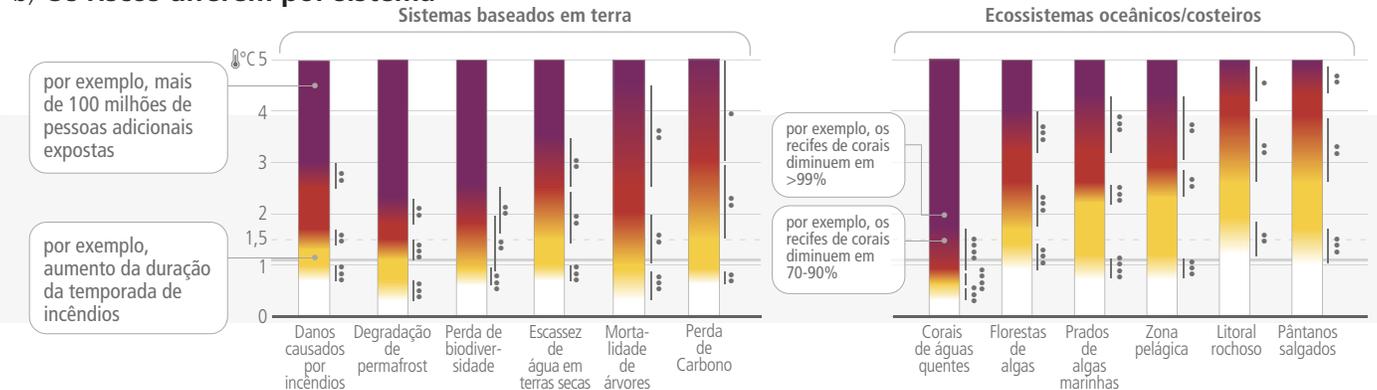
condições de temperatura potencialmente perigosas, conforme definido por condições acima da estimativa histórica (1850-2005) da média anual da temperatura máxima experimentada por cada espécie, em GWLs de 1,5°C, 2°C, 3°C e 4°C. As projeções subjacentes de temperatura são de 21 modelos de sistemas terrestres e não consideram eventos extremos que impactam ecossistemas como o Ártico. (b) Risco à saúde humana, conforme indicado pelos dias por ano de exposição da população a condições hipertérmicas que representam um risco de mortalidade por condições de temperatura e umidade do ar de superfície para o período histórico (1991-2005) e em GWLs de 1,7°C-2,3°C (média = 1,9°C; 13 modelos climáticos), 2,4°C-3,1°C (2,7°C; 16 modelos climáticos) e 4,2°C-5,4°C (4,7°C; 15 modelos climáticos). Intervalos interquartis de GWLs até 2081-2100 segundo RCP2.6, RCP4.5 e RCP8.5. O índice apresentado é consistente com características comuns encontradas em muitos índices incluídos nas avaliações do WGI e WGII. (c) Impactos na produção de alimentos: (c1) Mudanças na produção de milho em 2080-2099 em relação a 1986-2005 em GWLs projetados de 1,6°C-2,4°C (2,0°C), 3,3°C-4,8°C (4,1 °C) e 3,9°C-6,0°C (4,9°C). A produção média muda de um conjunto de 12 modelos de safras, cada um impulsionado por rendimentos ajustados por viés de 5 modelos de sistemas terrestres do Projeto de Intercomparação e Aprimoramento de Modelos Agrícolas (AgMIP) e do Projeto do Modelo de Impacto Intersetorial e de Intercomparação (ISIMIP). Os mapas mostram 2080-2099 em comparação com 1986-2005 para as regiões atuais de cultivo (>10 ha), com a faixa correspondente de níveis futuros de aquecimento global mostrados em SSP1-2.6, SSP3-7.0 e SSP5-8.5, respectivamente. As linhas sombreadas indicam áreas em que <70% das combinações de modelos de clima-cultura concordam com o sinal do impacto. (c2) Mudança no potencial máximo de captura da pesca em 2081-2099 em relação a 1986-2005 em GWLs projetados de 0,9°C-2,0°C (1,5°C) e 3,4°C-5,2°C (4,3°C). GWLs até 2081-2100 sob RCP2.6 e RCP8.5. As linhas sombreadas indicam onde os dois modelos de clima-pesca discordam quanto à direção da mudança. Grandes mudanças relativas em regiões de baixa produtividade podem corresponder a pequenas mudanças absolutas. A biodiversidade e a pesca na Antártica não foram analisadas devido a limitações de dados. A segurança alimentar também é afetada por falhas nas colheitas e na pesca não apresentadas aqui. {3.1.2, Figura 3.2, Caixa de Seção Transversal. 2} (Caixa SPM.1)

# Os riscos estão aumentando com cada incremento de aquecimento

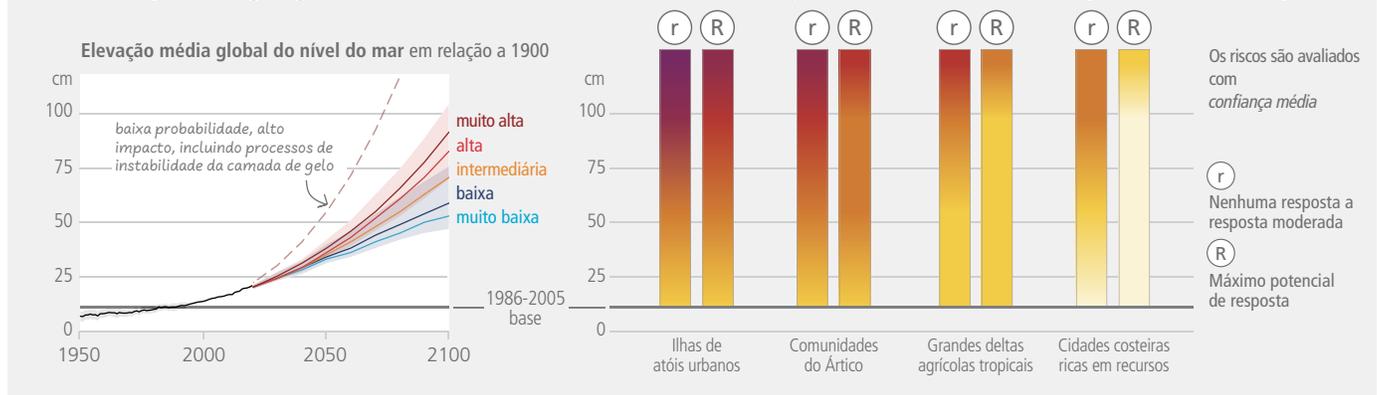
## a) Avalia-se agora que os altos riscos ocorrerão em níveis mais baixos de aquecimento global



## b) Os riscos diferem por sistema



## c) Os riscos para as geografias costeiras aumentam com a elevação do nível do mar e dependem das respostas



## d) Adaptação e trajetórias socioeconômicas afetam os níveis de riscos relacionados ao clima

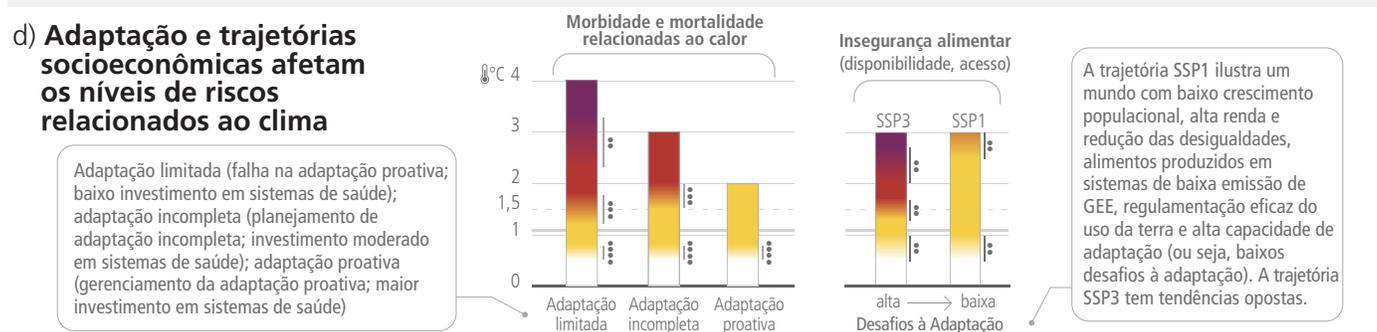


Figura SPM.4: Subconjunto dos resultados climáticos avaliados e riscos climáticos globais e regionais associados. As brasas queimando resultam de uma elicitação de especialistas baseada em literatura. Painel (a): Esquerda - Mudanças na temperatura da superfície global em °C em relação a 1850-1900. Tais mudanças foram obtidas

combinando simulações do modelo CMIP6 com restrições observacionais baseadas no aquecimento simulado no passado, bem como uma avaliação atualizada da sensibilidade climática de equilíbrio. Faixas  *muito prováveis*  são mostradas para os cenários de emissões de GEE baixas e altas (SSP1-2.6 e SSP3-7.0) (Caixa de Seção Transversal.2). **Direita** - Motivos Globais de Preocupação (RFC), comparando as avaliações do AR6 (branças grossas) e AR5 (branças finas). As transições de risco geralmente mudaram para temperaturas mais baixas com o conhecimento científico atualizado. Os diagramas são mostrados para cada RFC, assumindo pouca ou nenhuma adaptação. As linhas conectam os pontos médios das transições de risco moderado a alto no AR5 e AR6. **Painel (b):** Riscos globais selecionados para ecossistemas terrestres e oceânicos, ilustrando o aumento geral do risco com níveis de aquecimento global com pouca ou nenhuma adaptação. **Painel (c):** **Esquerda** - Mudança média global do nível do mar, em centímetros, em relação a 1900. As mudanças históricas (preto) são observadas por mareógrafos antes de 1992 e altímetros após 1992. As mudanças futuras até 2100 (linhas coloridas e sombreado) são avaliadas de forma consistente com as restrições observacionais baseadas na emulação de modelos CMIP, calotas de gelo e geleiras, e os intervalos  *prováveis*  são mostrados para SSP1-2.6 e SSP3-7.0. **Direita**- Avaliação do risco combinado de inundações costeiras, erosão e salinização para quatro geografias costeiras ilustrativas em 2100, devido à mudança do nível médio e extremo do mar, sob dois cenários de resposta, em relação ao período base do SROCC (1986-2005). A avaliação não considera as mudanças no nível extremo do mar além daquelas diretamente induzidas pelo aumento médio do nível do mar; os níveis de risco poderiam aumentar se outras mudanças nos níveis extremos do mar fossem consideradas (por exemplo, devido a mudanças na intensidade dos ciclones). "Nenhuma resposta a resposta moderada" descreve os esforços até hoje (ou seja, nenhuma outra ação significativa ou novos tipos de ações). "Resposta máxima potencial" representa uma combinação de respostas implementadas em toda sua extensão, portanto, esforços adicionais significativos em comparação com os atuais, assumindo o mínimo de barreiras financeiras, sociais e políticas. (Neste contexto, 'atuais' refere-se a 2019). Os critérios de avaliação incluem exposição e vulnerabilidade, perigos costeiros, respostas in situ e realocação planejada. A realocação planejada se refere à retirada ou reassentamentos gerenciados. O termo resposta é utilizado aqui ao invés de adaptação, porque algumas respostas, como o recuo, podem ou não ser consideradas adaptação. **Painel (d):** Riscos selecionados em diferentes trajetórias socioeconômicas, ilustrando como as estratégias de desenvolvimento e os desafios de adaptação influenciam o risco. **Esquerda**- Resultados da saúde humana sensíveis ao calor sob três cenários de eficácia de adaptação. Os diagramas são truncados no °C inteiro mais próximo dentro da faixa de variação de temperatura em 2100, sob três cenários de SSP. **Direita** - Riscos associados à segurança alimentar devido às mudanças do clima e aos padrões de desenvolvimento socioeconômico. Os riscos à segurança alimentar incluem disponibilidade e acesso a alimentos, incluindo a população em risco de fome, aumentos no preço dos alimentos e aumentos nos anos de vida ajustados por deficiência atribuíveis ao baixo peso infantil. Os riscos são avaliados para duas trajetórias socioeconômicas contrastadas (SSP1 e SSP3), excluindo os efeitos de políticas de mitigação e adaptação específicas. {Figura 3.3} (Caixa SPM.1)

## Probabilidade e Riscos de Mudanças Inevitáveis, Irreversíveis ou Abruptas

**B.3 Algumas mudanças futuras são inevitáveis e/ou irreversíveis, mas podem ser limitadas por uma redução profunda, rápida e sustentada das emissões globais de gases de efeito estufa. A probabilidade de mudanças abruptas e/ou irreversíveis aumenta com níveis mais altos de aquecimento global. Da mesma forma, a probabilidade de resultados de baixa probabilidade associados a impactos adversos potencialmente muito grandes aumenta com níveis mais altos de aquecimento global. (alta confiança) {3,7}**

B.3.1 Limitar a temperatura da superfície global não impede mudanças contínuas nos componentes do sistema climático com escalas de tempo de resposta multi-decadais ou mais longas (*alta confiança*). A elevação do nível do mar é inevitável por séculos a milênios devido ao contínuo aquecimento profundo do oceano e ao derretimento das calotas de gelo, e o nível do mar permanecerá elevado por milhares de anos (*alta confiança*). No entanto, reduções profundas, rápidas e sustentadas das emissões de GEE limitariam a aceleração adicional da elevação do nível do mar e o compromisso projetado de elevação do nível do mar no longo prazo. Em relação a 1995-2014, a elevação média global *provável* do nível do mar sob o cenário SSP1-1.9 de emissões de GEE é de 0,15-0,23 m até 2050 e 0,28-0,55 m até 2100; enquanto para o cenário SSP5-8.5 de emissões de GEE é de 0,20-0,29 m até 2050 e 0,63-1,01 m até 2100 (*confiança média*). Nos próximos 2000 anos, o nível médio global do mar subirá cerca de 2-3 m se o aquecimento for limitado a 1,5°C e 2-6 m se for limitado a 2°C (*baixa confiança*). {3.1.3, Figura 3.4} (Caixa SPM.1)

B.3.2 A probabilidade e os impactos de mudanças abruptas e/ou irreversíveis no sistema climático, incluindo as mudanças desencadeadas ao atingir os pontos de não retorno, crescem com o aumento do aquecimento global (*alta confiança*). À medida que os níveis de aquecimento aumentam, aumentam também os riscos de extinção de espécies ou perda irreversível da biodiversidade em ecossistemas incluindo florestas (*confiança média*), recifes de corais (*confiança muito alta*) e nas regiões árticas (*confiança alta*). A níveis sustentados de aquecimento entre 2°C e 3°C, as calotas de gelo da Groenlândia e da Antártida Ocidental serão perdidas quase completa e irreversivelmente ao longo de vários milênios, causando vários metros de elevação do nível do mar (*evidências limitadas*). A probabilidade e a taxa de perda de massa de gelo aumentam com o aumento da temperatura da superfície global (*alta confiança*). {3.1.2,3.1.3}

B.3.3 A probabilidade de resultados de baixa probabilidade associados a impactos potencialmente muito grandes aumenta com níveis mais altos de aquecimento global (*alta confiança*). Devido à profunda incerteza ligada aos processos relacionados à calota de gelo, a elevação média global do nível do mar acima da faixa *provável* - aproximando-se de 2 m em 2100 e acima de 15 m em 2300 sob o cenário de emissões de GEE muito altas (SSP5-8.5) (*baixa confiança*) - não pode ser excluído. Há uma *confiança média* de que a Circulação de Revolvimento Meridional do Atlântico não entrará em colapso abruptamente antes de 2100, mas caso isso viesse a ocorrer, *provavelmente* causaria mudanças abruptas nos padrões climáticos regionais e grandes impactos nos ecossistemas e atividades humanas. {3.1.3} (Caixa SPM.1)

## Opções de Adaptação e seus Limites em um Mundo Mais Quente

- B.4 As opções de adaptação viáveis e eficazes hoje se tornarão limitadas e menos eficazes com o aumento do aquecimento global. Com o aumento do aquecimento global, as perdas e danos aumentarão e os sistemas humanos e naturais adicionais atingirão os limites de adaptação. A má adaptação pode ser evitada por meio de planejamento e implementação de ações de adaptação flexíveis, multissetoriais, inclusivos e de longo prazo, com cobenefícios para muitos setores e sistemas. (alta confiança) {3.2, 4.1, 4.2, 4.3}**
- B.4.1 A eficácia da adaptação, incluindo as opções baseadas no ecossistema e a maioria das relacionadas à água, diminuirá com o aumento do aquecimento. A viabilidade e eficácia das opções aumentam com soluções integradas e multissetoriais que diferenciam respostas baseadas no risco climático, atravessam sistemas e abordam as desigualdades sociais. Como as opções de adaptação costumam ter longos períodos de implementação, o planejamento de longo prazo aumenta sua eficácia. (alta confiança) {3.2, Figura 3.4, 4.1,4.2}
- B.4.2 Com o aquecimento global adicional, os limites de adaptação e as perdas e danos, fortemente concentrados entre as populações vulneráveis, tornar-se-ão cada vez mais difíceis de serem evitados (confiança alta). Com um aquecimento global acima de 1,5°C, os recursos limitados de água doce representam possíveis limites de adaptação severos para pequenas ilhas e para regiões dependentes do derretimento das geleiras e da neve (confiança média). Acima desse nível, ecossistemas como alguns recifes de corais de águas quentes, pântanos costeiros, florestas tropicais e ecossistemas polares e montanhosos atingirão ou ultrapassarão os limites de adaptação rígidos e, conseqüentemente, algumas medidas de adaptação baseadas em ecossistemas também perderão sua eficácia (alta confiança). {2.3.2, 3.2,4.3}
- B.4.3 Ações concentradas em setores e riscos isoladamente e em ganhos de curto prazo frequentemente levam a uma má adaptação a longo prazo, criando bloqueios de vulnerabilidade, exposição e riscos difíceis de mudar. Por exemplo, os quebra-mares reduzem efetivamente os impactos para as pessoas e ativos no curto prazo, mas também podem resultar em bloqueios e aumentar a exposição aos riscos climáticos a longo prazo, a menos que sejam integrados em um plano de adaptação a longo prazo. Respostas inadequadas podem piorar as desigualdades existentes, especialmente para os Povos Indígenas e grupos marginalizados, bem como diminuir a resiliência do ecossistema e da biodiversidade. A má adaptação pode ser evitada por meio de planejamento e implementação de ações de adaptação flexíveis, multissetoriais, inclusivos e de longo prazo, com cobenefícios para muitos setores e sistemas. (alta confiança) {2.3.2,3.2}

## Orçamentos de Carbono e Emissões Líquidas Zero

- B.5 A limitação do aquecimento global causado pelo homem requer emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub>. As emissões acumuladas de carbono até atingir as emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub> e o nível de redução das emissões de gases de efeito estufa nesta década determinam em grande parte se o aquecimento pode ser limitado a 1,5°C ou 2°C (alta confiança). As emissões projetadas de CO<sub>2</sub> da infraestrutura de combustível fóssil existente, sem abatimento adicional, excederiam o orçamento de carbono remanescente em 1,5°C (50%) (alta confiança). {2.3, 3.1, 3.3, Tabela 3.1}**
- B.5.1 Do ponto de vista da ciência física, limitar o aquecimento global causado pelo homem a um nível específico requer limitar as emissões acumuladas de CO<sub>2</sub>, atingindo pelo menos emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub>, juntamente com robustas reduções em outras emissões de gases de efeito estufa. Atingir emissões líquidas zero de GEE requer principalmente reduções profundas de emissões de CO<sub>2</sub>, metano e outros GEE, e implica em emissões líquidas negativas de CO<sub>2</sub><sup>39</sup>. A remoção de dióxido de carbono (CDR) será necessária para atingir emissões líquidas negativas de CO<sub>2</sub> (consulte B.6). Projeta-se que as emissões líquidas zero de GEE, se mantidas, resultem em um declínio gradual nas temperaturas da superfície global, após pico anterior. (alta confiança) {3.1.1,3.3.1,3.3.2,3.3.3, Tabela 3.1, Caixa de Seção Transversal.1}
- B.5.2 Para cada 1000 GtCO<sub>2</sub> emitidos pela atividade humana, a temperatura da superfície global aumenta 0,45°C (melhor estimativa, com uma faixa provável de 0,27°C a 0,63°C). As melhores estimativas dos orçamentos de carbono remanescentes desde o início de 2020 são 500 GtCO<sub>2</sub> para uma probabilidade de 50% de limitar o aquecimento global a 1,5°C e 1150 GtCO<sub>2</sub> para uma probabilidade de 67% de limitar o aquecimento a 2°C<sup>40</sup>. Quanto mais robustas forem as reduções das emissões de gases que não o CO<sub>2</sub>, menores serão as temperaturas

<sup>39</sup> Emissões líquidas zero de GEE definidas pelo potencial de aquecimento global de 100 anos. Consulte a nota de rodapé 9.

<sup>40</sup> Bancos de dados globais fazem escolhas diferentes sobre quais emissões e remoções que ocorrem no solo são consideradas antropogênicas. A maioria dos países relatam, em seus Inventários Nacionais de GEE, seus fluxos antropogênicos de CO<sub>2</sub> terrestres, incluindo os fluxos devidos a mudanças ambientais causadas pelo homem (por exemplo, fertilização por CO<sub>2</sub>) em terras 'manejadas'. Utilizando estimativas de emissões baseadas nesses inventários, os orçamentos de carbono remanescentes devem ser reduzidos de forma correspondente. {3.3.1}

resultantes para um determinado orçamento de carbono remanescente ou maior será o orçamento de carbono remanescente para o mesmo nível de mudança de temperatura<sup>41</sup>. {3.3.1}

- B.5.3 Se as emissões anuais de CO<sub>2</sub> entre 2020-2030 permanecessem, em média, no mesmo nível de 2019, as emissões acumuladas resultantes quase esgotariam o orçamento de carbono remanescente para 1,5°C (50%) e esgotariam mais de um terço do orçamento de carbono remanescente para 2°C (67%). As estimativas de futuras emissões de CO<sub>2</sub> de infraestruturas de combustíveis fósseis existentes sem abatimento adicional<sup>42</sup> já excedem o orçamento de carbono remanescente para limitar o aquecimento a 1,5°C (50%) (*alta confiança*). As futuras emissões acumuladas de CO<sub>2</sub> projetadas ao longo do tempo de vida útil das infraestruturas de combustíveis fósseis existentes e planejadas, se os padrões históricos de operação forem mantidos e sem abatimento adicional<sup>43</sup>, são aproximadamente iguais ao orçamento de carbono remanescente para limitar o aquecimento a 2°C com uma probabilidade de 83%<sup>44</sup> (*alta confiança*). {2.3.1, 3.3.1, Figura 3.5}
- B.5.4 Com base apenas em estimativas centrais, as emissões líquidas acumuladas históricas de CO<sub>2</sub> entre 1850 e 2019 totalizam cerca de quatro- quintos<sup>45</sup> do orçamento total de carbono para uma probabilidade de 50% de limitar o aquecimento global a 1,5°C (estimativa central de cerca de 2.900 GtCO<sub>2</sub>), e cerca de dois terços<sup>46</sup> do orçamento total de carbono para uma probabilidade de 67% de limitar o aquecimento global a 2°C (estimativa central de cerca de 3.550 GtCO<sub>2</sub>). {3.3.1, Figura 3.5}

## Trajетórias de Mitigação

**B.6 Todas as trajetórias globais modeladas que limitam o aquecimento a 1,5°C (>50%) sem ultrapassagem da temperatura programada ou com ultrapassagem limitada, e aquelas que limitam o aquecimento a 2°C (>67%), envolvem reduções rápidas e profundas e, na maioria dos casos, imediatas das emissões de gases de efeito estufa em todos os setores nesta década. As emissões globais líquidas zero de CO<sub>2</sub> são atingidas para essas categorias de trajetórias no início da década de 2050 e por volta do início da década de 2070, respectivamente. (*alta confiança*) {3.3, 3.4, 4.1, 4.5, Tabela 3.1} (Figura SPM.5, Caixa SPM.T)**

- B.6.1 As trajetórias globais modeladas fornecem informações sobre como limitar o aquecimento a diferentes níveis; essas trajetórias, em particular seus aspectos setoriais e regionais, dependem dos pressupostos descritos na Caixa SPM.1. As trajetórias modeladas globais que limitam o aquecimento a 1,5°C (>50%) sem ultrapassagem da temperatura programada ou com ultrapassagem limitada ou até 2°C (>67%) são caracterizadas por reduções profundas, rápidas e, na maioria dos casos, imediatas das emissões de GEE. As trajetórias que limitam o aquecimento a 1,5 °C (> 50%) sem ultrapassagem da temperatura programada ou com ultrapassagem limitada atingem emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub> no início da década de 2050, seguido por emissões líquidas negativas de CO<sub>2</sub>. Essas trajetórias que atingem emissões líquidas zero de GEE o fazem por volta da década de 2070. As trajetórias que limitam o aquecimento a 2 °C (>67%) atingem emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub> no início da década de 2070. As emissões globais de GEE são projetadas para atingir o pico entre 2020 e, o mais tardar, antes de 2025 em trajetórias modeladas globais que limitam o aquecimento a 1,5°C (>50%) sem ultrapassagem da temperatura programada ou com ultrapassagem limitada e naquelas que limitam o aquecimento a 2°C (>67%), assumindo uma ação imediata. (*alta confiança*) {3.3.2,3.3.4,4.1, Tabela 3.1, Figura 3.6} (Tabela SPM.1)

<sup>41</sup> Por exemplo, os orçamentos de carbono remanescentes podem ser de 300 ou 600 GtCO<sub>2</sub> para 1,5°C (50%), respectivamente para emissões que não de CO<sub>2</sub> altas e baixas, em comparação com 500 GtCO<sub>2</sub> no caso central. {3.3.1}

<sup>42</sup> A redução aqui se refere a intervenções humanas que reduzem a quantidade de gases de efeito estufa que são liberados da infraestrutura de combustíveis fósseis para a atmosfera.

<sup>43</sup> Ibid.

<sup>44</sup> O WGI fornece orçamentos de carbono que estão de acordo com a limitação do aquecimento global aos limites de temperatura com diferentes possibilidades, tais como 50%, 67% ou 83%. {3.3.1}

<sup>45</sup> As incertezas para os orçamentos totais de carbono não foram avaliadas e podem afetar as frações específicas calculadas.

<sup>46</sup> Ibid.

**Tabela SPM.1:** Reduções das emissões de gases de efeito estufa e CO<sub>2</sub> de 2019, mediana e percentis 5-95. {3.3.1, 4.1, Tabela 3.1, Figura 2.5, Caixa SPM.1}

	Reduções dos níveis de emissão de 2019 (%)				
		2030	2035	2040	2050
Limitar o aquecimento a 1,5°C (>50%), sem ultrapassagem da temperatura programada ou com ultrapassagem limitada	GEE:	43 [34-60]	60 [49-77]	69 [58-90]	84 [73-98]
	CO <sub>2</sub>	48 [36-69]	65 [50-96]	80 [61-109]	99 [79-119]
Limitar o aquecimento a 2°C (>67%)	GEE:	21 [1-42]	35 [22-55]	46 [34-63]	64 [53-77]
	CO <sub>2</sub>	22 [1-44]	37 [21-59]	51 [36-70]	73 [55-90]

B.6.2 Atingir emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub> ou GEE requer principalmente reduções profundas e rápidas das emissões brutas de CO<sub>2</sub>, bem como reduções substanciais das emissões de GEE que não o CO<sub>2</sub> (*alta confiança*). Por exemplo, em trajetórias modeladas que limitam o aquecimento a 1,5°C (> 50%) sem ultrapassagem da temperatura programada ou com ultrapassagem limitada, as emissões globais de metano são reduzidas em 34 [21-57] % até 2030 em relação a 2019. No entanto, algumas emissões residuais de GEE difíceis de reduzir (por exemplo, algumas emissões da agricultura, aviação, navegação e processos industriais) permanecem e precisariam ser contrabalançadas pela implantação de métodos de CDR para atingir emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub> ou GEE (*alta confiança*). Como resultado, atinge-se as emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub> antes das emissões líquidas zero GEE (*alta confiança*). {3.3.2,3.3.3, Tabela 3.1, Figura 3.5} (Figura SPM.5)

B.6.3 As trajetórias globais de mitigação modeladas que atingem emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub> e GEE incluem a transição de combustíveis fósseis sem captura e armazenamento de carbono (CCS) para fontes de energia de muito baixo ou zero carbono, tais como energias renováveis ou combustíveis fósseis com CCS, medidas voltadas para a demanda e melhoria da eficiência, reduzindo as emissões de GEE que não o CO<sub>2</sub> e CDR<sup>47</sup>. Na maioria das trajetórias globais modeladas, a mudança no uso do solo e a silvicultura (via reflorestamento e redução do desmatamento) e o setor de fornecimento de energia atingem emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub> antes dos setores de edifícios, indústria e transporte. (*alta confiança*) {3.3.3, 4.1,4.5, Figura 4.1} (Figura SPM.5, Caixa SPM.1)

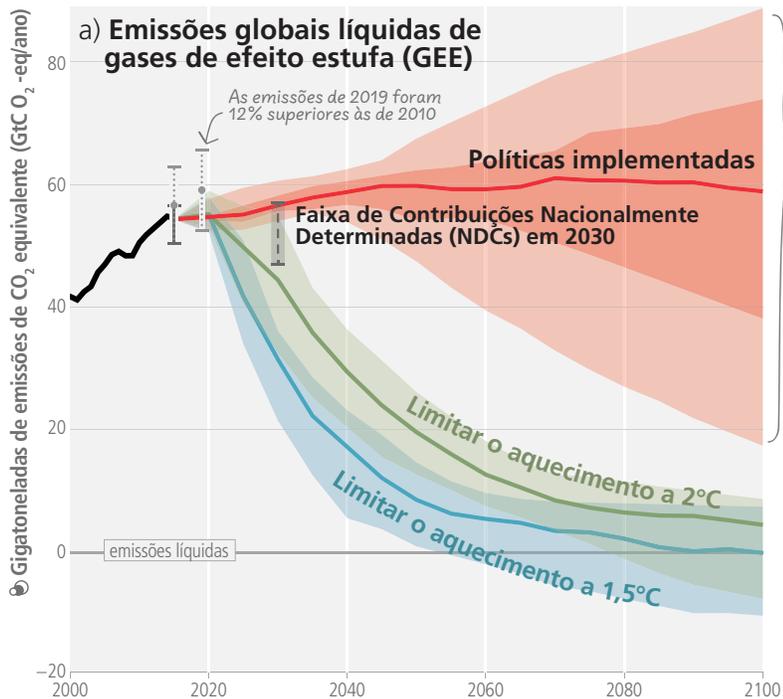
B.6.4 As opções de mitigação geralmente possuem sinergias com outros aspectos do desenvolvimento sustentável, mas algumas opções também podem ter *trade-offs*. Existem sinergias potenciais entre desenvolvimento sustentável e, por exemplo, eficiência energética e energia renovável. Da mesma forma, dependendo do contexto<sup>48</sup>, métodos biológicos de CDR como reflorestamento, manejo florestal aprimorado, sequestro de carbono no solo, restauração de turfeiras e gestão do carbono azul costeiro podem aumentar a biodiversidade e as funções do ecossistema, empregos e meios de subsistência locais. No entanto, o reflorestamento ou a produção de culturas de biomassa podem ter impactos socioeconômicos e ambientais adversos, inclusive na biodiversidade, segurança alimentar e hídrica, meios de subsistência locais e direitos dos Povos Indígenas, especialmente se implementados em grande escala e onde a estrutura fundiária é insegura. Trajetórias modeladas que assumem o uso de recursos de forma mais eficiente ou que direcionam o desenvolvimento global para a sustentabilidade incluem menos desafios, como menor dependência de CDR e pressão sobre o solo e biodiversidade. (*alta confiança*) {3.4.1}

<sup>47</sup> A CCS é uma opção para reduzir as emissões provenientes de fontes de energia fóssil em larga escala e de fontes industriais, desde que haja armazenamento geológico disponível. Quando o CO<sub>2</sub> é capturado diretamente da atmosfera (DACCS), ou da biomassa (BECCS), a CCS fornece o componente de armazenamento destes métodos de CDR. A captura de CO<sub>2</sub> e a injeção subsuperficial é uma tecnologia madura para o processamento de gás e melhor recuperação de petróleo. Ao contrário do setor de petróleo e gás, a CCS é menos madura no setor de energia, bem como na produção de cimento e produtos químicos, onde é uma opção crítica de mitigação. Estima-se que a capacidade técnica de armazenamento geológico seja da ordem de 1000 GtCO<sub>2</sub>, o que é mais do que as necessidades de armazenamento de CO<sub>2</sub> até 2100 para limitar o aquecimento global a 1,5°C, embora a disponibilidade regional de armazenamento geológico possa ser um fator limitante. Se o local de armazenamento geológico for adequadamente selecionado e gerenciado, estima-se que o CO<sub>2</sub> possa ser permanentemente isolado da atmosfera. A implementação da CCS enfrenta atualmente barreiras tecnológicas, econômicas, institucionais, ecológicas, ambientais e socioculturais. Atualmente, as taxas globais de implantação da CCS estão muito abaixo daquelas das trajetórias modeladas, limitando o aquecimento global a 1,5°C a 2°C. Condições favoráveis, como instrumentos políticos, maior apoio público e inovação tecnológica poderiam reduzir essas barreiras. (*alta confiança*) {3.3.3}

<sup>48</sup> Os impactos, riscos e cobenefícios da implantação de CDR para ecossistemas, biodiversidade e pessoas serão altamente variáveis dependendo do método, contexto específico do local, implementação e escala (*alta confiança*).

# Limitar o aquecimento a 1,5°C e 2°C envolve reduções rápidas, profundas e, na maioria dos casos, imediatas das emissões de gases de efeito estufa

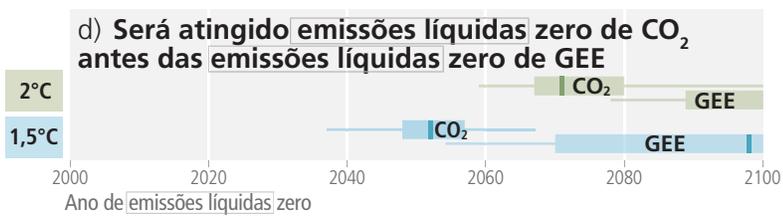
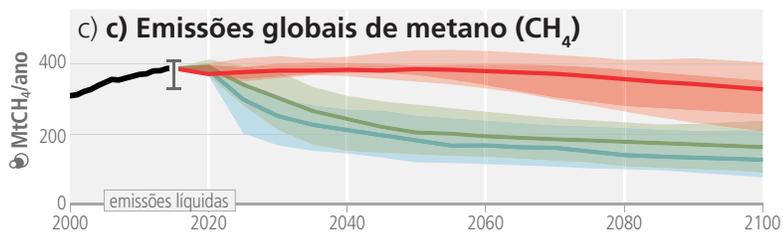
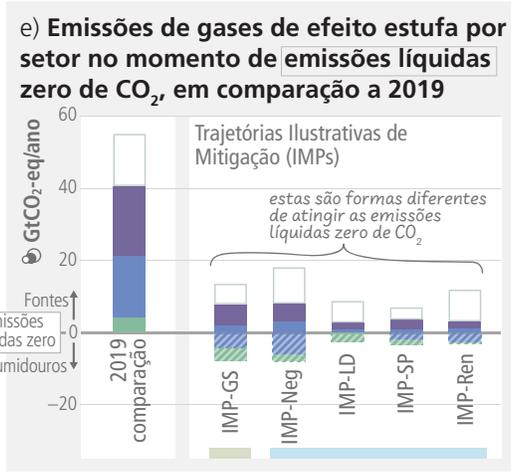
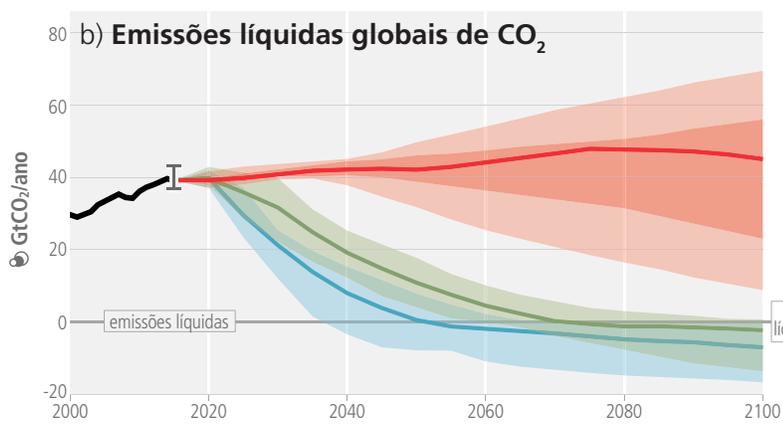
É possível atingir emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub> e de GEE por meio de robustas reduções em todos os setores



As políticas implementadas resultam em emissões projetadas que levam ao aquecimento de 3,2°C, com uma faixa de 2,2°C a 3-5°C (confiança média)

Legenda

- Políticas implementadas (mediana, com percentis 25-75% e 5-95%)
- Limitar o aquecimento a 2°C (>67%)
- Limitar o aquecimento a 1,5°C (>50%), sem ultrapassagem da temperatura programada ou com ultrapassagem limitada
- Emissões passadas (2000-2015)
- Faixa de modelos para as emissões de 2015
- Emissões passadas de GEE e incerteza para 2015 e 2019 (ponto indica a mediana)



Sumário para Formuladores de Políticas

**Figura SPM.5: Trajetórias de emissões globais consistentes com políticas implementadas e estratégias de mitigação.** Os painéis (a), (b) e (c) mostram o desenvolvimento das emissões globais de GEE, CO<sub>2</sub> e metano em trajetórias modeladas, enquanto o **painel (d)** mostra o tempo associado de quando se atinge as emissões líquidas zero de GEE e CO<sub>2</sub>. As faixas coloridas denotam o 5º ao 95º percentil nas trajetórias modeladas globais que se enquadram em uma determinada categoria, conforme descrito na Caixa SPM.1. As faixas vermelhas representam as trajetórias de emissões assumindo políticas que foram implementadas até o final de 2020. As faixas de trajetórias modeladas que limitam o aquecimento a 1,5°C (>50%) sem ultrapassagem da temperatura programada ou com ultrapassagem limitada são mostrados em azul claro (categoria C1) e trajetórias que limitam o aquecimento a 2°C (>67%) são mostrados em verde (categoria C3). As trajetórias de emissões globais que limitariam o aquecimento a 1,5°C (>50%) sem ultrapassagem da temperatura programada ou com ultrapassagem limitada e que também atingiriam emissões líquidas zero de GEE na segunda metade do século, o fariam entre 2070-2075. O **painel (e)** mostra as contribuições setoriais de fontes e sumidouros de emissões de CO<sub>2</sub> e que não de CO<sub>2</sub> no momento em que se atinge as emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub> em trajetórias ilustrativas de mitigação (IMPs) consistentes com a limitação do aquecimento a 1,5°C com alta confiança em relação às emissões líquidas negativas (IMP-Neg) ("alta ultrapassagem"), alta eficiência de recursos (IMP-LD), foco no desenvolvimento sustentável (IMP-SP), renováveis (IMP-Ren) e limitação do aquecimento a 2°C com mitigação menos rápida inicialmente seguida por um fortalecimento gradual (IMP-GS). As emissões positivas e negativas de diferentes IMPs são comparadas com as emissões de GEE do ano de 2019. O fornecimento de energia (incluindo eletricidade) inclui bioenergia com captura e armazenamento de dióxido de carbono e captura e armazenamento direto de dióxido de carbono no ar. As emissões de CO<sub>2</sub> decorrentes da mudança no uso do solo e da silvicultura só podem ser apresentadas como um número líquido, pois muitos modelos não relatam emissões e sumidouros dessa categoria separadamente. {Figura 3.6, 4.1} (Caixa SPM.1)

## Ultrapassagem: Exceder um Nível de Aquecimento e Retornar

**B.7 Se o aquecimento exceder um nível especificado, como 1,5°C, poderá ser gradualmente reduzido novamente, atingindo e sustentando emissões globais líquidas negativas de CO<sub>2</sub>. Isso exigiria implantação adicional de remoção de dióxido de carbono, em comparação com trajetórias sem ultrapassagem, levando a maiores preocupações de viabilidade e sustentabilidade. A ultrapassagem implica impactos adversos, alguns irreversíveis, e riscos adicionais para os sistemas humanos e naturais, que aumentam com a magnitude e a duração da ultrapassagem. (alta confiança) {3.1, 3.3, 3.4, Tabela 3.1, Figura 3.6}**

- B.7.1 Apenas um pequeno número das trajetórias modeladas globais mais ambiciosas limita o aquecimento global a 1,5°C (>50%) até 2100 sem exceder este nível temporariamente. Atingir e manter emissões líquidas globais negativas de CO<sub>2</sub>, com taxas anuais de CDR maiores que as emissões residuais de CO<sub>2</sub>, reduziria gradualmente o nível de aquecimento novamente (alta confiança). Impactos adversos ocorridos durante este período de ultrapassagem e causadores de um aquecimento adicional por meio de mecanismos de feedback, como o aumento de incêndios florestais, mortalidade em massa de árvores, seca de turfeiras e derretimento do permafrost, enfraquecendo os sumidouros naturais de carbono do solo e aumentando as emissões de GEE, tornariam o retorno mais desafiador (confiança média). {3.3.2, 3.3.4, Tabela 3.1, Figura 3.6} (Caixa SPM.1)
- B.7.2 Quanto maior a magnitude e a duração da ultrapassagem, mais os ecossistemas e as sociedades estarão expostos a mudanças maiores e mais generalizadas nos fatores de impacto climático, aumentando os riscos para muitos sistemas naturais e humanos. Em comparação com trajetórias sem ultrapassagem, as sociedades enfrentariam maiores riscos à infraestrutura, assentamentos costeiros de baixa altitude e meios de subsistência associados. Ultrapassar 1,5°C resultará em impactos adversos irreversíveis em certos ecossistemas de baixa resiliência, tais como ecossistemas polares, de montanha e costeiros, impactados pelo derretimento das geleiras e calotas de gelo ou pela aceleração e elevação do nível do mar. (alta confiança) {3.1.2,3.3.4}
- B.7.3 Quanto maior a ultrapassagem, mais emissões líquidas negativas de CO<sub>2</sub> seriam necessárias para retornar a 1,5°C até 2100. A transição mais rápida para emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub> e a redução mais rápida das emissões que não de CO<sub>2</sub>, como o metano, limitariam os níveis de pico de aquecimento e reduziriam a necessidade de emissões líquidas negativas de CO<sub>2</sub>, reduzindo assim as preocupações de viabilidade e sustentabilidade e os riscos sociais e ambientais associados a implantação de CDR em grandes escalas. (alta confiança) {3.3.3,3.3.4,3.4.1, Tabela 3.1}

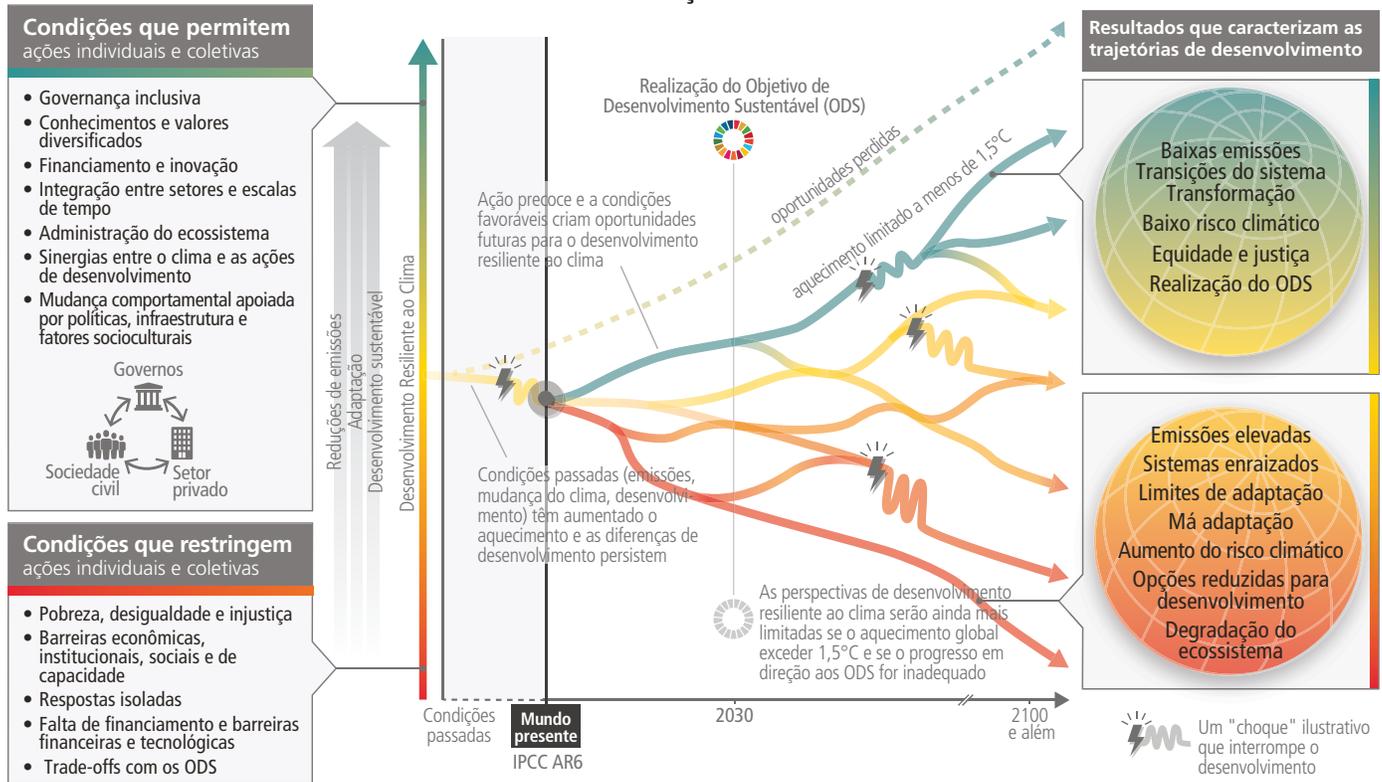
## C. Respostas a Curto Prazo

### Urgência da Ação Climática Integrada no Curto Prazo

- C.1 A mudança do clima é uma ameaça ao bem-estar humano e à saúde planetária (*confiança muito alta*). Há uma janela de oportunidade que se fecha rapidamente para assegurar um futuro viável e sustentável para todos (*confiança muito alta*). O desenvolvimento resiliente ao clima integra a adaptação e a mitigação para promover o desenvolvimento sustentável para todos e é possibilitado pelo aumento da cooperação internacional, incluindo melhor acesso a recursos financeiros adequados, particularmente para regiões, setores e grupos vulneráveis, bem como governança inclusiva e políticas coordenadas (*alta confiança*). As escolhas e ações implementadas nesta década terão impactos agora e por milhares de anos (*alta confiança*). {3.1,3.3,4.1,4.2,4.3, 4.4,4.7,4.8,4.9, Figura 3.1, Figura 3.3, Figura 4.2} (Figura SPM.1, Figura SPM.6)**
- C.1.1 Evidências de impactos adversos observados e perdas e danos relacionados, riscos projetados, níveis e tendências em vulnerabilidade e limites de adaptação demonstram que a ação mundial de desenvolvimento resiliente ao clima é mais urgente do que avaliado anteriormente no AR5. O desenvolvimento resiliente ao clima integra a adaptação e a mitigação dos GEE para promover o desenvolvimento sustentável para todos. As trajetórias de desenvolvimento resilientes ao clima têm sido limitadas pelo desenvolvimento, emissões e mudança do clima do passado e são progressivamente limitadas por cada incremento de aquecimento, em particular além de 1,5°C (*confiança muito alta*) {3.4,3.4.2,4.1}
- C.1.2 As ações do governo nos níveis subnacional, nacional e internacional, com a sociedade civil e setor privado, desempenham um papel crucial em possibilitar e acelerar mudanças nas trajetórias de desenvolvimento em direção à sustentabilidade e desenvolvimento resiliente ao clima (*confiança muito alta*). O desenvolvimento resiliente ao clima é possível quando os governos, a sociedade civil e o setor privado fazem escolhas de desenvolvimento inclusivas que priorizam a redução de riscos, equidade e justiça, e quando os processos de tomada de decisão, financiamento e ações são integrados em todos os níveis de governança, setores e horizontes temporais (*confiança muito alta*). As condições facilitadoras são diferenciadas por circunstâncias e geografias nacionais, regionais e locais, de acordo com as capacidades, e incluem: compromisso político e acompanhamento, políticas coordenadas, cooperação social e internacional, gestão do ecossistema, governança inclusiva, diversidade de conhecimento, inovação tecnológica, monitoramento e avaliação e melhor acesso a recursos financeiros adequados, especialmente para regiões, setores e comunidades vulneráveis (*alta confiança*). {3.4,4.2,4.4,4.5,4.7,4.8} (Figura SPM.6)
- C.1.3 As emissões contínuas afetarão ainda mais todos os principais componentes do sistema climático, e muitas mudanças serão irreversíveis em escalas centenárias a milenares e se tornarão maiores com o aumento do aquecimento global. Sem ações de mitigação e adaptação urgentes, eficazes e equitativas, as mudanças do clima ameaçam cada vez mais os ecossistemas, a biodiversidade e os meios de subsistência, saúde e bem-estar das gerações atuais e futuras. (*alta confiança*) {3.1.3,3.3.3,3.4.1, Figura 3.4, 4.1,4.2,4.3,4.4} (Figura SPM.1, Figura SPM.6)

# Há uma janela de oportunidade que se estreita rapidamente para permitir um desenvolvimento resiliente ao clima

Múltiplas escolhas e ações que interajam entre si podem mudar as trajetórias do desenvolvimento em direção à sustentabilidade



**Figura SPM.6:** As trajetórias ilustrativas de desenvolvimento (vermelho a verde) e os resultados associados (painel direito) mostram que existe uma janela de oportunidade que rapidamente se fecha para garantir um futuro habitável e sustentável para todos. O desenvolvimento resiliente ao clima é o processo de implementação de medidas de mitigação de gases de efeito estufa e de adaptação para apoiar o desenvolvimento sustentável. As trajetórias divergentes ilustram que as escolhas e ações interativas feitas por diversos atores do governo, do setor privado e da sociedade civil podem fazer avançar o desenvolvimento resiliente ao clima, mudar as trajetórias em direção à sustentabilidade e permitir menores emissões e adaptação. Diversos conhecimentos e valores incluem valores culturais, Conhecimento Indígena, conhecimento local e conhecimento científico. Eventos climáticos e não climáticos, tais como secas, enchentes ou pandemias, representam choques mais severos em trajetórias com menor desenvolvimento resiliente ao clima (vermelho a amarelo) do que em trajetórias com maior desenvolvimento resiliente ao clima (verde). Há limites de adaptação e capacidade de adaptação para alguns sistemas humanos e naturais ao aquecimento global de 1,5°C, e com cada aumento de aquecimento, perdas e danos irão aumentar. As trajetórias de desenvolvimento adotadas pelos países em todos os estágios do desenvolvimento econômico impactam as emissões de GEE e os desafios e oportunidades de mitigação, que variam entre os países e regiões. As trajetórias e oportunidades de ação são moldadas por ações prévias (ou inações e oportunidades perdidas, trajetória tracejada), e condições favoráveis e restritivas (painel esquerdo), e ocorrem no contexto de riscos climáticos, limites de adaptação e diferenças de desenvolvimento. Quanto mais se posterga as reduções de emissões, mais reduzidas são as opções eficazes de adaptação. (Figura 4.2, 3.1,3.2, 3.4, 4.2, 4.4, 4.5, 4.6, 4.9)

## Benefícios da Ação de Curto Prazo

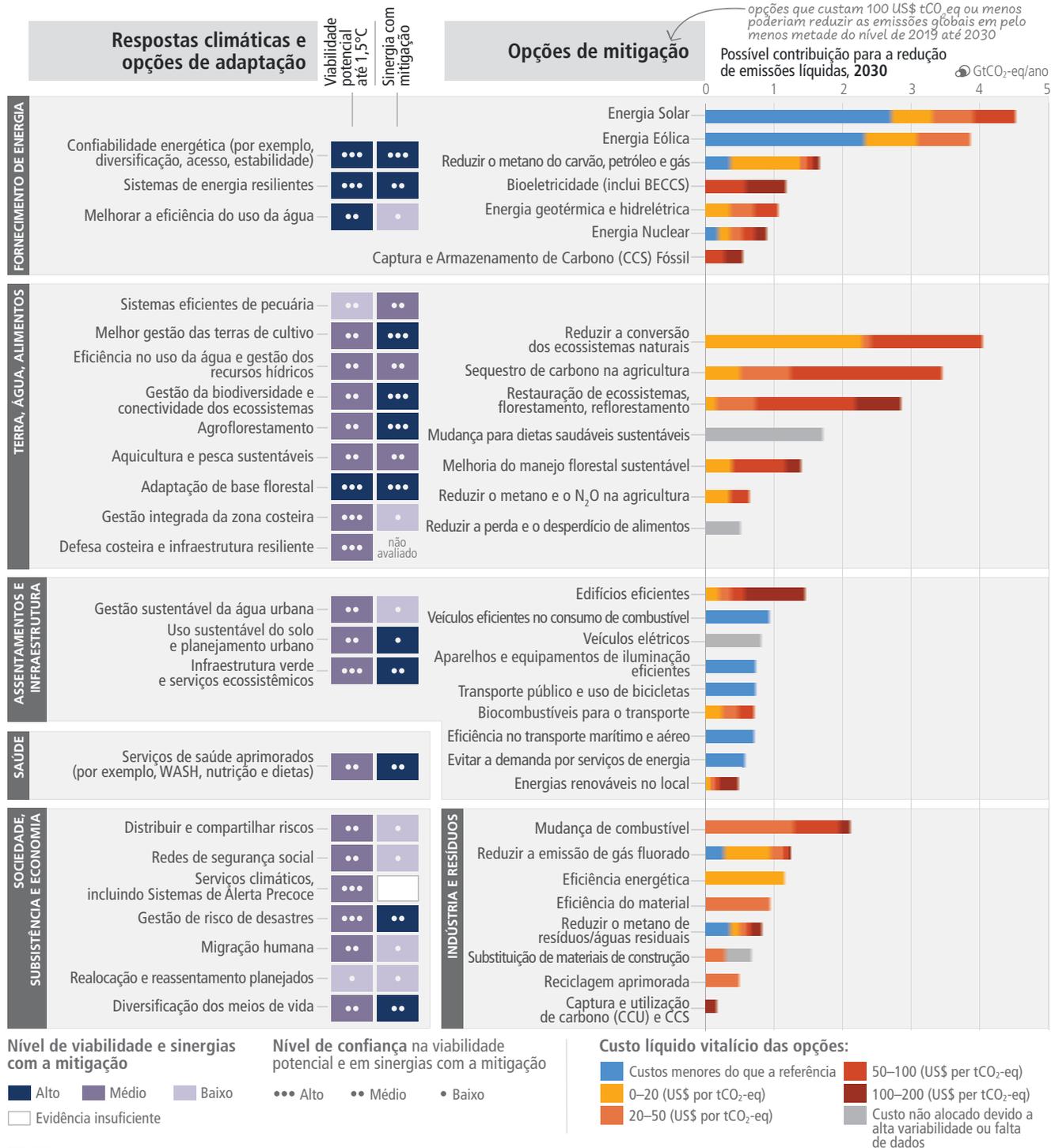
- C.2 A mitigação profunda, rápida e sustentada e a implementação acelerada de ações de adaptação nesta década reduziriam as perdas e danos projetados para humanos e ecossistemas (*confiança muito alta*) e proporcionariam muitos cobenefícios, especialmente para a qualidade do ar e saúde (*alta confiança*). Ações atrasadas de mitigação e adaptação levariam à manutenção de infraestruturas de altas emissões, aumentariam os riscos de ativos ociosos e a escalada de custos, reduziriam a viabilidade e aumentariam as perdas e danos (*alta confiança*). Ações de curto prazo envolvem altos investimentos iniciais e mudanças potencialmente disruptivas que podem ser atenuadas por uma série de políticas facilitadoras (*alta confiança*). {2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8}**
- C.2.1 A mitigação profunda, rápida e sustentada e a implementação acelerada de ações de adaptação nesta década reduziriam perdas e danos futuros relacionados à mudança do clima para humanos e ecossistemas (*confiança muito alta*). Como as opções de adaptação muitas vezes têm longos períodos de implementação, a implementação acelerada de adaptação nesta década é importante para diminuir as lacunas da adaptação. (*alta confiança*). Respostas abrangentes, eficazes e inovadoras que integram adaptação e mitigação podem aproveitar as sinergias e reduzir os *trade-offs* entre adaptação e mitigação (*alta confiança*). {4.1,4.2,4.3}
- C.2.2 A ação de mitigação atrasada aumentará ainda mais o aquecimento global, com um aumento das perdas e danos e os sistemas humanos e naturais adicionais atingindo os limites de adaptação. Os desafios decorrentes de ações de adaptação e mitigação atrasadas incluem o risco de escalada de custos, bloqueio de infraestrutura, ativos ociosos e viabilidade e eficácia reduzidas das opções de adaptação e mitigação. Sem mitigação rápida, profunda e sustentada e ações de adaptação aceleradas, as perdas e danos continuarão aumentando, incluindo impactos adversos projetados na África, LDCs, SIDS, América Central e do Sul<sup>49</sup>, Ásia e Ártico, afetando desproporcionalmente as populações mais vulneráveis. (*alta confiança*) {2.1.2,3.1.2,3.2,3.3.1,3.3.3, 4.1, 4.2, 4.3} (Figura SPM.3, Figura SPM.4)
- C.2.3 A ação climática acelerada também pode fornecer cobenefícios (consulte também C.4) (*alta confiança*). Muitas ações de mitigação trariam benefícios para a saúde por meio de menor poluição do ar, mobilidade ativa (por exemplo, caminhada, ciclismo) e mudanças para dietas saudáveis sustentáveis (*alta confiança*). Reduções robustas, rápidas e sustentadas nas emissões de metano podem limitar o aquecimento no curto prazo e melhorar a qualidade do ar, reduzindo o ozônio da superfície global (*alta confiança*). A adaptação pode gerar vários benefícios adicionais, como melhoria da produtividade agrícola, inovação, saúde e bem-estar, segurança alimentar, subsistência e conservação da biodiversidade (*confiança muito alta*). {4.2,4.5.4,4.5.5,4.6}
- C.2.4 A análise de custo-benefício permanece limitada em sua capacidade de representar todos os danos evitados pela mudança do clima (*alta confiança*). Os benefícios econômicos para a saúde humana decorrentes da melhoria da qualidade do ar, resultantes das ações de mitigação, podem ser da mesma ordem de grandeza que os custos de mitigação, e potencialmente ainda maiores (*confiança média*). Mesmo sem contabilizar todos os benefícios de se evitar danos potenciais, o benefício econômico e social global de limitar o aquecimento global a 2°C excede os custos de mitigação na maior parte da literatura avaliada (*confiança média*)<sup>50</sup>. A mitigação mais rápida da mudança do clima, com picos de emissões mais cedo, aumenta os cobenefícios e reduz os riscos e custos de viabilidade no longo prazo, mas requer maiores investimentos iniciais (*alta confiança*). {3.4.1,4.2}
- C.2.5 Trajetórias de mitigação ambiciosas implicam mudanças grandes e às vezes disruptivas nas estruturas econômicas existentes, com consequências distributivas significativas dentro de e entre os países. Para acelerar a ação climática, as consequências adversas dessas mudanças podem ser moderadas por reformas fiscais, financeiras, institucionais e regulamentares e pela integração das ações climáticas nas políticas macroeconômicas, por meio de: i) pacotes para toda a economia, consistentes com as circunstâncias nacionais, apoiando trajetórias de crescimento sustentável de baixa emissão; ii) redes de segurança e proteção social resilientes ao clima; e iii) melhor acesso ao financiamento para infraestruturas e tecnologias de baixa emissão, especialmente nos países em desenvolvimento. (*alta confiança*) {4.2,4.4,4.7,4.8.1}

<sup>49</sup> A parte sul do México está incluída na sub-região climática da América Central do Sul (SCA) para o WGI. O México é avaliado como parte da América do Norte para o WGII. A literatura sobre a mudança do clima para a região da SCA ocasionalmente inclui o México e, nesses casos, a avaliação do WGII faz referência à América Latina. O México é considerado parte da América Latina e do Caribe para o WGIII.

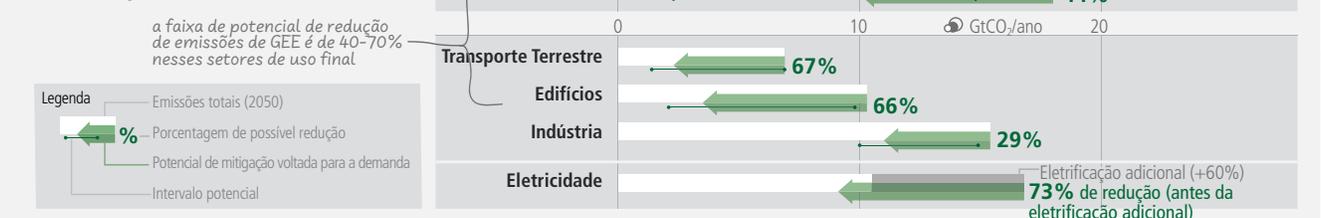
<sup>50</sup> As evidências são muito limitadas para fazer uma conclusão robusta semelhante para limitar o aquecimento a 1,5°C. Limitar o aquecimento global a 1,5°C ao invés de 2°C aumentaria os custos de mitigação, mas também aumentaria os benefícios em termos de redução de impactos e riscos relacionados e redução das necessidades de adaptação (*alta confiança*).

# Há múltiplas oportunidades para ampliar a ação climática.

## a) Viabilidade das respostas climáticas e adaptação, e potencial de opções de mitigação no curto prazo



## b) Potencial de opções de mitigação voltada para a demanda até 2050



**Figura SPM.7: Múltiplas oportunidades para ampliar a ação climática.** O painel (a) apresenta opções selecionadas de mitigação e adaptação por diferentes sistemas. O lado esquerdo do painel (a) mostra respostas climáticas e opções de adaptação avaliadas por sua viabilidade multidimensional em escala global no curto prazo e até 1,5°C de aquecimento global. Como a literatura acima de 1,5°C é limitada, a viabilidade em níveis mais altos de aquecimento pode mudar, o que atualmente não é possível avaliar de forma robusta. O termo resposta é utilizado aqui adicionalmente à adaptação porque algumas respostas, tais como migração, realocação e reassentamento, podem ou não ser consideradas adaptação. A adaptação de base florestal inclui manejo florestal sustentável, conservação e restauração florestal, reflorestamento e florestamento. WASH se refere a água, saneamento e higiene. Seis dimensões de viabilidade (econômica, tecnológica, institucional, social, ambiental e geofísica) foram utilizadas para calcular a viabilidade potencial das respostas climáticas e opções de adaptação, juntamente com suas sinergias com a mitigação. Para potenciais de viabilidade e dimensões de viabilidade, a figura mostra a viabilidade alta, média ou baixa. As sinergias com a mitigação são identificadas como altas, médias e baixas. O lado direito do painel (a) fornece uma visão geral das opções de mitigação selecionadas e seus custos e potenciais estimados em 2030. Os custos são os custos monetários líquidos descontados durante toda a vida útil das emissões de GEE evitadas, calculados em relação a uma tecnologia de referência. Os potenciais e custos relativos variam conforme o lugar, contexto e tempo e a longo prazo, em comparação com 2030. O potencial (eixo horizontal) é a redução líquida de emissões de GEE (soma das emissões reduzidas e/ou sumidouros aprimorados) dividida em categorias de custo (segmentos de barras coloridas) em relação a uma linha de base de emissões que consiste nos cenários de referência da política atual (por volta de 2019) do banco de dados de cenários do AR6. Os potenciais são avaliados de forma independente para cada opção e não são aditivos. As opções de mitigação do sistema de saúde estão incluídas principalmente em assentamentos e infraestrutura (por exemplo, edifícios eficientes de saúde) e não podem ser identificadas separadamente. A mudança de combustível na indústria se refere à mudança para eletricidade, hidrogênio, bioenergia e gás natural. Transições de cores graduais indicam divisão incerta em categorias de custo devido à incerteza ou forte dependência do contexto. A incerteza no potencial total é tipicamente de 25-50%. O **Painel (b)** mostra o potencial indicativo das opções de mitigação pela demanda para 2050. Os potenciais são estimados com base em aproximadamente 500 estudos *bottom-up* representativos de todas as regiões globais. A base (barra branca) é fornecida pela média setorial de emissões de GEE em 2050 dos dois cenários (IEA-STEPS (Agência Internacional de Energia-Cenário de Políticas Declaradas) e IP\_ModAct (Trajetória Ilustrativa Ação Moderada)) consistente com as políticas anunciadas pelos governos nacionais até 2020. A flecha verde representa o potencial de redução de emissões pela demanda. A faixa em potencial é mostrada por uma linha de pontos de conexão que exhibe o maior e o menor potencial relatado na literatura. Os alimentos mostram o potencial pela demanda de fatores socioculturais e do uso da infraestrutura, bem como mudanças nos padrões de uso do solo possibilitadas pela mudança na demanda de alimentos. Medidas voltadas para a demanda e novas formas de prestação de serviços de uso final podem reduzir as emissões globais de GEE nos setores de uso final (edifícios, transporte terrestre, alimentos) em 40-70% até 2050, em comparação com os cenários base, enquanto algumas regiões e grupos socioeconômicos exigem energia e recursos adicionais. A última linha mostra como as opções de mitigação pela demanda em outros setores podem influenciar a demanda geral de eletricidade. A barra cinza escura mostra o aumento projetado na demanda de eletricidade acima da base de 2050 devido à crescente eletrificação nos outros setores. Com base em uma avaliação *bottom-up*, este aumento projetado na demanda de eletricidade pode ser evitado mediante opções de mitigação pela demanda nos domínios do uso de infraestrutura e fatores socioculturais que influenciam o uso de eletricidade na indústria, transporte terrestre e edifícios (flecha verde). {Figura 4.4}

## Opções de Mitigação e Adaptação entre Sistemas

**C.3 Transições rápidas e de longo alcance em todos os setores e sistemas são necessárias para alcançar reduções de emissões profundas e sustentadas e garantir um futuro viável e sustentável para todos. Estas transições de sistema envolvem um aumento significativo de um amplo portfólio de opções de mitigação e adaptação. Opções viáveis, eficazes e de baixo custo para mitigação e adaptação já estão disponíveis, com diferenças entre sistemas e regiões. (alta confiança) {4.1, 4.5, 4.6} (Figura SPM.7)**

C.3.1 A mudança sistêmica necessária para atingir reduções rápidas e profundas das emissões e adaptação transformadora à mudança do clima não tem precedentes em termos de escala, mas não necessariamente em termos de velocidade (*confiança média*). As transições de sistemas incluem: implantação de tecnologias de baixa ou zero emissão; redução e alteração da demanda por meio de design e acesso de infraestrutura, mudanças socioculturais e comportamentais e maior eficiência e adoção tecnológica; proteção social, serviços climáticos ou outros serviços; e proteção e restauração de ecossistemas (*alta confiança*). Opções viáveis, eficazes e de baixo custo para mitigação e adaptação já estão disponíveis (*alta confiança*). A disponibilidade, viabilidade e potencial das opções de mitigação e adaptação no curto prazo diferem entre sistemas e regiões (*confiança muito alta*). {4.1, 4.5.1 a 4.5.6} (Figura SPM.7)

### Sistemas de Energia

C.3.2 Sistemas de energia de emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub> implicam: redução substancial no uso geral de combustíveis fósseis, uso mínimo de combustíveis fósseis não abatidos<sup>51</sup> e uso de captura e armazenamento de carbono nos sistemas de combustíveis fósseis remanescentes; sistemas elétricos que não emitem CO<sub>2</sub> líquido; eletrificação generalizada; portadores de energia alternativos em aplicações menos passíveis de eletrificação; conservação e eficiência energética; e maior integração em todo o sistema de energia (*alta confiança*). Grandes contribuições para reduções das emissões com custos inferiores a US\$ 20 tCO<sub>2</sub>-eq<sup>-1</sup> advêm de energia solar e eólica, melhorias de eficiência energética e reduções das emissões de metano (mineração de carvão, petróleo e gás, resíduos) (*confiança média*). Existem opções de adaptação viáveis que apoiam a resiliência da infraestrutura, sistemas de energia confiáveis e uso eficiente da água para sistemas de geração de energia existentes e novos (*confiança muito alta*). A diversificação da geração de energia (por exemplo, via eólica, solar, hidrelétrica em pequena escala) e a gestão da demanda (por exemplo, armazenamento e melhorias na eficiência energética) podem aumentar a confiabilidade energética e reduzir as vulnerabilidades à mudança do clima (*alta confiança*). Mercados de energia responsivos ao clima, padrões de projeto atualizados sobre ativos energéticos conforme a mudança do clima atual e projetada, tecnologias de redes inteligentes, sistemas de transmissão robustos e maior capacidade de resposta a déficits de fornecimento têm alta viabilidade a médio e longo prazo, com cobenefícios de mitigação (*confiança muito alta*). {4.5.1} (Figura SPM.7)

<sup>51</sup> Neste contexto, "combustíveis fósseis não abatidos" se refere aos combustíveis fósseis produzidos e utilizados sem intervenções que reduzam substancialmente a quantidade de GEE emitida ao longo do ciclo de vida; por exemplo, capturando 90% ou mais de CO<sub>2</sub> de usinas elétricas, ou 50-80% das emissões fugitivas de metano do fornecimento de energia.

### Indústria e Transporte

C.3.3 A redução das emissões de GEE da indústria envolve uma ação coordenada em todas as cadeias de valor para promover todas as opções de mitigação, incluindo gestão da demanda, eficiência energética e de materiais, fluxos circulares de materiais, bem como tecnologias de redução e mudanças transformacionais nos processos de produção (*alta confiança*). Nos transportes, biocombustíveis sustentáveis, hidrogênio de baixa emissão e derivados (incluindo amônia e combustíveis sintéticos) podem apoiar a mitigação das emissões de CO<sub>2</sub> do transporte marítimo, aéreo e terrestre pesado, mas exigem melhorias no processo de produção e reduções de custos (*confiança média*). Os biocombustíveis sustentáveis podem oferecer benefícios adicionais de mitigação no transporte terrestre a curto e médio prazo (*confiança média*). Os veículos elétricos movidos a eletricidade com baixas emissões de GEE têm grande potencial para reduzir as emissões de GEE do transporte terrestre, com base no ciclo de vida útil (*alta confiança*). Os avanços nas tecnologias de baterias podem facilitar a eletrificação de caminhões pesados e complementar os sistemas ferroviários elétricos convencionais (*confiança média*). A pegada ambiental da produção de baterias e as crescentes preocupações com minerais críticos podem ser abordadas via estratégias de diversificação de materiais e suprimentos, melhorias na eficiência energética e material, e fluxos circulares de materiais (*confiança média*). {4.5.2,4.5.3} (Figura SPM.7)

### Cidades, Assentamentos e Infraestrutura

C.3.4 Os sistemas urbanos são críticos para atingir reduções profundas das emissões e promover o desenvolvimento resiliente ao clima (*alta confiança*). Os principais elementos de adaptação e mitigação nas cidades incluem considerar os impactos e riscos da mudança do clima (por exemplo, através de serviços climáticos) na concepção e planejamento de assentamentos e infraestruturas; o planejamento do uso do solo para se atingir uma forma urbana compacta, a colocalização de empregos e habitações; o apoio aos transportes públicos e à mobilidade ativa (por exemplo, caminhar e andar de bicicleta); a concepção, construção, reabilitação e utilização eficientes dos edifícios; a redução e alteração do consumo de energia e materiais; a suficiência<sup>52</sup>; a substituição de materiais; e a eletrificação em combinação com fontes de baixa emissão (*alta confiança*). Transições urbanas que oferecem benefícios para a mitigação, adaptação, saúde humana e bem-estar, os serviços ecossistêmicos e a redução da vulnerabilidade para comunidades de baixa renda são promovidos pelo planejamento inclusivo a longo prazo, que adota uma abordagem integrada à infraestrutura física, natural e social (*alta confiança*). A infraestrutura verde/natural e azul apoia a absorção e armazenamento de carbono e, isoladamente ou quando combinada com a infraestrutura cinza, pode reduzir o uso de energia e o risco de eventos extremos, como ondas de calor, enchentes, chuvas intensas e secas, gerando cobenefícios para a saúde, bem-estar e meios de subsistência (*confiança média*). {4.5.3}

### Terra, Oceano, Alimentos e Água

C.3.5 Muitas opções de agricultura, floresta e outros usos da terra (AFOLU) fornecem benefícios de adaptação e mitigação que podem ser ampliados no curto prazo na maioria das regiões. A conservação, melhor manejo florestal e restauração de florestas e outros ecossistemas oferecem a maior parcela do potencial de mitigação econômica, com redução do desmatamento em regiões tropicais com o maior potencial total de mitigação. A restauração de ecossistemas, o reflorestamento e o florestamento podem levar a *trade-offs* devido a demandas concorrentes sobre a terra. A minimização de *trade-offs* requer abordagens integradas para atender a múltiplos objetivos, incluindo a segurança alimentar. Medidas voltadas para a demanda (mudança para dietas<sup>53</sup> saudáveis e sustentáveis e redução de perdas/resíduos de alimentos) e intensificação agrícola sustentável podem reduzir a conversão de ecossistemas e as emissões de metano e óxido nitroso e liberar solos para reflorestamento e restauração do ecossistema. Produtos agrícolas e florestais de fonte sustentável, incluindo produtos de madeira de longa vida, podem ser usados em vez de produtos com maior intensidade de GEE em outros setores. As opções eficazes de adaptação incluem melhorias nos cultivos, sistemas agroflorestais, adaptação baseada na comunidade, diversificação agrícola e paisagística e agricultura urbana. Estas opções de resposta de AFOLU requerem a integração de fatores biofísicos, socioeconômicos e outros fatores habilitadores. Algumas opções, como a conservação de ecossistemas com alto teor de carbono (por exemplo, turfeiras, pântanos, serras, manguezais e florestas), oferecem benefícios imediatos, enquanto outras, como a restauração de ecossistemas de alto carbono, levam décadas para gerar resultados mensuráveis. (*alta confiança*) {4.5.4} (Figura SPM.7)

C.3.6 A manutenção da resiliência da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos em escala global depende da conservação efetiva e equitativa de aproximadamente 30 a 50% do solo, água doce e áreas oceânicas da Terra, incluindo atualmente ecossistemas quase naturais (*alta confiança*). A conservação, proteção e restauração dos ecossistemas terrestres, de água doce, costeiros e oceânicos, juntamente com um

<sup>52</sup> Um conjunto de medidas e práticas diárias que evitam a demanda de energia, materiais, solo e água enquanto proporcionam bem-estar humano para todos dentro dos limites do planeta. {4.5.3}

<sup>53</sup> "Dietas saudáveis e sustentáveis" promovem todas as dimensões da saúde e bem-estar dos indivíduos; possuem baixa pressão e impacto ambiental; são acessíveis, baratas, seguras e equitativas; e são culturalmente aceitáveis, conforme descrito na FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura) e OMS. O conceito relacionado de "dietas balanceadas" se refere a dietas que incluem alimentos de origem vegetal, como aquelas baseadas em cereais secundários, legumes, frutas e verduras, castanhas e sementes, e alimentos de origem animal produzidos em sistemas resilientes, sustentáveis e com baixas emissões de GEE, conforme descrito no SRCCL.

manejo direcionado para se adaptar aos impactos inevitáveis da mudança do clima, reduz a vulnerabilidade da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos à mudança do clima (*alta confiança*), reduz a erosão costeira e inundações (*alta confiança*) e pode aumentar a absorção e armazenamento de carbono se o aquecimento global for limitado (*confiança média*). A recuperação das áreas de pesca superexploradas ou esgotadas reduz os impactos negativos da mudança do clima no setor pesqueiro (*confiança média*) e apoia a segurança alimentar, biodiversidade, saúde humana e bem-estar (*alta confiança*). A restauração do solo contribui para a mitigação e adaptação à mudança do clima com sinergias por meio de serviços ecossistêmicos aprimorados e com retornos economicamente positivos e cobenefícios para a redução da pobreza e melhoria dos meios de subsistência (*alta confiança*). A cooperação e a tomada de decisões inclusivas com os Povos Indígenas e comunidades locais, bem como o reconhecimento dos direitos inerentes dos Povos Indígenas, são essenciais para a adaptação e mitigação bem-sucedidas em florestas e outros ecossistemas (*alta confiança*). {4.5.4,4.6} (Figura SPM.7)

### Saúde e Nutrição

C.3.7 A saúde humana se beneficiará de opções integradas de mitigação e adaptação que incorporam a saúde na alimentação, infraestrutura, proteção social e políticas hídricas (*confiança muito alta*). Há opções eficazes de adaptação para ajudar a proteger a saúde e bem-estar humanos, incluindo: fortalecer os programas de saúde pública relacionados a doenças sensíveis ao clima, aumentar a resiliência dos sistemas de saúde, melhorar a saúde do ecossistema, melhorar o acesso à água potável, reduzir a exposição dos sistemas de água e saneamento a enchentes, melhorar os sistemas de vigilância e de alerta precoce, desenvolver vacinas (*confiança muito alta*), melhorar o acesso aos cuidados de saúde mental e Planos de Ação para Saúde no Calor que incluem sistemas de alerta precoce e de resposta (*confiança alta*). As estratégias de adaptação que reduzem a perda e o desperdício de alimentos ou apoiam regimes alimentares saudáveis, equilibrados e sustentáveis contribuem para a nutrição, saúde, biodiversidade e outros benefícios ambientais (*alta confiança*). {4.5.5} (Figura SPM.7)

### Sociedade, Meios de Subsistência e Economias

C.3.8 Combinação de políticas que incluem seguro climático e de saúde, proteção social e redes de segurança social adaptativas, financiamento contingente e fundos de reserva, e acesso universal a sistemas de alerta precoce combinados com planos de contingência eficazes, podem reduzir a vulnerabilidade e a exposição dos sistemas humanos. Gestão de riscos de desastres, sistemas de alerta precoce, serviços climáticos e abordagens de disseminação e compartilhamento de riscos possuem ampla aplicabilidade em todos os setores. O aumento da educação, incluindo capacitação, alfabetização climática e informações fornecidas por meio de serviços climáticos e abordagens comunitárias, podem facilitar uma maior percepção aos riscos e acelerar mudanças comportamentais e planejamento. (*alta confiança*) {4.5.6}

## Sinergias e *Trade-Offs* com o Desenvolvimento Sustentável

**C.4 A ação acelerada e equitativa na mitigação e adaptação aos impactos da mudança do clima é fundamental para o desenvolvimento sustentável. As ações de mitigação e adaptação têm mais sinergias do que *trade-offs* com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. As sinergias e *trade-offs* dependem do contexto e da escala de implementação. (*alta confiança*) {3.4, 4.2, 4.4, 4.5, 4.6, 4.9, Figura 4.5}**

C.4.1 Os esforços de mitigação embutidos no contexto mais amplo de desenvolvimento podem aumentar o ritmo, a profundidade e a amplitude das reduções das emissões (*confiança média*). Os países em todos os estágios do desenvolvimento econômico procuram melhorar o bem-estar das pessoas, e suas prioridades de desenvolvimento refletem diferentes pontos de partida e contextos. Os diferentes contextos incluem, mas não se limitam, a circunstâncias sociais, econômicas, ambientais, culturais, políticas, dotação de recursos, capacidades, ambiente internacional e desenvolvimento anterior (*alta confiança*). Em regiões com alta dependência de combustíveis fósseis para, entre outras coisas, geração de receita e emprego, a mitigação dos riscos para o desenvolvimento sustentável requer políticas que promovam a diversificação econômica e do setor energético e considerações de princípios, processos e práticas de transições justas (*alta confiança*). A erradicação da pobreza extrema, pobreza energética e a garantia de padrões de vida decentes em países/regiões com baixas emissões, no contexto da realização dos objetivos de desenvolvimento sustentável, a curto prazo, podem ser atingidas sem um aumento significativo das emissões globais (*alta confiança*). {4.4,4.6, Anexo I: Glossário}

C.4.2 Muitas ações de mitigação e adaptação têm múltiplas sinergias com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e o desenvolvimento sustentável em geral, mas algumas ações também podem ter *trade-offs*. As sinergias potenciais com os ODS excedem os *trade-offs* potenciais; sinergias e *trade-offs* dependem do ritmo e magnitude da mudança e do contexto de desenvolvimento, incluindo desigualdades, com consideração da justiça climática. Os *trade-offs* podem ser avaliados e minimizados dando ênfase à capacitação, financiamento, governança, transferência de tecnologia, investimentos, desenvolvimento, contexto específico baseado em gênero e outras considerações de equidade social com participação significativa de Povos Indígenas, comunidades locais e populações vulneráveis. (*alta confiança*) {3.4.1,4.6, Figura 4.5,4.9}

- C.4.3 A implementação conjunta de ações de mitigação e adaptação, levando em consideração os *trade-offs*, oferece cobenefícios e sinergias para a saúde e bem-estar humanos. Por exemplo, a melhoria do acesso a fontes de energia e tecnologias limpas gera benefícios para a saúde, especialmente para as mulheres e crianças; a eletrificação combinada com energia com baixo teor de GEE e as mudanças para a mobilidade ativa e transportes públicos podem melhorar a qualidade do ar, a saúde e o emprego, bem como garantir a segurança energética e a equidade. *(alta confiança)* {4.2,4.5.3,4.5.5,4.6,4.9}

## Equidade e Inclusão

**C.5 Priorizar processos de equidade, justiça climática, justiça social, inclusão e transição justa pode permitir ações de adaptação e mitigação ambiciosas e o desenvolvimento resiliente ao clima. Os resultados da adaptação são potencializados por um maior apoio às regiões e às pessoas com maior vulnerabilidade aos riscos climáticos. A integração da adaptação climática aos programas de proteção social melhora a resiliência. Muitas opções estão disponíveis para reduzir o consumo intensivo em emissões, inclusive por meio de mudanças comportamentais e de estilo de vida, com cobenefícios para o bem-estar da sociedade. *(alta confiança)* {4.4, 4.5}**

- C.5.1 A equidade continua sendo um elemento central no regime climático da ONU, não obstante as mudanças na diferenciação entre os estados ao longo do tempo e os desafios na avaliação de ações justas. Trajetórias de mitigação ambiciosas implicam mudanças grandes e às vezes disruptivas na estrutura econômica, com consequências distributivas significativas dentro de e entre os países. As consequências distributivas dentro de e entre os países incluem a mudança da renda e emprego durante a transição de atividades de altas para baixas emissões. *(alta confiança)* {4.4}

- C.5.2 Ações de adaptação e mitigação que priorizam equidade, justiça social, justiça climática, abordagens baseadas em direitos e inclusão levam a resultados mais sustentáveis, reduzem *trade-offs*, apoiam mudanças transformadoras e promovem o desenvolvimento resiliente ao clima. Políticas redistributivas entre setores e regiões que protejam os mais pobres e vulneráveis, redes de segurança social, equidade, inclusão e transições justas, em todas as escalas, podem permitir ambições sociais mais profundas e resolver *trade-offs* com os objetivos de desenvolvimento sustentável. A atenção à equidade e à participação ampla e significativa de todos os atores relevantes na tomada de decisões em todas as escalas pode criar confiança social, baseada no compartilhamento equitativo dos benefícios e ônus da mitigação, que aprofundam e ampliam o apoio a mudanças transformadoras. *(alta confiança)* {4.4}

- C.5.3 Regiões e pessoas (3,3 a 3,6 bilhões em número) com consideráveis restrições de desenvolvimento possuem alta vulnerabilidade a riscos climáticos (consulte A.2.2). Os resultados da adaptação para os mais vulneráveis dentro e entre países e regiões são melhorados através de abordagens centradas na equidade, inclusão e abordagens baseadas em direitos. A vulnerabilidade é exacerbada pela desigualdade e marginalização ligadas a, por exemplo, gênero, etnia, baixa renda, assentamentos informais, deficiências, idade e padrões históricos e contínuos de desigualdade, como o colonialismo, especialmente para muitos Povos Indígenas e comunidades locais. A integração da adaptação climática em programas de proteção social, incluindo transferências de dinheiro e programas de obras públicas, é altamente viável e aumenta a resiliência à mudança do clima, especialmente quando apoiada por serviços básicos e infraestrutura. Os maiores ganhos em bem-estar nas áreas urbanas podem ser alcançados priorizando o acesso ao financiamento para reduzir o risco climático para comunidades de baixa renda e marginalizadas, incluindo pessoas que vivem em assentamentos informais. *(alta confiança)* {4.4,4.5.3,4.5.5,4.5.6}

- C.5.4 O desenho dos instrumentos regulatórios e econômicos e as abordagens baseadas no consumo podem promover a equidade. Indivíduos com alto status socioeconômico contribuem desproporcionalmente para as emissões e possuem o maior potencial de redução das emissões. Muitas opções estão disponíveis para reduzir o consumo intensivo em emissões e, ao mesmo tempo, melhorar o bem-estar da sociedade. Opções socioculturais, mudanças de comportamento e estilo de vida apoiadas por políticas, infraestrutura e tecnologia podem ajudar os usuários finais a mudarem para um consumo intensivo de baixas emissões, com múltiplos cobenefícios. Uma parte substancial da população em países de baixa emissão não tem acesso a serviços modernos de energia. O desenvolvimento de tecnologia, transferência, capacitação e financiamento podem apoiar os países/regiões em desenvolvimento a dar um salto ou a transicionar para sistemas de transporte de baixa emissão, proporcionando múltiplos cobenefícios. O desenvolvimento resiliente ao clima avança quando os atores trabalham de forma equitativa, justa e inclusiva para conciliar interesses, valores e visões de mundo divergentes, tendo em vista resultados equitativos e justos. *(alta confiança)* {2.1,4.4}

## Governança e Políticas

- C.6 A ação climática eficaz é possibilitada pelo compromisso político, governança multinível bem alinhada, estruturas institucionais, leis, políticas, estratégias e maior acesso ao financiamento e à tecnologia. Objetivos claros, coordenação em vários domínios políticos e processos de governança inclusivos facilitam a ação climática eficaz. Instrumentos regulatórios e econômicos podem apoiar reduções profundas das emissões e resiliência climática, se ampliados e aplicados extensivamente. O desenvolvimento resiliente ao clima se beneficia do conhecimento diversificado. (*alta confiança*) {2.2, 4.4, 4.5, 4.7}**
- C.6.1 A governança climática eficaz permite a mitigação e adaptação. Uma governança eficaz fornece orientações gerais para a definição de objetivos e prioridades e para a integração da ação climática em todos os domínios e níveis políticos, com base nas circunstâncias nacionais e no contexto da cooperação internacional. Ela potencializa o monitoramento e avaliação e a segurança regulatória, priorizando a tomada de decisões inclusivas, transparentes e equitativas, e melhora o acesso ao financiamento e à tecnologia (consulte C.7). (*alta confiança*) {2.2,4.7}
- C.6.2 Instituições eficazes locais, municipais, nacionais e subnacionais criam consenso para a ação climática entre diversos interesses, permitem a coordenação e informam a definição de estratégias, mas requerem capacidade institucional adequada. O apoio às políticas é influenciado pelos atores da sociedade civil, incluindo as empresas, os jovens, as mulheres, os trabalhadores, a mídia, os Povos Indígenas e as comunidades locais. A eficácia é potencializada pelo compromisso político e por parcerias entre diferentes grupos da sociedade. (*alta confiança*) {2.2,4.7}
- C.6.3 A governança multinível eficaz para a mitigação, adaptação, gestão de riscos e desenvolvimento resiliente ao clima é possibilitada por processos de tomada de decisões inclusivas, que dão prioridade à equidade e à justiça no planejamento e implementação, atribuição de recursos adequados, revisão institucional, e monitoramento e avaliação. Vulnerabilidades e riscos climáticos são frequentemente reduzidos por meio de leis, políticas, processos participativos e intervenções cuidadosamente projetados e implementados que abordam desigualdades específicas do contexto, como as baseadas em gênero, etnia, deficiência, idade, localização e renda (*alta confiança*) { 4.4, 4.7 }
- C.6.4 Instrumentos regulatórios e econômicos podem apoiar profundas reduções das emissões, se ampliados e aplicados de forma mais extensiva (*alta confiança*). Ampliar e potencializar o uso de instrumentos regulatórios pode melhorar os resultados de mitigação em aplicações setoriais, de acordo com as circunstâncias nacionais (*alta confiança*). Quando implementados, os instrumentos de precificação do carbono incentivaram medidas de redução das emissões de baixo custo, mas foram menos eficazes, por si só e a preços prevalecentes durante o período de avaliação, para promover medidas de custo mais elevado necessárias para reduções adicionais (*confiança média*). Os impactos distributivos e de equidade de tais instrumentos de precificação do carbono, por exemplo, impostos sobre o carbono e comércio de emissões, podem ser abordados utilizando a receita para apoiar famílias de baixa renda, entre outras abordagens. A remoção de subsídios de combustíveis fósseis reduziria as emissões<sup>54</sup> e geraria benefícios como melhoria da receita pública, do desempenho macroeconômico e de sustentabilidade; a remoção de subsídios pode ter impactos distributivos adversos, especialmente nos grupos economicamente mais vulneráveis que, em alguns casos, podem ser mitigados por medidas como a redistribuição da receita economizada, todas as quais dependem das circunstâncias nacionais (*alta confiança*). Pacotes de políticas para toda a economia, como compromissos de gastos públicos e reformas de preços, podem atender aos objetivos econômicos de curto prazo, ao mesmo tempo em que reduzem as emissões e mudam as trajetórias do desenvolvimento em direção à sustentabilidade (*confiança média*). Pacotes de políticas eficazes seriam abrangentes, consistentes, equilibrados entre os objetivos e adaptados às circunstâncias nacionais (*alta confiança*). {2.2,4.7}
- C.6.5 Com base em diversos conhecimentos e valores culturais, a participação significativa e os processos de envolvimento inclusivos - incluindo o Conhecimento Indígena, conhecimentos locais e conhecimentos científicos - facilitam o desenvolvimento resiliente ao clima, desenvolvem capacidades e permitem soluções localmente adequadas e socialmente aceitáveis. (*alta confiança*) {4.4,4.5,6,4.7}

<sup>54</sup> A remoção do subsídio de combustíveis fósseis é projetada por vários estudos para reduzir as emissões globais de CO<sub>2</sub> em 1 a 4% e as emissões de GEE em até 10% até 2030, variando entre as regiões (*confiança média*).

## Financiamento, Tecnologia e Cooperação Internacional

**C.7 O financiamento, a tecnologia e a cooperação internacional são facilitadores críticos para uma ação climática acelerada. Para que as metas climáticas sejam alcançadas, tanto o financiamento para a adaptação quanto o financiamento para a mitigação teriam que aumentar acentuadamente. Há capital global suficiente para fechar as lacunas de investimento global, mas existem barreiras para redirecionar o capital para a ação climática. A melhoria dos sistemas de inovação tecnológica é fundamental para acelerar a adoção generalizada de tecnologias e práticas. A potencialização da cooperação internacional é possível através de múltiplos canais. (*alta confiança*) {2.3, 4.8}**

C.7.1 Aprimorar a disponibilidade de e o acesso ao financiamento<sup>55</sup> permitiria a ação climática acelerada (*confiança muito alta*). O atendimento das necessidades e diferenças e a ampliação do acesso equitativo ao financiamento nacional e internacional, quando combinado com outras ações de apoio, pode atuar como um catalisador para acelerar a adaptação e mitigação e permitir o desenvolvimento resiliente ao clima (*alta confiança*). Para que as metas climáticas sejam alcançadas e para enfrentar os riscos crescentes e acelerar os investimentos na redução das emissões, tanto o financiamento da adaptação como o da mitigação teriam que aumentar acentuadamente (*alta confiança*). {4.8.1}

C.7.2 O aumento do acesso ao financiamento pode criar capacidades e abordar os limites flexíveis à adaptação e evitar riscos crescentes, especialmente para países em desenvolvimento, grupos vulneráveis, regiões e setores (*alta confiança*). O financiamento público é um importante facilitador da adaptação e mitigação e pode também alavancar o financiamento privado (*alta confiança*). As necessidades médias anuais modeladas de investimento em mitigação para 2020 a 2030, em cenários que limitam o aquecimento a 2°C ou 1,5°C, são um fator de três a seis vezes maior do que os níveis atuais<sup>56</sup>, e os investimentos totais em mitigação (públicos, privados, domésticos e internacionais) teriam que aumentar em todos os setores e regiões (*confiança média*). Mesmo que sejam implementados extensos esforços globais de mitigação, haverá necessidade de recursos financeiros, técnicos e humanos para a adaptação (*alta confiança*). {4.3,4.8.1}

C.7.3 Há capital e liquidez globais suficientes para reduzir as diferenças de investimento global, dado o tamanho do sistema financeiro global, mas existem barreiras para redirecionar o capital para a ação climática tanto dentro como fora do setor financeiro global e no contexto das vulnerabilidades econômicas e do endividamento dos países em desenvolvimento. A redução das barreiras ao financiamento para o aumento dos fluxos financeiros exigiria sinalização e apoio claros por parte dos governos, incluindo um maior alinhamento do financiamento público, a fim de reduzir as barreiras e os riscos reais e percebidos a nível regulatório, de custos e de mercado e melhorar o perfil de risco-retorno dos investimentos. Ao mesmo tempo, dependendo dos contextos nacionais, os atores financeiros, incluindo investidores, intermediários financeiros, bancos centrais e reguladores financeiros, podem alterar a subestimação sistêmica dos riscos relacionados ao clima e reduzir as inconsistências setoriais e regionais entre o capital disponível e as necessidades de investimento. (*alta confiança*) {4.8.1}

C.7.4 Os fluxos financeiros rastreados ficam aquém dos níveis necessários para a adaptação e para atingir as metas de mitigação em todos os setores e regiões. Essas diferenças criam muitas oportunidades e o desafio de reduzir diferenças é maior nos países em desenvolvimento. O apoio financeiro acelerado aos países em desenvolvimento, proveniente dos países desenvolvidos e de outras fontes, é um facilitador crítico para potencializar as ações de adaptação e mitigação e resolver as desigualdades no acesso ao financiamento, incluindo os seus custos, termos e condições, e a vulnerabilidade econômica à mudança do clima para os países em desenvolvimento. Subsídios públicos em escala para mitigação e financiamento de adaptação para regiões vulneráveis, especialmente na África Subsaariana, seriam rentáveis e teriam alto retorno social em termos de acesso à energia básica. As opções para ampliar a mitigação nos países em desenvolvimento incluem: níveis mais altos de financiamento público e fluxos de financiamento privado mobilizados publicamente, dos países desenvolvidos para os países em desenvolvimento, no contexto do objetivo de 100 bilhões de dólares por ano; maior uso de garantias públicas para reduzir os riscos e alavancar os fluxos privados a custos menores; desenvolvimento dos mercados de capitais locais; e construção de maior confiança nos processos de cooperação internacional. Um esforço coordenado para tornar a recuperação pós-pandêmica sustentável a longo prazo pode acelerar a ação climática, inclusive em países e regiões em desenvolvimento enfrentando altos custos de dívida, sobre-endividamento e incerteza macroeconômica. (*alta confiança*) {4.8.1}

<sup>55</sup> O financiamento advém de diversas fontes: públicas ou privadas, locais, nacionais ou internacionais, bilaterais ou multilaterais e fontes alternativas. Pode assumir a forma de subvenções, assistência técnica, empréstimos (concessionais e não concessionais), títulos, ações, seguros de risco e garantias financeiras (de diferentes tipos).

<sup>56</sup> Essas estimativas se baseiam em suposições de cenário.

- C.7.5 Potencializar os sistemas de inovação tecnológica pode oferecer oportunidades para diminuir o crescimento das emissões, criar cobenefícios sociais e ambientais e realizar outros ODS. Os pacotes de políticas adaptados aos contextos nacionais e às características tecnológicas têm sido eficazes no apoio à inovação de baixa emissão e à difusão de tecnologia. Políticas públicas podem apoiar a formação e a P&D, complementadas por instrumentos regulatórios e baseados no mercado que criem incentivos e oportunidades de mercado. A inovação tecnológica pode ter *trade-offs*, como novos e maiores impactos ambientais, desigualdades sociais, dependência excessiva de conhecimentos e provedores estrangeiros, impactos distributivos e efeitos rebote<sup>57</sup>, exigindo governança e políticas apropriadas para aumentar o potencial e reduzir os *trade-offs*. A inovação e a adoção de tecnologias de baixa emissão é atrasada na maioria dos países em desenvolvimento, particularmente nos menos desenvolvidos, devido em parte às condições favoráveis mais deficitárias, incluindo financiamento, desenvolvimento e transferência de tecnologia e capacitação limitados. (*alta confiança*) {4.8.3}
- C.7.6 A cooperação internacional é um facilitador crítico para atingir uma mitigação ambiciosa da mudança do clima, adaptação e desenvolvimento resiliente ao clima (*alta confiança*). O desenvolvimento resiliente ao clima é possibilitado pela maior cooperação internacional, incluindo a mobilização e melhoria do acesso ao financiamento, particularmente para os países em desenvolvimento, regiões, setores e grupos vulneráveis e o alinhamento dos fluxos financeiros para que a ação climática seja consistente com os níveis de ambição e as necessidades de financiamento (*alta confiança*). Melhorar a cooperação internacional relativa ao financiamento, tecnologia e capacitação pode permitir uma maior ambição e pode atuar como um catalisador para acelerar a mitigação e adaptação e mudar as trajetórias de desenvolvimento em direção à sustentabilidade (*alta confiança*). Isso inclui suporte a NDCs e aceleração do desenvolvimento e implantação de tecnologia (*alta confiança*). As parcerias transnacionais podem estimular o desenvolvimento de políticas, difusão de tecnologia, adaptação e mitigação, embora ainda permaneçam incertezas sobre seus custos, viabilidade e eficácia (*confiança média*). Acordos, instituições e iniciativas internacionais ambientais e setoriais estão ajudando e, em alguns casos, podem ajudar a estimular investimentos com baixas emissões de GEE e a reduzir as emissões (*confiança média*). {2.2.2,4.8.2}

<sup>57</sup> Levando a menores reduções das emissões líquidas ou mesmo aumentos das emissões.



# Mudança do Clima 2023

## Relatório Síntese

**Este Relatório Síntese deve ser citado como:**

IPCC, 2023: Sections. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115, doi: [10.59327/IPCC/AR6-9789291691647](https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647)



# Seção 1

## Introdução



# 1. Introdução

Este Relatório Síntese (SYR) do Sexto Relatório de Avaliação (AR6) do IPCC resume o nível do conhecimento sobre a mudança do clima, seus impactos e riscos amplamente propagados, e a mitigação e adaptação à mudança do clima, com base na literatura científica, técnica e socioeconômica revisada por pares desde a publicação do Quinto Relatório de Avaliação (AR5) do IPCC em 2014.

A avaliação é realizada no contexto do cenário internacional em evolução, em particular, os desenvolvimentos no processo da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (UNFCCC), incluindo os resultados do Protocolo de Quioto e a adoção do Acordo de Paris. Ela reflete a crescente diversidade das pessoas envolvidas na ação climática.

Este relatório integra as principais conclusões dos relatórios do Grupo de Trabalho AR6<sup>1</sup> e dos três Relatórios Especiais AR6<sup>2</sup>. Tal relatório reconhece a interdependência entre clima, ecossistemas e biodiversidade e sociedades humanas; o valor de formas diversas de conhecimento; e as estreitas interligações entre adaptação à mudança do clima, mitigação, saúde dos ecossistemas, bem-estar humano e desenvolvimento sustentável. Com base em múltiplas estruturas analíticas, incluindo as das ciências físicas e sociais, este relatório identifica oportunidades de ação transformadora que são efetivas, viáveis, justas e equitativas, utilizando conceitos de transições de sistemas e trajetórias de desenvolvimento resilientes<sup>3</sup>. Diferentes esquemas de classificação regional<sup>4</sup> são utilizados para aspectos físicos, sociais e econômicos, refletindo a literatura subjacente.

Após esta introdução, a Seção 2, "*Situação e Tendências Atuais*", é iniciada com a avaliação de evidências observacionais para nosso clima em mudança, os fatores históricos e atuais agentes causadores da mudança do clima induzida pelo ser humano, bem como seus impactos. A implementação atual das opções de resposta para adaptação e mitigação também é avaliada. A seção 3, "*Perspectivas de Clima e de Desenvolvimento no Longo Prazo*", fornece uma avaliação no longo prazo da mudança do clima até 2100 e mais além em uma ampla gama de perspectivas socioeconômicas. Ela considera características no longo prazo, impactos, riscos e custos em trajetórias de adaptação e mitigação no contexto do desenvolvimento sustentável. A seção 4, "*Respostas no Curto Prazo para um Clima em Transformação*", avalia as oportunidades para ampliar ações efetivas no período até 2040, no contexto das promessas e compromissos climáticos e da busca do desenvolvimento sustentável.

Com base no entendimento científico, as principais descobertas podem ser formuladas como declarações de fatos ou associadas a um nível de confiança avaliado usando a linguagem calibrada do IPCC<sup>5</sup>. As descobertas científicas são extraídas dos relatórios subjacentes e surgem de seu Sumário para Formuladores de Políticas (doravante SPM), Sumário Técnico (doravante TS) e capítulos subjacentes, que são indicados por colchetes {}. A Figura 1.1 mostra a Legenda de Figuras do Relatório Síntese, um guia para ícones visuais usados em diversas figuras neste relatório.

<sup>1</sup> As três contribuições do Grupo de Trabalho ao AR6 são: Mudança do Clima 2021: Base das Ciências Físicas; Mudança do Clima 2022: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade; e Mudança do Clima 2022: Mitigação da Mudança do Clima, respectivamente. Suas avaliações abrangem a literatura científica aceita para publicação, respectivamente, até 31 de janeiro de 2021, 1º de setembro de 2021 e 11 de outubro de 2021.

<sup>2</sup> Os três Relatórios Especiais são: Aquecimento Global de 1,5°C (2018): um Relatório Especial do IPCC sobre os impactos do aquecimento global de 1,5°C acima dos níveis pré-industriais e as trajetórias relacionadas às emissões globais de gases de efeito estufa, no contexto do fortalecimento da resposta global à ameaça da mudança do clima, do desenvolvimento sustentável e dos esforços para erradicar a pobreza (SR1.5); Mudança do Clima e Terra (2019): um Relatório Especial do IPCC sobre mudança do clima, desertificação, degradação da terra, manejo sustentável da terra, segurança alimentar e fluxos de gases de efeito estufa em ecossistemas terrestres (SRCCL); e O Oceano e a Criosfera em um Clima em Transformação (2019) (SROCC). Os Relatórios Especiais abrangem a literatura científica aceita para publicação, respectivamente, até 15 de maio de 2018, 7 de abril de 2019 e 15 de maio de 2019.

<sup>3</sup> O Glossário (Anexo I) inclui definições desses e de outros termos e conceitos usados neste relatório, extraídos do Glossário do Grupo de Trabalho Conjunto do AR6.

<sup>4</sup> Dependendo do contexto das informações climáticas, as regiões geográficas no AR6 podem se referir a áreas maiores, como subcontinentes e regiões oceânicas, ou a regiões tipológicas, como regiões de montanhas, costas, cadeias montanhosas ou cidades. Um novo conjunto de regiões terrestres e oceânicas de referência AR6 WGI 1.4.5, WGI 10.1, WGI 11.9, WGI 12.1–12.4, WGI Atlas.1.3.3–1.3.4. O WGIII aloca países a regiões geográficas, com base na Classificação da Divisão Estatística da ONU.

<sup>5</sup> Cada descoberta é fundamentada em uma avaliação de evidências e acordos subjacentes. Um nível de confiança é expresso por meio de cinco qualificadores: muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto, e indicado em itálico, por exemplo, *confiança média*. Os termos a seguir foram usados para indicar a probabilidade avaliada de um desempenho ou resultado: virtualmente certa 99–100% de probabilidade; muito provável 90–100%; provável 66–100%; mais provável do que improvável >50–100%; tanto provável quanto improvável 33–66%; improvável 0–33%; muito improvável 0–10%; e excepcionalmente improvável 0–1%. Termos adicionais (extremamente provável 95–100%; e extremamente improvável 0–5%) também são usados quando apropriado. A probabilidade avaliada também é indicada em itálico: por exemplo, *muito provável*. Isso é consistente com o AR5. Neste Relatório, salvo indicação em contrário, são usados colchetes [x a y] para fornecer a faixa *muito provável* avaliada ou intervalo de 90%.

Legenda das figuras  
do Relatório Síntese

### Designações do eixo

-  Emissões de GEE
-  Temperatura
-  Custo ou orçamento
-  Emissões líquidas zero

*ajudam os leigos a entender  
conteúdos complexos*

### "Anotações" em itálico

Explicações simples escritas  
em linguagem não técnica

**Figura 1.1:** Legenda das figuras do Relatório Síntese.



## **Seção 2**

# **Situação Atual e Tendências**



## Seção 2: Situação Atual e Tendências

### 2.1 Mudanças Observadas, Impactos e Atribuições

As atividades humanas, principalmente através das emissões de gases de efeito estufa, inequivocamente causaram o aquecimento global, com a temperatura da superfície global atingindo um valor 1,1°C mais alto entre 2011-2020 do que no período de 1850-1900. As emissões globais de gases de efeito estufa continuaram a aumentar no período de 2010 a 2019, com contribuições históricas e correntes desiguais decorrentes do uso insustentável de energia, do uso da terra e da mudança no uso da terra, dos estilos de vida e dos padrões de consumo e produção entre regiões, entre países e dentro deles, e entre indivíduos (*alta confiança*). As mudanças do clima causadas pelo homem já estão afetando muitos extremos meteorológicos e climáticos em todas as regiões do mundo. Isso levou a impactos adversos difundidos na segurança alimentar e hídrica, na saúde humana, na economia e na sociedade, bem como perdas e danos relacionados<sup>6</sup> à natureza e às pessoas (*alta confiança*). As comunidades vulneráveis que historicamente menos contribuíram para a mudança do clima atual são desproporcionalmente afetadas (*alta confiança*).

#### 2.1.1. Aquecimento Observado e suas Causas

A temperatura da superfície global foi cerca de 1,1°C mais alta entre 2011–2020 do que entre 1850–1900 (1,09°C [0,95°C– 1,20°C]), com aumentos maiores sobre a terra (1,59 [1,34 a 1,83]°C) do que sobre o oceano (0,88°C [0,68°C– 1,01°C])<sup>7</sup>. O aquecimento observado é causado pelo ser humano, com aquecimento por gases de efeito estufa (GEE), dominado por CO<sub>2</sub> e metano (CH<sub>4</sub>), parcialmente mascarado pelo resfriamento por aerossol (Figura 2.1). A temperatura da superfície global nas duas primeiras décadas do século 21 (2001-2020) foi 0,99 [0,84 a 1,10]°C mais alta que em 1850-1900. A temperatura da superfície global aumentou mais rapidamente desde 1970 do que em qualquer outro período de 50 anos durante pelo menos os últimos 2000 anos (*alta confiança*). A faixa *provável* de aumento da temperatura total da superfície global causada pelo ser humano de 1850–1900 a 2010–2019<sup>8</sup> é de 0,8°C a 1,3°C, com uma melhor estimativa de 1,07°C. É *provável* que os GEE<sup>10</sup> misturados de forma homogênea ("well-mixed") tenham contribuído para um aquecimento de 1,0°C–2,0°C, e outros agentes causadores de origem humana (principalmente aerossóis) contribuíram para um resfriamento de 0,0°C–0,8°C, agentes causadores de origens naturais (solares e vulcânicos) mudaram a temperatura da superfície global em ±0,1°C e a variabilidade interna a mudou em ±0,2°C. {WGI SPM A.1, WGI SPM A.1.2, WGI SPM A.1.3, WGI SPM A.2.2, WGI Figura SPM.2; SRCCL TS.2}

Os aumentos observados nas concentrações de GEE misturados de forma homogênea desde cerca de 1750 são inequivocamente causados pelas emissões de GEE provenientes de atividades humanas. Os sumidouros terrestres e oceânicos absorveram, com diferenças regionais, uma proporção quase constante (globalmente, cerca de 56% ao ano) das emissões de CO<sub>2</sub> das atividades humanas nas últimas seis décadas (*alta confiança*). Em 2019, as concentrações atmosféricas de CO<sub>2</sub> atingiram 410 partes por milhão (ppm), o CH<sub>4</sub> atingiu 1866 partes por bilhão (ppb) e o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) atingiu 332 ppb<sup>11</sup>. Outros grandes contribuidores para o aquecimento são o ozônio troposférico (O<sub>3</sub>) e os gases halogenados. As concentrações de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O aumentaram para níveis sem precedentes em pelo menos 800.000 anos (*confiança muito alta*), e há uma *alta confiança* de que as concentrações atuais de CO<sub>2</sub> são mais altas do que em qualquer momento durante pelo menos os últimos dois milhões de anos. Desde 1750, os aumentos nas concentrações de CO<sub>2</sub> (47%) e CH<sub>4</sub> (156%) excedem em muito – e os aumentos em N<sub>2</sub>O (23%) são semelhantes – às mudanças naturais multimilenares entre períodos glaciais e interglaciais ao longo de pelo menos 800.000 anos (*confiança muito alta*). O efeito de resfriamento líquido que surge dos aerossóis antropogênicos atingiu seu auge no final do século XX (*alta confiança*). {WGI SPM A1.1, WGI SPM A1.3, WGI SPM A.2.1, WGI Figura SPM.2, WGI TS 2.2, WGI 2ES, WGI Figura 6.1}

<sup>6</sup> Neste relatório, o termo "perdas e danos" refere-se a impactos adversos observados e/ou riscos projetados e pode ser econômico e/ou não econômico. (Consulte o Anexo I: Glossário)

<sup>7</sup> O aumento estimado na temperatura da superfície global desde o AR5 é devido principalmente ao aquecimento posterior desde 2003–2012 (+0,19 [0,16 a 0,22]°C). Além disso, avanços metodológicos e novos conjuntos de dados proporcionaram uma representação espacial mais completa das mudanças na temperatura da superfície, inclusive no Ártico. Estas e outras melhorias também aumentaram a estimativa da mudança da temperatura da superfície global em aproximadamente 0,1°C, mas este aumento não representa um aquecimento físico adicional desde o AR5 {WGI SPM A1.2 e nota de rodapé 10}.

<sup>8</sup> Para 1850–1900 a 2013–2022, os cálculos atualizados são 1,15°C [1,00°C–1,25°C] para a temperatura da superfície global, 1,65°C [1,36°C– 1,90°C] para temperaturas terrestres e 0,93°C [0,73°C–1,04°C] para temperaturas oceânicas acima de 1850–1900 usando, exatamente, os mesmos conjuntos de dados (atualizados por 2 anos) e métodos empregados no WGI.

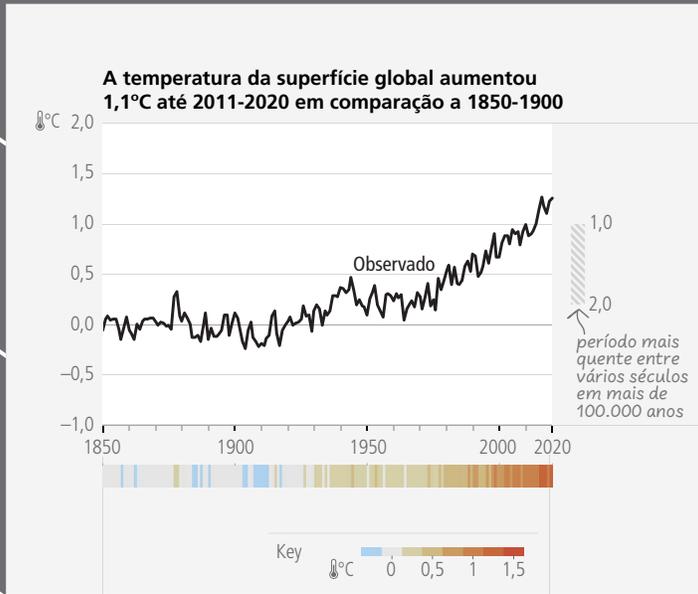
<sup>9</sup> A distinção do período com a avaliação observada surge porque os estudos de atribuição consideram este período ligeiramente anterior. O aquecimento observado para 2010–2019 é de 1,06°C [0,88°C–1,21°C]. {WGI SPM nota de rodapé 11}

<sup>10</sup> Contribuições de emissões para o aquecimento 2010-2019 relativas a 1850-1900 avaliadas a partir de estudos de forçante radiativa são: CO<sub>2</sub> 0,8 [0,5 a 1,2]°C; metano 0,5 [0,3 a 0,8]°C; óxido nitroso 0,1 [0,0 a 0,2]°C e gases fluorados 0,1 [0,0 a 0,2]°C.

<sup>11</sup> Para 2021 (o ano mais recente para o qual os números finais estão disponíveis), as concentrações usando os mesmos produtos e métodos de observação que no AR6 WGI são: 415 ppm CO<sub>2</sub>; 1896 ppb CH<sub>4</sub>; e 335 ppb N<sub>2</sub>O. Observe que o CO<sub>2</sub> é relatado aqui usando a escala WMO-CO<sub>2</sub>-X2007 para ser consistente com o WGI. O reporte operacional de CO<sub>2</sub> foi atualizado desde então para usar a escala WMO-CO<sub>2</sub>-X2019.

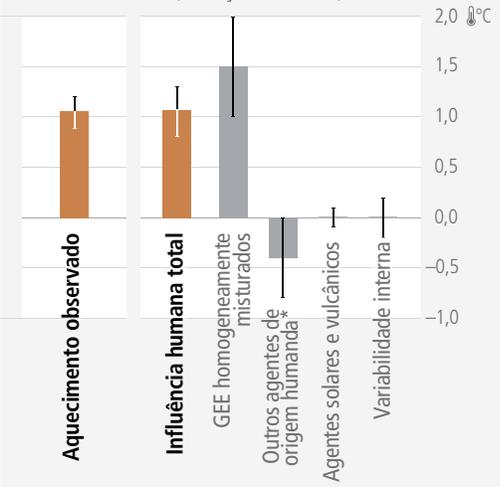
# As atividades humanas são responsáveis pelo aquecimento global

c) Mudanças na temperatura da superfície global



d) Os seres humanos são responsáveis

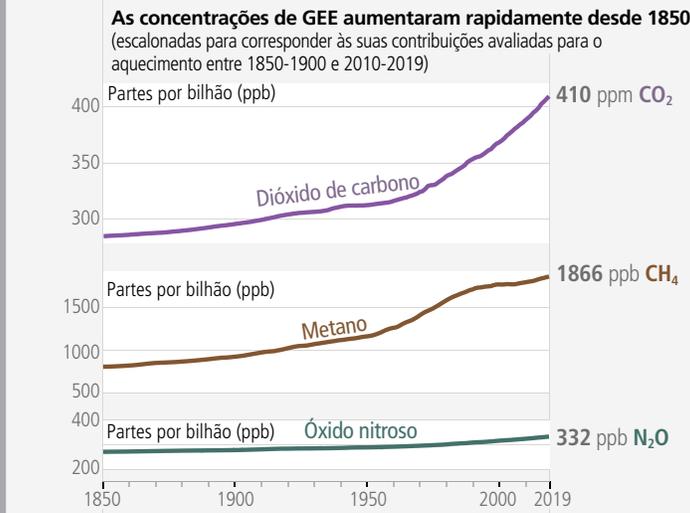
O aquecimento observado é impulsionado pelas emissões das atividades humanas, com o aquecimento do GEE parcialmente mascarado pelo resfriamento por aerossol 2010-2019 (mudança de 1850-1900)



\*Outros agentes causadores de origem humana são predominantemente aerossóis de arrefecimento, mas também aerossóis de aquecimento, mudança no uso da terra (refletância do uso da terra) e ozônio.

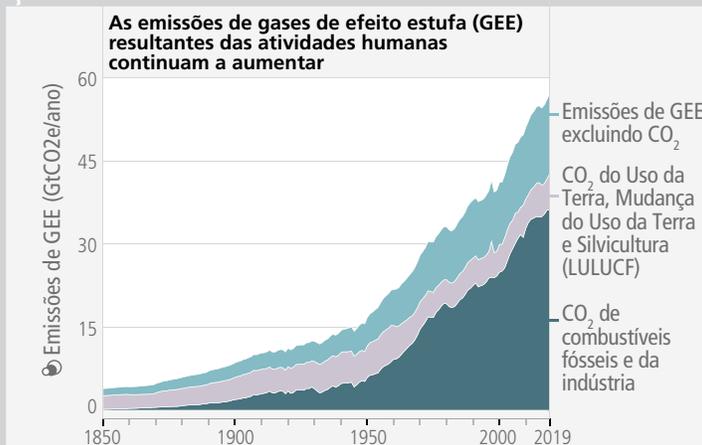
b)

Aumento das concentrações de GEE na atmosfera



a)

Aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE)



**Figura 2.1: A cadeia causal desde as emissões até o aquecimento do sistema climático resultante.** As emissões de GEE aumentaram rapidamente nas últimas décadas (painel (a)). As emissões antropogênicas líquidas globais de GEE incluem CO<sub>2</sub> da combustão de combustíveis fósseis e processos industriais (CO<sub>2</sub>-FFI) (verde escuro); CO<sub>2</sub> do uso da terra, mudança de uso da terra e silvicultura (CO<sub>2</sub>-LULUCF) (verde); CH<sub>4</sub>; N<sub>2</sub>O; e gases fluorados (HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub>, NF<sub>3</sub>) (azul claro). Tais emissões levaram a aumentos nas concentrações atmosféricas de vários GEE, incluindo os três principais GEE homogeneamente misturados: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O (painel (b)), valores anuais. Para indicar sua importância relativa, a extensão vertical de cada painel secundário para CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O é escalonada para corresponder ao efeito direto individual avaliado (e, no caso do CH<sub>4</sub> efeito indireto através de impactos de química atmosférica sobre o ozônio troposférico) das emissões históricas na mudança de temperatura de 1850–1900 a 2010–2019. Essa estimativa surge de uma avaliação da força radiativa efetiva e da sensibilidade climática. A temperatura da superfície global (mostrada como anomalias anuais de uma base de 1850–1900) aumentou em cerca de 1,1°C desde 1850–1900 (painel (c)). A barra vertical à direita mostra a temperatura estimada (faixa  *muito provável* ) durante o período mais quente entre vários séculos pelo menos nos últimos 100.000 anos, que ocorreu cerca de 6.500 anos atrás durante o atual período interglacial (Holoceno). Antes disso, o próximo período mais recente mais quente foi há cerca de 125.000 anos, quando a faixa de temperatura avaliada entre vários séculos [0,5°C–1,5°C] se sobrepõe às observações da década mais recente. Estes períodos de calor do passado foram causados por variações orbitais lentas (multimilenares). Estudos formais de detecção e atribuição sintetizam informações de modelos e observações climáticas e mostram que a melhor estimativa é que todo o aquecimento observado entre 1850–1900 e 2010–2019 é causado por seres humanos (painel (d)). O painel mostra a mudança de temperatura atribuída aos seguintes fatores: influência humana total; sua decomposição em mudanças nas concentrações de GEE e outros agentes causadores de origem humana (aerossóis, ozônio e mudança de uso do solo (reflexão do uso do solo)); agentes causadores de origem solar e vulcânica; e variabilidade climática interna. Os fios mostram as faixas *prováveis*. {WGI SPM A.2.2, WGI Figura SPM.1, WGI Figura SPM.2, WGI TS2.2, WGI 2.1; WGIII Figura SPM.1, WGIII A.III.II.2.5.1}

**A média anual de emissões de GEE<sup>12</sup> durante 2010–2019 foi maior do que em qualquer década anterior, mas a taxa de crescimento entre 2010 e 2019 (1,3% ano<sup>-1</sup>) foi menor do que entre 2000 e 2009 (2,1% ano<sup>-1</sup>).** As emissões líquidas de CO<sub>2</sub> acumuladas historicamente de 1850 a 2019 foram de 2400 ±240 GtCO<sub>2</sub>. Delas, mais da metade (58%) ocorreu entre 1850 e 1989 [1400 ±195 GtCO<sub>2</sub>], e cerca de 42% entre 1990 e 2019 [1000 ±90 GtCO<sub>2</sub>]. Estima-se que as emissões antropogênicas líquidas globais de GEE foram 59±6,6 GtCO<sub>2</sub>e em 2019, cerca de 12% (6,5 GtCO<sub>2</sub>e) maiores do que em 2010 e 54% (21 GtCO<sub>2</sub>e) maiores do que em 1990. Em 2019, o maior crescimento das emissões brutas ocorreu no CO<sub>2</sub> dos combustíveis fósseis e da indústria (CO<sub>2</sub>-FFI) seguido pelo CH<sub>4</sub>, enquanto o maior crescimento relativo ocorreu nos gases fluorados (F-gases), a partir de níveis baixos em 1990. (*alta confiança*) {WGIII SPM B.1.1, WGIII SPM B.1.2, WGIII SPM B.1.3, WGIII Figura SPM.1, WGIII Figura SPM.2}

**As contribuições regionais às emissões globais de GEE causadas pelo ser humano continuam muito diferentes.** As contribuições históricas de emissões de CO<sub>2</sub> variam substancialmente entre regiões em termos de magnitude total, mas também em termos de contribuições de CO<sub>2</sub>-FFI (1650 ± 73 GtCO<sub>2</sub>e) e emissões líquidas de CO<sub>2</sub>-LULUCF (760 ± 220 GtCO<sub>2</sub>e) (Figura 2.2). As variações nas emissões per capita regionais e nacionais refletem, em parte, diferentes estágios de desenvolvimento, mas também variam muito em níveis de renda semelhantes. A média per capita de emissões líquidas antropogênicas de GEE em 2019 variou de 2,6 tCO<sub>2</sub>e a 19 tCO<sub>2</sub>e entre regiões (Figura 2.2). Os países menos desenvolvidos (LDCs) e os Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento (SIDS) têm emissões per capita (1,7 tCO<sub>2</sub>e e 4,6 tCO<sub>2</sub>e, respectivamente) muito inferiores à média global (6,9 tCO<sub>2</sub>e), excluindo CO<sub>2</sub>-LULUCF. Cerca de 48% da população mundial em 2019 vive em países que emitem em média mais de 6 tCO<sub>2</sub>e per capita, 35% da população mundial vive em países que emitem mais de 9 tCO<sub>2</sub>e per capita<sup>13</sup> (excluindo CO<sub>2</sub>-LULUCF) enquanto outros 41% vivem em países que emitem menos de 3 tCO<sub>2</sub>e per capita. Uma parte substancial da população desses países de baixa emissão não tem acesso aos serviços modernos de energia. (*alta confiança*). {WGIII SPM B.3, WGIII SPM B3.1, WGIII SPM B.3.2, WGIII SPM B.3.3}

**As emissões líquidas de GEE aumentaram desde 2010 em todos os principais setores (*alta confiança*).** Em 2019, aproximadamente 34% (20 GtCO<sub>2</sub>e) das emissões globais líquidas de GEE foram provenientes do setor energético, 24% (14 GtCO<sub>2</sub>e) da indústria, 22% (13 GtCO<sub>2</sub>e) da AFOLU, 15% (8,7 GtCO<sub>2</sub>e) do transporte e 6% (3,3 GtCO<sub>2</sub>e) de edificações<sup>14</sup> (*alta confiança*). O crescimento da média anual de emissões de GEE entre 2010 e 2019 diminuiu em relação à década anterior no fornecimento de energia (de 2,3% para 1,0%) e na indústria (de 3,4% para 1,4%), mas permaneceu praticamente constante em cerca de 2% ano<sup>-1</sup> no setor de transportes (*alta confiança*). Cerca de metade das emissões líquidas totais de AFOLU é proveniente de CO<sub>2</sub> LULUCF, predominantemente do desmatamento (*confiança média*). A terra em geral constituiu um sumidouro líquido de -6,6 (±4,6) GtCO<sub>2</sub> ano<sup>-1</sup> para o período 2010–2019<sup>15</sup> (*confiança média*). {WGIII SPM B.2, WGIII SPM B.2.1, WGIII SPM B.2.2, WGIII TS 5.6.1}

**A mudança do clima causada pelo ser humano é uma consequência de mais de um século de emissões líquidas de GEE do uso da energia, do uso e da mudança no uso da terra, do estilo de vida e dos padrões de consumo e produção.** As reduções de emissões de CO<sub>2</sub> de combustíveis fósseis e processos industriais (CO<sub>2</sub>-FFI), devido a melhorias na intensidade energética do PIB e na intensidade de carbono da energia, foram menores do que os aumentos de emissões decorrentes do aumento dos níveis de atividade global na indústria, no fornecimento de energia, no transporte, na agricultura e nas edificações. Os 10% de domicílios com as maiores emissões per capita contribuem com 34-45% das emissões globais de GEE domiciliares baseadas no consumo, enquanto os 40% intermediários contribuem com 40-53% e os 50% inferiores contribuem com 13-15%. Uma quota crescente das emissões pode ser atribuída às áreas urbanas (um aumento de cerca de 62% para 67–72% da quota global entre 2015 e 2020). Os agentes causadores das emissões urbanas de GEE<sup>16</sup> são complexos e incluem tamanho da população, renda, estado de urbanização e forma urbana. (*alta confiança*). {WGIII SPM B.2, WGIII SPM B.2.3, WGIII SPM B.3.4, WGIII SPM D.1.1}

<sup>12</sup> As métricas de emissão de GEE são usadas para expressar as emissões de diferentes GEE em uma unidade comum. As emissões agregadas de GEE neste relatório são declaradas em CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>e) utilizando o Potencial de Aquecimento Global com um horizonte temporal de 100 anos (GWP100) e valores baseados na contribuição do Grupo de Trabalho I para o AR6. Os relatórios AR6 do WGI e WGIII contêm valores de métrica de emissão atualizados, avaliações de diferentes métricas com relação aos objetivos de mitigação e avaliam novas abordagens para agregar gases. A escolha da métrica depende do objetivo da análise e todas as métricas de emissão de GEE têm limitações e incertezas, já que simplificam a complexidade do sistema climático físico e sua resposta às emissões de GEE passadas e futuras. {WGI SPM D.1.8, WGI 7.6; WGIII SPM B.1, WGIII Caixa de Capítulo Transversal 2.2} (Anexo I: Glossário)

<sup>13</sup> Emissões territoriais

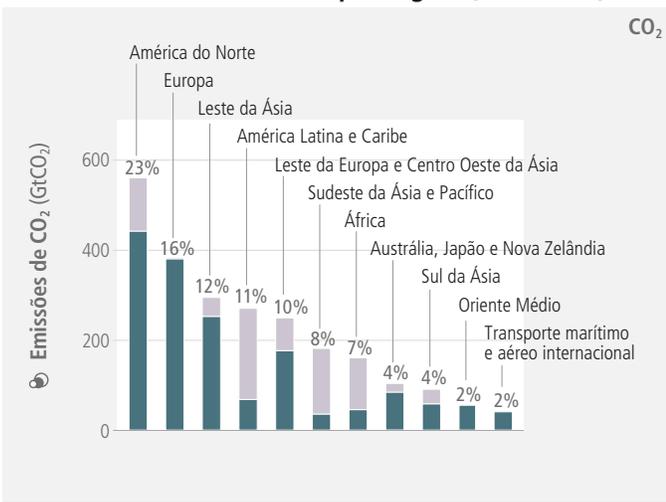
<sup>14</sup> Os níveis de emissão de GEE são arredondados para dois dígitos significativos; como consequência, podem ocorrer pequenas diferenças nas somas devido ao arredondamento {WGIII SPM nota de rodapé 8}

<sup>15</sup> Compreendendo um sumidouro bruto de -12,5 (±3,2) GtCO<sub>2</sub> ano<sup>-1</sup> resultante de respostas de toda a terra tanto a mudanças ambientais antropogênicas quanto à variabilidade climática natural, e emissões líquidas antropogênicas de CO<sub>2</sub> - LULUCF de +5,9 (±4,1) GtCO<sub>2</sub> ano<sup>-1</sup> com base em modelos de contabilidade {WGIII SPM Nota de rodapé 14}.

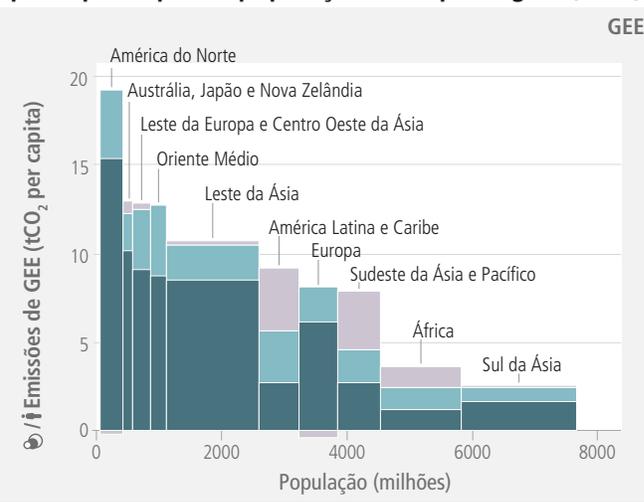
<sup>16</sup> Esta estimativa é baseada na contabilidade baseada no consumo, incluindo tanto as emissões diretas de dentro das áreas urbanas, quanto as emissões indiretas de fora das áreas urbanas relacionadas com a produção de eletricidade, bens e serviços consumidos nas cidades. Essas estimativas incluem todas as categorias de emissão de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>, exceto para combustíveis para aviação e transporte marítimo, mudança de uso do solo, silvicultura e agricultura. {WGIII SPM nota de rodapé 15}

## As emissões cresceram na maioria das regiões, mas estão distribuídas de forma desigual, tanto nos dias de hoje quanto cumulativamente desde 1850

a) Emissões antropogênicas líquidas de CO<sub>2</sub> acumuladas historicamente por região (1850-2019)



b) Emissões antropogênicas líquidas de GEE per capita e para a população total, por região (2019)



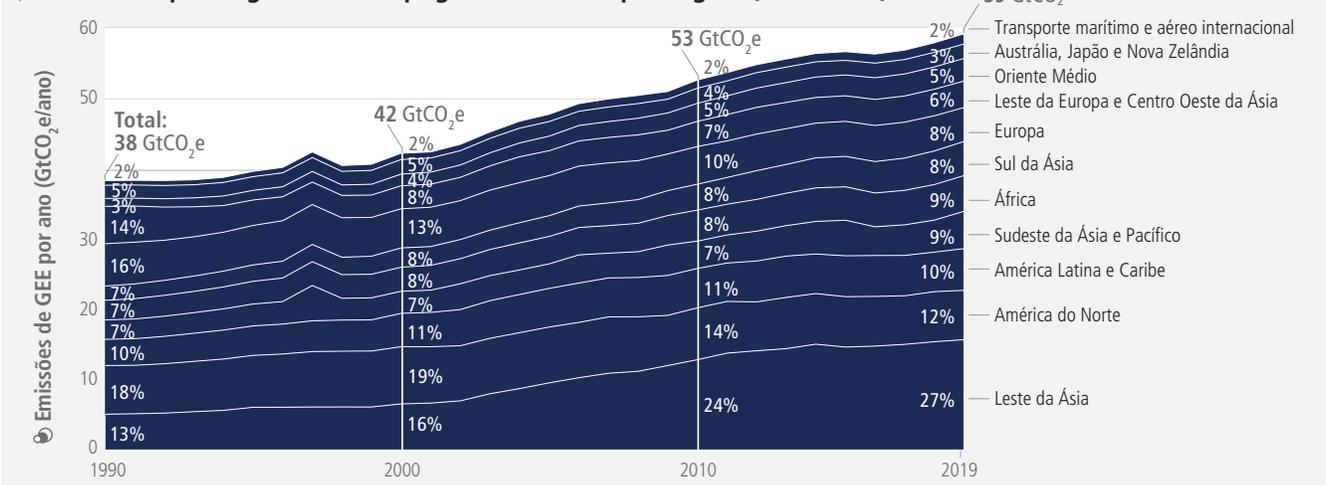
Legenda

Períodos representados nestes gráficos



- CO<sub>2</sub> líquido do uso da terra, mudança no uso da terra, silvicultura (CO<sub>2</sub>LULUCF)
- Outras emissões de GEE
- Combustível fóssil e indústria (CO<sub>2</sub>FFI)
- Todas as emissões de GEE

c) Emissões líquidas globais antropogênicas de GEE por região (1990-2019)



d) Indicadores regionais (2019) e contabilidade da produção regional versus consumo (2018)

	África	Austrália, Japão, Nova Zelândia	Leste da Ásia	Europa Oriental, Centro-Oeste da Ásia	Europa	América Latina e Caribe	Oriente Médio	América do Norte	Sudeste da Ásia e Pacífico	Sul da Ásia
População (milhões de pessoas, 2019)	1292	157	1471	291	620	646	252	366	674	1836
PIB per capita (US\$1000ppp 2017 por pessoa) <sup>1</sup>	5,0	43	17	20	43	15	20	61	12	6,2
<b>GEE líquido 2019<sup>2</sup> (base de produção)</b>										
Intensidade das emissões de GEE (tCO <sub>2</sub> e/ USD1000 <sub>ppp</sub> 2017)	0,78	0,30	0,62	0,64	0,18	0,61	0,64	0,31	0,65	0,42
GEE per capita (tCO <sub>2</sub> e por pessoa)	3,9	13	11	13	7,8	9,2	13	19	7,9	2,6
<b>CO<sub>2</sub>FFI, 2018, por pessoa</b>										
Emissões baseadas na produção (tCO <sub>2</sub> -FFI por pessoa, com base em dados de 2018)	1,2	10	8,4	9,2	6,5	2,8	8,7	16	2,6	1,6
Emissões baseadas no consumo (tCO <sub>2</sub> -FFI por pessoa, com base em dados de 2018)	0,84	11	6,7	6,2	7,8	2,8	7,6	17	2,5	1,5

<sup>1</sup> PIB per capita em 2019 como base do poder de compra da moeda USD2017

<sup>2</sup> Inclui CO<sub>2</sub>FFI, CO<sub>2</sub>LULUCF e Outros GEE, excluindo transporte marítimo e aéreo internacional

Os agrupamentos regionais utilizados nesta figura são apenas para fins estatísticos e estão descritos no Anexo II, Parte I do WGIII.

**Figura 2.2: Emissões regionais de GEE e a proporção regional do total acumulado de emissões de CO<sub>2</sub> com base na produção de 1850 a 2019.** O painel (a) mostra a quota das emissões antropogênicas líquidas de CO<sub>2</sub> acumuladas historicamente por região de 1850 a 2019 em GtCO<sub>2</sub>. Isso inclui CO<sub>2</sub>-FFI e CO<sub>2</sub>-LULUCF. Outras emissões de GEE não estão incluídas. As emissões de CO<sub>2</sub>-LULUCF estão sujeitas a altas incertezas, refletidas por uma estimativa de incerteza global de ±70% (intervalo de confiança de 90%). O **painel (b)** mostra a distribuição das emissões regionais de GEE em toneladas de CO<sub>2</sub>e per capita por região, em 2019. As emissões de GEE são categorizadas em: CO<sub>2</sub>-FFI; CO<sub>2</sub>-LULUCF líquida; e outras emissões de GEE (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, gases fluorados, expressos em CO<sub>2</sub>e usando GWP100-AR6). A altura de cada retângulo mostra as emissões per capita, a largura mostra a população da região, de modo que a área dos retângulos se refere ao total de emissões para cada região. As emissões de transporte marítimo e aéreo internacional não estão incluídas. No caso de duas regiões, a área para CO<sub>2</sub>-LULUCF está abaixo do eixo, indicando as remoções líquidas de CO<sub>2</sub>, e não as emissões. O **painel (c)** mostra as emissões líquidas globais antropogênicas de GEE por região (em GtCO<sub>2</sub>e ano<sup>-1</sup> (GWP100-AR6)) para o período de 1990–2019. Os valores percentuais referem-se à contribuição de cada região para o total de emissões de GEE em cada período respectivo. O pico anual de emissões em 1997 foi devido ao aumento das emissões de CO<sub>2</sub>-LULUCF de um incêndio florestal e em turfa no Sudeste Asiático. As regiões estão agrupadas no Anexo II do WGIII. O **painel (d)** mostra população, PIB per capita, indicadores de emissão por região em 2019 para o total de GEE por pessoa, e intensidade total de emissões de GEE, juntamente com dados de CO<sub>2</sub>-FFI baseados na produção e no consumo, os quais são avaliados neste relatório até 2018. As emissões baseadas no consumo são emissões liberadas para a atmosfera a fim de gerar os bens e serviços consumidos por uma determinada entidade (por exemplo, região). As emissões de transporte marítimo e aéreo internacional não estão incluídas. {WGIII Figura SPM.2}

### 2.1.2. Mudanças e Impactos do Sistema Climático Observados até o Momento

**É inequívoca que a influência humana tem aquecido a atmosfera, o oceano e a terra. Mudanças rápidas e amplamente propagadas na atmosfera, oceano, criosfera e biosfera ocorreram (Tabela 2.1).** A escala das mudanças recentes no sistema climático como um todo e o estado atual de muitos aspectos do sistema climático são sem precedentes ao longo de muitos séculos a muitos milhares de anos. É  *muito provável*  que as emissões de GEE tenham sido o principal fator causador<sup>17</sup> do aquecimento troposférico e é  *extremamente provável*  que o esgotamento do ozônio estratosférico causado pelo ser humano tenha sido o fator principal do resfriamento estratosférico entre 1979 e meados da década de 1990. É  *virtualmente certo*  que a camada superior do oceano global (0-700m) está aquecendo desde os anos 70 e é  *extremamente provável*  que a influência humana seja o fator principal. O aquecimento oceânico foi responsável por 91% do aquecimento do sistema climático, com o aquecimento da terra, a perda de gelo e o aquecimento atmosférico respondendo por cerca de 5%, 3% e 1%, respectivamente ( *alta confiança* ). O nível médio global do mar aumentou em 0,20 [0,15–0,25] m entre 1901 e 2018. A taxa média de elevação do nível do mar foi de 1,3 [0,6 a 2,1] mm ano<sup>-1</sup> entre 1901 e 1971, aumentando para 1,9 [0,8 a 2,9] mm ano<sup>-1</sup> entre 1971 e 2006, e aumentando ainda mais para 3,7 [3,2 a –4,2] mm ano<sup>-1</sup> entre 2006 e 2018 ( *alta confiança* ). A influência humana foi  *muito provavelmente*  o fator principal destes aumentos desde pelo menos 1971 (Figura 3.4). A influência humana é  *muito provavelmente*  o principal agente causador do recuo global das geleiras desde os anos 90 e da diminuição da área de gelo no Mar Ártico entre 1979–1988 e 2010–2019. A influência humana também contribuiu  *muito provavelmente*  para diminuir a cobertura de neve na primavera do hemisfério norte e o derretimento superficial da calota de gelo da Groenlândia. É  *virtualmente certo*  que as emissões de CO<sub>2</sub> causadas pelo ser humano são o fator principal da atual acidificação global da superfície do oceano aberto. {WGI SPM A.1, WGI SPM A.1.3, WGI SPM A.1.5, WGI SPM A.1.6, WGI SPM A.1.7, WGI SPM A.2, WGI SPM A.4.2; SROCC SPM.A.1, SROCC SPM A.2}

**A mudança do clima causada pelo ser humano já está afetando muitos extremos climáticos e meteorológicos em todas as regiões do mundo. As evidências das mudanças observadas em extremos como ondas de calor, precipitações intensas, secas e ciclones tropicais e, em particular, sua atribuição à influência humana, se fortaleceram desde o AR5 (Figura 2.3).** É  *virtualmente certo*  que as temperaturas elevadas extremas (incluindo ondas de calor) se tornaram mais frequentes e mais intensas na maioria das

regiões terrestres desde a década de 1950 (Figura 2.3), enquanto as temperaturas baixas extremas (incluindo ondas frias) se tornaram menos frequentes e menos severas, com  *alta confiança*  de que a mudança do clima causada pelo ser humano é o fator principal dessas mudanças. As ondas de calor marinhas aproximadamente duplicaram em frequência desde os anos 80 ( *alta confiança* ), e a influência humana  *muito provavelmente*  contribuiu para a maioria delas desde pelo menos 2006. A frequência e a intensidade dos eventos de precipitação intensa aumentaram desde a década de 1950 na maioria das áreas terrestres para as quais os dados observacionais são suficientes para a análise de tendências ( *alta confiança* ), e a mudança do clima causada pelo ser humano é  *provavelmente*  o principal agente causador (Figura 2.3). A mudança do clima causada pelo ser humano contribuiu para o aumento das secas agrícolas e ecológicas em algumas regiões devido ao aumento da evapotranspiração na terra ( *confiança média* ) (Figura 2.3). É  *provável*  que a proporção global de ocorrência de grandes ciclones tropicais (Categoria 3–5) tenha aumentado durante as últimas quatro décadas. {WGI SPM A.3, WGI SPM A3.1, WGI SPM A3.2; WGI SPM A3.4; SRCL SPM.A.2.2; SROCC SPM. A.2}

**A mudança do clima tem causado danos substanciais e, cada vez mais, perdas irreversíveis<sup>18</sup> em ecossistemas terrestres, de água doce, criosféricos e costeiros e de oceano aberto ( *alta confiança* ). A extensão e a magnitude dos impactos da mudança do clima são maiores do que os estimados em avaliações anteriores ( *alta confiança* ).** Aproximadamente metade das espécies avaliadas globalmente se deslocou para os polos ou, em terra, também para altitudes mais elevadas ( *confiança muito alta* ). As respostas biológicas, incluindo mudanças na distribuição geográfica e deslocamento de sazonalidade, muitas vezes não são suficientes para lidar com as recentes mudança do clima ( *confiança muito alta* ). Centenas de perdas locais de espécies foram causadas por aumentos na magnitude das temperaturas elevadas extremas ( *alta confiança* ) e eventos de mortalidade em massa na terra e no oceano ( *confiança muito alta* ). Os impactos em alguns ecossistemas estão se aproximando da irreversibilidade, tais como os impactos das mudanças hidrológicas resultantes do recuo das geleiras, ou as mudanças em algumas montanhas ( *confiança média* ) e ecossistemas árticos impulsionados pelo degelo do permafrost ( *alta confiança* ). Os impactos nos ecossistemas decorrentes de processos de início lento, como a acidificação dos oceanos, a elevação do nível do mar ou a diminuição regional da precipitação, também foram atribuídos à mudança do clima causada pelo ser humano ( *alta confiança* ). A mudança do clima contribuiu para a desertificação e a exacerbada degradação da terra,

<sup>17</sup> "Agente causador principal" significa responsável por mais de 50% da mudança {WGI SPM nota de rodapé 12}.

<sup>18</sup> Consulte o Anexo I: Glossário.

particularmente em áreas costeiras de baixa altitude, deltas de rios, terras secas e em áreas de permafrost (*alta confiança*). Cerca de 50% das áreas úmidas costeiras foram perdidas nos últimos 100 anos, como resultado dos efeitos combinados de pressões humanas localizadas, aumento do nível do mar, aquecimento e eventos climáticos extremos (*alta confiança*).{WGII SPM B.1.1, WGII SPM B.1.2, WGII Figura SPM.2.A, WGII TS.B.1; SRCCL SPM A.1.5, SRCCL SPM A.2, SRCCL SPM A.2.6, SRCCL Figura SPM.1; SROCC SPM A.6.1, SROCC SPM, A.6.4, SROCC SPM A.7}

**Tabela 2.1: Avaliação das mudanças observadas nos indicadores de grande escala do clima médio através dos componentes do sistema climático, e sua atribuição à influência humana.** O código de cores indica a confiança na avaliação / probabilidade<sup>19</sup> da mudança observada e da contribuição humana como agente causador ou agente causador principal (especificado nesse caso), quando disponível (consulte código de cores). Caso contrário, é fornecido um texto explicativo. {WGI Tabela TS.1}

Mudança no indicador	Avaliação das mudanças observadas	Avaliação da contribuição humana
<b>Atmosfera e ciclo da água</b>	Aquecimento da temperatura média global do ar de superfície desde 1850-1900	a faixa <i>provável</i> de contribuição humana ((0,8-1,3°C) abrange a faixa <i> muito provável</i> de aquecimento observado ((0,9-1,2°C))
	Aquecimento da troposfera desde 1979	Agente causador principal
	Resfriamento da estratosfera inferior desde meados do século XX	Agente causador de 1979 - meados dos anos 90
	Mudanças na precipitação em grande escala e na umidade da troposfera superior desde 1979	
	Expansão da média zonal da Circulação de Hadley desde a década de 80	Hemisfério Sul
<b>Oceano</b>	O aumento do conteúdo de calor oceânico desde a década de 70	Agente causador principal
	A mudança de salinidade desde meados do século XX	
	Elevação do nível médio global do mar desde a década 70	Agente causador principal
<b>Criosfera</b>	Perda de gelo marinho no Ártico desde 1979	Agente causador principal
	Redução na cobertura de neve durante a primavera do Hemisfério Norte a década de 50	
	Perda de massa de calota de gelo da Groenlândia desde a década de 90	
	Perda de massa de calota de gelo do Ártico desde a década de 90	<i>Evidência limitada e acordo médio</i>
	Recuo das geleiras	Agente causador principal
<b>Ciclo do carbono</b>	Aumento da amplitude do ciclo sazonal do CO <sub>2</sub> atmosférico desde o início de 1960	Agente causador principal
	Acidificação da superfície do oceano global	Agente causador principal
<b>Clima da terra</b>	Temperatura média da superfície do ar sobre a terra (cerca de 40% maior que o aquecimento médio global)	Agente causador principal
<b>Síntese</b>	Aquecimento do sistema climático global desde a época pré-industrial	

Legenda

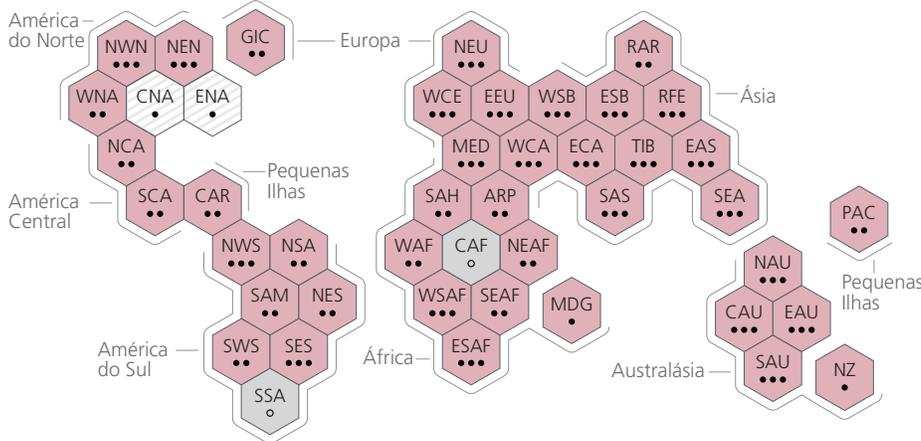
					
<i>confiança média</i>	<i>provável / alta confiança</i>	<i>muito provável</i>	<i>extremamente provável</i>	<i>virtualmente certo</i>	<i>fato</i>

<sup>19</sup> Com base no entendimento científico, as principais descobertas podem ser formuladas como declarações de fatos ou associadas a um nível de confiança avaliado usando a linguagem calibrada do IPCC.

# A mudança do clima impactou os sistemas humanos e naturais em todo o mundo, sendo que, em geral, aqueles que menos contribuíram para a mudança do clima são os mais vulneráveis

a) Síntese da avaliação da mudança observada em temperaturas elevadas extremas, precipitação intensa e seca, e confiança na contribuição humana para as mudanças observadas nas regiões do mundo

## Temperaturas elevadas extremas ← incluindo ondas de calor



Dimensão do Risco: Perigo

Legenda

Tipo de mudança observada desde a década de 50

- Aumento
- Diminuição
- Literatura e/ou dados limitados
- Baixa concordância quanto ao tipo de mudança

Confiança na contribuição humana para a mudança observada

- Alta
- Média
- Baixa devido a concordância limitada
- Baixa devido a evidências limitadas

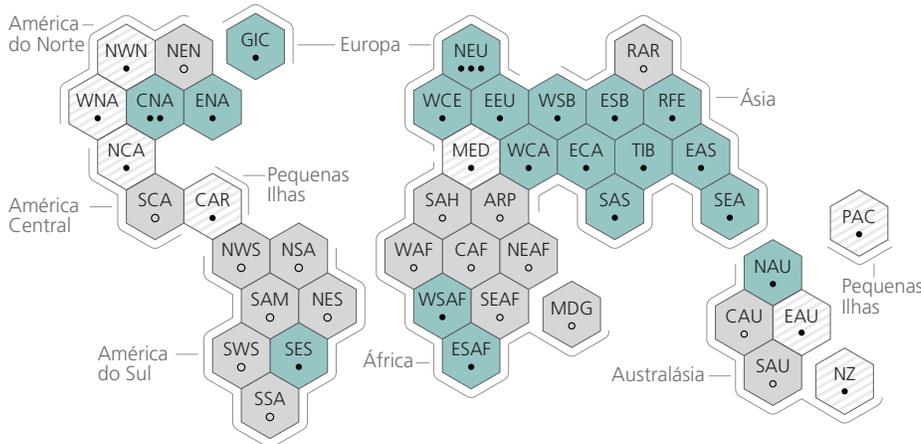
Cada hexágono corresponde a uma região

- Noroeste América do Norte

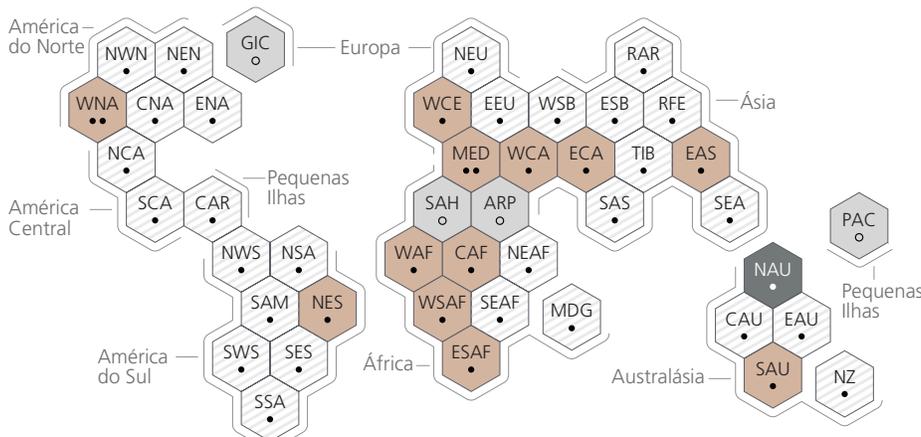
Regiões de referência do WGI no AR6 do IPCC:

**América do Norte:** **NWN** (Noroeste da América do Norte), **NEN** (Nordeste da América do Norte), **WNA** (Oeste da América do Norte), **CNA** (América do Norte Central), **ENA** (Leste da América do Norte), **América Central:** **NCA** (Norte da América Central), **SCA** (Sul da América Central), **CAR** (Caribe), **América do Sul:** **NWS** (Noroeste da América do Sul), **NSA** (Norte da América do Sul), **NES** (Nordeste da América do Sul), **SAM** (Monção da América do Sul), **SWS** (Sudoeste da América do Sul), **SES** (Sudeste da América do Sul), **SSA** (Sul da América do Sul), **Europa:** **GIC** (Groenlândia/Islandia), **NEU** (Norte da Europa), **WCE** (Oeste da Europa e Europa Central), **EEU** (Leste da Europa), **MED** (Mediterrâneo), **África:** **MED** (Mediterrâneo), **SAH** (Saara), **WAF** (Oeste da África), **CAF** (África Central), **NEAF** (Nordeste da África), **SEAF** (Sudeste da África), **WSAF** (Oeste do Sul da África), **ESAF** (Leste do Sul da África), **MDG** (Madagascar), **Ásia:** **RAR** (Ártico Russo), **WSB** (Oeste da Sibéria), **ESB** (Leste da Sibéria), **RFE** (Extremo Leste Russo), **WCA** (Oeste da Ásia Central), **ECA** (Leste da Ásia Central), **TIB** (Planalto Tibetano), **EAS** (Leste da Ásia), **ARP** (Península Arábica), **SAS** (Sul da Ásia), **SEA** (Sudeste da Ásia), **Australásia:** **NAU** (Norte da Austrália), **CAU** (Austrália Central), **EAU** (Leste da Austrália), **SAU** (Sul da Austrália), **NZ** (Nova Zelândia), **Ilhas Pequenas:** **CAR** (Caribe), **PAC** (Pequenas Ilhas do Pacífico)

## Precipitação intensa

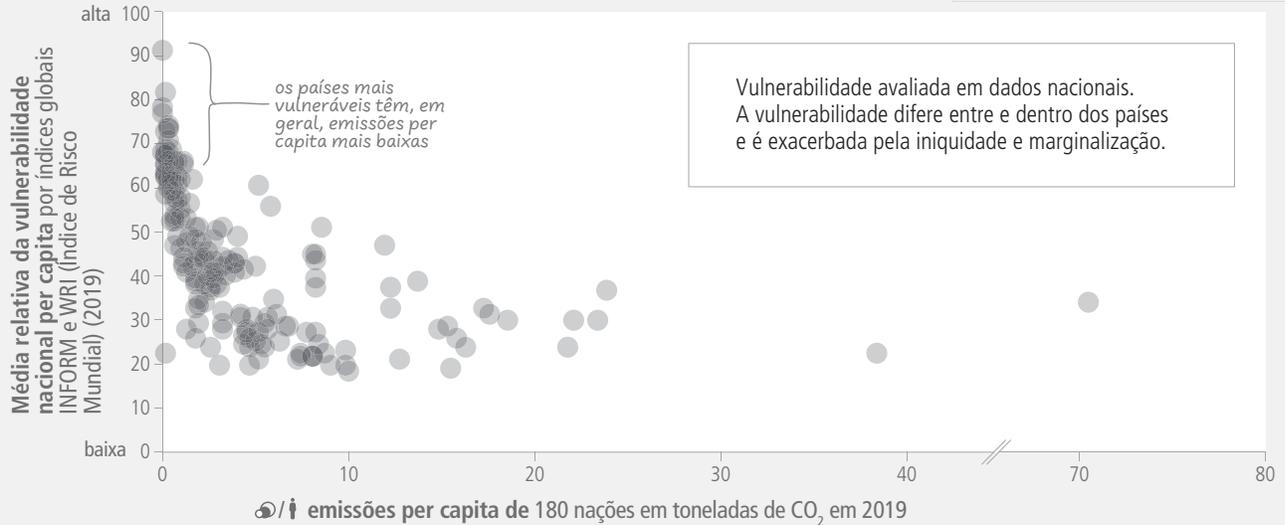


## Seca agrícola e ecológica



b) Vulnerabilidade da população e emissões per capita por país em 2019

Dimensão do Risco: Vulnerabilidade



c) Impactos observados e perdas e danos relacionados à mudança do clima

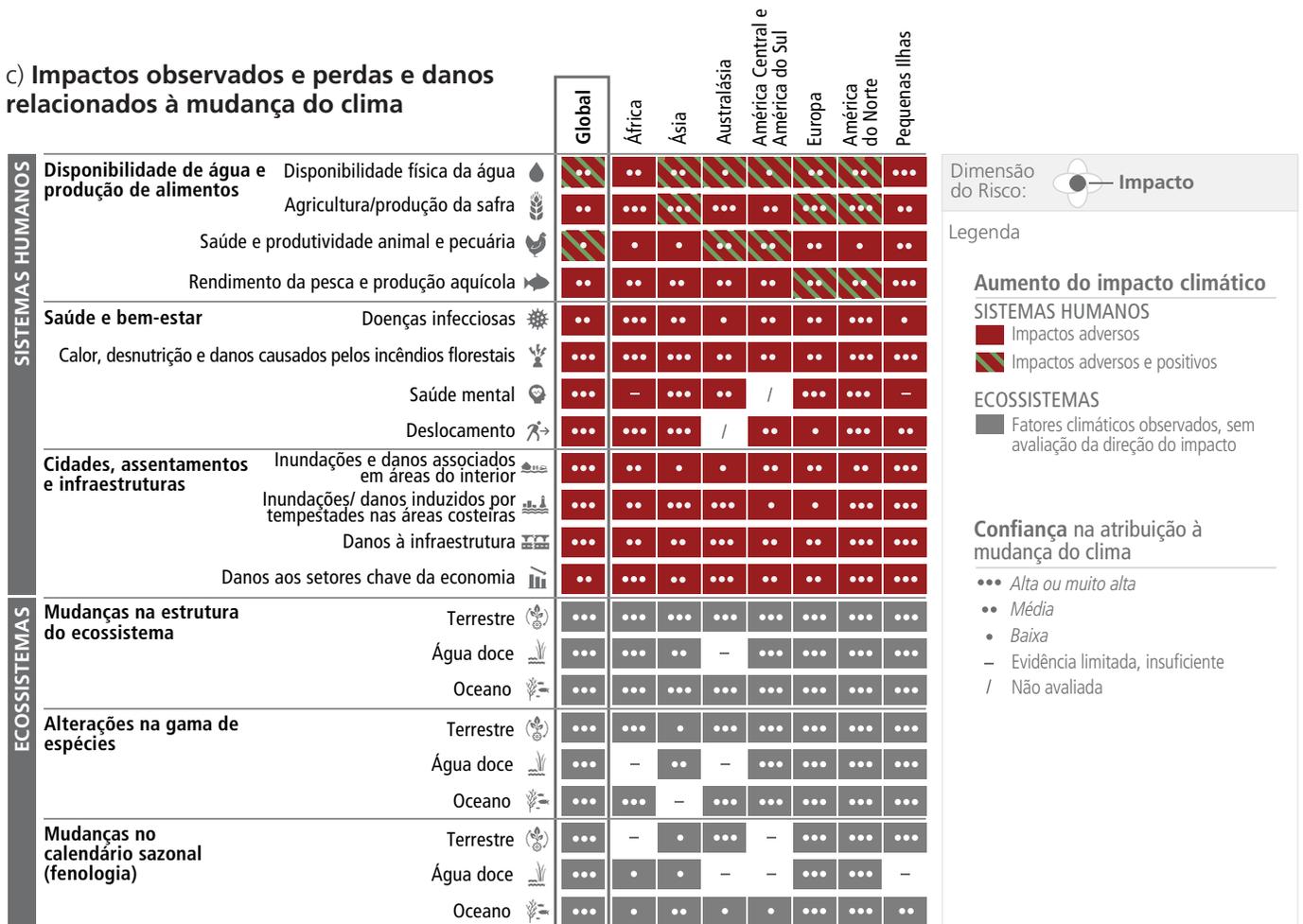


Figura 2.3: Tanto a vulnerabilidade aos extremos climáticos atuais quanto a contribuição histórica para a mudança do clima são altamente heterogêneas, sendo que muitos dos que menos contribuíram para a mudança do clima até o momento são os mais vulneráveis a seus impactos. Painel (a) O WGI no AR6 do IPCC exibe as regiões habitadas como hexágonos com tamanho idêntico em sua localização geográfica aproximada (consulte a legenda para obter as siglas regionais). Todas as avaliações são feitas para cada região como um todo e para a década de 50 até o presente. Avaliações feitas em diferentes escalas de tempo ou mais escalas espaciais locais podem diferir do que é mostrado na figura. As cores em cada painel representam os quatro resultados da avaliação sobre as mudanças observadas. Os hexágonos listrados (branco e cinza-claro) são usados quando há *baixa concordância* quanto ao tipo de mudança para a região como um todo, e os hexágonos cinza são usados quando há dados e/ou literatura limitados que impedem uma avaliação da região como um todo. Outras cores indicam pelo menos uma *confiança média* na mudança observada. O nível de confiança para a influência humana sobre essas mudanças observadas baseia-se na avaliação da literatura de detecção e atribuição de tendências e atribuição de

eventos, sendo indicado pelo número de pontos: três pontos para *alta confiança*, dois pontos para *confiança média* e um ponto para *confiança baixa* (ponto único, preenchido: *acordo limitado*; ponto único, vazio: *evidência limitada*). Em relação a temperaturas elevadas extremas, a evidência é extraída principalmente das mudanças nas métricas baseadas nas temperaturas máximas diárias; além disso, são usados estudos regionais que utilizam outros índices (duração, frequência e intensidade das ondas de calor). Para precipitação intensa, a evidência é extraída principalmente de mudanças nos índices baseados em quantidades de precipitação de um dia ou cinco dias utilizando estudos globais e regionais. As secas agrícolas e ecológicas são avaliadas com base nas mudanças observadas e simuladas na umidade total de coluna de solo, complementadas por evidências sobre mudanças na umidade superficial do solo, balanço hídrico (precipitação menos evapotranspiração) e agentes causadores impulsionados pela precipitação e demanda evaporativa atmosférica. O **Painel (b)** mostra o nível médio de vulnerabilidade entre a população de um país em relação às emissões de CO<sub>2</sub>-FFI per capita de 2019 por país para os 180 países para os quais ambos os conjuntos de métricas estão disponíveis. As informações sobre vulnerabilidade são baseadas em dois sistemas de indicadores globais, a saber INFORM e Índice de Risco Mundial. Os países com uma vulnerabilidade média relativamente baixa muitas vezes têm grupos com alta vulnerabilidade dentro de sua população e vice-versa. Os dados subjacentes incluem, por exemplo, informações sobre pobreza, desigualdade, infraestrutura de assistência médica ou cobertura de seguro. **Painel (c)** Impactos observados nos ecossistemas e sistemas humanos atribuídos à mudança do clima em escala global e regional. As avaliações globais se concentram em grandes estudos, multiespécies, meta-análises e grandes revisões. As avaliações regionais consideram evidências sobre impactos em toda uma região e não se concentram em nenhum país em particular. Para sistemas humanos, a direção dos impactos é avaliada e tanto impactos adversos quanto positivos foram observados, por exemplo, impactos adversos em uma área ou item alimentar podem ocorrer com impactos positivos em outra área ou item alimentar (para mais detalhes e metodologia, consulte WGII SMTS.1). A disponibilidade física de água inclui o equilíbrio da água disponível de várias fontes, incluindo água subterrânea, qualidade de água e demanda de água. As avaliações globais de saúde mental e de deslocamento refletem apenas as regiões avaliadas. Os níveis de confiança refletem a avaliação da atribuição do impacto observado à mudança do clima. {WGI Figura SPM.3, Tabela TS.5, Atlas Interativo; WGII Figura SPM.2, WGII SMTS.1, WGII 8.3.1, Figura 8.5; WGIII 2.2.3}

**A mudança do clima reduziu a segurança alimentar e afetou a segurança hídrica devido ao aquecimento, à mudança nos padrões de precipitação, à redução e à perda de elementos criosféricos e à maior frequência e intensidade de extremos climáticos, dificultando, assim, os esforços para atingir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (*alta confiança*).** Embora a produtividade agrícola geral tenha aumentado, a mudança do clima desacelerou esse crescimento da produtividade agrícola nos últimos 50 anos em todo o mundo (*confiança média*), com impactos negativos relacionados ao rendimento da safra registrados principalmente em regiões de latitude média e baixa, e alguns impactos positivos em algumas regiões de latitude alta (*alta confiança*). O aquecimento dos oceanos no século XX e nos anos seguintes contribuiu para uma diminuição geral do potencial máximo de captura (*confiança média*), agravando os impactos da pesca excessiva em alguns estoques de peixes (*confiança alta*). O aquecimento e a acidificação dos oceanos afetaram negativamente a produção de alimentos da aquicultura e da pesca de crustáceos e moluscos em algumas regiões oceânicas (*alta confiança*). Os níveis atuais de aquecimento global estão associados a riscos moderados de aumento da escassez de água em terras secas (*alta confiança*). Atualmente, cerca de metade da população mundial enfrenta grave escassez de água em pelo menos uma parte do ano devido a uma combinação de fatores climáticos e não climáticos (*confiança média*) (Figura 2.3). A expansão agrícola insustentável, impulsionada em parte por dietas desequilibradas<sup>20</sup>, aumenta a vulnerabilidade do ecossistema e humana e leva à competição por terras e/ou recursos hídricos (*alta confiança*). Os eventos climáticos e extremos cada vez mais intensos expuseram milhões de pessoas à insegurança alimentar aguda<sup>21</sup> e reduziram a segurança hídrica, com os maiores impactos observados em muitos locais e/ou comunidades na África, Ásia, América Central e do Sul, LDCs, Pequenas Ilhas e no Ártico, e para os pequenos produtores de alimentos, domicílios de baixa renda e Povos Indígenas em todo o mundo (*alta confiança*). {WGII SPM B.1.3, WGII SPM.B.2.3, WGII Figura SPM.2, WGII TS B.2.3, WGII TS Figura TS. 6; SRCCL SPM A.2.8, SRCCL SPM A.5.3; SROCC SPM A.5.4, SROCC SPM A.7.1, SROCC SPM A.8.1, SROCC Figura SPM.2}

**Em ambientes urbanos, a mudança do clima tem causado impactos adversos sobre a saúde humana, a subsistência e a infraestrutura essencial (*alta confiança*).** Temperaturas elevadas extremas, incluindo as ondas de calor, se intensificaram nas cidades (*alta confiança*), onde também pioraram os eventos de poluição do ar (*confiança média*) e o funcionamento limitado da infraestrutura essencial (*alta confiança*). A infraestrutura urbana, incluindo sistemas de transporte, água, saneamento e energia foram comprometidos por eventos extremos e de início lento<sup>22</sup>, com perdas econômicas resultantes, interrupções nos serviços e impactos ao bem-estar (*alta confiança*). Os impactos observados estão concentrados entre os residentes urbanos marginalizados econômica e socialmente, por exemplo, aqueles que vivem em assentamentos informais (*alta confiança*). As cidades intensificam o aquecimento causado pelo ser humano localmente (*confiança muito alta*), enquanto a urbanização também aumenta a precipitação média e intensa sobre e/ou a favor do vento das cidades (*confiança média*) e a intensidade do escoamento superficial resultante (*alta confiança*). {WGI SPM C.2.6; WGII SPM B.1.5, WGII Figura TS.9, WGII 6 ES}

**A mudança do clima afetou negativamente a saúde física humana a nível global e a saúde mental em regiões avaliadas (*confiança muito alta*), e está contribuindo para crises humanitárias onde as ameaças climáticas interagem com a alta vulnerabilidade (*alta confiança*).** Em todas as regiões, o aumento dos eventos de calor extremo resultou em mortalidade e morbidade humana (*confiança muito alta*). A ocorrência de doenças de origem alimentar e hídrica relacionadas ao clima aumentou (*confiança muito alta*). A incidência de doenças transmitidas por vetores aumentou a partir da expansão da gama e/ou aumento da reprodução dos vetores de doenças (*alta confiança*). Doenças animais e humanas, incluindo zoonoses, estão surgindo em novas áreas (*alta confiança*). Em regiões avaliadas, alguns problemas de saúde mental estão associados ao aumento da temperatura (*alta confiança*), traumas de eventos extremos

<sup>20</sup> As dietas balanceadas incluem alimentos de origem vegetal, como aquelas baseadas em cereais secundários, legumes, frutas e verduras, castanhas e sementes, e alimentos de origem animal produzidos em sistemas resilientes, sustentáveis e com baixas emissões de GEE, conforme descrito no SRCCL. {WGII SPM Nota de rodapé 32}

<sup>21</sup> A insegurança alimentar aguda pode ocorrer a qualquer momento com uma gravidade que ameaça vidas, meios de subsistência ou ambos, independentemente das causas, contexto ou duração, como resultado de choques que arriscam determinantes da segurança alimentar e nutrição, sendo usada para avaliar a necessidade de ação humanitária {WGII SPM, nota de rodapé 30}.

<sup>22</sup> Os eventos lentos são descritos entre os fatores de impacto climático do AR6 do WGI e referem-se aos riscos e impactos associados, por exemplo, ao aumento dos meios de temperatura, desertificação, diminuição da precipitação, perda de biodiversidade, degradação da terra e da floresta, recuo glacial e impactos relacionados, acidificação dos oceanos, elevação do nível do mar e salinização {WGII SPM, nota de rodapé 29}

(*confiança muito alta*) e perda de meios de subsistência e cultura (*alta confiança*) (Figura 2.3). Os impactos da mudança do clima na saúde são mediados por sistemas naturais e humanos, incluindo condições econômicas e sociais e crises (*alta confiança*). Os extremos climáticos e meteorológicos estão cada vez mais provocando deslocamentos na África, Ásia, América do Norte (*alta confiança*), América Central e do Sul (*confiança média*) (Figura 2.3), com pequenos estados insulares no Caribe e Pacífico Sul afetados desproporcionalmente em relação ao tamanho de sua pequena população (*alta confiança*). Através do deslocamento e da migração involuntária de eventos climáticos e meteorológicos extremos, a mudança do clima gerou e perpetuou a vulnerabilidade (*confiança média*). {WGII SPM B.1.4, WGII SPM B.1.7}

**A influência humana provavelmente aumentou a chance de eventos extremos compostos<sup>23</sup> desde a década de 50. Ameaças climáticas simultâneas e repetidas ocorreram em todas as regiões, aumentando os impactos e riscos para a saúde, ecossistemas, infraestrutura, meios de subsistência e alimentos (*alta confiança*).** Os eventos extremos compostos incluem aumentos na frequência de ondas de calor e secas simultâneas (*alta confiança*); temporada de incêndio em algumas regiões (*confiança média*); e enchentes compostas em alguns locais (*confiança média*). Riscos múltiplos interagem, gerando novas fontes de vulnerabilidade às ameaças climáticas e agravando o risco geral (*alta confiança*). Ameaças climáticas compostas podem sobrecarregar a capacidade de adaptação e aumentar substancialmente os danos (*alta confiança*). {WGI SPM A.3.5; WGII SPM B.5.1, WGII TS.C.11.3}

**Os impactos econômicos atribuíveis à mudança do clima estão afetando cada vez mais a subsistência das pessoas e estão causando impactos econômicos e sociais além das fronteiras nacionais (*alta confiança*).** Danos econômicos da mudança do clima foram detectados em setores expostos ao clima, com efeitos regionais na agricultura, silvicultura, pesca, energia e turismo, e por meio da produtividade do trabalho ao ar livre (*alta confiança*) com algumas exceções de impactos positivos em regiões com baixa demanda energética e vantagens comparativas nos mercados agrícolas e turismo (*alta confiança*). Os meios de subsistência individuais foram afetados por mudanças na produtividade agrícola, impactos na saúde humana e na segurança alimentar, destruição de casas e infraestrutura e perda de propriedade e renda, com efeitos adversos sobre a igualdade de gênero e social (*alta confiança*). Os ciclones tropicais têm reduzido o crescimento econômico a curto prazo (*alta confiança*). Estudos de atribuição de eventos e compreensão física indicam que a mudança do clima causada pelo ser humano aumenta a precipitação intensa associada a ciclones tropicais (*alta confiança*). Os incêndios florestais em muitas regiões afetaram os ativos construídos, a atividade econômica e a saúde (*confiança média a alta*). Nas cidades e assentamentos, os impactos climáticos na infraestrutura essencial estão levando a perdas e danos através dos sistemas de água e alimentos, e afetam a atividade econômica, com impactos que vão além da área diretamente impactada pela ameaça climática (*alta confiança*). {WGI SPM A.3.4, WGII SPM B.1.6, WGII SPM B.5.2, WGII SPM B.5.3}

**A mudança do clima tem causado impactos adversos difundidos e perdas e danos relacionados à natureza e às pessoas (*alta confiança*).** As perdas e danos estão desigualmente distribuídos entre sistemas, regiões e setores (*alta confiança*). As perdas culturais, relacionadas ao patrimônio tangível e intangível, ameaçam a capacidade de adaptação e podem resultar em perdas irreversíveis de sentido de pertencimento, práticas culturais valorizadas, identidade e lar, particularmente para os Povos Indígenas e aqueles mais diretamente dependentes do meio ambiente para sua subsistência (*confiança média*). Por exemplo, as mudanças na cobertura de neve, no gelo dos lagos e rios e no permafrost em muitas regiões árticas estão prejudicando a subsistência e a identidade cultural dos habitantes do Ártico, incluindo as populações indígenas (*alta confiança*). A infraestrutura, incluindo sistemas de transporte, água, saneamento e energia foram comprometidos por eventos extremos e de início lento, com perdas econômicas resultantes, rupturas nos serviços e impactos ao bem-estar (*alta confiança*). {WGII SPM B.1; WGII SPM B.1.2, WGII SPM B.1.5, WGII SPM C.3.5, WGII TS.B.1.6; SROCC SPM A.7.1}

**Em diferentes setores e regiões, as pessoas e sistemas mais vulneráveis foram desproporcionalmente afetados pelos impactos da mudança do clima (*alta confiança*).** Os LDCs e SIDS que têm emissões per capita muito menores (1,7 tCO<sub>2</sub>e, 4,6 tCO<sub>2</sub>e, respectivamente) do que a média global (6,9 tCO<sub>2</sub>e), excluindo CO<sub>2</sub>-LULUCF, também apresentam alta vulnerabilidade às ameaças climáticas, com pontos críticos globais de alta vulnerabilidade humana observados nas regiões Oeste, Central e Leste da África, Sul da Ásia, América Central e do Sul, SIDS e o Ártico (*alta confiança*). Regiões e pessoas com limitações de desenvolvimento consideráveis têm alta vulnerabilidade a ameaças climáticas (*alta confiança*). A vulnerabilidade é maior em locais com pobreza, desafios de governança e acesso limitado a serviços e recursos básicos, conflitos violentos e altos níveis de sensibilidade ao clima nos modos de subsistência (por exemplo, pequenos agricultores e pecuaristas, comunidades pesqueiras) (*alta confiança*). A vulnerabilidade em diferentes níveis espaciais é exacerbada pela inequidade e marginalização ligadas ao gênero, etnia, baixa renda ou combinações destas (*alta confiança*), especialmente para muitos Povos Indígenas e comunidades locais (*alta confiança*). Aproximadamente 3,3 a 3,6 bilhões de pessoas vivem em contextos altamente vulneráveis à mudança do clima (*alta confiança*). Entre 2010 e 2020, a mortalidade humana causada por enchentes, secas e tempestades foi 15 vezes maior em regiões altamente vulneráveis, em comparação com regiões com vulnerabilidade muito baixa (*alta confiança*). No Ártico e em algumas regiões de alta montanha, os impactos negativos da mudança da criosfera têm sido especialmente sentidos entre os Povos Indígenas (*alta confiança*). A vulnerabilidade humana e dos ecossistemas são interdependentes (*alta confiança*). A vulnerabilidade dos ecossistemas e das pessoas à mudança do clima difere substancialmente entre e dentro das regiões (*confiança muito alta*), impulsionada por padrões de desenvolvimento socioeconômico interconectados, uso insustentável do oceano e da terra, inequidade, marginalização, padrões históricos e contínuos de inequidade como o colonialismo, e governança<sup>24</sup> (*alta confiança*). {WGII SPM B.1, WGII SPM B.2, WGII SPM B.2.4; WGIII SPM B.3.1; SROCC SPM A.7.1, SROCC SPM A.7.2}

<sup>23</sup> Consulte o Anexo I: Glossário.

<sup>24</sup> Governança: As estruturas, ações e processos através dos quais os atores privados e públicos interagem para atingir os objetivos da sociedade. Isso inclui instituições formais e informais e as normas, regras, leis e procedimentos associados para decidir, gerenciar, implementar e monitorar políticas e medidas em qualquer escala geográfica ou política, de global a local. {WGII SPM Nota de rodapé 31}

## 2.2 Respostas até o Momento

Os acordos climáticos internacionais, as crescentes ambições nacionais para a ação climática, juntamente com a crescente conscientização do público, estão acelerando os esforços para enfrentar a mudança do clima em múltiplos níveis de governança. As políticas de mitigação têm contribuído para uma diminuição da intensidade global de energia e de carbono, com vários países alcançando reduções de emissões de GEE por mais de uma década. As tecnologias de baixa emissão estão se tornando mais acessíveis, com muitas opções de baixa ou zero emissão disponíveis atualmente para energia, edificações, transporte e indústria. O progresso no planejamento e implementação da adaptação geraram múltiplos benefícios, com opções de adaptação eficazes com potencial para reduzir os riscos climáticos e contribuir para o desenvolvimento sustentável. O financiamento global rastreado para mitigação e adaptação tem visto uma tendência ascendente desde o AR5, mas fica aquém das necessidades. (*alta confiança*)

### 2.2.1. Definição de Políticas Globais

A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), o Protocolo de Quioto e o Acordo de Paris estão apoiando o aumento dos níveis de ambição nacional e incentivando o desenvolvimento e a implementação de políticas climáticas em vários níveis de governança (*alta confiança*). O Protocolo de Quioto levou à redução de emissões em alguns países e foi fundamental para a construção de capacidade nacional e internacional para reporte, contabilidade e mercados de emissões de GEE (*alta confiança*). O Acordo de Paris, adotado no âmbito da UNFCCC, com participação quase universal, levou ao desenvolvimento de políticas e à definição de metas em níveis nacionais e subnacionais, principalmente em relação à mitigação, mas também à adaptação, bem como ao aumento da transparência das ações e do apoio climáticos (*confiança média*). As Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs), demandadas pelo Acordo de Paris, exigiram que os países articulassem suas prioridades e ambições com relação à ação climática. {WGII 17.4, WGIII SPM B.5.1, WGIII SPM E.6, WGII TS D.1.1}

O tema de Perdas e Danos<sup>25</sup> foi formalmente reconhecido em 2013 através da criação do *Mecanismo Internacional de Varsóvia sobre Perdas e Danos* (WIM), e em 2015, o Artigo 8 do Acordo de Paris forneceu uma base legal para o WIM. Há um melhor entendimento sobre perdas e danos, tanto econômicos quanto não econômicos, que informa a política climática internacional e destaca que as perdas e danos não são tratados de forma abrangente pelos atuais arranjos financeiros, de governança e institucionais, particularmente em países vulneráveis em desenvolvimento (*alta confiança*). {WGII SPM C.3.5, Caixa de Capítulo Transversal PERDAS}

Outros acordos globais recentes que influenciam as respostas à mudança do clima incluem o Marco de Ação de Sendai para Redução de Risco de Desastres (2015–2030), a Agenda de Ação de Adis Abeba voltada para o financiamento (2015) e a Nova Agenda Urbana (2016), a Emenda de Kigali ao Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio (2016), entre outros. Além disso, a Agenda para o Desenvolvimento Sustentável de 2030, adotada em 2015 pelos Estados-membros da ONU, estabelece 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e visa alinhar esforços globalmente para dar prioridade ao fim da pobreza extrema, proteger o planeta e promover sociedades mais pacíficas, prósperas e inclusivas. Se alcançados, estes acordos reduziram a mudança do clima e os impactos na saúde, bem-estar, migração e conflito, entre outros (*confiança muito alta*). {WGII TS.A.1, WGII 7 ES}

Desde o AR5, a crescente conscientização do público e uma diversidade crescente de atores têm ajudado a acelerar o compromisso político e os esforços globais para enfrentar a mudança do clima (*confiança média*). Movimentos sociais de massa têm surgido como agentes catalisadores em algumas

regiões, muitas vezes com base em movimentos anteriores incluindo movimentos liderados pelos Povos Indígenas, movimentos de juventude, movimentos de direitos humanos, ativismo de gênero e litígio climático, o que está aumentando a conscientização e, em alguns casos, tem influenciado o resultado e a ambição da governança climática (*confiança média*). O engajamento dos Povos Indígenas e das comunidades locais usando abordagens de transição justa e de tomada de decisões baseadas em direitos, implementadas por meio de processos de tomada de decisões coletivas e participativas, possibilitou uma ambição mais profunda e acelerou a ação de diferentes maneiras e em todas as escalas, dependendo das circunstâncias nacionais (*confiança média*). A mídia ajuda a moldar o discurso público sobre a mudança do clima. Isso pode servir para construir um apoio público para acelerar a ação climática (*evidência média, alto acordo*). Em alguns casos, os discursos públicos da mídia e os movimentos de oposição organizados têm impedido a ação climática, exacerbando o desamparo e a desinformação e alimentando a polarização, com implicações negativas para a ação climática (*confiança média*). {WGII SPM C.5.1, WGII SPM D.2, WGII TS.D.9, WGII TS.D.9.7, WGII TS.E.2.1, WGII 18.4; WGIII SPM D.3.3, WGIII SPM E.3.3, WGIII TS.6.1, WGIII 6.7, WGIII 13 ES, WGIII Caixa .13.7}

### 2.2.2. Ações de Mitigação até o Momento

Tem havido uma expansão consistente das políticas e leis que tratam da mitigação desde o AR5 (*alta confiança*). A governança climática apoia a mitigação, fornecendo estruturas através das quais diversos atores interagem e uma base para o desenvolvimento e implementação de políticas (*confiança média*). Muitos instrumentos regulatórios e econômicos já foram implantados com sucesso (*alta confiança*). Em 2020, as leis focaram principalmente na redução das emissões de GEE em 56 países cobrindo 53% das emissões globais (*confiança média*). A aplicação de diversos instrumentos políticos para mitigação ao nível nacional e subnacional tem crescido consistentemente em uma gama de setores (*alta confiança*). A cobertura da política é desigual entre setores e permanece limitada para emissões provenientes da agricultura, e de materiais e matérias-primas industriais (*alta confiança*). {WGIII SPM B.5, WGIII SPM B.5.2, WGIII SPM E.3, WGIII SPM E.4}

Experiências práticas informam projetos de instrumento econômico e ajudam a melhorar a previsibilidade, a eficácia ambiental, a eficiência econômica, o alinhamento com as metas distributivas e a aceitação social (*alta confiança*). A inovação tecnológica de baixa emissão é fortalecida através da combinação de políticas de impulso tecnológico, juntamente com políticas que criam incentivos para mudança de comportamento e oportunidades de mercado (*alta confiança*) (Seção 4.8.3). Pacotes de políticas abrangentes e consistentes foram considerados mais eficazes do que políticas únicas (*alta confiança*). Combinando a mitigação com políticas para reorientar as trajetórias de desenvolvimento, políticas

<sup>25</sup> Consulte o Anexo I: Glossário.

que induzem mudanças de estilo de vida ou de comportamento, por exemplo, medidas que promovem zonas urbanas pedonais combinadas com eletrificação e energia renovável podem criar cobenefícios para a saúde a partir de ar mais limpo e maior mobilidade ativa (*alta confiança*). A governança climática possibilita a mitigação fornecendo uma direção-geral, definindo metas, integrando a ação climática em todos os domínios e níveis de políticas, com base nas circunstâncias nacionais e no contexto da cooperação internacional. A governança efetiva aumenta a segurança regulatória, criando organizações especializadas e o contexto para mobilizar o financiamento (*confiança média*). Tais funções podem ser impulsionadas por leis relevantes ao clima, que estão crescendo em número, ou estratégias climáticas, entre outras, com base no contexto nacional e subnacional (*confiança média*). A governança climática efetiva e equitativa se baseia no envolvimento de atores da sociedade civil, atores políticos, empresas, jovens, trabalhadores, mídia, Povos Indígenas e comunidades locais (*confiança média*). {WGIII SPM E.2.2, WGIII SPM E.3, WGIII SPM E.3.1, WGIII SPM E.4.2, WGIII SPM E.4.3, WGIII SPM E.4.4}

**Os custos unitários de várias tecnologias de baixa emissão, incluindo energia solar, eólica e baterias de íon-lítio, têm caído consistentemente desde 2010 (Figura 2.4). As inovações em design e processos, combinadas com o uso de tecnologias digitais, levaram à disponibilidade quase comercial de muitas opções de emissões baixas ou zero em edifícios, nos transportes e na indústria.** De 2010 a 2019, houve reduções sustentadas nos custos unitários de energia solar (em 85%), energia eólica (em 55%) e baterias de íons-lítio (em 85%), e grandes aumentos em sua implantação, por exemplo, >10× para energia solar e >100× para veículos elétricos (EVs), embora variando amplamente entre as regiões (Figura 2.4). A eletricidade proveniente da energia fotovoltaica e eólica é agora mais barata que a eletricidade de fontes fósseis em muitas regiões, os veículos elétricos são cada vez mais competitivos com os motores de combustão interna e o armazenamento de baterias em larga escala nas redes elétricas é cada vez mais viável. Em comparação com as tecnologias modulares de pequeno porte, o registro empírico mostra que múltiplas tecnologias de mitigação em larga escala, com menos oportunidades de aprendizagem, têm observado reduções mínimas de custos e sua adoção tem crescido lentamente. A manutenção de sistemas com emissões intensivas pode, em algumas regiões e setores, ser mais cara do que a transição para sistemas de baixas emissões. (*alta confiança*) {WGIII SPM B.4, WGIII SPM B.4.1, WGIII SPM C.4.2, WGIII SPM C.5.2, WGIII SPM C.7.2, WGIII SPM C.8, WGIII Figura SPM.3, WGIII Figura SPM.3}

Para quase todos os materiais básicos – metais primários, materiais de construção e produtos químicos – muitos processos de produção de baixa a zero intensidade de GEE estão em fase piloto a quase comercial e, em alguns casos, comercial, mas ainda não são uma prática industrial estabelecida. O projeto integrado na construção e retroajuste de edifícios levou a exemplos crescentes de edifícios de energia zero ou de carbono zero. A inovação tecnológica possibilitou a adoção generalizada da iluminação LED. As tecnologias digitais, incluindo sensores, a Internet das coisas, robótica e inteligência artificial podem melhorar o gerenciamento de energia em todos os setores; podem aumentar a eficiência energética e promover a adoção de muitas tecnologias de baixa emissão, incluindo a energia renovável descentralizada, ao mesmo tempo em que criam oportunidades econômicas. Entretanto, alguns desses ganhos de mitigação da mudança do clima podem ser reduzidos ou contrabalançados pelo crescimento da demanda por bens e serviços devido ao uso de dispositivos digitais. Várias opções de mitigação, em especial energia solar, energia eólica, eletrificação de sistemas urbanos, infraestrutura verde urbana, eficiência energética, gerenciamento pelo lado da demanda, melhor gerenciamento de florestas, culturas agrícolas e redução do desperdício e da perda de alimentos, são tecnicamente viáveis, estão se tornando cada vez mais econômicas e, em geral, contam com o apoio do público, permitindo a expansão da

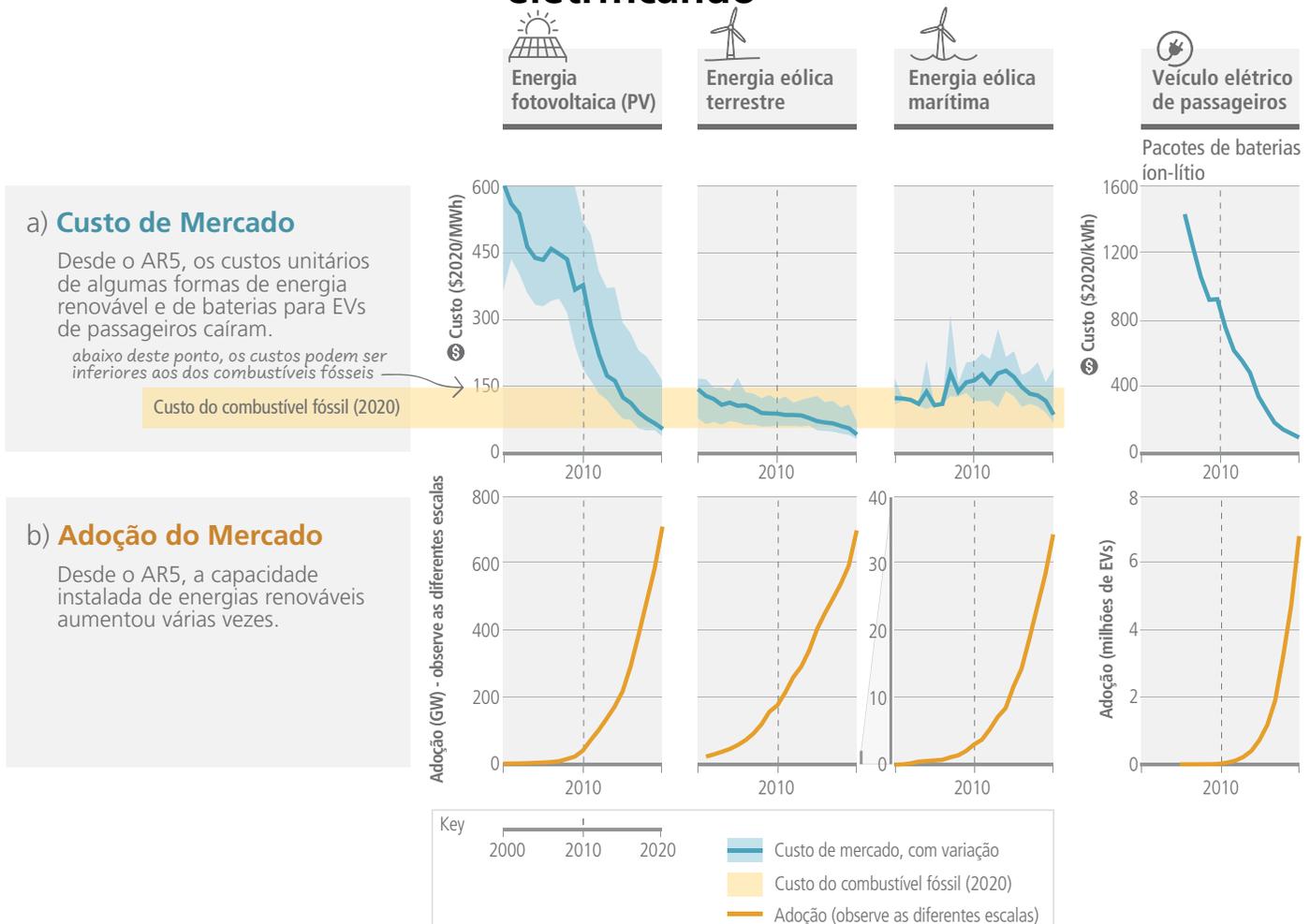
implantação em muitas regiões. (*alta confiança*) {WGIII SPM B.4.3, WGIII SPM C.5.2, WGIII SPM C.7.2, WGIII SPM E.1.1, WGIII TS.6.5}

**A magnitude dos fluxos globais de financiamento climático aumentou e os canais de financiamento se ampliaram (*alta confiança*).** Os fluxos financeiros totais anuais rastreados para mitigação e adaptação climática aumentaram em até 60% entre 2013/14 e 2019/20, mas o crescimento médio diminuiu desde 2018 (*confiança média*) e a maioria das finanças climáticas permanece nas fronteiras nacionais (*alta confiança*). Os mercados de títulos verdes, produtos financeiros sustentáveis ambientais, sociais e de governança expandiram-se significativamente desde o AR5 (*alta confiança*). Os investidores, bancos centrais e reguladores financeiros estão promovendo uma maior consciência do risco climático para apoiar o desenvolvimento e a implementação de políticas climáticas (*alta confiança*). A cooperação financeira internacional acelerada é um facilitador essencial para transições justas e com baixo teor de GEE (*alta confiança*). {WGIII SPM B.5.4, WGIII SPM E.5, WGIII TS.6.3, WGIII TS.6.4}

Os instrumentos econômicos têm sido eficazes na redução de emissões, complementados por instrumentos regulatórios principalmente ao nível nacional e também subnacional e regional (*alta confiança*). Em 2020, mais de 20% das emissões globais de GEE foram cobertas por impostos sobre o carbono ou sistemas de comércio de emissões, embora a cobertura e os preços tenham sido insuficientes para alcançar reduções profundas (*confiança média*). Os impactos equitativos e distributivos dos instrumentos de fixação de preços de carbono podem ser abordados utilizando a receita dos impostos sobre o carbono ou do comércio de emissões para apoiar os domicílios de baixa renda, entre outras abordagens (*alta confiança*). A combinação de instrumentos de política que reduziu os custos e estimulou a adoção da energia solar, da energia eólica e das baterias de íon-lítio inclui P&D públicos, financiamento para demonstração e projetos-piloto e instrumentos pela procura, como subsídios de implantação para atingir escala (*alta confiança*) (Figura 2.4). {WGIII SPM B.4.1, WGIII SPM B.5.2, WGIII SPM E.4.2, WG III TS.3}

**As ações de mitigação, apoiadas por políticas, contribuíram para uma diminuição da intensidade de energia e carbono global entre 2010 e 2019, com um número crescente de países alcançando reduções absolutas de emissões de GEE por mais de uma década (*alta confiança*).** Embora as emissões líquidas globais de GEE tenham aumentado desde 2010, a intensidade de energia global (energia primária total por unidade do PIB) diminuiu 2% ano<sup>-1</sup> entre 2010 e 2019. A intensidade global de carbono (CO<sub>2</sub>-FFI por unidade de energia primária) também diminuiu em 0,3% ano<sup>-1</sup>, principalmente devido à mudança de combustível do carvão para o gás, à expansão reduzida da capacidade do carvão e ao aumento do uso de energias renováveis, e com grandes variações regionais durante o mesmo período. Em muitos países, as políticas têm aumentado a eficiência energética, reduzido as taxas de desmatamento e acelerado a implantação da tecnologia, levando a evitar e, em alguns casos, reduzir ou remover as emissões (*alta confiança*). Pelo menos 18 países têm mantido reduções absolutas de emissões de CO<sub>2</sub> e GEE com base na produção e de CO<sub>2</sub> com base no consumo por mais de 10 anos desde 2005 por meio da descarbonização do fornecimento de energia, ganhos de eficiência energética e redução da demanda energética, que resultaram tanto de políticas quanto de mudanças na estrutura econômica (*alta confiança*). Alguns países reduziram as emissões de GEE baseadas na produção em um terço ou mais desde o pico, e alguns alcançaram taxas de redução de cerca de 4% ano<sup>-1</sup> por vários anos consecutivos (*alta confiança*). Várias linhas de evidência sugerem que as políticas de mitigação levaram a evitar emissões globais de várias GtCO<sub>2</sub>-eq ano<sup>-1</sup> (*confiança média*).

## A geração de eletricidade renovável é cada vez mais competitiva em termos de preços e alguns setores estão se eletrificando



**Figura 2.4: Reduções de custo unitário e uso em algumas tecnologias de mitigação que mudam rapidamente.** O painel superior (a) mostra os custos globais por unidade de energia (USD por MWh) para algumas tecnologias de mitigação em rápida mudança. As linhas azuis sólidas indicam o custo unitário médio em cada ano. As áreas sombreadas de azul-claro mostram o intervalo entre o 5º e o 95º percentil em cada ano. O sombreamento amarelo indica a faixa de custos unitários para novas energias fósseis (carvão e gás) em 2020 (correspondente a USD55–148 por MWh). Em 2020, os custos nivelados de eletricidade (LCOE) das três tecnologias de energia renovável poderiam competir com os combustíveis fósseis em muitos lugares. Para as baterias, os custos mostrados são para 1 kWh de capacidade de armazenamento de bateria; para os outros, os custos são do tipo LCOE, que inclui custos de instalação, capital, operações e manutenção por MWh de eletricidade produzida. A literatura utiliza o LCOE porque permite comparações consistentes das tendências de custo por meio de um conjunto diversificado de tecnologias energéticas. No entanto, não inclui os custos de integração em rede ou impactos climáticos. Além disso, o LCOE não considera outras externalidades ambientais e sociais que podem modificar os custos gerais (monetários e não monetários) das tecnologias e alterar sua implantação. O painel inferior (b) mostra a adoção global acumulada para cada tecnologia, em GW de capacidade instalada para energia renovável e em milhões de veículos para veículos elétricos a bateria. Uma linha tracejada vertical é colocada em 2010 para indicar a mudança ao longo da última década. A quota de produção de eletricidade reflete diferentes fatores de capacidade; por exemplo, para a mesma quantidade de capacidade instalada, a energia eólica produz cerca de duas vezes mais eletricidade do que a energia solar fotovoltaica {WGIII 2.5, 6.4}. As tecnologias de energia renovável e de baterias foram selecionadas como exemplos ilustrativos porque apresentaram recentemente mudanças rápidas nos custos e na adoção, e porque há dados consistentes disponíveis. Outras opções de mitigação avaliadas no relatório do WGIII não estão incluídas, pois não atendem a estes critérios. {WGIII Figura SPM.3, WGIII 2.5, 6.4}

Pelo menos 1,8 GtCO<sub>2</sub>-eq ano<sup>-1</sup> de emissões evitadas podem ser contabilizadas agregando estimativas separadas para os efeitos dos instrumentos econômicos e regulatórios (*confiança média*). Um número crescente de leis e ordens executivas tem impactado as emissões globais e estima-se que tenham resultado em 5,9 GtCO<sub>2</sub>-eq ano<sup>-1</sup> de emissões evitadas em 2016 (*confiança média*). Essas reduções compensaram apenas parcialmente o crescimento das emissões globais (*alta confiança*) {WGIII SPM B.1, WGIII SPM B.2.4, WGIII SPM B.3.5, WGIII SPM B.5.1, WGIII SPM B.5.3, WGIII 1.3.2, WGIII 2.2.3}.

### 2.2.3. Ações de Adaptação até o Momento

**Progresso no planejamento e implementação da adaptação foi observado em todos os setores e regiões, gerando múltiplos benefícios (*confiança muito alta*).** A ambição, o escopo e o progresso na adaptação aumentaram entre os governos nos níveis local, nacional e internacional, com as empresas, as comunidades e a sociedade civil (*alta confiança*). Várias ferramentas, medidas e processos estão disponíveis e podem habilitar, acelerar e sustentar a implementação da adaptação (*alta confiança*). A crescente conscientização pública e política dos impactos e riscos climáticos fez com que pelo menos 170 países e muitas cidades incluíssem a adaptação em suas políticas climáticas e processos de planejamento (*alta confiança*). Ferramentas de apoio à decisão e serviços climáticos estão sendo cada vez mais utilizadas (*confiança muito alta*) e projetos-piloto e experimentos locais estão sendo implementados em diferentes setores (*alta confiança*). {WGII SPM C.1, WGII SPM.C.1.1, WGII TS.D.1.3, WGII TS.D.10}

A adaptação aos riscos e impactos relacionados à água constituem a maioria (~60%) de todas as adaptações documentadas<sup>26</sup> (*alta confiança*). Um grande número destas respostas de adaptação está no setor agrícola e estas incluem o gerenciamento da água na fazenda, além de armazenamento de água, conservação da umidade do solo e irrigação. Outras adaptações na agricultura incluem melhorias de cultivares, sistemas agroflorestais, adaptação baseada na comunidade e diversificação agrícola e paisagística, entre outras (*alta confiança*). No caso de enchentes em regiões interiores, combinações de medidas não estruturais, como sistemas de alerta antecipado, aumento da retenção natural de água, como a restauração de áreas úmidas e rios, e planejamento do uso da terra, como zonas onde a construção é proibida ou gerenciamento de florestas a montante, podem reduzir o risco de enchentes (*confiança média*). Algumas ações de adaptação relacionadas à terra, tais como produção sustentável de alimentos, manejo florestal melhorado e sustentável, manejo de carbono orgânico do solo, conservação de ecossistemas e restauração da paisagem, redução do desmatamento e degradação, e redução da perda e desperdício de alimentos estão sendo realizadas, e podem ter cobenefícios de mitigação (*alta confiança*). As ações de adaptação que aumentam a resiliência da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos à mudança do clima incluem respostas como a minimização de pressões ou distúrbios adicionais, redução da fragmentação, aumento

da extensão do habitat natural, conectividade e heterogeneidade, e proteção de refúgios em pequena escala onde as condições microclimáticas podem permitir a persistência de espécies (*alta confiança*). A maioria das inovações em adaptação urbana ocorreu por meio de avanços na gestão de risco de desastre, redes de segurança social e infraestrutura verde/azul (*confiança média*). Muitas medidas de adaptação que beneficiam a saúde e o bem-estar são encontradas em outros setores (por exemplo, alimentação, meios de subsistência, proteção social, água e saneamento, infraestrutura) (*alta confiança*). {WGII SPM C.2.1, WGII SPM C.2.2, WGII TS.D.1.2, WGII TS.D.1.4, WGII TS.D.4.2, WGII TS.D.8.3, WGII TS.D.4 ES; SRCL SPM B.1.1}

A adaptação pode gerar múltiplos benefícios adicionais, como a melhoria da produtividade agrícola, inovação, saúde e bem-estar, segurança alimentar, subsistência e conservação da biodiversidade, bem como a redução de riscos e danos (*confiança muito alta*). {WGII SPM C1.1}

**O financiamento global rastreado da adaptação tem mostrado uma tendência crescente desde o AR5, mas representa apenas uma pequena parcela do financiamento total do clima, é desigual e se desenvolveu de forma heterogênea entre regiões e setores (*alta confiança*).** O financiamento da adaptação tem vindo predominantemente de fontes públicas, em grande parte através de doações, instrumentos concessionais e não concessionais (*confiança muito alta*). Globalmente, o financiamento privado de adaptação de diversas fontes, tais como instituições financeiras comerciais, investidores institucionais, outras participações privadas, corporações não financeiras, assim como comunidades e domicílios, tem sido limitado, especialmente em países em desenvolvimento (*alta confiança*). Os mecanismos públicos e financeiros podem alavancar o financiamento do setor privado para a adaptação, abordando barreiras reais e percebidas de regulamentação, custo e mercado, por exemplo, através de parcerias público-privadas (*alta confiança*). Inovações no financiamento de adaptação e resiliência, tais como sistemas de financiamento baseados em previsões/antecipativos e pools de seguros de risco regionais, foram testadas e estão crescendo em escala (*alta confiança*). {WGII SPM C.3.2, WGII SPM C.5.4; WGII TS.D.1.6, WGII Caixa de Capítulo Transversal FINANCE; WGIII SPM E.5.4}

**Existem opções de adaptação que são eficazes<sup>27</sup> na redução dos riscos climáticos<sup>28</sup> para contextos, setores e regiões específicos e contribuem positivamente para o desenvolvimento sustentável e outras metas societais.** No setor agrícola, melhorias de cultivares, gestão e armazenamento de água na fazenda, conservação da umidade do solo, irrigação<sup>29</sup>, sistemas agroflorestais, adaptação baseada na comunidade e diversificação ao nível de fazenda e paisagem, assim como abordagens de gestão sustentável na terra/no solo, proporcionam múltiplos benefícios e reduzem os riscos climáticos. A redução da perda e do desperdício de alimentos e as medidas de adaptação em apoio a

<sup>26</sup> A adaptação documentada refere-se à literatura publicada sobre políticas, medidas e ações de adaptação, que foram implementadas e documentadas na literatura revisada por pares, em oposição à adaptação que pode ter sido planejada, mas não implementada.

<sup>27</sup> Eficácia refere-se aqui à medida em que uma opção de adaptação é antecipada ou observada para a redução do risco relacionado ao clima.

<sup>28</sup> Consulte o Anexo I: Glossário.

<sup>29</sup> A irrigação é efetiva na redução do risco de seca e dos impactos climáticos em muitas regiões e traz vários benefícios para a subsistência, mas precisa de um gerenciamento adequado para evitar possíveis resultados adversos, que podem incluir o esgotamento acelerado das águas subterrâneas e de outros recursos hídricos e aumento da salinização do solo (*confiança média*).

dietas equilibradas contribuem para os benefícios da nutrição, saúde e biodiversidade. (*alta confiança*) {WGII SPM C.2, WGII SPM C.2.1, WGII SPM C.2.2; SRCCL B.2, SRCCL SPM C.2.1}

Abordagens de adaptação baseada em ecossistemas<sup>30</sup> como ecologia urbana, restauração de áreas úmidas e ecossistemas florestais a montante reduzem uma série de riscos da mudança do clima, incluindo riscos de enchente, calor urbano e proporcionam múltiplos cobenefícios. Algumas opções de adaptação baseadas na terra/no solo proporcionam benefícios imediatos (por exemplo, conservação de turfeiras, áreas úmidas, serras, manguezais e florestas); enquanto o florestamento e o reflorestamento, a restauração de ecossistemas de alto carbono, o agroflorestamento e a recuperação de solos degradados levam mais tempo para produzir resultados mensuráveis. Existem sinergias significativas entre adaptação e mitigação, por exemplo, através de abordagens de manejo sustentável da terra. Práticas e princípios agroecológicos e outras abordagens que trabalham com processos naturais apoiam a segurança alimentar, a nutrição, a saúde e o bem-estar, os meios de subsistência e a biodiversidade, a sustentabilidade e os serviços de ecossistemas. (*alta confiança*) {WGII SPM C.2.1, WGII SPM C.2.2, WGII SPM C.2.5, WGII TS.D.4.1; SRCCL SPM B.1.2, SRCCL SPM.B.6.1; SROCC SPM C.2}

Combinações de medidas não estruturais como sistemas de alerta precoce e medidas estruturais como diques reduziram a perda de vidas em caso de enchentes em regiões interiores (*confiança média*) e os sistemas de alerta precoce juntamente com a edificações resistentes a enchentes provaram ser custo-efetivos no contexto de inundações costeiras sob a atual elevação do nível do mar (*alta confiança*). Planos de Ação para Saúde para o Calor que incluem sistemas de alerta precoce e resposta são opções de adaptação eficazes para calor extremo (*alta confiança*). Opções eficazes de adaptação para água, alimentos e doenças transmitidas por vetores incluem a melhoria do acesso à água potável, a redução da exposição dos sistemas de água e saneamento para eventos climáticos extremos, e a melhoria dos sistemas de alerta precoce, vigilância e desenvolvimento de vacinas (*confiança muito alta*). Opções de adaptação, tais como gerenciamento de risco de desastre, sistemas de alerta precoce, serviços climáticos e redes de segurança social têm ampla aplicabilidade em múltiplos setores (*alta confiança*). {WGII SPM C.2.1, WGII SPM C.2.5, WGII SPM C.2.9, WGII SPM C.2.11, WGII SPM C.2.13; SROCC SPM C.3.2}

Soluções integradas e multissetoriais que abordam as inequidades sociais, diferenciam as respostas com base no risco climático e são transversais aos sistemas, aumentam a viabilidade e a eficácia da adaptação em múltiplos setores (*alta confiança*). {WGII SPM C.2}

## 2.3 Ações e Políticas Atuais de Mitigação e Adaptação não são Suficientes

**No momento da presente avaliação<sup>31</sup> existem diferenças entre as ambições globais e a soma das ambições nacionais declaradas. Elas são ainda agravadas por diferenças entre as ambições nacionais declaradas e a implementação atual para todos os aspectos da ação climática. Para mitigação, as emissões globais de GEE em 2030 decorrentes das NDCs anunciadas até outubro de 2021 tornariam *provável* que o aquecimento excedesse 1,5°C durante o século 21 e mais difícil limitar o aquecimento abaixo de 2°C.<sup>32</sup> Apesar do progresso, lacunas de adaptação<sup>33</sup> persistem, com muitas iniciativas priorizando a redução de risco a curto prazo, dificultando a adaptação transformacional. Limites rígidos e flexíveis de adaptação estão sendo atingidos em alguns setores e regiões, enquanto a má adaptação também está aumentando e afetando de forma desproporcional os grupos vulneráveis. Barreiras sistêmicas, tais como lacunas de financiamento, conhecimento e práticas, incluindo a falta de instrução climática e de dados, dificultam o progresso da adaptação. O financiamento insuficiente, especialmente para a adaptação, limita a ação climática em particular nos países em desenvolvimento. (*alta confiança*)**

<sup>30</sup> A EbA (Adaptação Baseada em Ecossistemas) é reconhecida internacionalmente sob a Convenção sobre Diversidade Biológica (CBD14/5). Um conceito relacionado é o de Soluções Baseadas na Natureza (NbS), consulte o Anexo I: Glossário

<sup>31</sup> O cronograma de vários cortes para avaliação difere pelo relatório do WG e pelo aspecto avaliado. Consulte a nota de rodapé 1 na Seção 1.

<sup>32</sup> Consulte CSB.2 para uma discussão de cenários e trajetórias.

<sup>33</sup> Consulte o Anexo I: Glossário.

### 2.3.1. A Lacuna entre Políticas de Mitigação, Compromissos e Trajetórias que Limitam o Aquecimento a 1,5 ou Abaixo de 2°C

As emissões globais de GEE em 2030 associadas à implementação das NDCs anunciadas antes da COP26<sup>34</sup> tornariam *provável* que o aquecimento excedesse 1,5°C durante o século XXI e mais difícil limitar o aquecimento abaixo de 2°C - se não forem assumidos compromissos ou tomadas medidas adicionais (Figura 2.5, Tabela 2.2).

Existe uma "diferença de emissões" substancial, pois as emissões globais de GEE em 2030 associadas à implementação das NDCs anunciadas antes da COP26 seriam semelhantes ou apenas ligeiramente inferiores aos níveis de emissão de 2019 e superiores aos associados às trajetórias de mitigação modeladas que limitam o aquecimento a 1,5°C (>50%) com ou sem *overshoot* limitado ("sem ultrapassagem da temperatura programada ou com ultrapassagem limitada") ou até 2°C (>67%), assumindo uma ação imediata, implicando em reduções de emissões globais de GEE profundas, rápidas e sustentadas nesta década (*alta confiança*) (Tabela 2.2, Tabela 3.1, 4.1).<sup>35</sup> A magnitude da diferença de emissões depende do nível de aquecimento global considerado e se apenas os elementos incondicionais ou também condicionais das NDCs<sup>36</sup> são considerados (*alta confiança*) (Tabela 2.2). Trajetórias modeladas que são consistentes com as NDCs anunciadas antes da COP26 até 2030 e assumem que nenhum aumento de ambição depois disso têm emissões mais elevadas, levando a um aquecimento global médio de 2,8 [2,1–3,4]°C até 2100 (*confiança média*). Se a "diferença de emissões" não for reduzida, as emissões globais de GEE em 2030, consistentes com as NDCs anunciadas antes da COP26, tornam *provável* que o aquecimento exceda 1,5°C durante o século XXI, enquanto limitar o aquecimento a 2°C (>67%) implicaria uma aceleração sem precedentes dos esforços de mitigação durante 2030–2050 (*confiança média*) (consulte a Seção 4.1, CSB2). {WGIII SPM B.6, WGIII SPM B.6.1, WGIII SPM B.6.3, WGIII SPM B.6.4, WGIII SPM C.1.1}.

As políticas implementadas até o final de 2020 deverão resultar em emissões globais de GEE mais elevadas em 2030 do que aquelas implícitas pelas NDCs, indicando uma "diferença de implementação"<sup>37</sup> (*alta confiança*) (Tabela 2.2, Figura 2.5). As emissões globais previstas implicadas pelas políticas implementadas até o final de 2020 são de 57 (52–60) GtCO<sub>2</sub>-eq em 2030 (Tabela 2.2). Isso aponta para uma diferença de implementação em comparação com as NDCs de 4–7 GtCO<sub>2</sub>-eq em 2030 (Tabela 2.2); sem um fortalecimento das políticas, projeta-se um aumento das emissões, levando a um aquecimento global mediano de 2,2°C–3,5°C (faixa  *muito provável*) até 2100 (*confiança média*) (consulte a Seção 3.1.1). {WGIII SPM B.6.1, WGIII SPM C.1}

As emissões futuras acumuladas de CO<sub>2</sub> projetadas ao longo da vida útil da infraestrutura existente de combustíveis fósseis sem redução adicional<sup>38</sup> excedem o total acumulado de emissões líquidas de CO<sub>2</sub> nas trajetórias que limitam o aquecimento a 1,5°C (>50%), com ou sem *overshoot* limitado ("sem ultrapassagem da temperatura programada ou com ultrapassagem limitada"). São aproximadamente iguais ao total acumulado de emissões líquidas de CO<sub>2</sub> nas trajetórias que limitam o aquecimento a 2°C com uma probabilidade de 83%<sup>39</sup> (consulte a Figura 3.5). Limitar o aquecimento a 2°C (>67%) ou menos resultará em ativos estagnados. Cerca de 80% do carvão, 50% do gás e 30% das reservas de petróleo não podem ser queimados e emitidos se o aquecimento for limitado a 2°C. Espera-se que um número significativamente maior de reservas não seja queimado se o aquecimento for limitado a 1,5°C. (*alta confiança*) {WGIII SPM B.7, WGIII Caixa. 6.13}

<sup>34</sup> As NDCs anunciadas antes da COP26 referem-se às NDCs mais recentes enviadas à UNFCCC até a data de corte da literatura do relatório do WGIII, 11 de outubro de 2021, e às NDCs revisadas anunciadas pela China, Japão e República da Coreia antes de outubro de 2021, mas somente enviadas depois. 25 Atualizações da NDC foram apresentadas entre 12 de outubro de 2021 e o início da COP26. {WGIII SPM nota de rodapé 24}

<sup>35</sup> A ação imediata nas trajetórias globais modeladas refere-se à adoção, entre 2020 e, no máximo, antes de 2025, de políticas climáticas destinadas a limitar o aquecimento global a um determinado nível. As trajetórias modeladas que limitam o aquecimento a 2°C (>67%) com base na ação imediata estão resumidas na categoria C3a na Tabela 3.1. Todas as trajetórias globais modeladas avaliadas que limitam o aquecimento a 1,5°C (>50%) com ou sem *overshoot* limitado ("sem ultrapassagem da temperatura programada ou com ultrapassagem limitada") assumem ação imediata conforme definido aqui (Categoria C1 na Tabela 3.1). {WGIII SPM nota de rodapé 26}

<sup>36</sup> Neste relatório, elementos "incondicionais" das NDCs referem-se aos esforços de mitigação apresentados sem quaisquer condições. Os elementos "condicionais" referem-se aos esforços de mitigação que são contingentes à cooperação internacional, por exemplo, acordos bilaterais e multilaterais, financiamento ou transferências monetárias e/ou tecnológicas. Essa terminologia é usada na literatura e nos Relatórios Síntese de NDC da UNFCCC, não no Acordo de Paris. {WGIII SPM nota de rodapé 27}

<sup>37</sup> As diferenças na implementação referem-se ao quanto as políticas e ações atualmente promulgadas estão longe de alcançar os compromissos. A data de corte de políticas em estudos usados para projetar emissões de GEE de "políticas implementadas até o final de 2020" varia entre julho de 2019 e novembro de 2020. {WGIII Tabela 4.2, WGIII SPM nota de rodapé 25}

<sup>38</sup> A redução aqui se refere a intervenções humanas que reduzem a quantidade de GEE que são liberados da infraestrutura de combustíveis fósseis para a atmosfera. {WGIII SPM nota de rodapé 34}

<sup>39</sup> O WGI fornece orçamentos de carbono que estão conforme a limitação do aquecimento global aos limites de temperatura com diferentes possibilidades, tais como 50%, 67% ou 83% {WGI Tabela SPM.2}.

Tabela 2.2 Emissões globais projetadas em 2030 associadas às políticas implementadas até o final de 2020 e as NDCs anunciadas antes da COP26, e diferenças de emissões associadas. As projeções de emissões para 2030 e as diferenças brutas nas emissões baseiam-se nas emissões de 52–56 GtCO<sub>2</sub>-eq ano<sup>-1</sup> em 2019, conforme pressuposto nos estudos do modelo subjacente<sup>40</sup>. (*confiança média*) {WGIII Tabela SPM.1} (Tabela 3.1, CSB.2)

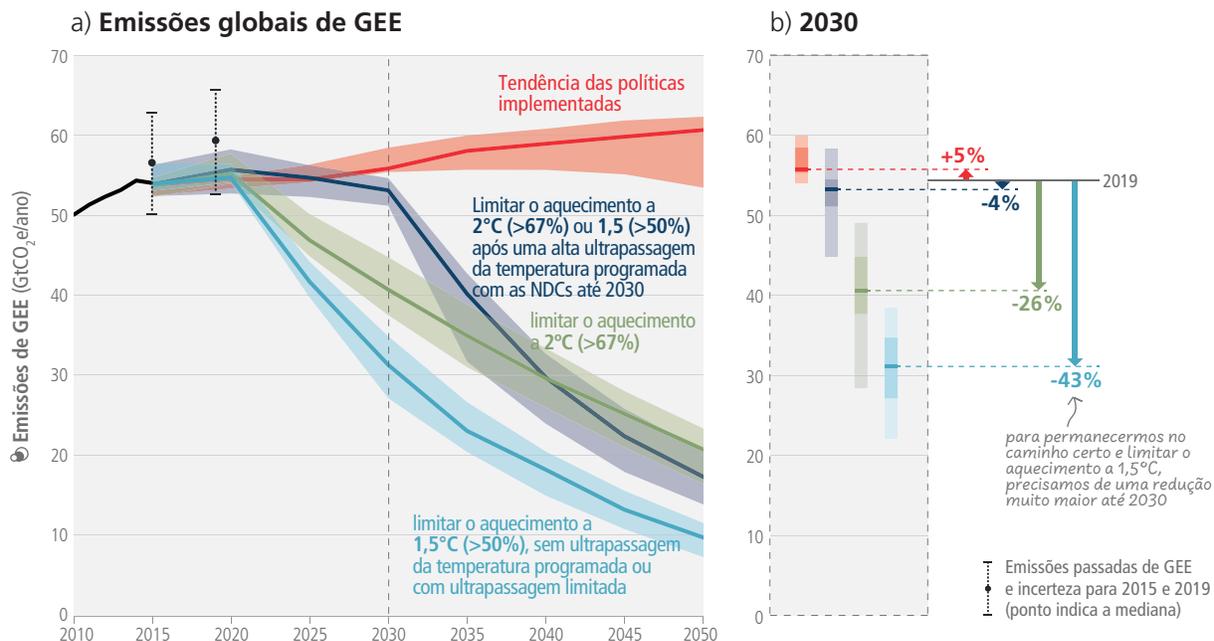
## Diferenças de emissão e implementação associadas às emissões globais projetadas em 2030 sob as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) e políticas implementadas

	De acordo com as políticas implementadas até o final de 2020 (GtCO <sub>2</sub> eq/ano)	De acordo com as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) anunciadas antes da COP26	
		Elementos incondicionais (GtCO <sub>2</sub> eq/ano)	Incluindo elementos condicionais (GtCO <sub>2</sub> eq/ano)
Mediana das emissões globais projetadas (mín-máx)*	57 [52–60]	53 [50–57]	50 [47–55]
Diferença de implementação entre as políticas implementadas e as NDCs (mediana)	–	4	7
Diferença de emissões entre NDCs e trajetórias que limitam o aquecimento a 2°C (>67%) com ação imediata	–	10–16	6–14
Diferença de emissões entre NDCs e trajetórias que limitam o aquecimento a 1,5°C (>50%) sem ultrapassagem da temperatura programada ou com ultrapassagem limitada com ação imediata	–	19–26	16–23

\*Projeções de emissões para 2030 e diferenças brutas nas emissões baseiam-se nas emissões de 52-56 GtCO<sub>2</sub>e/ano em 2019, como assumido em estudos de modelos subjacentes, (*confiança média*)

<sup>40</sup> A gama de emissões de GEE harmonizadas em 2019 entre as trajetórias [53–58 GtCO<sub>2</sub>-eq] está nas faixas de incerteza de emissões avaliadas em 2019 no Capítulo 2 do WGIII [53–66 GtCO<sub>2</sub>-eq].

## As emissões globais projetadas de GEE das NDCs anunciadas antes da COP26 tornariam provável que o aquecimento excedesse 1,5°C e também dificultariam, após 2030, a limitação do aquecimento a menos de 2°C



**Figura 2.5 Emissões globais de GEE de trajetórias modeladas (funis no Painel a) e resultados projetados de emissões a partir de avaliações de políticas no curto prazo para 2030 (Painel b). O painel a mostra as emissões globais de GEE ao longo de 2015–2050 para quatro tipos de trajetórias globais modeladas e avaliadas:**

- Tendência das políticas implementadas: Trajetórias com emissões de GEE projetadas no curto prazo, em linha com as políticas implementadas até o final de 2020 e estendidas com níveis de ambição comparáveis além de 2030 (29 cenários entre categorias C5–C7, WGIII Tabela SPM.2);
- Limitar a 2°C (>67%) ou retornar ao aquecimento a 1,5°C (>50%) após um alto *overshoot* ("ultrapassagem da temperatura"), NDCs até 2030: Trajetórias com emissões de GEE até 2030 associadas à implementação das NDCs anunciadas antes da COP26, seguidas de reduções aceleradas de emissões *que provavelmente* limitarão o aquecimento a 2°C (C3b, WGIII Tabela SPM.2) ou retornarão ao aquecimento a 1,5°C com uma probabilidade de 50% ou mais após um alto *overshoot* (subconjunto de 42 cenários de C2, WGIII Tabela SPM.2).
- Limitar a 2°C (>67%) com ação imediata: Trajetórias que limitam o aquecimento a 2°C (>67%) com ação imediata após 2020 (C3a, WGIII Tabela SPM.2).
- Limitar a 1,5°C (>50%), com ou sem *overshoot* limitado ("sem ultrapassagem da temperatura programada ou com ultrapassagem limitada"): Trajetórias limitando o aquecimento a 1,5°C, com ou sem *overshoot* limitado (C1, WGIII Tabela SPM.2 C1).

Todas estas trajetórias pressupõem ação imediata após 2020. As emissões passadas de GEE para 2010–2015 utilizadas para projetar os resultados do aquecimento global das trajetórias modeladas são mostradas por uma linha preta. O **painel b** mostra um resumo das faixas de emissão de GEE das trajetórias modeladas em 2030 e os resultados projetados das avaliações de políticas a curto prazo em 2030 do WGIII Capítulo 4.2 (Tabelas 4.2 e 4.3; mediana e faixa completa). As emissões de GEE são equivalentes ao CO<sub>2</sub> utilizando GWP100 do WGI do AR6. {WGIII Figura SPM.4, WGIII 3.5, 4.2, Tabela 4.2, Tabela 4.3, Caixa de Capítulo Transversal 4 no Capítulo 4} (Tabela 3.1, CSB.2)

## Caixa de Seções Transversais.1: Entendendo as Emissões Líquidas Zero de CO<sub>2</sub> e as Emissões Líquidas Zero de GEE

**Limitar o aquecimento global causado pelo ser humano a um nível específico requer limitar as emissões acumuladas de CO<sub>2</sub>, alcançando emissões líquidas zero ou emissões líquidas negativas de CO<sub>2</sub>, juntamente com fortes reduções em outras emissões de GEE (consulte 3.3.2).** O aquecimento adicional futuro dependerá das emissões futuras, com o aquecimento total dominado pelas emissões acumuladas passadas e futuras de CO<sub>2</sub> {WGI SPM D.1.1, WGI Figura SPM.4; SR1.5 SPM A.2.2}.

Atingir emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub> difere de atingir emissões líquidas zero de GEE. O cronograma das emissões líquidas zero para uma cesta de GEE depende da métrica de emissões, como o potencial de aquecimento global durante um período de 100 anos, escolhido para converter emissões que não são de CO<sub>2</sub> em emissões em CO<sub>2</sub> equivalentes (*alta confiança*). Entretanto, para uma determinada trajetória de emissões, a resposta climática física é independente da métrica escolhida (*alta confiança*) {WGI SPM D.1.8; WGIII Caixa TS.6, WGIII Caixa de Capítulo Transversal 2}.

**Atingir emissões líquidas zero globais de GEE requer que todas as emissões remanescentes de CO<sub>2</sub> e emissões ponderadas pelo sistema métrico<sup>41</sup> que não sejam de GEE CO<sub>2</sub> sejam contrabalançadas por remoções de CO<sub>2</sub> armazenadas de forma durável (*alta confiança*).** Algumas emissões que não são de CO<sub>2</sub>, tais como CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O da agricultura, não podem ser totalmente eliminadas utilizando medidas técnicas existentes e previstas {WGIII SPM C.2.4, WGIII SPM C.11.4, Caixa de Capítulo Transversal 3}.

**As emissões líquidas globais de CO<sub>2</sub> ou GEE podem ser alcançadas mesmo que alguns setores e regiões sejam emissores líquidos, desde que outros alcancem emissões líquidas negativas (consulte a Figura 4.1).** O potencial e o custo de alcançar emissões líquidas zero ou mesmo emissões líquidas negativas variam conforme o setor e a região. Se e quando as emissões líquidas zero para um determinado setor ou região forem atingidas, depende de múltiplos fatores, incluindo o potencial para reduzir as emissões de GEE e realizar a remoção de dióxido de carbono, os custos associados e a disponibilidade de mecanismos de políticas para equilibrar as emissões e remoções entre setores e países. (*alta confiança*) {WGIII Caixa TS.6, WGIII Caixa de Capítulo Transversal 3}.

**A adoção e implementação de metas de emissões líquidas zero por países e regiões também dependem de considerações de equidade e capacidade (*alta confiança*).** A formulação de trajetórias para emissões líquidas zero por países se beneficiará da clareza no escopo, dos planos de ação e da justiça. O alcance das metas de emissão líquida zero depende de políticas, instituições e marcos para acompanhar o progresso. As trajetórias modeladas globais de menor custo têm demonstrado distribuir o esforço de mitigação desigualmente, e a incorporação de princípios de equidade poderia mudar o cronograma das emissões líquidas zero ao nível de país (*alta confiança*). O Acordo de Paris também reconhece que o pico de emissões ocorrerá mais tarde nos países em desenvolvimento do que nos países desenvolvidos (Artigo 4.1) {WGIII Caixa TS.6, WGIII Caixa de Capítulo Transversal 3, WGIII 14.3}.

Mais informações sobre os compromissos de emissões líquidas zero ao nível nacional são fornecidas na Seção 2.3.1, sobre o cronograma das emissões líquidas zero globais na Seção 3.3.2, e sobre aspectos setoriais das emissões líquidas zero na Seção 4.1.

**Muitos países indicaram a intenção de atingir emissões líquidas zero de GEE ou emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub> por volta de meados do século (Caixa de Seção Transversal 1).** Mais de 100 países adotaram, anunciaram ou estão discutindo compromissos para emissões líquidas zero GEE, ou emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub>, cobrindo mais de dois terços das emissões globais de GEE. Um número cada vez maior de cidades está estabelecendo metas climáticas, incluindo metas de emissões líquidas zero de GEE. Muitas empresas e instituições também anunciaram metas de emissões líquidas zero nos últimos anos. Os vários compromissos de emissão líquida zero diferem entre países em termos de escopo e especificidade, e políticas limitadas estão em vigor até o momento para cumpri-los. {WGIII SPM C.6.4, WGIII TS.4.1, WGIII Tabela TS.1, WGIII 13.9, WGIII 14.3, WGIII 14.5}

**Todas as estratégias de mitigação enfrentam desafios de implementação, incluindo riscos tecnológicos, escalas e custos (*alta confiança*).** Quase todas as opções de mitigação também enfrentam barreiras institucionais que precisam ser abordadas para permitir sua aplicação em escala (*confiança média*). As atuais trajetórias de desenvolvimento podem criar barreiras comportamentais, espaciais, econômicas e sociais para uma mitigação acelerada em todas as escalas (*alta confiança*). As escolhas feitas pelos formuladores de políticas, cidadãos, setor privado e outras partes interessadas influenciam as trajetórias de desenvolvimento das sociedades (*alta confiança*). Fatores estruturais de circunstâncias e capacidades nacionais (por exemplo, recursos econômicos e naturais, sistemas políticos e fatores culturais e considerações de gênero) afetam a amplitude e a profundidade da governança climática (*confiança média*). A medida em que os atores da sociedade civil, atores políticos, empresas, jovens, trabalhadores, mídia, Povos Indígenas e comunidades locais estão engajados influencia o apoio político para a mitigação da mudança do clima e eventuais resultados políticos (*confiança média*). {WGIII SPM C.3.6, WGIII SPM E.1.1, WGIII SPM E.2.1, WGIII SPM E.3.3}

<sup>41</sup> Consulte a nota de rodapé 12 acima.

A adoção de tecnologias de baixa emissão está atrasada na maioria dos países em desenvolvimento, particularmente os menos desenvolvidos, devido em parte às condições de capacitação mais fracas, incluindo financiamento limitado, desenvolvimento e transferência de tecnologia, e capacidade (*confiança média*). Em muitos países, especialmente aqueles com capacidade institucional limitada, vários efeitos colaterais adversos foram observados como resultado da difusão de tecnologia de baixas emissões, por exemplo, emprego de baixo valor e dependência de conhecimento e fornecedores estrangeiros (*confiança média*). A inovação de baixa emissão com o fortalecimento das condições de capacitação pode reforçar os benefícios do desenvolvimento, o que, por sua vez, pode criar feedbacks para um maior apoio público à política (*confiança média*). As barreiras persistentes e específicas de cada região também continuam a dificultar a viabilidade econômica e política da implantação de opções de mitigação da AFOLU (*confiança média*). As barreiras à implementação da mitigação da AFOLU incluem apoio institucional e financeiro insuficiente, incerteza sobre adicionalidade e trade-offs no longo prazo, governança fraca, propriedade insegura da terra, baixa renda e falta de acesso a fontes alternativas de renda, além do risco de reversão (*alta confiança*). {WGIII SPM B.4.2, WGIII SPM C.9.1, WGIII SPM C.9.3}

### 2.3.2. Lacunas e Barreiras para Adaptação

Apesar do progresso, existem lacunas de adaptação entre os níveis atuais de adaptação e os níveis necessários para responder aos impactos e reduzir os riscos climáticos (*alta confiança*). Enquanto o progresso na implementação da adaptação é observado em todos os setores e regiões (*confiança muito alta*), muitas iniciativas de adaptação priorizam a redução imediata e a curto prazo do risco climático, por exemplo, através da proteção física contra enchentes, reduzindo a oportunidade para a adaptação transformacional<sup>42</sup> (*alta confiança*). A maioria das adaptações observadas é fragmentada, pequena em escala, incremental, específica para um setor e focada mais no planejamento do que na implementação (*alta confiança*). Além disso, a adaptação observada está desigualmente distribuída entre as regiões e as maiores lacunas de adaptação existem entre os grupos de menor renda da população (*alta confiança*). No contexto urbano, as maiores diferenças de adaptação existem em projetos que gerenciam riscos complexos, por exemplo, no nexo alimentos–energia–água–saúde ou nas inter-relações entre qualidade do ar e risco climático (*alta confiança*). Muitas lacunas de financiamento, conhecimento e práticas permanecem para uma implementação, monitoramento e avaliação eficazes, e não se espera que os atuais esforços de adaptação atinjam os objetivos existentes (*alta confiança*). No atual ritmo de planejamento e implementação, a lacuna de adaptação continuará a crescer (*alta confiança*). {WGII SPM C.1, WGII SPM C.1.2, WGII SPM C.4.1, WGII TS.D.1.3, WGII TS.D.1.4}

<sup>42</sup> Consulte o Anexo I: Glossário.

<sup>43</sup> Limite de adaptação: O ponto no qual os objetivos (ou as necessidades do sistema) de um ator não podem ser assegurados de riscos intoleráveis por meio de ações adaptativas. Limite de adaptação rígido - Nenhuma ação adaptativa é possível para evitar riscos intoleráveis. Limite de adaptação flexível - Atualmente não há opções disponíveis para evitar riscos intoleráveis por meio de ações adaptativas.

<sup>44</sup> A má adaptação refere-se a ações que podem levar a um aumento do risco de resultados adversos relacionados ao clima, inclusive através do aumento das emissões de gases de efeito estufa, aumento ou deslocamento da vulnerabilidade à mudança do clima, resultados mais injustos, ou diminuição do bem-estar, agora ou no futuro. Na maioria das vezes, a má adaptação é uma consequência não intencional. Consulte o Anexo I: Glossário.

Limites de adaptação flexíveis e rígidos<sup>43</sup> já foram atingidos em alguns setores e regiões, apesar da adaptação ter atenuado alguns impactos climáticos (*alta confiança*). Os ecossistemas que já atingem limites de adaptação rígidos incluem alguns recifes de corais de água quente, algumas zonas úmidas costeiras, algumas florestas tropicais e alguns ecossistemas polares e de montanha (*alta confiança*). Indivíduos e domicílios em áreas costeiras baixas na Australásia e Pequenas Ilhas e pequenos agricultores na América Central e América do Sul, África, Europa e Ásia atingiram limites flexíveis (*confiança média*), resultantes de restrições financeiras, de governança, institucionais e políticas e podem ser superados com o enfrentamento dessas restrições (*alta confiança*). A transição da adaptação incremental para a transformacional pode ajudar a superar limites de adaptação flexíveis (*alta confiança*). {WGII SPM C.3, WGII SPM C.3.1, WGII SPM C.3.2, WGII SPM C.3.3, WGII SPM C.3.4, WGII 16 ES}

A adaptação não impede todas as perdas e danos, mesmo com uma adaptação efetiva e antes de atingir limites flexíveis e rígidos. As perdas e danos são desigualmente distribuídos entre sistemas, regiões e setores e não são tratados de forma abrangente pelos atuais acordos financeiros, institucionais e de governança, particularmente em países vulneráveis em desenvolvimento. (*alta confiança*) {WGII SPM C.3.5}

Há evidências crescentes de má adaptação<sup>44</sup> em vários setores e regiões. Exemplos de má adaptação são observados em áreas urbanas (por exemplo, novas infraestruturas urbanas que não podem ser ajustadas de forma fácil ou acessível), agricultura (por exemplo, uso de irrigação de alto custo em áreas com projeção de condições de seca mais intensas), ecossistemas (por exemplo, supressão de incêndios em ecossistemas naturalmente adaptados a incêndios ou proteções físicas contra enchentes) e assentamentos humanos (por exemplo, ativos estagnados e comunidades vulneráveis que não podem se deslocar ou se adaptar e exigem um aumento nas redes de segurança social). A má adaptação afeta especialmente grupos marginalizados e vulneráveis (por exemplo, Povos Indígenas, minorias étnicas, domicílios de baixa renda, pessoas que vivem em assentamentos informais), reforçando e consolidando as desigualdades existentes. A má adaptação pode ser evitada através de um planejamento flexível, multissetorial, inclusivo e de longo prazo e da implementação de ações de adaptação com benefícios para muitos setores e sistemas. (*alta confiança*) {WGII SPM C.4, WGII SPM C.4.3, WGII TS.D.3.1}

Barreiras sistêmicas limitam a implementação de opções de adaptação em setores, regiões e grupos sociais vulneráveis (*alta confiança*). As principais barreiras incluem recursos limitados, falta de engajamento do setor privado e sociedade, mobilização insuficiente de financiamento, falta de compromisso político, pesquisa limitada e/ou lenta e baixa compreensão da ciência de adaptação e um baixo senso de urgência. A inequidade e a pobreza também limitam a adaptação,

levando a limites flexíveis e resultando em exposição e impactos desproporcionais para os grupos mais vulneráveis (*alta confiança*). As maiores lacunas de adaptação existem entre os grupos populacionais de menor renda (*alta confiança*). Como as opções de adaptação costumam ter longos períodos de implementação, o planejamento de longo prazo e a implementação acelerada, especialmente nesta década, são importantes para reduzir as lacunas de adaptação, reconhecendo que ainda há restrições em algumas regiões (*alta confiança*). A priorização de opções e transições de adaptação incremental para transformacional são limitadas devido a interesses constituídos, engessamentos (*lock-ins*) econômicos, dependências institucionais de trajetória e práticas, culturas, normas e sistemas de crenças prevalecentes (*alta confiança*). Muitas lacunas de financiamento, conhecimento e práticas permanecem para uma implementação, monitoramento e avaliação eficazes da adaptação (*alta confiança*), incluindo, falta de alfabetização climática em todos os níveis e disponibilidade limitada de dados e informações (*confiança média*); por exemplo, para a África, restrições severas de dados climáticos e inequidades no financiamento de pesquisa e liderança reduzem a capacidade de adaptação (*confiança muito alta*). {WGII SPM C.1.2, WGII SPM C.3.1, WGII TS.D.1.3, WGII TS.D.1.5, TS.D.2.4}

### 2.3.3. Falta de Financiamento como Barreira para a Ação Climática

**Financiamento insuficiente e falta de estruturas políticas e incentivos para o financiamento são causas fundamentais das lacunas de implementação, tanto para mitigação quanto para adaptação (*alta confiança*). Os fluxos financeiros permaneceram fortemente concentrados na mitigação, são desiguais e se desenvolveram de forma heterogênea entre regiões e setores (*alta confiança*).** Em 2018, os fluxos de financiamento climático público e privado mobilizado publicamente dos países desenvolvidos para os países em desenvolvimento ficaram abaixo da meta coletiva da UNFCCC e do Acordo de Paris de mobilizar USD 100 bilhões por ano até 2020 no contexto de ações significativas de mitigação e transparência na implementação (*confiança média*).

Os fluxos de financiamento público e privado para combustíveis fósseis ainda são maiores do que aqueles para adaptação e mitigação climática (*alta confiança*). A grande maioria do financiamento climático rastreado é direcionado para a mitigação (*confiança muito alta*). No entanto, as necessidades modeladas de investimentos anuais médios para 2020 a 2030 em cenários que limitam o aquecimento a 2°C ou 1,5°C são um fator de três a seis vezes maiores do que os níveis atuais, e os investimentos totais em mitigação (públicos, privados, domésticos e internacionais) precisariam aumentar em todos os setores e regiões (*confiança média*). Os desafios permanecem para os títulos verdes e produtos similares, em particular em torno da integridade e adicionalidade, bem como a aplicabilidade limitada desses mercados a muitos países em desenvolvimento (*alta confiança*). {WGII SPM C.3.2, WGII SPM C.5.4; WGIII SPM B.5.4, WGIII SPM E5.1}

Os atuais fluxos financeiros globais para adaptação, inclusive de fontes financeiras públicas e privadas, são insuficientes e limitam a implementação de opções de adaptação, especialmente em países em desenvolvimento (*alta confiança*). Há disparidades crescentes entre os custos estimados de adaptação e o financiamento documentado destinado à adaptação (*alta confiança*). Estima-se que as necessidades financeiras de adaptação sejam maiores do que as avaliadas no AR5, e a maior mobilização e acesso a recursos financeiros são essenciais para a implementação da adaptação e para reduzir as lacunas de adaptação (*alta confiança*). Os fluxos financeiros anuais destinados à adaptação para a África, por exemplo, são bilhões de dólares inferiores às estimativas mais baixas de custo de adaptação para a mudança do clima no curto prazo (*alta confiança*). Os impactos climáticos adversos podem reduzir ainda mais a disponibilidade de recursos financeiros, causando perdas e danos e impedindo o crescimento econômico nacional, aumentando ainda mais as restrições financeiras para a adaptação, principalmente para os países em desenvolvimento e os LDCs (*confiança média*). {WGII SPM C.1.2, WGII SPM C.3.2, WGII SPM C.5.4, WGII TS.D.1.6}

Sem mitigação e adaptação eficazes, as perdas e danos continuarão a afetar desproporcionalmente as populações mais pobres e mais vulneráveis. O apoio financeiro acelerado aos países em desenvolvimento de países desenvolvidos e outras fontes é um capacitador crítico para melhorar as ações de mitigação {WGIII SPM. E.5.3}. Muitos países em desenvolvimento carecem de dados abrangentes na escala necessária e não dispõem dos recursos financeiros adequados necessários para a adaptação para reduzir as perdas e danos econômicos e não econômicos associados. (*alta confiança*) {WGII Caixa de Capítulo Transversal PERDAS, WGII SPM C.3.1, WGII SPM C.3.2, WGII TS.D.1.3, WGII TS.D.1.5; WGIII SPM E.5.3}

**Existem barreiras para redirecionar o capital para a ação climática, tanto dentro quanto fora do setor financeiro global.** Essas barreiras incluem: a avaliação inadequada dos riscos relacionados ao clima e das oportunidades de investimento, a disparidade regional entre o capital disponível e as necessidades de investimento, os fatores de viés interno, níveis de endividamento dos países, vulnerabilidade econômica e capacidades institucionais limitadas. Os desafios vindos de fora do setor financeiro incluem: mercados de capital locais limitados; perfis de retorno de risco pouco atraentes, em particular devido a ambientes regulatórios ausentes ou fracos, inconsistentes com os níveis de ambição; capacidade institucional limitada para garantir salvaguardas; padronização, agregação, escalabilidade e replicabilidade de oportunidades de investimento e modelos de financiamento; e, um portfólio de projetos (*pipeline*) pronto para investimentos comerciais. (*alta confiança*) {WGII SPM C.5.4; WGIII SPM E.5.2; SR15 SPM D.5.2}

## Caixa de Seção Transversal. 2: Cenários, Níveis de Aquecimento Global e Riscos

Cenários e trajetórias modelados<sup>45</sup> são usados para explorar emissões futuras, mudança do clima, impactos e riscos relacionados, e possíveis estratégias de mitigação e adaptação, sendo baseados em uma série de premissas, incluindo variáveis socioeconômicas e opções de mitigação. Estas são projeções quantitativas e não são previsões nem prognósticos. As trajetórias de emissão globais modeladas, inclusive aquelas baseadas em abordagens de custo efetividade, contêm premissas e resultados diferenciados regionalmente e devem ser avaliadas com o reconhecimento cuidadoso dessas premissas. A maioria não traz premissas explícitas sobre equidade global, justiça ambiental ou distribuição de renda intrarregional. O IPCC é neutro no que diz respeito às premissas subjacentes aos cenários na literatura avaliada neste relatório, que não abrange todos os futuros possíveis<sup>46</sup>. {SROCC Caixa SPM.1; SRCL Caixa SPM.1; WGI Caixa SPM.1; WGII Caixa SPM.1; WGIII Caixa SPM.1}.

### Desenvolvimento Socioeconômico, Cenários e Trajetórias

As cinco Trajetórias Socioeconômicas Compartilhadas (SSP1 a SSP5) foram concebidas para abranger uma série de desafios à mitigação e adaptação à mudança do clima. Para a avaliação dos impactos climáticos, risco e adaptação, as SSPs são usadas para exposição, vulnerabilidade e desafios futuros à adaptação. Dependendo dos níveis de mitigação de GEE, os cenários de emissões modelados com base nas SSPs podem ser consistentes com níveis baixos ou altos de aquecimento<sup>47</sup>. Há muitas estratégias diferentes de mitigação que poderiam ser consistentes com diferentes níveis de aquecimento global em 2100 (consulte a Figura 4.1). {WGI Caixa SPM.1; WGII Caixa SPM.1; WGIII Caixa SPM.1, WGIII Caixa TS.5, WGIII Anexo III; SRCL Caixa SPM.1, Figura SPM.2}

O WGI avaliou a resposta climática a cinco cenários ilustrativos baseados em SSPs<sup>48</sup> que cobrem a gama de possíveis fatores antropogênicos da mudança do clima, encontrados na literatura. Estes cenários combinam pressupostos socioeconômicos, níveis de mitigação do clima, controle do uso do solo e da poluição do ar para aerossóis e precursores de ozônio que não são CH<sub>4</sub>. Os cenários de emissões de GEE altas e muito altas (SSP3-7.0 e SSP5-8.5) têm emissões de CO<sub>2</sub> que aproximadamente dobram em relação aos níveis atuais até 2100 e 2050, respectivamente<sup>49</sup>. O cenário intermediário de emissões de GEE (SSP2-4.5) tem emissões de CO<sub>2</sub> que permanecem em torno dos níveis atuais até meados do século. Os cenários de emissões muito baixas e baixas de GEE (SSP1-1.9 e SSP1-2.6) têm emissões líquidas de CO<sub>2</sub> diminuindo para zero por volta de 2050 e 2070, respectivamente, seguidos por níveis variáveis de emissões líquidas negativas de CO<sub>2</sub>. Além disso, as Trajetórias de Concentração Representativa (RCPs)<sup>50</sup> foram usadas pelo WGI e WGII para avaliar as mudanças regionais do clima, impactos e riscos. {WGI Caixa SPM.1} (Caixa de Seção Transversal.2, Figura 1)

No WGIII, foram avaliadas inúmeras trajetórias de emissões globais modeladas, das quais 1202 trajetórias foram categorizadas com base em seu aquecimento global projetado ao longo do século XXI, com categorias que variam de trajetórias que limitam o aquecimento a 1,5°C com mais de 50% de probabilidade<sup>51</sup> com ou sem *overshoot* limitado ("sem ultrapassagem da temperatura programada ou com ultrapassagem limitada") (C1) a trajetórias que excedem 4°C (C8). Os métodos para projetar o aquecimento global associado às trajetórias modeladas foram atualizados para garantir a consistência com a avaliação do WGI para o AR6 da resposta do sistema climático<sup>52</sup>. {WGIII Caixa SPM.1, WGIII Tabela 3.1} (Tabela 3.1, Caixa de Seção Transversal.2, Figura 1)

### Níveis de Aquecimento Global (GWLs)

Para muitas variáveis climáticas e de risco, os padrões geográficos de mudanças nos agentes climáticos causadores de impactos<sup>53</sup> e nos impactos climáticos para um nível de aquecimento global<sup>54</sup> são comuns a todos os cenários considerados e independentes do momento em que esse nível é atingido. Isso motiva o uso de GWLs como uma dimensão de integração. {WGI Caixa SPM.1.4, WGI TS.1.3.2; WGII Caixa SPM.1} (Figura 3.1, Figura 3.2)

<sup>45</sup> Na literatura, os termos trajetórias e cenários são utilizados de forma intercambiável, com o primeiro mais frequentemente utilizado em relação às metas climáticas. O WGI usou principalmente o termo cenários e o WGIII usou principalmente o termo trajetórias de mitigação e emissões modeladas. O SYR usa principalmente cenários quando se refere ao WGI e trajetórias modeladas de emissões e mitigação quando se refere ao WGIII. {WGI Caixa SPM.1; WGIII nota de rodapé 44}

<sup>46</sup> Cerca de metade de todas as trajetórias de emissões globais modeladas assumem abordagens econômicas que dependem de opções de mitigação/redução de menor custo globalmente. A outra metade analisa as políticas existentes e as ações diferenciadas por região e setor. As suposições subjacentes da população variam de 8,5 a 9,7 bilhões em 2050 e de 7,4 a 10,9 bilhões em 2100 (percentil 5–95) a partir de 7,6 bilhões em 2019. As suposições subjacentes sobre o crescimento global do PIB variam de 2,5 a 3,5% ao ano no período 2019–2050 e 1,3 a 2,1% ao ano no período 2050–2100 (percentil 5–95). {WGIII Caixa SPM.1}.

<sup>47</sup> Os altos desafios de mitigação, por exemplo, devido a suposições de mudanças tecnológicas lentas, altos níveis de crescimento da população global e alta fragmentação, como na Trajetória Socioeconômica Compartilhada SSP3, podem tornar inviáveis as trajetórias modeladas que limitam o aquecimento a 2°C (> 67%) ou menos (confiança média) {SRCL Caixa SPM.1; WGIII SPM C.1.4}.

<sup>48</sup> Cenários baseados na SSP são referidos como SSPx-y, onde "SSPx" se refere à Trajetória Socioeconômica Compartilhada descrevendo as tendências socioeconômicas subjacentes aos cenários, e "y" se refere ao nível de forçante radiativa (em watts por metro quadrado, ou Wm<sup>-2</sup>) resultante do cenário no ano 2100. {WGI SPM nota de rodapé 22}

<sup>49</sup> Cenários de emissões muito altas tornaram-se menos prováveis, mas não podem ser descartados. Níveis de temperatura > 4°C podem resultar de cenários de emissões muito altas, mas também podem ocorrer em cenários de emissões mais baixas se a sensibilidade climática ou os feedbacks do ciclo de carbono forem maiores do que a melhor estimativa.

<sup>50</sup> Cenários baseados em RCP são referidos como RCPy, onde "y" se refere ao nível aproximado de forçante radiativa (em watts por metro quadrado, ou Wm<sup>-2</sup>) resultante do cenário no ano 2100. {WGII SPM nota de rodapé 21}.

<sup>51</sup> Indica ">50%" neste relatório.

<sup>52</sup> A resposta climática às emissões é investigada com modelos climáticos, percepções paleoclimáticas e outras linhas de evidência. Os resultados da avaliação são usados para classificar milhares de cenários através de modelos climáticos baseados em física (emuladores) {WGI TS.1.2.2}.

<sup>53</sup> Consulte o Anexo I: Glossário.

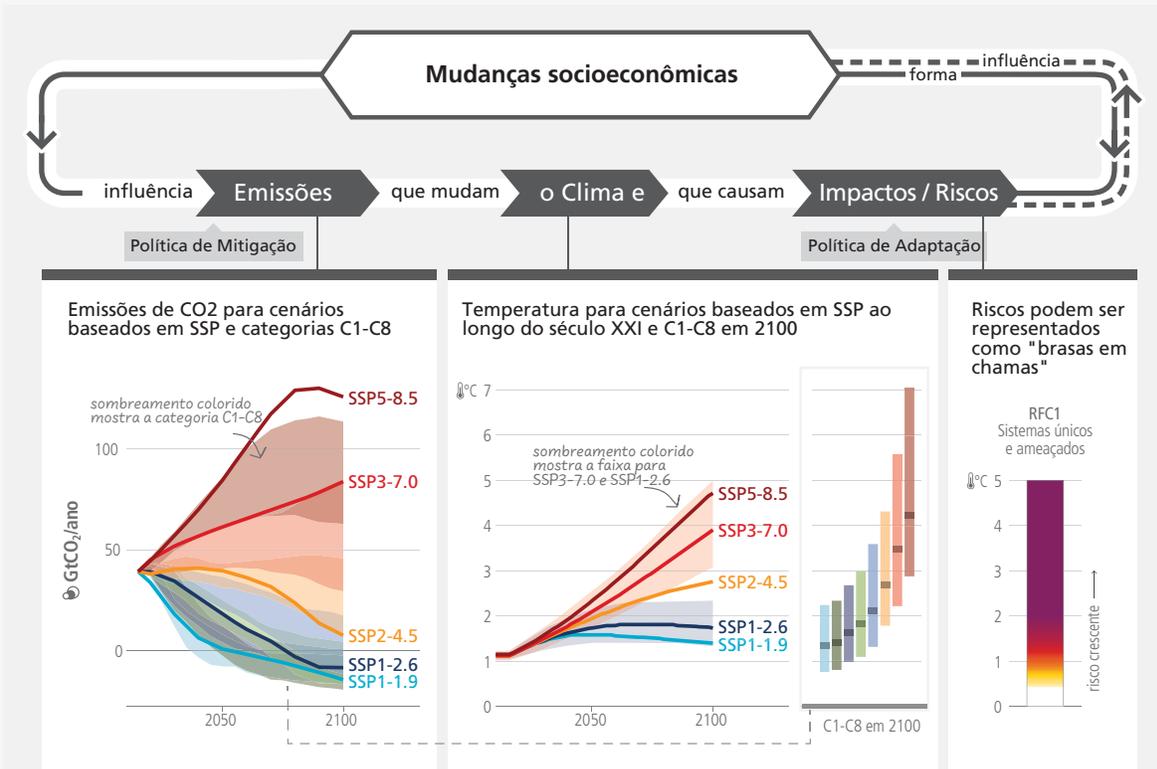
<sup>54</sup> Consulte o Anexo I: Glossário. Aqui, o aquecimento global é a temperatura média da superfície global de 20 anos em relação a 1850–1900. O tempo avaliado de quando um certo nível de aquecimento global é atingido sob um determinado cenário é definido aqui como o ponto médio do primeiro período médio de 20 anos consecutivos durante o qual a temperatura média da superfície global avaliada excede o nível de aquecimento global. {WGI SPM nota de rodapé 26, Caixa de Seção Transversal TS.1}

**Riscos**

As interações dinâmicas entre ameaças relacionadas ao clima, exposição e vulnerabilidade da sociedade humana, espécies ou ecossistemas afetados resultam em riscos decorrentes da mudança do clima. O AR6 avalia os principais riscos entre setores e regiões, bem como fornece uma avaliação atualizada dos Motivos para Preocupação (RFCs) – cinco categorias globalmente agregadas de risco que avaliam o incremento de risco com o aumento da temperatura da superfície global. Os riscos também podem surgir de respostas de mitigação ou adaptação à mudança do clima quando a resposta não atinge seu objetivo pretendido, ou quando resulta em efeitos adversos para outros objetivos da sociedade. {WGII SPM A, WGII Figura SPM.3, WGII Caixa TS.1, WGII Figura TS.4; SR1.5 Figura SPM.2; SRCLL Figura SPM.2; SROCC Errata Figura SPM.3} (3.1.2, Caixa de Seção Transversal.2, Figura 1; Figura 3.3)

**Cenários e níveis de aquecimento estruturam nosso entendimento em toda a cadeia de causa-efeito, desde emissões até mudança do clima e riscos**

a) Estrutura de avaliação integrada do AR6 sobre o clima futuro, impactos e mitigação



b) Cenários e trajetórias nos relatórios do Grupo de Trabalho do AR6

Categoria no WGIII	Descrição da categoria	Cenários de emissões de GEE (SSPx-y*) no WGI e WGII	RCPy** no WGI e WGII
C1	limitar o aquecimento a 1,5°C (>50%), sem ultrapassagem da temperatura programada ou com ultrapassagem limitada	Muito baixa (SSP1-1.9)	
C2	retornar o aquecimento a 1,5°C (>50%) após uma alta ultrapassagem		
C3	limitar o aquecimento a 2°C (>67%)	Baixa (SSP1-2.6)	RCP2.6
C4	limitar o aquecimento a 2°C (>50%)		
C5	limitar o aquecimento a 2,5°C (>50%)		
C6	limitar o aquecimento a 3°C (>50%)	Intermediária (SSP2-4.5)	RCP 4.5
C7	limitar o aquecimento a 4°C (>50%)	Alta (SSP3-7.0)	
C8	exceder o aquecimento de 4°C (>50%)	Muito alta (SSP5-8.5)	RCP 8.5

c) Determinantes de risco



\*A terminologia SSPx-y é usada, onde "SSPx" se refere à Trajetória Socioeconômica Compartilhada ou "SSP" descrevendo as tendências socioeconômicas subjacentes ao cenário, e "y" refere-se ao nível aproximado de forçante radiativa (em watts por metro quadrado, ou W m<sup>-2</sup>) resultante do cenário no ano 2100.

\*\*Os cenários do AR5 (RCPy), que informam parcialmente as avaliações dos WGI e WGII no AR6, são indexados a um conjunto similar de aproximadamente 2100 níveis de forçante radiativa (em Wm<sub>2</sub>). Os cenários dos SSP cobrem uma gama mais ampla de futuros de GEE e poluentes do ar do que os RCPs. São semelhantes, mas não idênticos, com diferenças nas trajetórias de concentração para diferentes GEE. A forçante radiativa geral tende a ser maior para os SSPs em comparação com os RCPs com a mesma denominação (confiança média). {WGI TS.1.3.1}

\*\*\* *Overshoot* ("ultrapassagem") limitado refere-se a exceder 1,5°C de aquecimento global em até cerca de 0,1°C, alto *overshoot* em 0,1°C-0,3°C, em ambos os casos por até várias décadas.

**Caixa de Seção Transversal.2, Figura 1: Esquema da estrutura do AR6 para avaliar as futuras emissões de gases de efeito estufa, mudança do clima, riscos, impactos e mitigação. Painel (a)** A estrutura integrada engloba política e desenvolvimento socioeconômico, trajetórias de emissões e respostas globais de temperatura da superfície aos cinco cenários considerados pelo WGI (SSP1–1.9, SSP1–2.6, SSP2–4.5, SSP3–7.0, e SSP5–8.5) e oito categorias globais de mudança de temperatura média (C1–C8) avaliadas pelo WGIII, e a análise de risco do WGII. A seta tracejada indica que a influência dos impactos/riscos nas mudanças socioeconômicas ainda não foi considerada nos cenários avaliados no AR6. As emissões incluem GEE, aerossóis e precursores de ozônio. As emissões de CO<sub>2</sub> são mostradas como um exemplo à esquerda. A temperatura da superfície global avaliada muda ao longo do século XXI em relação a 1850–1900 para os cinco cenários de emissões de GEE mostrados como um exemplo no centro. São indicadas faixas *muito prováveis* para SSP1-2.6 e SSP3-7.0. Os resultados de temperatura projetados em 2100 em relação a 1850–1900 são mostrados para as categorias C1 a C8 com mediana (linha) e a faixa combinada *muito provável* entre cenários (barra). À direita, os riscos futuros devidos ao aquecimento crescente são representados por uma figura de exemplo de "brasa em chamas" (consulte 3.1.2 para a definição de RFC1). **Painel (b)** Descrição e relação dos cenários considerados nos relatórios do Grupo de Trabalho do AR6. **Painel (c)** Ilustração do risco decorrente da interação do perigo (motivado pelas mudanças nos fatores de impacto climático) com a vulnerabilidade, exposição e resposta à mudança do clima. {WGI TS1.4, Figura

4.11; WGII Figura 1.5, WGII Figura 14.8; WGIII Tabela SPM.2, Figura 3.11}



# **Seção 3**

## **Perspectivas de Clima e de Desenvolvimento no Longo Prazo**

## Seção 3: Perspectivas de Clima e de Desenvolvimento no Longo Prazo

### 3.1 Mudança do Clima no Longo Prazo, Impactos e Riscos Relacionados

O aquecimento futuro será impulsionado pelas emissões futuras e afetará todos os principais componentes do sistema climático, com todas as regiões passando por mudanças múltiplas e concomitantes. Muitos riscos relacionados ao clima são avaliados como sendo mais altos do que em avaliações anteriores, e os impactos projetados no longo prazo são até várias vezes maiores do que os observados atualmente. Os múltiplos riscos climáticos e não climáticos irão interagir, resultando em riscos compostos e em cascata entre setores e regiões. A elevação do nível do mar, bem como outras mudanças irreversíveis, continuará por milhares de anos, a taxas que dependem de emissões futuras. (*alta confiança*)

#### 3.1.1. Mudança do Clima no Longo Prazo

A faixa de incerteza sobre as mudanças futuras avaliadas na temperatura da superfície global é mais estreita do que no AR5. Pela primeira vez em um ciclo de avaliação do IPCC, projeções de modelos múltiplos da temperatura da superfície global, do aquecimento dos oceanos e do nível do mar são limitadas utilizando observações e a avaliação da sensibilidade climática. A faixa *provável* de sensibilidade climática de equilíbrio foi reduzida para 2,5°C–4,0°C (com uma melhor estimativa de 3,0°C) com base em múltiplas linhas de evidência<sup>55</sup>, incluindo uma melhor compreensão dos *feedbacks* das nuvens. Para cenários de emissões relacionados, isso leva a faixas de incerteza mais estreitas do que no AR5 para a mudança de temperatura global projetada a longo prazo. {WGI A.4, WGI Caixa SPM.1, WGI TS.3.2, WGI 4.3}

O aquecimento futuro depende das futuras emissões de gases de efeito estufa (GEE), com a dominância do CO<sub>2</sub> líquido acumulado. As melhores estimativas avaliadas e as faixas *muito prováveis* de aquecimento para 2081–2100 em relação a 1850–1900 variam de 1,4°C [1,0–1,8°C] no cenário de emissões muito baixas de GEE (SSP1–1.9) a 2,7°C [2,1°C–3,5°C] no cenário de emissões intermediárias de GEE (SSP2–4.5) e 4,4°C [3,3°C–5,7°C] no cenário de emissões muito altas de GEE (SSP5–8.5)<sup>56</sup>. {WGI SPM B.1.1, WGI Tabela SPM.1, WGI Figura SPM.4} (Caixa de Seção Transversal.2, Figura 1)

Trajетórias modeladas consistentes com a continuação das políticas implementadas até o final de 2020 levam ao aquecimento global de 3,2 [2,2–3,5]°C (faixa de 5–95%) até 2100 (*confiança média*) (consulte também a Seção 2.3.1). Trajetórias de

>4°C (≥50%) até 2100 implicariam uma reversão das atuais tendências tecnológicas e/ou políticas de mitigação (*confiança média*). No entanto, esse aquecimento poderia ocorrer em trajetórias de emissões de acordo com políticas implementadas até o final de 2020 se a sensibilidade climática ou os *feedbacks* do ciclo de carbono forem maiores do que a melhor estimativa (*alta confiança*). {WGIII SPM C.1.3}

O aquecimento global continuará a aumentar no curto prazo em quase todos os cenários considerados e trajetórias modeladas. São necessárias reduções profundas, rápidas e sustentadas das emissões de GEE, atingindo emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub> e incluindo fortes reduções de emissões de outros GEE, em particular o CH<sub>4</sub>, para limitar o aquecimento a 1,5°C (>50%) ou menos de 2°C (>67%) até o final do século (*alta confiança*). A melhor estimativa de atingir 1,5°C de aquecimento global está na primeira metade da década de 2030 na maioria dos cenários considerados e trajetórias modeladas<sup>57</sup>. No cenário de emissões muito baixas de GEE (SSP1–1.9), as emissões de CO<sub>2</sub> atingem o nível zero por volta de 2050 e a melhor estimativa de aquecimento até o final do século é de 1,4°C, após um *overshoot* ("ultrapassagem") temporário (consulte a Seção 3.3.4) de não mais que 0,1°C acima de 1,5°C de aquecimento global. O aquecimento global de 2°C será ultrapassado durante o século XXI, a menos que reduções profundas de CO<sub>2</sub> e outras emissões de GEE ocorram nas próximas décadas.

Reduções profundas, rápidas e sustentadas nas emissões de GEE levariam a melhorias na qualidade do ar dentro de poucos anos, a reduções nas tendências da temperatura da superfície global discerníveis após cerca de 20 anos, e em períodos mais longos para

<sup>55</sup> Compreensão dos processos climáticos, registro instrumental, paleoclimas e restrições emergentes baseadas em modelos (consulte o Anexo I: Glossário). {WGI SPM nota de rodapé 21}

<sup>56</sup> As melhores estimativas [e faixas *muito prováveis*] para os diferentes cenários são: 1,4°C [1,0°C–1,8°C] (SSP1–1.9); 1,8°C [1,3°C–2,4°C] (SSP1–2.6); 2,7°C [2,1°C–3,5°C] (SSP2–4.5); 3,6°C [2,8°C–4,6°C] (SSP3–7.0); e 4,4°C [3,3°C–5,7°C] (SSP5–8.5). {WGI Tabela SPM.1} (CSB.2)

<sup>57</sup> No curto prazo (2021–2040), é *muito provável* que o nível de aquecimento global de 1,5°C seja excedido no cenário de emissões muito altas de GEE (SSP5–8.5), é *provável* que seja excedido no cenário de emissões intermediárias e altas de GEE (SSP2–4.5, SSP3–7.0), é *mais provável do que improvável* que seja excedido no cenário de emissões baixas de GEE (SSP1–2.6) e é *mais provável do que improvável* que seja alcançado no cenário de emissões muito baixas de GEE (SSP1–1.9). Em todos os cenários considerados pelo WGI, exceto no cenário de emissões muito altas, o ponto médio do primeiro período de 20 anos consecutivos em que o aquecimento global avaliado atinge 1,5°C situa-se na primeira metade da década de 2030. No cenário de emissões muito altas de GEE, este ponto médio está no final da década de 2020. O intervalo mediano de cinco anos no qual um nível de aquecimento global de 1,5°C é alcançado (50% de probabilidade) nas categorias de trajetórias modeladas consideradas no WGIII é 2030–2035. {WGI SPM B.1.3, WGI Caixa de Seção Transversal TS.1, WGIII Tabela 3.2} (Caixa de Seção Transversal.2)

muitos outros agentes climáticos causadores de impacto<sup>58</sup> (*alta confiança*). As reduções direcionadas das emissões de poluentes atmosféricos levam a melhorias mais rápidas na qualidade do ar em comparação com as reduções apenas das emissões de GEE, mas, no longo prazo, são projetadas melhorias adicionais em cenários que combinam esforços para reduzir os poluentes atmosféricos e as emissões de GEE (*alta confiança*)<sup>59</sup>. {WGI SPM B.1, WGI SPM B.1.3, WGI SPM D.1, WGI SPM D.2, WGI Figura SPM.4, WGI Tabela SPM.1, WGI Caixa de Seção Transversal TS.1; WGIII SPM C.3, WGIII Tabela SPM.2, WGIII Figura SPM.5, WGIII Caixa SPM.1 Figura 1, WGIII Tabela 3.2} (Tabela 3.1, Caixa de Seção Transversal 2, Figura 1)

**Mudanças nas forçantes climáticas de vida curta (SLCF) resultantes dos cinco cenários considerados levam a um aquecimento global líquido adicional no curto e longo prazo (*alta confiança*).** Políticas rigorosas simultâneas de mitigação da mudança do clima e de controle da poluição do ar limitam este aquecimento adicional e levam a fortes benefícios para a qualidade do ar (*alta confiança*). Em cenários de emissões altas e muito altas de GEE (SSP3–7.0 e SSP5–8.5), as mudanças combinadas nas emissões de SLCF, tais como CH<sub>4</sub>, aerossol e precursores de ozônio, levam a um aquecimento global líquido em 2100 de *provavelmente* 0,4°C–0,9°C em relação a 2019. Isso se deve aos aumentos projetados na concentração atmosférica de CH<sub>4</sub>, ozônio troposférico, hidrofluorcarbonos e, quando se considera um forte controle da poluição do ar, reduções dos aerossóis de resfriamento. Em cenários de emissões baixas e muito baixas de GEE (SSP1–1.9 e SSP1–2.6), as políticas de controle da poluição do ar, reduções em CH<sub>4</sub> e outros precursores de ozônio levam a um resfriamento líquido, enquanto as reduções em aerossóis de resfriamento antropogênicos levam a um aquecimento líquido (*alta confiança*). Ao todo, isso causa um *provável* aquecimento líquido de 0,0°C–0,3°C devido às mudanças de SLCF em 2100 em relação a 2019 e fortes reduções na superfície global de ozônio e material particulado (*alta confiança*). {WGI SPM D.1.7, WGI Box TS.7} (CSB.2)

**A continuidade das emissões de GEE afetará ainda mais todos os principais componentes do sistema climático, e muitas mudanças serão irreversíveis em escalas centenárias a milenares.** Muitas mudanças no sistema climático se tornam maiores em relação direta com o aumento do aquecimento global. Com cada incremento adicional do aquecimento global, as mudanças nos extremos continuam a se tornar maiores. O aquecimento adicional levará a ondas de calor marítimas mais frequentes e intensas, sendo projetado para ampliar ainda mais o degelo de permafrost e a perda de cobertura de neve sazonal, geleiras, gelo terrestre e gelo marinho ártico (*alta confiança*). O aquecimento global contínuo é projetado para intensificar ainda mais o ciclo da água global, incluindo sua variabilidade, precipitação global das monções<sup>60</sup> e eventos climáticos e meteorológicos e estações muito úmidas e muito secas (*alta confiança*). A porção de terra global que passa por mudanças detectáveis na precipitação média sazonal é

projetada para aumentar (*confiança média*) com precipitação e fluxos de águas superficiais mais variáveis na maioria das regiões de terra entre as estações (*alta confiança*) e de ano para ano (*confiança média*). Muitas mudanças devidas às emissões de GEE passadas e futuras são irreversíveis<sup>61</sup> em escalas centenárias a milenares, especialmente no oceano, nas calotas de gelo e no nível médio global do mar (consulte 3.1.3). A acidificação dos oceanos (*virtualmente certa*), a desoxigenação oceânica (*alta confiança*) e o nível médio global do mar (*virtualmente certo*) continuarão a aumentar no século 21, a taxas dependentes de emissões futuras. {WGI SPM B.2, WGI SPM B.2.2, WGI SPM B.2.3, WGI SPM B.2.5, WGI SPM B.3, WGI SPM B.3.1, WGI SPM B.3.2, WGI SPM B.4, WGI SPM B.5, WGI SPM B.5.1, WGI SPM B.5.3, WGI Figura SPM.8} (Figura 3.1)

**Com o aumento do aquecimento global, cada região é projetada para sentir cada vez mais mudanças simultâneas e múltiplas em agentes climáticos causadores de impacto.** Aumentos de agentes climáticos causadores de impacto de calor e reduções nos agentes climáticos causadores de impacto de frio, como temperaturas extremas, são projetados em todas as regiões (*alta confiança*). A 1,5°C de aquecimento global, prevê-se que as precipitações fortes e as enchentes se intensifiquem e se tornem mais frequentes na maioria das regiões da África, Ásia (*alta confiança*), América do Norte (*confiança média a alta*) e Europa (*confiança média*). A 2°C ou acima, estas mudanças se expandem para mais regiões e/ou se tornam mais significativas (*alta confiança*), e são projetadas secas agrícolas e ecológicas mais frequentes e/ou severas na Europa, África, Australásia e América do Norte, Central e do Sul (*média a alta confiança*). Outras mudanças regionais previstas incluem a intensificação de ciclones tropicais e/ou tempestades extratropicais (*confiança média*) e aumento da aridez e dos riscos de incêndio<sup>62</sup> (*confiança média a alta*). Ondas de calor e secas compostas tornam-se *provavelmente* mais frequentes, inclusive concomitantemente em múltiplos lugares (*alta confiança*). {WGI SPM C.2, WGI SPM C.2.1, WGI SPM C.2.2, WGI SPM C.2.3, WGI SPM C.2.4, WGI SPM C.2.7}

<sup>58</sup> Consulte a Caixa de Seção Transversal.2

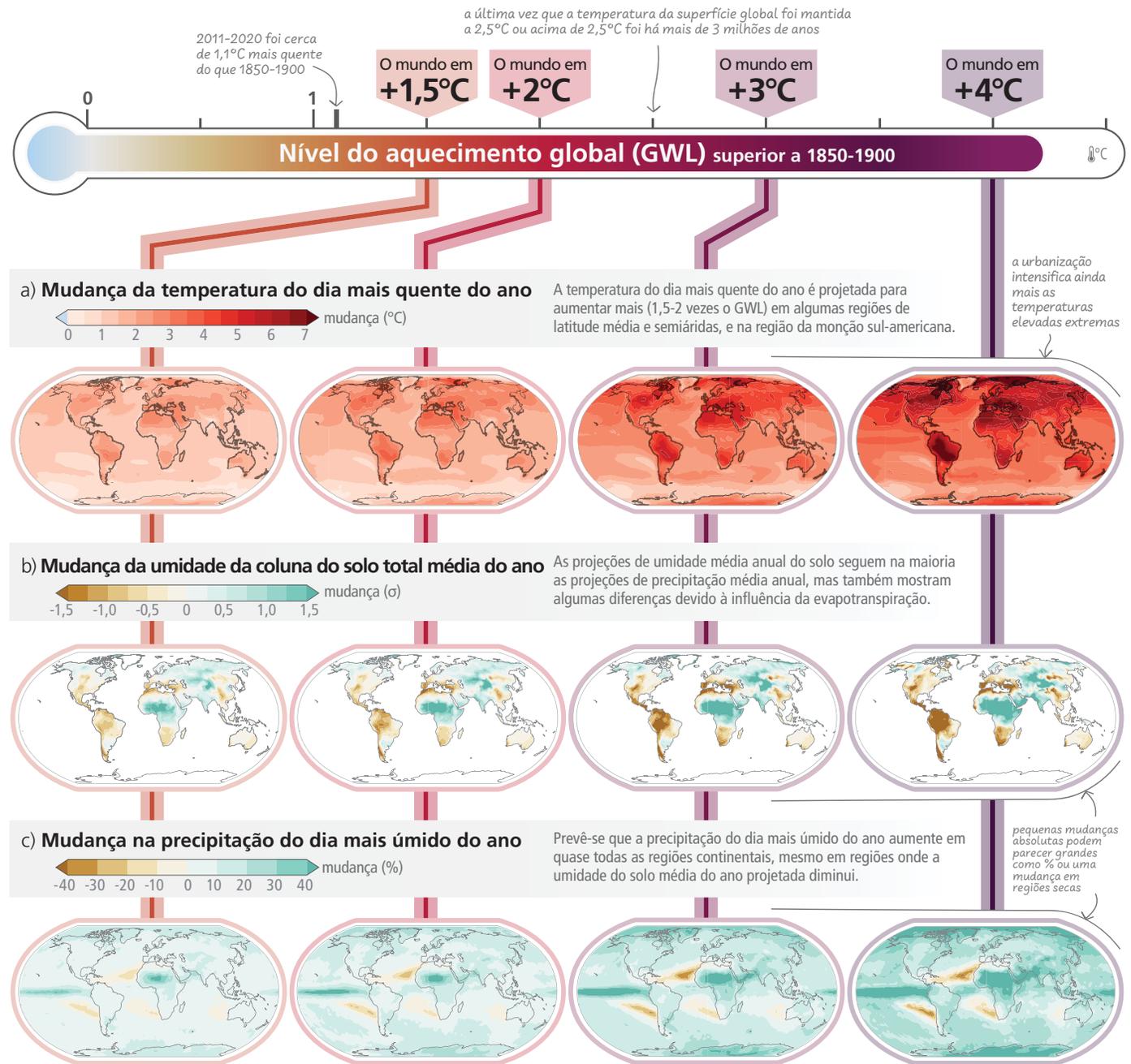
<sup>59</sup> Com base em cenários adicionais.

<sup>60</sup> Particularmente no Sul e Sudeste da Ásia, Leste da Ásia e Oeste da África, com exceção do extremo oeste do Sahel {WGI SPM B.3.3}

<sup>61</sup> Consulte o Anexo I: Glossário.

<sup>62</sup> Consulte o Anexo I: Glossário.

# Com cada incremento do aquecimento global, as mudanças regionais no clima médio e nos extremos se tornam mais generalizadas e pronunciadas.



**Figura 3.1: Mudanças projetadas de temperatura diária máxima do ano, umidade da coluna do solo total média do ano CMIP e precipitação diária máxima do ano a níveis de aquecimento global de 1,5°C, 2°C, 3°C, e 4°C em relação a 1850–1900.** Mudança de temperatura máxima do ano (°C) simulado (a), (b) umidade da coluna do solo média do ano (desvio padrão), (c) mudança de precipitação diária máxima do ano (%). As mudanças correspondem às mudanças medianas do multimodelo da CMIP6. Nos painéis (b) e (c), grandes mudanças relativas positivas em regiões secas podem corresponder a pequenas mudanças absolutas. No painel (b), a unidade é o desvio padrão da variabilidade interanual da umidade do solo durante 1850–1900. O desvio padrão é uma métrica amplamente utilizada para caracterizar a gravidade da seca. Uma redução projetada na umidade do solo média por um desvio padrão corresponde às condições de umidade do solo típicas das secas que ocorreram aproximadamente uma vez a cada seis anos durante 1850–1900. O Atlas Interativo do WGI (<https://interactive-atlas.ipcc.ch/>) pode ser usado para explorar mudanças adicionais no sistema climático em toda a gama de níveis de aquecimento global apresentados nesta figura. {WGI Figura SPM.5, WGI Figura TS.5, WGI Figura 11.11, WGI Figura 11.16, WGI Figura 11.19} (CSB.2)

### 3.1.2. Impactos e Riscos Relacionados

Para um determinado nível de aquecimento, muitos riscos relacionados ao clima são avaliados como sendo mais altos do que no AR5 (*alta confiança*). Os níveis de risco<sup>63</sup> para todos os Motivos para Preocupação<sup>64</sup> (RFCs) são avaliados para se tornarem altos a muito altos em níveis mais baixos de aquecimento global em comparação com o que foi avaliado no AR5 (*alta confiança*). Isso se baseia em evidências recentes de impactos observados, melhor compreensão do processo e novos conhecimentos sobre exposição e vulnerabilidade dos sistemas humanos e naturais, incluindo limites para adaptação. Dependendo do nível de aquecimento global, os impactos avaliados a longo prazo serão até várias vezes maiores do que os atualmente observados (*alta confiança*) para 127 principais riscos identificados, por exemplo, em termos do número de pessoas e espécies afetadas. Os riscos, incluindo os riscos em cascata (consulte 3.1.3) e os riscos de *overshoot* ("ultrapassar temporariamente a temperatura de referência") (consulte 3.3.4), são projetados para se tornarem cada vez mais graves com cada incremento do aquecimento global (*confiança muito alta*). {WGII SPM B.3.3, WGII SPM B.4, WGII SPM B.5, WGII 16.6.3; SRCL SPM A5.3} (Figura 3.2, Figura 3.3)

Os riscos climáticos para os sistemas naturais e humanos são maiores para o aquecimento global de 1,5°C do que atualmente (1,1°C), mas menores do que a 2°C (*alta confiança*) (consulte Seção 2.1.2). Os riscos relacionados ao clima para a saúde, subsistência, segurança alimentar, abastecimento de água, segurança humana e crescimento econômico estão projetados para aumentar com o aquecimento global de 1,5°C. Nos ecossistemas terrestres, 3–14% das dezenas de milhares de espécies avaliadas *provavelmente* enfrentarão um risco muito alto de extinção a um GWL de 1,5°C. Os recifes de corais deverão diminuir adicionalmente em 70–90% a 1,5°C de aquecimento global (*alta confiança*). Neste GWL, muitas geleiras de baixa elevação e pequenas geleiras ao redor do mundo perderiam a maioria de sua massa ou desapareceriam em décadas a séculos (*alta confiança*). As regiões com risco desproporcionalmente maior incluem ecossistemas árticos, regiões de terras secas, pequenos estados insulares em desenvolvimento e Países Menos Desenvolvidos (*alta confiança*). {WGII SPM B.3, WGII SPM B.4.1, WGII TS.C.4.2; SR1.5 SPM A.3, SR1.5 SPM B.4.2, SR1.5 SPM B.5, SR1.5 SPM B.5.1} (Figura 3.3)

A 2°C de aquecimento global, os níveis de risco gerais associados à distribuição desigual dos impactos (RFC3), impactos agregados globais (RFC4) e eventos singulares em larga escala (RFC5) estariam em transição para altos (*confiança média*), aqueles associados a eventos climáticos extremos (RFC2) estariam em transição para muito altos (*confiança média*), e aqueles associados a sistemas únicos e ameaçados (RFC1) estariam muito altos (*alta confiança*) (Figura 3.3, painel a). Com um aquecimento de cerca de 2°C, estima-se que as mudanças relacionadas ao clima na disponibilidade de alimentos e qualidade da dieta aumentam as doenças relacionadas à nutrição e o número de pessoas subnutridas, afetando dezenas (sob baixa vulnerabilidade e baixo aquecimento) a centenas de milhões de pessoas (sob alta vulnerabilidade e alto aquecimento), particularmente entre os domicílios de baixa renda em países de baixa e média renda na África Subsaariana, Sul da Ásia e América Central (*alta confiança*). Por exemplo, projeta-se que a disponibilidade de água para irrigação por meio do derretimento de neve diminua em algumas bacias hidrográficas dependentes de derretimento de neve em até 20% (*confiança média*). Os riscos da mudança do clima para as cidades, assentamentos e infraestruturas essenciais aumentarão drasticamente em médio e longo prazo com o aumento do aquecimento global, especialmente em locais já expostos a altas temperaturas, ao longo dos litorais ou com alta vulnerabilidade (*alta confiança*). {WGII SPM B.3.3, WGII SPM B.4.2, WGII SPM B.4.5, WGII SPM C.3.3, WGII TS.C.12.2} (Figura 3.3)

Com o aquecimento global a 3°C, riscos adicionais em muitos setores e regiões atingem níveis altos ou muito altos, implicando em impactos sistêmicos generalizados, mudanças irreversíveis e muitos limites de adaptação adicionais (consulte seção 3.2) (*alta confiança*). Por exemplo, o risco muito alto de extinção de espécies endêmicas em *hotspots* de biodiversidade é projetado para aumentar pelo menos dez vezes se o aquecimento aumentar de 1,5°C para 3°C (*confiança média*). Os aumentos projetados de danos diretos por enchentes são maiores em 1,4–2 vezes a 2°C e 2,5–3,9 vezes a 3°C, em comparação com 1,5°C de aquecimento global sem adaptação (*confiança média*). {WGII SPM B.4.1, WGII SPM B.4.2, WGII Figura SPM.3, WGII TS Apêndice AII, WGII Atlas Fig.AI.46} (Figura 3.2, Figura 3.3)

O aquecimento global de 4°C e acima levará a impactos de longo alcance em sistemas naturais e humanos (*alta confiança*). Além dos

<sup>63</sup> O nível de risco não detectável indica que nenhum impacto associado é detectável e atribuível à mudança do clima; o risco moderado indica que os impactos associados são ambos detectáveis e atribuíveis à mudança do clima com pelo menos *confiança média*, também levando em conta outros critérios específicos para os principais riscos; o risco alto indica impactos severos e generalizados que são considerados altos em um ou mais critérios para avaliar os principais riscos; e o nível de risco muito alto indica risco muito alto de impactos severos e a presença de irreversibilidade significativa ou a persistência de perigos relacionados ao clima, combinados com capacidade limitada de adaptação devido à natureza do perigo ou impactos/riscos. {WGII Figura SPM.3}

<sup>64</sup> A estrutura de Motivos para Preocupação (RFC) comunica o entendimento científico sobre a acumulação de risco para cinco categorias amplas {WGII Figura SPM.3}. RFC1: Sistemas únicos e ameaçados: sistemas ecológicos e humanos, com faixas geográficas restritas, limitados pelas condições climáticas e com alto endemismo ou outras propriedades distintivas. Exemplos incluem recifes de corais, o Ártico e seus Povos Indígenas, geleiras de montanha e hotspots de biodiversidade. RFC2: Eventos climáticos extremos: riscos/impactos à saúde humana, meios de subsistência, ativos e ecossistemas decorrentes de eventos climáticos extremos, como ondas de calor, chuvas fortes, secas e incêndios florestais associados e inundações costeiras. RFC3: Distribuição de impactos: riscos/impactos que afetam desproporcionalmente grupos específicos devido à distribuição desigual de perigos físicos de mudanças do clima, exposição ou vulnerabilidade. RFC4: Impactos globais agregados: impactos aos sistemas socioecológicos que podem ser agregados globalmente em uma única métrica, tais como danos monetários, vidas afetadas, espécies perdidas ou degradação do ecossistema em escala global. RFC5: Eventos singulares em larga escala: mudanças relativamente grandes, abruptas e às vezes irreversíveis nos sistemas causados pelo aquecimento global, tais como instabilidade da calota de gelo ou desaceleração da circulação termohalina. Os métodos de avaliação incluem uma elicitação estruturada de especialistas baseada na literatura descrita no WGII SM16.6 e são idênticos ao AR5, mas aprimorados por uma abordagem estruturada para melhorar a robustez e facilitar a comparação entre AR5 e AR6. Para mais explicações sobre os níveis de risco global e Motivos para Preocupação, consulte WGII TS.AII. {WGII Figura SPM.3}

4°C de aquecimento, os impactos projetados nos sistemas naturais incluem a extinção local de ~50% das espécies marinhas tropicais (*confiança média*) e deslocamentos de bioma em 35% da área terrestre global (*confiança média*). Nesse nível de aquecimento, projeta-se que aproximadamente 10% da área terrestre global enfrentará tanto o aumento de vazões extremas altas quanto a diminuição de vazões extremas baixas, afetando, sem adaptação adicional, mais de 2,1 bilhões de pessoas (*confiança média*) e cerca de 4 bilhões de pessoas serão afetadas pela escassez de água (*confiança média*). A 4°C de aquecimento, a área queimada global está projetada para aumentar em 50–70% e a frequência de incêndios em ~30% em comparação com a atual (*confiança média*). {WGII SPM B.4.1, WGII SPM B.4.2, WGII TS.C.1.2, WGII TS.C.2.3, WGII TS.C.4.1, WGII TS.C.4.4} (Figura 3.2, Figura 3.3)

**Os impactos adversos projetados e as perdas e danos relacionados à mudança do clima aumentam com cada incremento do aquecimento global (*confiança muito alta*), mas também dependerão fortemente das trajetórias de desenvolvimento socioeconômico e das ações de adaptação para reduzir a vulnerabilidade e a exposição (*alta confiança*).** Por exemplo, trajetórias de desenvolvimento com maior demanda por alimentos, ração animal e água, consumo e produção mais intensivos em recursos e melhorias tecnológicas limitadas resultam em maiores riscos de escassez de água em terras secas, degradação da terra e insegurança alimentar (*alta confiança*). Mudanças, por exemplo, na demografia ou nos investimentos em sistemas de saúde influenciam uma variedade de desdobramentos relacionados à saúde, incluindo morbidade e mortalidade relacionadas ao calor (Figura 3.3 Painel d). {WGII SPM B.3, WGII SPM B.4, WGII Figura SPM.3; SRCL SPM A.6}

**Com cada incremento de aquecimento, os impactos e riscos da mudança do clima se tornarão cada vez mais complexos e mais difíceis de gerenciar.** Muitas regiões vivenciarão aumento na probabilidade de eventos compostos com maior aquecimento global, tais como ondas de calor e secas simultâneas, enchentes e incêndios compostos. Além disso, múltiplos fatores de risco climáticos e não climáticos, tais como perda de biodiversidade ou conflito violento, interagirão, resultando em um risco geral composto e riscos em cascata entre setores e regiões. Além disso, podem surgir riscos de algumas respostas destinadas a reduzir os riscos da mudança do clima, por exemplo, efeitos colaterais adversos de algumas medidas de redução de emissões e remoção de dióxido de carbono (CDR) (consulte 3.4.1). (*alta confiança*) {WGI SPM C.2.7, WGI Figura SPM.6, WGI TS.4.3; WGII SPM B.1.7, WGII B.2.2, WGII SPM B.5, WGII SPM B.5.4, WGII SPM C.4.2, WGII SPM B.5, WGII CCB2}

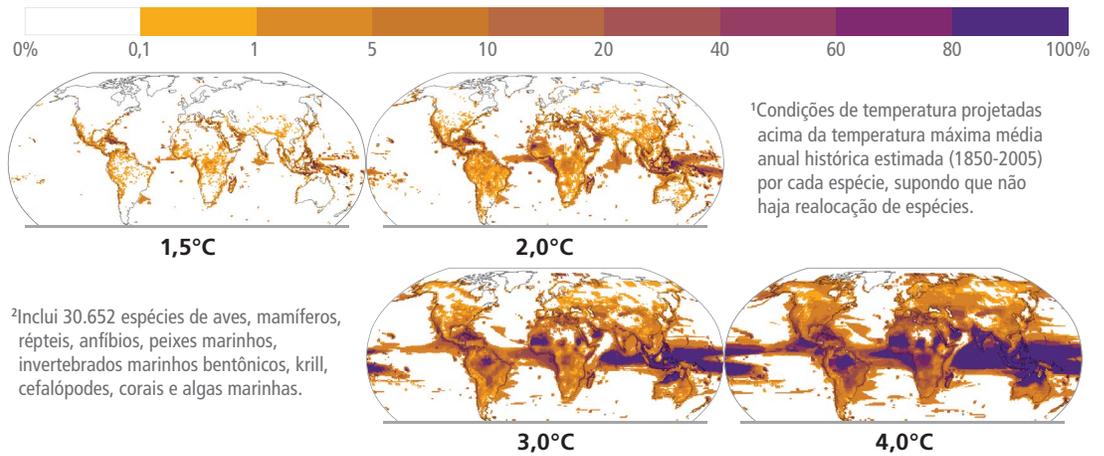
**Abordagens de Modificação da Radiação Solar (SRM), se fossem implementadas, introduziriam uma ampla gama de novos riscos às pessoas e aos ecossistemas, que não são bem compreendidos.** A SRM tem o potencial de compensar o aquecimento entre uma ou duas décadas e amenizar algumas ameaças climáticas, mas não restauraria o clima a um estado anterior, e a mudança do clima residual substancial ou sobrecompensadora ocorreria em escalas regionais e sazonais (*alta confiança*). Os efeitos de SRM dependeriam da abordagem específica utilizada<sup>65</sup>, e uma cessação repentina e sustentada da SRM em um cenário de altas emissões de CO<sub>2</sub> causaria uma rápida mudança do clima (*alta confiança*). A SRM não impediria as concentrações atmosféricas de CO<sub>2</sub> de aumentar ou reduzir a acidificação dos oceanos resultante sob emissões antropogênicas contínuas (*alta confiança*). Grandes incertezas e diferenças de conhecimento estão associadas com o potencial das abordagens de SRM para reduzir os riscos da mudança do clima. A falta de uma governança robusta e formal de SRM representa riscos, pois a implantação por um número limitado de Estados poderia criar tensões internacionais. {WGI 4.6; WGII SPM B.5.5; WGIII 14.4.5.1; Caixa Transversal de Grupo de Trabalho SRM; SR1.5 SPM C.1.4}

<sup>65</sup> Várias abordagens de SRM foram propostas, incluindo injeção de aerossóis estratosféricos, clareamento de nuvens marinhas, modificações de albedo com base no solo e mudanças de albedo oceânico. Consulte o Anexo I: Glossário.

# A futura mudança do clima é projetada para aumentar a severidade dos impactos em sistemas naturais e humanos e aumentará as diferenças regionais

Exemplos de impactos sem adaptação adicional

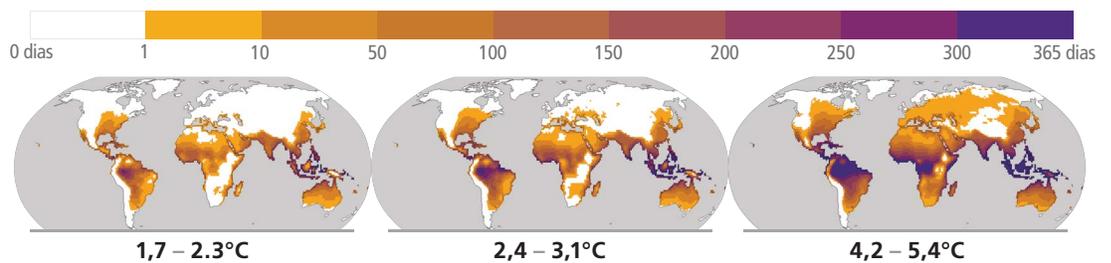
**a) Risco de perda de espécies**  
 Porcentagem de espécies animais e ervas marinhas expostas a condições de temperaturas potencialmente perigosas<sup>1,2</sup>



**b) Calor-umidade Riscos para a saúde humana**

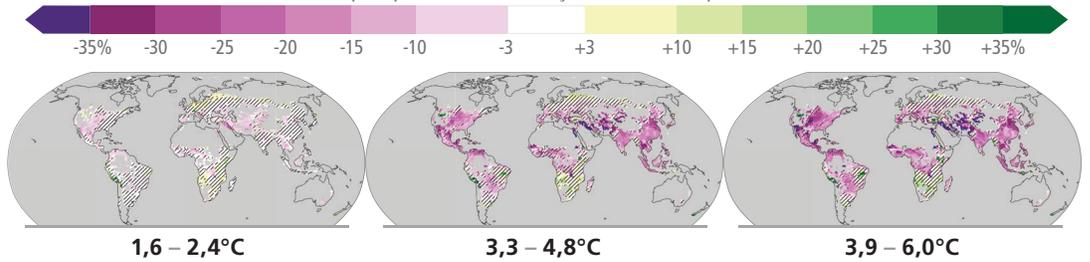


Dias por ano em que as condições combinadas de temperatura e umidade representam um risco de mortalidade para os indivíduos<sup>3</sup>

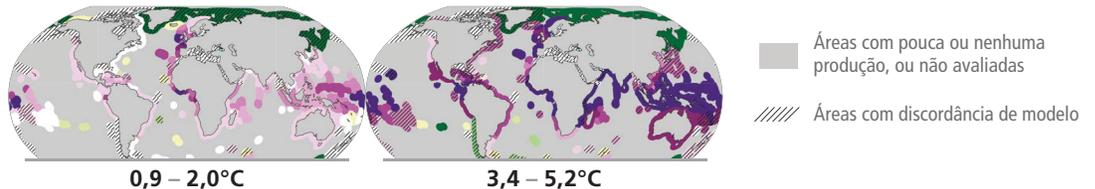


**c) Impactos na produção de alimentos**

**c1) Produção de milho<sup>4</sup>**  
 Mudanças (%) na produção



**c2) Rendimento da pesca<sup>5</sup>**  
 Mudanças (%) no potencial máximo de captura

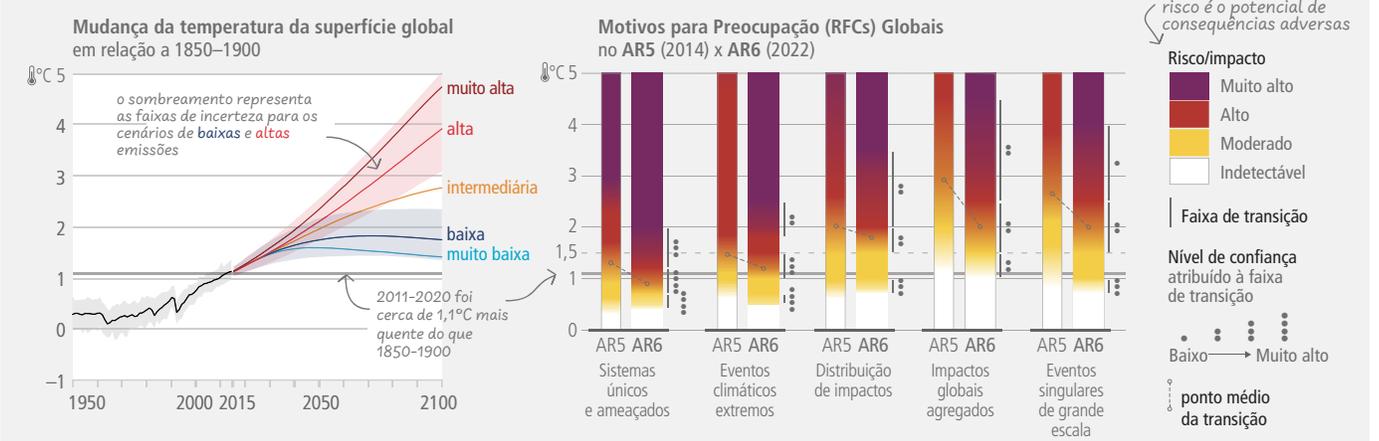


**Figura 3.2: Riscos e impactos previstos devido à mudança do clima nos sistemas naturais e humanos em diferentes níveis de aquecimento global (GWLs) em relação aos níveis de 1850–1900.** Os riscos e impactos previstos mostrados nos mapas são baseados nos resultados de diferentes subconjuntos de modelos de sistema terrestre usados para prever cada indicador de impacto sem adaptações adicionais. O WGII fornece uma avaliação adicional dos impactos sobre os sistemas humanos e naturais usando essas projeções e linhas de evidência adicionais. **(a)** Riscos de perdas de espécies, conforme indicado pela porcentagem de espécies avaliadas expostas a condições de temperatura potencialmente perigosas, conforme definido por condições além da temperatura anual média máxima histórica estimada (1850–2005) vivenciada por cada espécie, em GWLs de 1,5°C, 2°C, 3°C e 4°C. As projeções subjacentes de temperatura são de 21 modelos de sistemas terrestres e não consideram eventos extremos que impactam ecossistemas como o Ártico. **(b)** Risco à saúde humana, conforme indicado pelos dias por ano de exposição da população a condições hipotérmicas que representam um risco de mortalidade por condições de temperatura e umidade do ar de superfície para o período histórico (1991–2005) e em GWLs de 1,7°C–2,3°C (média = 1,9°C; 13 modelos climáticos), 2,4°C–3,1°C (2,7°C; 16 modelos climáticos) e 4,2°C–5,4°C (4,7°C; 15 modelos climáticos). Intervalos interquartis dos GWLs até 2081–2100 segundo RCP2.6, RCP4.5 e RCP8.5.

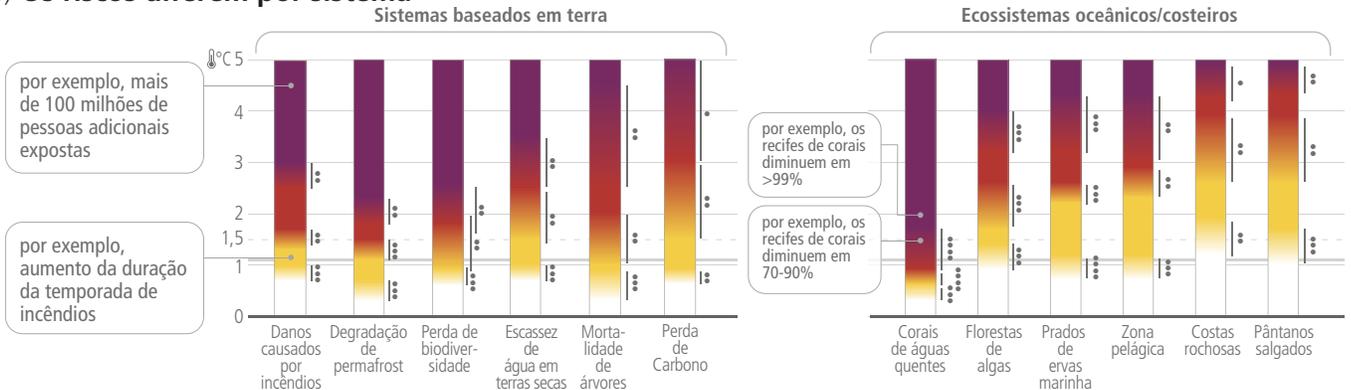
O índice apresentado é consistente com as características comuns encontradas em muitos índices incluídos nas avaliações do WGI e do WGII. **(c)** Impactos na produção de alimentos: **(c1)** Mudanças na produção de milho em GWLs projetados de 1,6°C–2,4°C (2,0°C), 3,3°C–4,8°C (4,1°C) e 3,9°C–6,0°C (4,9°C). A produção média muda de um conjunto de 12 modelos de safras, cada um impulsionado por rendimentos ajustados por viés de 5 modelos de sistemas terrestres do Projeto de Intercomparação e Aprimoramento de Modelos Agrícolas (AgMIP) e do Projeto do Modelo de Impacto Intersetorial e de Intercomparação (ISIMIP). Os mapas mostram 2080–2099 em comparação com 1986–2005 para as regiões em crescimento atual (>10 ha), com a faixa correspondente dos futuros níveis de aquecimento global mostrados em SSP1–2.6, SSP3–7.0 e SSP5–8.5, respectivamente. O tracejado indica áreas onde <70% das combinações do modelo clima-safra convergem com o sinal de impacto. **(c2)** Mudanças no potencial de captura de pescadão máximo em 2081–2099 em relação a 1986–2005 a GWLs projetados de 0,9°C–2,0°C (1,5°C) e 3,4°C–5,2°C (4,3°C). GWLs em 2081–2100 sob RCP2.6 e RCP8.5. O tracejado indica onde os dois modelos de clima-pesca divergem da mudança. Grandes mudanças relativas em regiões de baixo rendimento podem corresponder a pequenas mudanças absolutas. A biodiversidade e a pesca na Antártica não foram analisadas devido a limitações de dados. A segurança alimentar também é afetada por falhas na colheita e na pesca não apresentadas aqui {WGII Fig. TS.5, WGII Fig. TS.9, WGII Anexo I: Atlas Global a Regional Figura AI.15, Figura AI.22, Figura AI.23, Figura AI.29; WGII 7.3.1.2, 7.2.4.1, SROCC Figura SPM.3} (3.1.2, Caixa de Seção Transversal.2)

# Os riscos estão aumentando com cada incremento de aquecimento

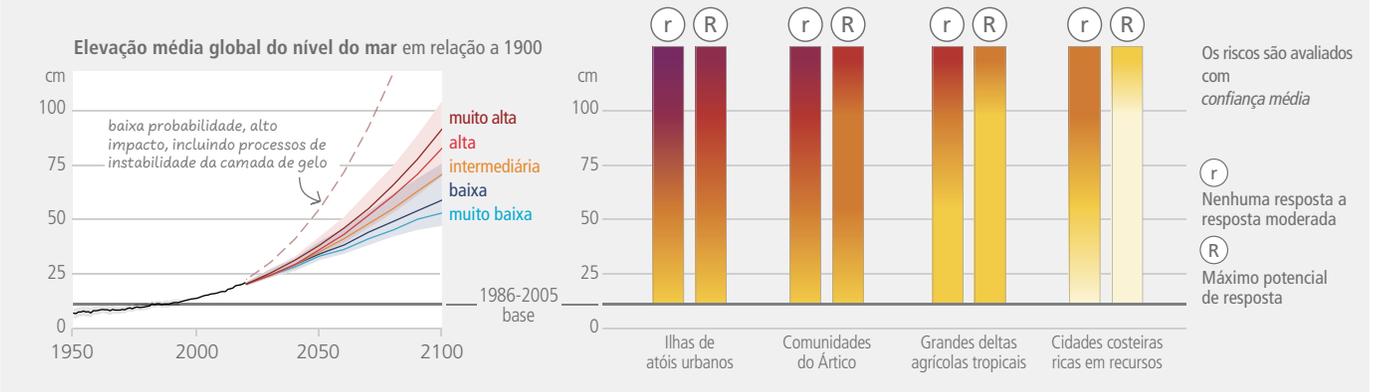
## a) Avalia-se agora que os altos riscos ocorrerão em níveis mais baixos de aquecimento global



## b) Os riscos diferem por sistema

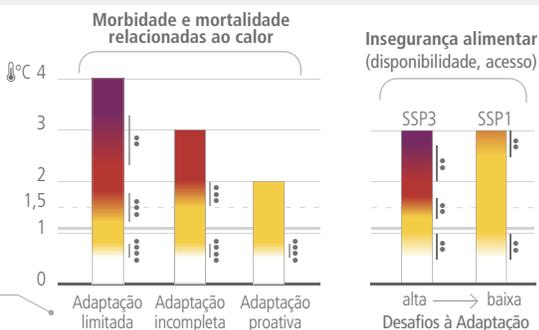


## c) Os riscos para as geografias costeiras aumentam com a elevação do nível do mar e dependem das respostas



## d) Adaptação e trajetórias socioeconômicas afetam os níveis de riscos relacionados ao clima

Adaptação limitada (falha na adaptação proativa; baixo investimento em sistemas de saúde); adaptação incompleta (planejamento de adaptação incompleta; investimento moderado em sistemas de saúde); adaptação proativa (gerenciamento da adaptação proativa; maior investimento em sistemas de saúde)



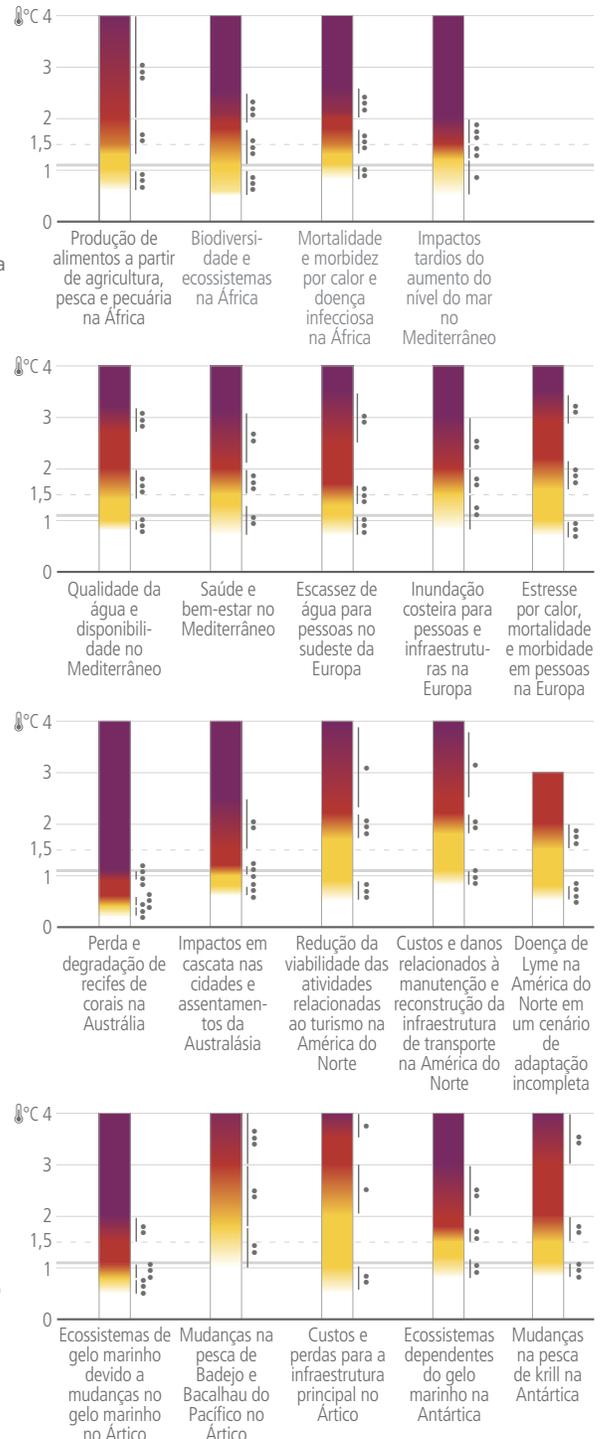
A trajetória SSP1 ilustra um mundo com baixo crescimento populacional, alta renda e redução das desigualdades, alimentos produzidos em sistemas de baixa emissão de GEE, regulamentação eficaz do uso da terra e alta capacidade de adaptação (ou seja, baixos desafios à adaptação). A trajetória SSP3 tem tendências opostas.

e) Exemplos dos principais riscos em diferentes regiões

A ausência de diagramas de risco não implica a ausência de riscos numa região. O desenvolvimento de diagramas sintéticos para Pequenas Ilhas, Ásia e América Central e do Sul foi limitado devido à escassez de projeções climáticas adequadamente reduzidas, com incerteza na direção da mudança, diversidade de climatologias e contextos socioeconômicos entre países dentro de uma região e poucos números resultantes de projeções de impacto e risco para diferentes níveis de aquecimento.

Os riscos listados são de nível de confiança média, no mínimo:

- |   |  |
|---|--|
| <b>Pequenas Ilhas</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perda da biodiversidade terrestre, marinha e costeira e dos serviços ecossistêmicos</li> <li>- Perda de vidas e ativos, risco à segurança alimentar e crise econômica devido à destruição de assentamentos e infraestrutura</li> <li>- Declínio econômico e fracasso dos meios de subsistência da pesca, agricultura, turismo e perda da biodiversidade dos agroecossistemas tradicionais</li> <li>- Redução da habitabilidade de ilhas de recifes e sem recifes, levando a um aumento do deslocamento</li> <li>- Risco à segurança hídrica em quase todas as pequenas ilhas</li> </ul>   |
| <b>América do Norte</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Consequências da saúde mental sensíveis ao clima, mortalidade e morbidade humana devido ao aumento da temperatura média, extremos climáticos e meteorológicos e perigos climáticos compostos</li> <li>- Risco de degradação dos ecossistemas marinhos, costeiros e terrestres, incluindo perda de biodiversidade, função e serviços de proteção</li> <li>- Risco aos recursos de água doce com consequências para os ecossistemas, menor disponibilidade de água superficial para a agricultura irrigada, outros usos humanos e qualidade de água degradada.</li> <li>- Risco à segurança alimentar e nutricional através de mudanças na agricultura, pecuária, caça, pesca e produtividade e acesso à aquicultura</li> <li>- Riscos para o bem-estar, os meios de subsistência e as atividades econômicas decorrentes de perigos climáticos em cascata e combinados, incluindo riscos para cidades costeiras, assentamentos e infraestrutura decorrentes do aumento do nível do mar</li> </ul> |
| <b>Europa</b>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Riscos para pessoas, economias e infraestruturas devido a inundações costeiras e internas</li> <li>- Estresse e mortalidade das pessoas devido ao aumento das temperaturas e extremos de calor</li> <li>- Crises nos ecossistemas marinhos e terrestres</li> <li>- Escassez de água para múltiplos setores interligados</li> <li>- Perdas na produção agrícola, devido ao calor composto e condições secas, e clima extremo</li> </ul>  |
| <b>América Central e América do Sul</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Risco à segurança hídrica</li> <li>- Efeitos graves sobre a saúde devido ao aumento das epidemias, em particular as doenças transmitidas por vetores</li> <li>- Degradação dos ecossistemas dos recifes de corais devido ao branqueamento de corais</li> <li>- Risco à segurança alimentar devido a secas frequentes/extremas</li> <li>- Danos à vida e infraestrutura devido a inundações, deslizamentos de terra, elevação do nível do mar, tempestades e erosão costeira</li> </ul>  |
| <b>Austrália</b>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Degradação de recifes de corais tropicais rasos e valores de serviços ecossistêmicos e de biodiversidade associados</li> <li>- Perda de sistemas humanos e naturais em áreas costeiras baixas devido à elevação do nível do mar</li> <li>- Impacto sobre a subsistência e a renda devido ao declínio da produção agrícola</li> <li>- Aumento da mortalidade e morbidade relacionadas ao calor para as pessoas e a vida selvagem</li> <li>- Perda da biodiversidade alpina na Austrália devido a menos neve</li> </ul>   |
| <b>Ásia</b>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Danos à infraestrutura urbana e impactos no bem-estar e saúde humana devido às inundações, especialmente em cidades costeiras e assentamentos</li> <li>- Perda de biodiversidade e mudanças de habitat, bem como crises associadas nos sistemas humanos dependentes através dos ecossistemas de água doce, terrestres e oceânicos</li> <li>- Branqueamento de corais mais frequente e extenso e subsequente mortalidade de corais induzida pelo aquecimento e acidificação dos oceanos, aumento do nível do mar, ondas de calor marinhas e extração de recursos</li> <li>- Diminuição dos recursos pesqueiros costeiros devido à elevação do nível do mar, diminuição da precipitação em algumas partes e aumento da temperatura</li> <li>- Risco à segurança alimentar e hídrica devido ao aumento da temperatura extrema, variabilidade das chuvas e seca</li> </ul>  |
| <b>África</b>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Extinção e redução de espécies ou perda irreversível de ecossistemas e seus serviços, incluindo ecossistemas de água doce, terrestres e oceânicos</li> <li>- Risco para a segurança alimentar, risco de desnutrição (deficiência de micronutrientes) e perda da subsistência devido à redução da produção de alimentos a partir de agricultura, pecuária e pesca</li> <li>- Riscos à saúde do ecossistema marinho e à subsistência nas comunidades costeiras</li> <li>- Aumento da mortalidade e morbidade humana devido ao aumento do calor e das doenças infecciosas (incluindo doenças transmitidas por vetores e diarreicas)</li> <li>- Redução da produção econômica e do crescimento, e aumento das taxas de desigualdade e pobreza</li> <li>- Aumento do risco à segurança hídrica e energética devido à seca e ao calor</li> </ul>  |



**Figura 3.3: Diagramas sintéticos de risco de avaliações globais e setoriais e exemplos dos principais riscos regionais.** As brasas em chamas resultam de uma elicitación de especialistas baseada em literatura. **Painel (a): Esquerda** - Mudanças de temperatura na superfície global em °C em relação a 1850–1900. Tais mudanças foram obtidas combinando simulações do modelo CMIP6 com restrições observacionais baseadas no aquecimento simulado no passado, bem como uma avaliação atualizada da sensibilidade climática de equilíbrio. São mostradas faixas  *muito prováveis*  para os cenários de baixas e altas emissões de GEE (SSP1-2.6 e SSP3-7.0); **Direita** - Motivos para Preocupação Global, comparando as avaliações do AR6 (brasas grossas) e do AR5 (brasas finas). São mostrados diagramas para cada RFC, pressupondo nenhuma adaptação a adaptação moderada (ou seja, a adaptação é fragmentada, localizada e compreende ajustes incrementais às práticas existentes). Entretanto, a transição para um nível de risco muito alto tem ênfase na irreversibilidade e nos limites de adaptação. A linha horizontal denota o aquecimento global atual de 1,1°C usado para separar os impactos observados passados abaixo da linha dos futuros riscos projetados acima dela. As linhas conectam os pontos médios da transição de risco moderado para alto no AR5 e AR6.

**Painel (b):** Riscos para sistemas em terra e ecossistemas oceânicos/costeiros.

Os diagramas mostrados para cada risco assumem pouca ou nenhuma adaptação. As caixas de texto indicam exemplos de impactos em um determinado nível de aquecimento.

**Painel (c): Esquerda** - Mudança do nível do mar média global em centímetros em relação a 1900. As mudanças históricas (preto) são observadas por mareógrafos antes de 1992 e altímetros depois de 1992. As mudanças futuras até 2100 (linhas coloridas e sombreado) são avaliadas de forma consistente com as restrições observacionais baseadas na emulação de modelos CMIP, camadas de gelo e geleiras, e os intervalos *prováveis* são mostrados para SSP1-2.6 e SSP3-7.0. **Direita** – Avaliação do risco combinado de inundações costeiras, erosão e salinização para quatro geografias costeiras ilustrativas em 2100, devido à mudança do nível médio e extremo do mar, sob dois cenários de resposta, em relação ao período base do SROCC (1986–2005) e indicando o período base do AR6 do IPCC (1995–2014). A avaliação não considera as mudanças no nível extremo do mar além daquelas diretamente induzidas pelo aumento médio do nível do mar; os níveis de risco poderiam aumentar se outras mudanças nos níveis extremos do mar fossem consideradas (por exemplo, devido a mudanças na intensidade dos ciclones). "Nenhuma resposta a resposta moderada" descreve os esforços até hoje (ou seja, nenhuma outra ação significativa ou novos tipos de ações). A "resposta máxima potencial" representa uma combinação de respostas implementadas em toda sua extensão, portanto, esforços adicionais significativos em comparação com os atuais, assumindo o mínimo de barreiras financeiras, sociais e políticas. Os critérios de avaliação incluem exposição e vulnerabilidade (densidade de ativos, nível de degradação dos ecossistemas de proteção terrestres e marinhos), riscos costeiros (inundação, erosão da linha costeira, salinização), respostas in-situ (defesas costeiras projetadas com alto grau de engenharia, restauração de ecossistemas ou criação de novas áreas de proteção natural e gerenciamento de subsidência) e realocação planejada. A realocação planejada refere-se à retirada ou reassentamento gerenciado. O deslocamento forçado não é considerado nesta avaliação. O termo resposta é usado aqui ao invés de adaptação, porque algumas respostas, como o recuo, podem ou não ser consideradas adaptação. **Painel (d): Esquerda** - Resultados da saúde humana sensíveis ao calor sob três cenários de eficácia de adaptação. Os diagramas são truncados no valor inteiro °C mais próximo na faixa de variação de temperatura em 2100 sob três cenários de SSP. **Direita** - Riscos associados à segurança alimentar devido à mudança do clima e aos padrões de desenvolvimento socioeconômico. Os riscos à segurança alimentar incluem disponibilidade e acesso a alimentos, incluindo a população em risco de fome, aumentos no preço dos alimentos e aumentos nos anos de vida ajustados por deficiência atribuíveis ao baixo peso infantil. Os riscos são avaliados para duas trajetórias socioeconômicas contrastadas (SSP1 e SSP3), excluindo os efeitos de políticas de mitigação e adaptação específicas. **Painel (e):** Exemplos dos principais riscos regionais. Os riscos identificados são de nível de *confiança média*, no mínimo. Os principais riscos são identificados com base na magnitude das consequências adversas (abrangência das consequências, grau de mudança, irreversibilidade das consequências, potencial para limiares de impacto ou pontos de inflexão, potencial para efeitos em cascata além dos limites do sistema); probabilidade de consequências adversas; características temporais do risco; e capacidade de responder ao risco, por exemplo, por adaptação. {WGI Figura SPM.8; WGII SPM B.3.3, WGII Figura SPM.3, WGII SM 16.6, WGII SM 16.7.4; SRCCL Figura SPM.2; SROCC Figura SPM.3d; SROCC SPM.5a; SROCC 4SM; SRCCL 7.3.1; SRCCL 7SM} (CSB.2)

### 3.1.3. Probabilidade e Riscos de Mudanças Abruptas e Irreversíveis

A probabilidade de mudanças abruptas e irreversíveis e seus impactos aumentam com o aumento dos níveis de aquecimento global (*alta confiança*). À medida que os níveis de aquecimento aumentam, aumentam também os riscos de extinção de espécies ou perda irreversível da biodiversidade em ecossistemas como florestas (*confiança média*), recifes de corais (*confiança muito alta*) e em regiões árticas (*alta confiança*). Riscos associados a eventos singulares de grande escala ou pontos de inflexão, tais como instabilidade da calota de gelo ou perda de ecossistemas de florestas tropicais, transicionam para alto risco entre 1,5°C–2,5°C (*confiança média*) e para risco muito alto entre 2,5°C–4°C (*baixa confiança*). A resposta dos ciclos biogeoquímicos às perturbações antropogênicas pode ser abrupta em escalas regionais e irreversível em escalas de tempo decadal a centenária (*alta confiança*). A probabilidade de cruzar limites regionais incertos aumenta com o aquecimento adicional (*alta confiança*). {WGI SPM C.3.2, WGI Box TS.9, WGI TS.2.6; WGII Figura SPM.3, WGII SPM B.3.1, WGII SPM B.4.1, WGII SPM B.5.2, WGII Tabela TS.1, WGII TS.C.1, WGII TS.C.13.3; SROCC SPM B.4}

A elevação do nível do mar é inevitável por séculos a milênios devido ao contínuo aquecimento profundo do oceano e ao derretimento das calotas de gelo, e o nível do mar permanecerá elevado por milhares de anos (*alta confiança*). A elevação média

global do nível do mar continuará no século XXI (*virtualmente certo*), com a elevação regional relativa do nível do mar projetada dentro de 20% da média global ao longo de dois terços da costa global (*confiança média*). A magnitude, a taxa, o momento de superação de limiares e o comprometimento no longo prazo da elevação do nível do mar dependem das emissões, com emissões mais elevadas levando a taxas maiores e mais rápidas de elevação do nível do mar. Devido à elevação relativa do nível do mar, os eventos extremos do nível do mar que ocorreram uma vez por século no passado recente deverão ocorrer pelo menos anualmente em mais da metade de todos os locais com marégrafos até 2100 e os riscos para os ecossistemas costeiros, pessoas e infraestrutura continuarão a aumentar após 2100 (*alta confiança*). A níveis sustentáveis de aquecimento entre 2°C e 3°C, as calotas de gelo da Groenlândia e do Oeste da Antártida serão perdidas quase completa e irreversivelmente ao longo de vários milênios (*evidências limitadas*). A probabilidade e a taxa de perda de massa de gelo aumentam com o aumento da temperatura da superfície global (*alta confiança*). Durante os próximos 2000 anos, o nível médio global do mar subirá cerca de 2–3 m se o aquecimento for limitado a 1,5°C, e 2–6 m se for limitado a 2°C (*baixa confiança*).

As projeções de elevação global multimilenar do nível médio do mar são consistentes com os níveis reconstruídos durante os períodos de clima quente passados: o nível médio do mar global era *muito provavelmente* 5–25 m mais alto do que hoje cerca de 3 milhões de anos atrás, quando as temperaturas globais eram 2,5°C–4°C mais altas do que 1850–1900

(*confiança média*). Outros exemplos de mudanças inevitáveis no sistema climático devido a prazos de resposta multidecadais ou mais longos incluem o derretimento contínuo das geleiras (*confiança muito alta*) e a perda de carbono de permafrost (*alta confiança*). {WGI SPM B.5.2, WGI SPM B.5.3, WGI SPM B.5.4, WGI SPM C.2.5, WGI Caixa TS.4, WGI Caixa TS.9, WGI 9.5.1; WGII TS C.5; SROCC SPM B.3, SROCC SPM B.6, SROCC SPM B.9} (Figura 3.4)

**A probabilidade de resultados de baixa probabilidade associados a impactos potencialmente muito grandes aumenta com níveis mais altos de aquecimento global (*alta confiança*).** Não se pode descartar um aquecimento substancialmente acima da faixa *muito provável* avaliada para um determinado cenário, e há uma *alta confiança* que isso levaria a mudanças regionais ainda mais significativas do que as avaliadas em muitos aspectos do sistema climático. Resultados de baixa probabilidade e alto impacto podem ocorrer em escalas regionais mesmo para o aquecimento global na faixa *muito provável* avaliada para um determinado cenário de emissões de GEE. A elevação média global do nível do mar acima da faixa *provável* – aproximando-se de 2 m até 2100 e acima de 15 m até 2300 sob um cenário de emissões de GEE muito elevadas (SSP5–8.5) (*baixa confiança*) – não pode ser descartada devido à incerteza profunda dos processos da camada

de gelo<sup>66</sup> e teria impactos severos sobre as populações em zonas costeiras de baixa elevação. Se o aquecimento global aumentar, alguns eventos extremos compostos<sup>67</sup> se tornarão mais frequentes, com maior probabilidade de intensidades, durações ou extensão espacial sem precedentes (*alta confiança*). *É muito provável que a Circulação de Revolvimento Meridional do Atlântico enfraqueça ao longo do século XXI para todos os cenários considerados (alta confiança), porém não se espera um colapso abrupto antes de 2100 (confiança média).* Se esse evento de baixa probabilidade ocorresse, *muito provavelmente* causaria mudanças abruptas nos padrões climáticos regionais e no ciclo da água, tais como um deslocamento para o sul no cinturão de chuva tropical, e grandes impactos nos ecossistemas e nas atividades humanas. Uma sequência de grandes erupções vulcânicas explosivas em algumas décadas, como ocorreu no passado, é um evento de baixo impacto que levaria a um resfriamento substancial em escala global e perturbações climáticas regionais durante várias décadas {WGI SPM B.5.3, WGI SPM C.3, WGI SPM C.3.1, WGI SPM C.3.2, WGI SPM C.3.3, WGI SPM C.3.4, WGI SPM C.3.5, WGI Figura SPM.8, WGI Caixa TS.3, WGI Figura TS.6, WGI Caixa 9.4; WGII SPM B.4.5, WGII SPM C.2.8; SROCC SPM B.2.7}. (Figura 3.4, Caixa de Seção Transversal.2)

## 3.2 Opções e Limites de Adaptação no Longo Prazo

**Com o aumento do aquecimento, as opções de adaptação se tornarão mais restritas e menos eficazes. Em níveis mais altos de aquecimento, as perdas e danos aumentarão e sistemas humanos e naturais adicionais atingirão limites de adaptação. Soluções integradas e transversais multissetoriais aumentam a eficácia da adaptação. A má adaptação pode criar engessamento de vulnerabilidade, exposições e riscos, mas pode ser evitada pelo planejamento no longo prazo e pela implementação de ações de adaptação que sejam flexíveis, multissetoriais e inclusivas. (*alta confiança*).**

A eficácia da adaptação para reduzir o risco climático é documentada para contextos, setores e regiões específicos (*alta confiança*) e diminuirá com o aumento do aquecimento (*alta confiança*)<sup>68</sup>. Por exemplo, as respostas comuns de adaptação na agricultura – adotando melhores cultivares e práticas agrônômicas, e mudanças nos padrões de cultivo e sistemas de cultivo – se tornarão menos eficazes de 2°C para níveis mais altos de aquecimento (*alta confiança*). A eficácia da maioria das opções de adaptação relacionadas à água para reduzir os riscos projetados diminui com o aumento do aquecimento (*alta confiança*). As adaptações para geração de energia hidrelétrica e termoeletrica são eficazes na maioria das regiões até 1,5°C–2°C, com eficácia decrescente em níveis mais altos de aquecimento (*confiança média*). A adaptação baseada em ecossistemas é vulnerável aos impactos da mudança do clima, apresentando menor eficácia com o aumento do aquecimento global (*alta confiança*). Globalmente, as opções de adaptação relacionadas a sistemas agroflorestais e à silvicultura têm uma queda acentuada na eficácia a 3°C, com um aumento substancial do risco residual (*confiança média*). {WGII SPM C.2, WGII SPM C.2.1, WGII SPM C.2.5, WGII SPM C.2.10, WGII Figura TS.6 Painel (e), 4.7.2}

<sup>66</sup> Este resultado é caracterizado por uma incerteza profunda: sua probabilidade desafia a avaliação quantitativa, mas é considerada devido ao seu alto impacto potencial. {WGI Caixa TS.1; WGII Caixa de Capítulo Transversal PROFUNDA}

<sup>67</sup> Consulte o Anexo I: Glossário. Exemplos de eventos extremos compostos são ondas de calor e secas simultâneas ou enchentes compostas. {WGI SPM Nota de rodapé 18}

<sup>68</sup> Há limitações para avaliar o escopo total das opções de adaptação disponíveis no futuro, já que nem todas as possíveis respostas futuras de adaptação podem ser incorporadas em modelos de impacto climático, e as projeções de adaptação futura dependem das tecnologias ou abordagens atualmente disponíveis {WGII 4.7.2}

Com o aumento do aquecimento global, mais limites à adaptação serão atingidos (*alta confiança*) e as perdas e danos, fortemente concentrados entre as populações vulneráveis mais pobres, aumentarão (*alta confiança*). Já abaixo de 1,5°C, as respostas de adaptação autônomas e evolutivas dos ecossistemas terrestres e aquáticos enfrentarão cada vez mais limites rígidos (*alta confiança*) (Seção 2.1.2). Acima de 1,5°C, algumas medidas de adaptação baseadas em ecossistemas perderão sua eficácia em proporcionar benefícios às pessoas, pois esses ecossistemas atingirão limites de adaptação rígidos (*alta confiança*). Adaptação para enfrentar os riscos de estresse térmico, mortalidade por calor e redução das capacidades de trabalho ao ar livre para humanos enfrentam limites flexíveis e rígidos em regiões que se tornam significativamente mais severas a 1,5°C e são particularmente relevantes para regiões com climas quentes (*alta confiança*). Acima de 1,5°C de nível de aquecimento global, os recursos limitados de água doce representam um possível limite rígido para pequenas ilhas e para regiões dependentes do derretimento das geleiras e da neve (*confiança média*). Em 2°C, são projetados limites flexíveis para diversas culturas de produtos básicos, particularmente em regiões tropicais (*alta confiança*). Em 3°C, são projetados limites flexíveis para algumas medidas de gerenciamento de água para muitas regiões, com limites rígidos projetados para partes da Europa (*confiança média*). {WGII SPM C.3, WGII SPM C.3.3, WGII SPM C.3.4, WGII SPM C.3.5, WGII SPM C.3.2, WGII TS.D.2.2, WGII TS.D.2.3; SR1.5 SPM B.6; SROCC SPM C.1}

**Soluções integradas e transversais multissetoriais aumentam a eficácia da adaptação.** Por exemplo, o planejamento inclusivo, integrado e de longo prazo nas escalas local, municipal, subnacional e nacional, juntamente com sistemas eficazes de regulação e monitoramento e recursos e capacidades financeiras e tecnológicas promovem a transição dos sistemas urbanos e rurais. Há uma gama de opções de adaptação transversais, tais como gestão de risco de desastres, sistemas de alerta precoce, serviços climáticos e distribuição e compartilhamento de riscos que têm ampla aplicabilidade entre setores e oferecem maiores benefícios a outras opções de adaptação quando combinadas. A transição da adaptação incremental para a transformacional, e o endereçamento de uma série de restrições, principalmente nos domínios financeiro, de governança, institucional e político, pode ajudar a superar limites de adaptação flexíveis. Entretanto, a adaptação não impede todas as perdas e danos, mesmo com uma adaptação efetiva e antes de atingir limites flexíveis e rígidos. (*alta confiança*) {WGII SPM C.2, WGII SPM C.2.6, WGII SPM.C.2.13, WGII SPM C.3.1, WGII SPM.C.3.4, WGII SPM C.3.5, WGII Figura TS.6 Painel (e)}

**Respostas inadequadas à mudança do clima podem criar engessamentos (*lock-ins*) de vulnerabilidade, exposição e riscos que são difíceis e caros de mudar e exacerbam desigualdades existentes.** Ações que se concentram em setores e riscos isoladamente e em ganhos no curto prazo muitas vezes levam à má adaptação. As opções de adaptação podem se tornar inadequadas devido a seus impactos ambientais que restringem os serviços ambientais e diminuem a biodiversidade e a resiliência dos ecossistemas à mudança do clima, ou causando resultados adversos para diferentes grupos, exacerbando a desigualdade. A má adaptação pode ser evitada através de um planejamento flexível, multissetorial, inclusivo e de longo prazo e da implementação de ações de adaptação com benefícios para muitos setores e sistemas. (*alta confiança*) {WGII SPM C.4, WGII SPM.C.4.1, WGII SPM C.4.2, WGII SPM C.4.3}

**A elevação do nível do mar representa um desafio distinto e severo de adaptação, pois implica tanto em lidar com mudanças de início lento quanto com aumentos na frequência e magnitude de eventos extremos do nível do mar (*alta confiança*).** Tais desafios de adaptação ocorreriam muito mais cedo sob altas taxas de elevação do nível do mar (*alta confiança*). As respostas à contínua elevação do nível do mar e subsidência da terra incluem proteção, acomodação, e relocação antecipatória e planejada (*alta confiança*). Estas respostas são mais eficazes se combinadas e/ou sequenciadas, planejadas com bastante antecedência, alinhadas com os valores socioculturais e sustentadas por processos inclusivos de engajamento comunitário (*alta confiança*). Soluções baseadas em ecossistemas como as zonas úmidas proporcionam cobenefícios para o meio ambiente e mitigação do clima, e reduzem os custos das defesas contra enchentes (*confiança média*), mas têm limites físicos locais específicos, pelo menos acima de 1,5°C de aquecimento global (*alta confiança*) e perdem eficácia em altas taxas de elevação do nível do mar além de 0,5–1 cm/ano (*confiança média*). Os molhes podem ser mal adaptados, pois reduzem efetivamente os impactos a curto prazo, mas também podem resultar em engessamentos (*lock-ins*) e aumentar a exposição aos riscos climáticos a longo prazo, a menos que sejam integrados a um plano adaptativo no longo prazo (*alta confiança*). {WGI SPM C.2.5; WGII SPM C.2.8, WGII SPM C.4.1; WGII 13.10, WGII Caixa de Capítulo Transversal SLR; SROCC SPM B.9, SROCC SPM C.3.2, SROCC Figura SPM.4, SROCC Figura SPM.5c} (Figura 3.4)



**Figura 3.4: Mudança média global do nível do mar observada e projetada e seus impactos, e escalas de tempo da gestão de risco costeiro. Painel (a):** Mudança do nível do mar média global em metros em relação a 1900. As mudanças históricas (preto) são observadas por mareógrafos antes de 1992 e altímetros depois de 1992. As mudanças futuras para 2100 e para 2150 (linhas coloridas e sombreado) são avaliadas de forma consistente com as restrições observacionais baseadas na emulação de modelos CMIP, camadas de gelo e geleiras, e valores medianos e intervalos *prováveis* são mostrados para os cenários considerados. Em relação a 1995–2014, a *provável* elevação do nível do mar média global até 2050 está entre 0,15–0,23 m no cenário de emissões de GEE muito baixas (SSP1–1.9) e 0,20–0,29 m no cenário de emissões de GEE muito altas (SSP5–8.5); até 2100 entre 0,28–0,55 m segundo SSP1–1.9 e 0,63–1,01 m segundo SSP5–8.5; e até 2150 entre 0,37–0,86 m segundo SSP1–1.9 e 0,98–1,88 m segundo SSP5–8.5 (*confiança média*).

As mudanças relativas a 1900 são calculadas somando 0,158 m (elevação do nível do mar média global observada de 1900 a 1995–2014) às mudanças simuladas relativas a 1995–2014. As futuras mudanças para 2300 (barras) são baseadas na avaliação da bibliografia, representando a faixa de 17º–83º percentil para SSP1–2.6 (0,3–3,1 m) e SSP5–8.5 (1,7–6,8 m). Linhas tracejadas vermelhas: Baixa probabilidade, alto impacto, incluindo processos de instabilidade da camada de gelo. Elas indicam o impacto potencial de processos profundamente incertos, e mostram o 83º percentil das projeções de SSP5-8.5 que incluem processos de baixa probabilidade e alto impacto que não podem ser descartados; devido à *baixa confiança* nas projeções destes processos, isso não faz parte de uma faixa *provável*. Projeções globais e regionais para o nível do mar do AR6 do IPCC estão disponíveis em <https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool>. A zona costeira baixa é atualmente o lar de cerca de 896 milhões de pessoas (quase 11% da população global de 2020), projetada para atingir mais de um bilhão até 2050 em todos os cinco SSPs. **Painel (b):** Escalas de tempo típicas para o planejamento, implementação (barras tracejadas) e vida operacional das medidas atuais de gerenciamento de risco costeiro (barras azuis). Taxas mais altas de aumento do nível do mar demandam respostas mais rápidas e mais fortes e reduzem a vida útil das medidas (inserção). Como a escala e o ritmo da elevação do nível do mar aceleram para além de 2050, os ajustes no longo prazo podem, em alguns locais, estar além dos limites das opções de adaptação atuais e, para algumas pequenas ilhas e costas baixas, podem ser um risco existencial. {WGI SPM B.5, C.2.5, Figura SPM.8, 9.6; WGII SPM B.4.5, B.5.2, C.2.8, D.3.3, TS.D.7, Caixa de Capítulo Transversal SLR} (CSB.2)

### 3.3 Trajetórias de Mitigação

**A limitação do aquecimento global pelo homem requer emissões antropogênicas líquidas zero de CO<sub>2</sub>, trajetórias consistentes com orçamentos de carbono de 1,5°C implicam reduções rápidas, profundas e, na maioria dos casos, imediatas das emissões de GEE em todos os setores (alta confiança). Exceder um nível de aquecimento e retonar (ou seja, overshoot ("ultrapassar a temperatura programada")) implicam em maiores riscos e impactos potencialmente irreversíveis, alcançar e sustenta as emissões líquidas global negativas de CO<sub>2</sub> reduziria o aquecimento (alta confiança)**

#### 3.3.1. Orçamentos de carbono remanescente

**Limitar o aumento da temperatura global a um nível específico requer limitar as emissões líquidas acumuladas de CO<sub>2</sub> a um orçamento finito de carbono<sup>69</sup>, juntamente com fortes reduções em outros GEE.** Para cada 1000 GtCO<sub>2</sub> emitidos pela atividade humana, a temperatura média global sobe *provavelmente* 0,27°C–0,63°C (melhor estimativa de 0,45°C). Esta relação implica que existe um orçamento finito de carbono que não pode ser excedido a fim de limitar o aquecimento a qualquer nível. {WGI SPM D.1, WGI SPM D.1.1; SR1.5 SPM C.1.3} (Figura 3.5)

**As melhores estimativas do orçamento de carbono remanescente (RCB) do início de 2020 para limitar o aquecimento a 1,5°C com uma probabilidade de 50%<sup>70</sup> é estimado em 500 GtCO<sub>2</sub>; para 2°C (67% de probabilidade) isto é 1150 GtCO<sub>2</sub>.<sup>71</sup>** Os orçamentos de carbono remanescentes foram quantificados com base no valor avaliado de resposta climática transitória às emissões líquidas acumuladas de CO<sub>2</sub> (TCRE) e sua incerteza, estimativas do aquecimento histórico, feedbacks do sistema climático, tais como as emissões do degelo de permafrost, e a mudança da temperatura da superfície global após as emissões globais antropogênicas de CO<sub>2</sub> alcançarem emissões líquidas zero, bem como as variações no aquecimento projetado em relação às emissões de gases além do CO<sub>2</sub> devido, em parte, à ação mitigadora. Quanto mais forte for a redução das emissões de gases que não o CO<sub>2</sub>, menores serão as temperaturas resultantes para um determinado RCB ou maior será o RCB para o mesmo nível de mudança de temperatura. Por exemplo, o RCB para limitar o aquecimento a 1,5°C com uma probabilidade de 50% poderia variar entre 300 a 600 GtCO<sub>2</sub>, dependendo do aquecimento por gases que não o CO<sub>2</sub>.<sup>72</sup> Limitar o aquecimento a 2°C com uma probabilidade de 67% (ou 83%) implicaria um RCB de 1150 (900) GtCO<sub>2</sub>, a partir do início de 2020. Para ficar abaixo de 2°C com 50% de probabilidade, o RCB é mais alto, ou seja, 1350 GtCO<sub>2</sub>.<sup>73</sup> {WGI SPM D.1.2, WGI Tabela SPM.2; WGIII

Caixa SPM.1, WGIII Caixa 3.4; SR1.5 SPM C.1.3}

Se as emissões anuais de CO<sub>2</sub> entre 2020-2030 permanecessem, em média, no mesmo nível de 2019, as emissões acumuladas resultantes quase esgotariam o orçamento de carbono remanescente para 1,5°C (50%), e esgotariam mais de um terço do orçamento de carbono remanescente para 2°C (67%) (Figura 3.5). Com base apenas em estimativas centrais, as emissões de CO<sub>2</sub> líquidas acumuladas históricas entre 1850 e 2019 (2400 ±240 GtCO<sub>2</sub>) totalizam cerca de quatro quintos<sup>74</sup> do orçamento total de carbono para uma probabilidade de 50% de limitar o aquecimento global a 1,5°C (estimativa central cerca de 2900 GtCO<sub>2</sub>) e cerca de dois terços<sup>75</sup> do orçamento total de carbono para uma probabilidade de 67% de limitar o aquecimento global a 2°C (estimativa central cerca de 3550 GtCO<sub>2</sub>). {WGI Tabela SPM.2; WGIII SPM B.1.3, WGIII Tabela 2.1}

**Em cenários com aumento das emissões de CO<sub>2</sub>, projeta-se que os sumidouros de carbono da terra e do oceano sejam menos eficazes na desaceleração do acúmulo de CO<sub>2</sub> na atmosfera (alta confiança).** Enquanto os sumidouros naturais de carbono terrestres e oceânicos são projetados para absorver, em termos absolutos, uma quantidade progressivamente maior de CO<sub>2</sub> sob cenários de emissões de CO<sub>2</sub>, eles se tornam menos eficazes, ou seja, a proporção de emissões absorvidas pela terra e pelos oceanos diminui com o aumento das emissões líquidas acumuladas de CO<sub>2</sub> (alta confiança). Respostas adicionais dos ecossistemas ao aquecimento ainda não totalmente incluídas nos modelos climáticos, tais como fluxos de GEE de zonas úmidas, degelo do permafrost e incêndios, aumentariam ainda mais as concentrações desses gases na atmosfera (alta confiança). Em cenários onde as concentrações de CO<sub>2</sub> atingem o pico e diminuem durante o século 21, a terra e o oceano começam a absorver menos carbono em resposta ao declínio das concentrações atmosféricas de CO<sub>2</sub> (alta confiança) e se transformam em uma fonte líquida fraca até 2100 no cenário de emissões de GEE muito baixas (confiança média)<sup>76</sup>. {WGI SPM

<sup>69</sup> Consulte o Anexo I: Glossário.

<sup>69</sup> Consulte o Anexo I: Glossário.

<sup>70</sup> Esta probabilidade se baseia na incerteza da resposta climática transitória às emissões líquidas acumuladas de CO<sub>2</sub> (TCRE) e às reações adicionais do sistema terrestre e fornece a probabilidade de que o aquecimento global não excederá os níveis de temperatura especificados. {WGI Tabela SPM.1}

<sup>71</sup> Bancos de dados globais fazem escolhas diferentes sobre quais emissões e remoções que ocorrem na terra são consideradas antropogênicas. A maioria dos países relatam em seus Inventários Nacionais de GEE seus fluxos antropogênicos de CO<sub>2</sub> terrestres, incluindo os fluxos devidos a mudanças ambientais causadas pelo ser humano (por exemplo, fertilização de CO<sub>2</sub>) em terras "gerenciadas". Usando estimativas de emissões baseadas nesses inventários, os orçamentos de carbono remanescentes devem ser reduzidos de forma correspondente. {WGIII SPM Nota 9, WGIII TS.3, WGIII Caixa de Capítulo Transversal 6}

<sup>72</sup> O principal cenário de RCB pressupõe um aquecimento futuro de gases que não sejam de - "além de" entende-se que CO<sub>2</sub> estaria incluso (a contribuição adicional líquida de aerossóis e GEE que não CO<sub>2</sub>) de cerca de 0,1°C acima de 2010-2019, de acordo com cenários de mitigação rigorosos. Se o aquecimento adicional de gases que não o CO<sub>2</sub> for maior, o RCB para limitar o aquecimento a 1,5°C com 50% de probabilidade diminui para cerca de 300 GtCO<sub>2</sub>. Se, no entanto, o aquecimento adicional por gases que não o CO<sub>2</sub> for limitado a apenas 0,05°C (por meio de reduções mais fortes de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O por meio de uma combinação de mudanças estruturais e comportamentais profundas, por exemplo, mudanças na dieta), o RCB poderia ser de cerca de 600 GtCO<sub>2</sub> para um aquecimento de 1,5°C. {WGI Tabela SPM.2, WGI Caixa TS.7; WGIII Caixa 3.4}

<sup>73</sup> Quando há ajuste para emissões desde os relatórios anteriores, estas estimativas de RCB são semelhantes ao SR1.5, mas maiores que os valores do AR5 devido a melhorias metodológicas. {WGI SPM D.1.3}

<sup>74</sup> As incertezas para os orçamentos totais de carbono não foram avaliadas e podem afetar as frações específicas calculadas.

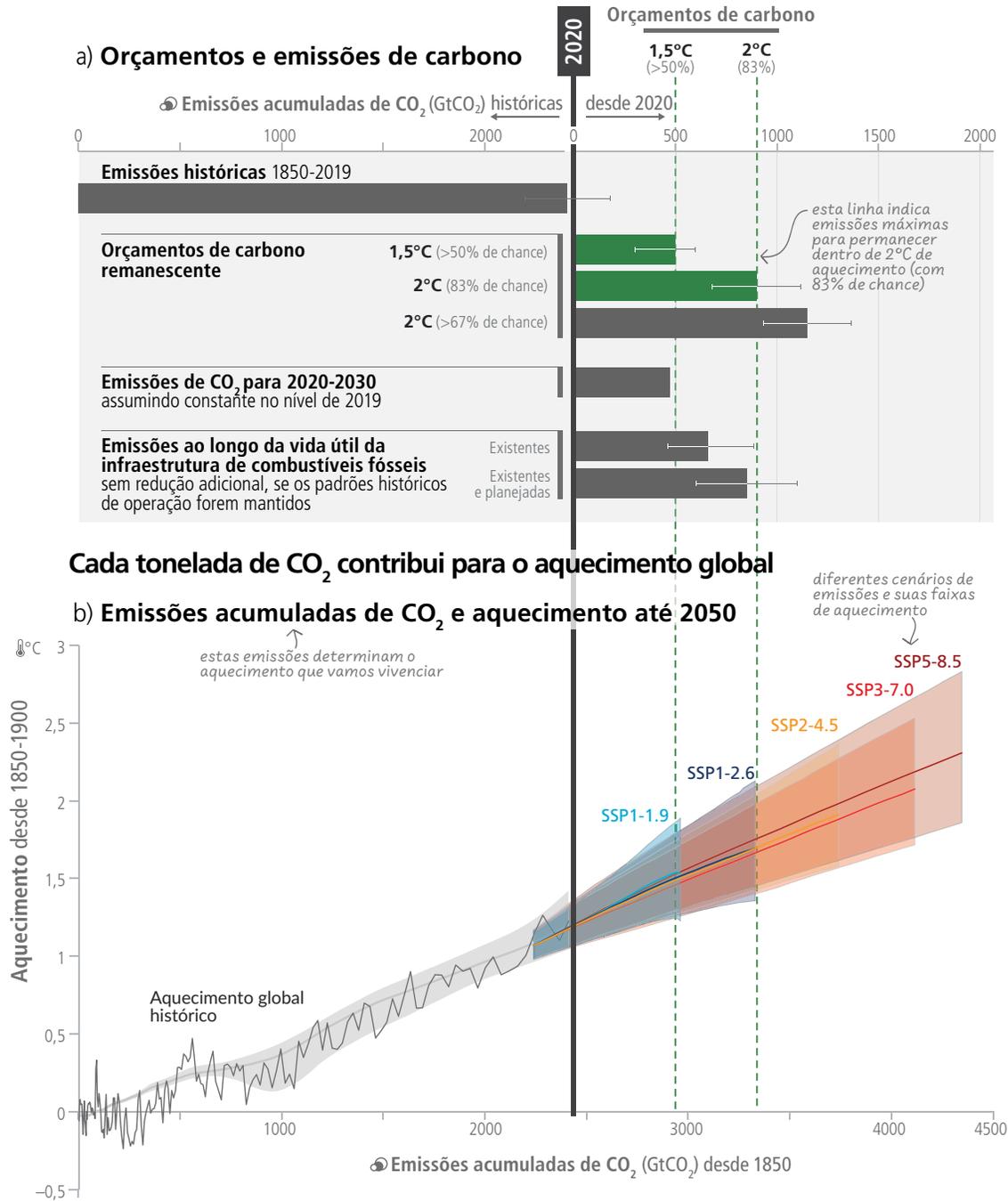
<sup>75</sup> Consulte a nota de rodapé 74.

<sup>76</sup> Esses ajustes projetados dos sumidouros de carbono para estabilizar ou diminuir as concentrações atmosféricas de CO<sub>2</sub> são contabilizados nos cálculos dos orçamentos de carbono remanescentes. {WGI SPM nota de rodapé 32}

B.4, WGI SPM B.4.1, WGI SPM B.4.2, WGI SPM B.4.3}

## Os orçamentos de carbono remanescentes para limitar o aquecimento a 1,5°C poderiam ser esgotados em breve, e os de 2°C em grande parte exauridos

Os orçamentos de carbono remanescentes são semelhantes às emissões do uso da infraestrutura existente e planejada de combustíveis fósseis, sem redução adicional



**Figura 3.5: Emissões acumuladas no passado, projetadas e comprometidas, e mudanças de temperatura global associadas.** Painel (a) Orçamentos de carbono remanescentes avaliados para limitar o aquecimento a 1,5°C mais provável do que improvável, abaixo de 2°C com 83% e 67% de probabilidade, em comparação com as emissões cumulativas correspondentes às emissões constantes de 2019 até 2030, infraestruturas de combustíveis fósseis existentes e planejadas (em GtCO<sub>2</sub>). Para os orçamentos de carbono remanescentes, linhas finas indicam a incerteza devido à contribuição do aquecimento por gases que não o CO<sub>2</sub>. Para as emissões ao longo da vida útil da infraestrutura de combustíveis fósseis, as linhas finas indicam a faixa de sensibilidade avaliada. Painel (b) Relação entre as emissões acumuladas de CO<sub>2</sub> e o aumento da temperatura da superfície global. Dados históricos (linha preta fina) mostram emissões históricas de CO<sub>2</sub>, versus o aumento observado da temperatura da superfície global em relação ao período 1850–1900. A faixa cinza com sua linha central mostra uma estimativa correspondente da participação do aquecimento histórico causada pelo ser humano. As áreas coloridas mostram a faixa muito provável avaliada das projeções de temperatura da superfície global, e as linhas centrais coloridas espessas mostram a estimativa mediana em função das emissões acumuladas de CO<sub>2</sub> para os cenários selecionados no SSP1-1.9, SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0, e SSP5-8.5. As projeções até 2050 utilizam as emissões acumuladas de CO<sub>2</sub> de cada cenário respectivo, e o aquecimento global projetado inclui a contribuição de todas as forçantes antropogênicas. [WGI SPM D.1, WGI Figura SPM.10, WGI Tabela SPM.2; WGIII SPM B.1, WGIII SPM B.7, WGIII 2.7; SR1.5 SPM C.1.3]

**Tabela 3.1: Características principais das trajetórias de emissões globais modeladas.** Resumo das emissões de CO<sub>2</sub> e GEE projetadas, cronogramas de emissões líquidas zero projetadas e os resultados do aquecimento global. As trajetórias são categorizadas (colunas), de acordo com sua probabilidade de limitar o aquecimento a diferentes níveis de pico de aquecimento (se o pico de temperatura ocorrer antes de 2100) e níveis de aquecimento de 2100. Os valores mostrados são para as médias [p50] e os 5º–95º percentis [p5–p95], observando que nem todas as trajetórias alcançam emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub> ou GEE. {WGIII Tabela SPM.2}

Categoria <sup>(2)</sup> [nº das trajetórias]	Categoria/ classificação de subcategoria <sup>(1)</sup>	Trajetórias de emissões globais modeladas categorizadas por níveis projetados de aquecimento global (GWL). As definições detalhadas de probabilidade são fornecidas na Caixa 1 SPM. Os cinco cenários ilustrativos (SSPx-yy) considerados pelo WGI do AR6 e as Trajetórias Ilustrativas (Mitigação) avaliados no WGIII estão alinhados com as categorias de temperatura e são indicados em uma coluna separada. As trajetórias de emissões globais contêm informações diferenciadas regionalmente. Esta avaliação se concentra em suas características globais.	C1 [97]			C2 [133]	C3 [311]	C3a [204]		C3b [97]	C4 [159]	C5 [212]	C6 [97]
			limitar o aquecimento a 1,5°C (>50%), sem ou com ultrapassagem limitada	com emissões líquidas zero de GEE	sem emissões líquidas zero de GEE	retornar o aquecimento a 1,5°C (>50%) após uma alta ultrapassagem	limitar o aquecimento a 2°C (>67%)	com ações a partir de 2020	NDCs até 2030	limitar o aquecimento a 2,5°C (>50%)	limitar o aquecimento a 2,5°C (>50%)	limitar o aquecimento a 3°C (>50%)	
Redução das emissões de GEE a partir de 2019 (%) <sup>(3)</sup>	2030	Redução de emissões de GEE medianas projetadas no ano em todos os cenários em comparação com o modelo de 2019, com o 5º-95º percentil entre parênteses. Números negativos indicam aumento nas emissões em relação a 2019	43 [34-60]	41 [31-59]	48 [35-61]	23 [0-44]	21 [1-42]	27 [13-45]	5 [0-14]	10 [0-27]	6 [-1 a 18]	2 [-10 a 11]	
	2040		69 [58-90]	66 [58-89]	70 [62-87]	55 [40-71]	46 [34-63]	47 [35-63]	46 [34-63]	31 [20-5]	18 [4-33]	3 [-14 a 14]	
	2050		84 [73-98]	85 [72-100]	84 [76-93]	75 [62-91]	64 [53-77]	63 [52-76]	68 [56-83]	49 [35-65]	29 [11-48]	5 [-2 a 18]	
Marcos de emissões <sup>(4)</sup>	Emissões de CO <sub>2</sub> líquidas zero (% de trajetórias para as emissões líquidas zero)	Intervalos médios de 5 anos nos quais as emissões projetadas de CO <sub>2</sub> e GEE das trajetórias nesta categoria atingem emissões líquidas zero, com o intervalo do 5º ao 95º percentil entre colchetes. A porcentagem de trajetórias para emissões líquidas zero é indicada em parênteses. Três pontos (...) denota emissões líquidas zero não alcançadas para esse percentual.	2050-2055 (100%) [2035-2070]			2055-2060 (100%) [2045-2070]	2070-2075 (93%) [2055-...]	2070-2075 (91%) [2055-...]	2065-2070 (97%) [2055-2090]	2080-2085 (86%) [2065-...]	... (41%) [2080-...]	sem emissões líquidas zero	
	emissões líquidas zero de GEE <sup>(5)</sup> (% de trajetórias para emissões líquidas zero)		2095-2100 (52%) [2050-...]	2070-2075 (100%) [2050-2090]	... (0%) [...-...]	2070-2075 (87%) [2055-...]	... (30%) [2075-...]	... (24%) [2080-...]	... (41%) [2075-...]	... (31%) [2075-...]	... (12%) [2090-...]	sem emissões líquidas zero	
Emissões líquidas de CO <sub>2</sub> acumuladas [Gt CO <sub>2</sub> ] <sup>(6)</sup>	2020 para emissões líquidas zero de CO <sub>2</sub>	Emissões de CO <sub>2</sub> líquidas acumuladas médias nos cenários projetados nesta categoria até chegar a emissões líquidas zero ou até 2100, com o 5º-95º intervalo de percentil entre colchetes.	510 [330-710]	550 [340-760]	460 [320-590]	720 [530-930]	890 [640-1160]	860 [640-1180]	910 [720-1150]	1210 [970-1490]	1780 [1400-2360]	sem emissões líquidas zero	
	2020-2100		320 [-210-570]	160 [-220-620]	360 [10-540]	400 [-90-620]	800 [510-1140]	790 [480-1150]	800 [560-1050]	1160 [700-1490]	1780 [1260-2360]	2790 [2440-3520]	
Mudanças de temperatura média global 50% de probabilidade (°C)	no pico do aquecimento	Mudança de temperatura projetada das trajetórias nesta categoria (50% de probabilidade em toda a gama de incertezas climáticas), em relação a 1850-1900, no pico de aquecimento e em 2100, para o valor mediano em todos os cenários e o intervalo do 5º-95º percentil entre colchetes.	1,6 [1,4-1,6]	1,6 [1,4-1,6]	1,6 [1,5-1,6]	1,7 [1,5-1,8]	1,7 [1,6-1,8]	1,7 [1,6-1,8]	1,8 [1,6-1,8]	1,9 [1,7-2,0]	2,2 [1,9-2,5]	sem pico até 2100	
	2100		1,3 [1,1-1,5]	1,2 [1,1-1,4]	1,4 [1,3-1,5]	1,4 [1,2-1,5]	1,6 [1,5-1,8]	1,6 [1,5-1,8]	1,6 [1,5-1,7]	1,8 [1,5-2,0]	2,1 [1,9-2,5]	2,7 [2,4-2,9]	
Probabilidade de o pico de aquecimento global permanecer abaixo de (%)	<1,5°C	Probabilidade média de que as trajetórias projetadas nesta categoria permaneçam abaixo de um determinado nível de aquecimento global, com o intervalo do 5º-95º percentil entre colchetes.	38 [33-58]	38 [34-60]	37 [33-56]	24 [15-42]	20 [13-41]	21 [14-42]	17 [12-35]	11 [7-22]	4 [0-10]	0 [0-0]	
	<2,0°C		90 [86-97]	90 [85-97]	89 [87-96]	82 [71-93]	76 [68-91]	78 [69-91]	73 [67-87]	59 [50-77]	37 [18-59]	8 [2-18]	
	<3,0°C		100 [99-100]	100 [99-100]	100 [99-100]	100 [99-100]	99 [98-100]	100 [98-100]	99 [98-99]	98 [95-99]	91 [83-98]	71 [53-88]	

1 Explicações detalhadas sobre a Tabela são fornecidas em WGIII Caixa SPM.1 e WGIII Tabela SPM.2. A relação entre as categorias de temperatura e SSP/RCPs é discutida na Caixa de Seção Transversal 2. Os valores na tabela referem-se aos 50º e [5º–95º] percentis através das trajetórias que se enquadram em uma determinada categoria, conforme definido no WGIII Caixa SPM.1. O sinal dos três pontos (...) indica que o valor não pode ser dado (pois o valor é posterior a 2100 ou, para emissões líquidas zero, não é atingido o valor de emissões líquidas zero). Com base na avaliação dos emuladores climáticos no WGI do AR6 (Capítulo 7, Caixa 7.1), dois emuladores climáticos foram usados para a avaliação probabilística do aquecimento resultante das trajetórias. Para as colunas "Mudança de Temperatura" e "Probabilidade", os valores sem colchetes representam o 50º percentual através das trajetórias nessa categoria e a mediana [50º percentil] através das estimativas de aquecimento do emulador do modelo climático probabilístico MAGICC. Para as faixas entre parênteses na coluna "probabilidade", o aquecimento médio para cada trajetória nessa categoria é calculado para cada um dos dois emuladores do modelo climático (MAGICC e FaIR). Estas faixas cobrem tanto a incerteza das trajetórias das emissões quanto a incerteza dos emuladores climáticos. Todos os níveis de aquecimento global são relativos a 1850–1900.

- 2 As trajetórias C3 são subcategorizadas de acordo com o cronograma de ação política para corresponder as trajetórias de emissões em WGIII Figura SPM.4.
- 3 As reduções de emissões globais das trajetórias de mitigação são relatadas em uma base trajetória-a-trajetória em relação às emissões globais modeladas harmonizadas em 2019 em vez das emissões globais relatadas em WGIII SPM Seção B e WGIII Capítulo 2; isso assegura consistência interna nas suposições sobre fontes e atividades de emissão, assim como consistência com projeções de temperatura baseadas na avaliação da ciência climática física pelo WGI (consulte WGIII SPM Nota de Rodapé 49). Os valores negativos (por exemplo, em C5, C6) representam um aumento nas emissões. As emissões de GEE modeladas em 2019 são de 55 [53–58] GtCO<sub>2</sub>e, portanto dentro das faixas de incerteza das estimativas para as emissões de 2019 [53–66] GtCO<sub>2</sub>e (consulte 2.1.1).
- 4 Os marcos de emissão são fornecidos para intervalos de 5 anos, a fim de serem consistentes com os dados subjacentes da etapa temporal de 5 anos das trajetórias modeladas. Os intervalos entre colchetes abaixo se referem ao intervalo entre as trajetórias, compreendendo o limite inferior do intervalo de 5 anos do 5º percentual e o limite superior do intervalo de 5 anos do 95º percentual. Números entre colchetes significam a fração de trajetórias que atingem marcos específicos ao longo do século 21. Os percentuais relatados em todas as trajetórias dessa categoria incluem aqueles que não atingem emissões líquidas zero antes de 2100.
- 5 Nos casos em que os modelos não relatam todos os GEE, as espécies de GEE em falta são preenchidas e agregadas em um pacote de emissões de GEE em CO<sub>2</sub>e de Quioto definido pelo potencial de aquecimento global de 100 anos. Para cada trajetória, o reporte das emissões de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O foi o mínimo exigido para a avaliação da resposta climática e a atribuição a uma categoria climática. As trajetórias de emissões sem avaliação climática não estão incluídas nas faixas aqui apresentadas. Consulte WGIII Anexo III.II.5.
- 6 As emissões acumuladas são calculadas desde o início de 2020 até o momento de emissões líquidas zero e 2100, respectivamente. Elas são baseadas em emissões líquidas de CO<sub>2</sub> harmonizadas, garantindo a consistência com a avaliação do WGI do orçamento de carbono remanescente. {WGIII Caixa 3.4, WGIII SPM Nota de Rodapé 50}

### 3.3.2. Emissões Líquidas Zero: Cronogramas e Implicações

De uma perspectiva da ciência física, limitar o aquecimento global causado pelo ser humano a um nível específico requer limitar as emissões acumuladas de CO<sub>2</sub>, alcançando emissões líquidas zero ou emissões líquidas negativas de CO<sub>2</sub>, juntamente com fortes reduções em outras emissões de GEE (consulte a Caixa de Seção Transversal 1). As trajetórias modeladas globais que alcançam e sustentam emissões de GEE líquidas zero são projetadas para resultar em um declínio gradual na temperatura da superfície (*alta confiança*). Atingir emissões de GEE líquidas zero requer principalmente reduções profundas de CO<sub>2</sub>, metano e outras emissões de GEE, e implica em emissões líquidas negativas de CO<sub>2</sub><sup>77</sup>. A remoção do dióxido de carbono (CDR) será necessária para atingir as emissões líquidas negativas de CO<sub>2</sub><sup>78</sup>. Atingir emissões de CO<sub>2</sub> líquidas zero globais, com o restante das emissões antropogênicas de CO<sub>2</sub> compensadas pelo CO<sub>2</sub> armazenado de forma durável da remoção antropogênica, é uma exigência para estabilizar o aumento da temperatura da superfície global induzida pelo CO<sub>2</sub> (consulte 3.3.3) (*alta confiança*). Isso é diferente de alcançar emissões de GEE líquidas zero, onde as emissões antropogênicas de GEE ponderadas (consulte a Caixa de Seção Transversal 1) são iguais à remoção de CO<sub>2</sub> (*alta confiança*). As trajetórias de emissões que atingem e sustentam emissões de GEE líquidas zero definidas pelo potencial de aquecimento global de 100 anos implicam emissões de CO<sub>2</sub> líquidas negativas e são projetadas para resultar em um declínio gradual na temperatura da superfície após um pico anterior (*alta confiança*). Enquanto que atingir emissões de CO<sub>2</sub> líquidas zero ou emissões de GEE líquidas zero exige reduções profundas e rápidas nas emissões brutas, a implantação da CDR para contrabalançar as emissões residuais difíceis de diminuir (por exemplo, algumas emissões da agricultura, aviação, navegação e processos industriais) é inevitável (*alta confiança*). {WGI SPM D.1, WGI SPM D.1.1, WGI SPM D.1.8; WGIII SPM C.2, WGIII SPM C.3, WGIII SPM C.11, WGIII Caixa TS.6; SR1.5 SPM A.2.2}

Em trajetórias modeladas, o cronograma em que as emissões de CO<sub>2</sub> atingem o valor líquido zero, seguido por emissões líquidas zero de GEE, depende de diversas variáveis, incluindo o resultado climático desejado, a estratégia de mitigação e os gases abrangidos (*alta confiança*). As emissões de CO<sub>2</sub> líquidas zero globais são atingidas no início da década de 2050 em trajetórias que limitam o aquecimento a 1,5°C (>50%) com ou sem *overshoot* limitado ("sem ultrapassagem da temperatura programada ou com ultrapassagem limitada"), e por volta do início da década de 2070 em trajetórias que limitam o aquecimento a 2°C (>67%). Enquanto as emissões de GEE sem CO<sub>2</sub> são fortemente reduzidas em todas as trajetórias que limitam o aquecimento a 2°C (>67%) ou menos, as emissões residuais de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O e Gases fluorados de cerca de 8 [5–11] GtCO<sub>2</sub>e/ano permanecem no momento de emissões líquidas zero de GEE, contrabalançadas pelas emissões de CO<sub>2</sub> líquidas negativas. Como resultado, o valor de emissões de CO<sub>2</sub> líquidas zero seria atingido antes do valor de emissões de GEE líquidas zero (*alta confiança*). {WGIII SPM C.2, WGIII SPM C.2.3, WGIII SPM C.2.4, WGIII Tabela SPM.2, WGIII 3.3} (Figura 3.6)

<sup>77</sup> Emissões de GEE líquidas zero definidas pelo potencial de aquecimento global de 100 anos. Consulte a nota de rodapé 12.

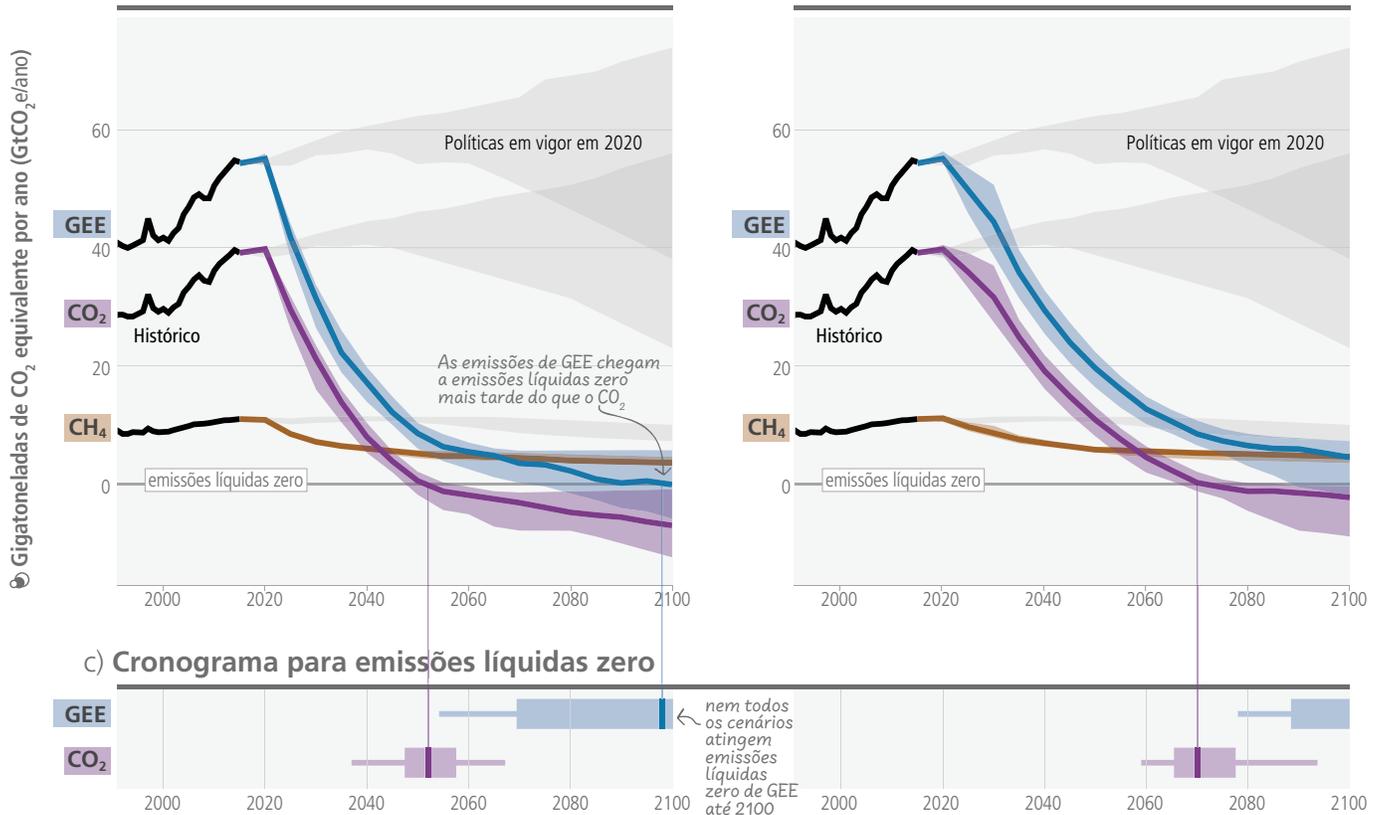
<sup>78</sup> Consulte a seção 3.3.3 e 3.4.1

## Trajетórias modeladas globais que limitam o aquecimento a 1,5°C (>50%) sem ultrapassagem da temperatura programada ou com ultrapassagem limitada atingem emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub> por volta de 2050

O total de gases de efeito estufa (GEE) atinge o valor líquido zero mais tarde

a) Enquanto mantém o aquecimento a até 1,5°C sem ultrapassagem da temperatura programada ou com ultrapassagem limitada

b) Enquanto mantém o aquecimento a até 2°C (>67%)



**Figura 3.6: Total de emissões de GEE, CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> e cronograma para atingir as emissões líquidas zero em diferentes trajetórias de mitigação. Fileira superior:** Emissões de GEE, CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> ao longo do tempo (em GtCO<sub>2</sub>e) com emissões históricas, emissões projetadas de acordo com as políticas implementadas até o final de 2020 (cinza) e trajetórias consistentes com as metas de temperatura em cores (azul, roxo e marrom, respectivamente); o **Painel (a) (esquerda)** mostra trajetórias que limitam o aquecimento a 1,5°C (>50%) com ou sem *overshoot* limitado ("sem ultrapassagem da temperatura programada ou com ultrapassagem limitada") (C1) e o **Painel (b) (direita)** mostra trajetórias que limitam o aquecimento a 2°C (>66%) (C3). **Fileira inferior:** O **Painel (c)** mostra o cronograma mediano (linha vertical), provável (barra) e muito provável (linhas finas) para atingir emissões líquidas zero de GEE e CO<sub>2</sub> para trajetórias modeladas globais que limitam o aquecimento a 1,5°C (>50%) com ou sem *overshoot* limitado ("sem ultrapassagem da temperatura programada ou com ultrapassagem limitada") (C1) (esquerda) ou 2°C (>67%) (C3) (direita). {WGIII Figura SPM.5}

### 3.3.3. Contribuições Setoriais para a Mitigação

Todas as trajetórias modeladas globais que limitam o aquecimento a 2°C (>67%) ou inferior até 2100 envolvem reduções rápidas e profundas e, na maioria dos casos, imediatas das emissões de GEE em todos os setores (consulte também 4.1, 4.5). Reduções nas emissões de GEE na indústria, transporte, edifícios e áreas urbanas podem ser alcançadas através de uma combinação de eficiência e conservação de energia e uma transição para tecnologias com baixo teor de GEE e portadores de energia (consulte também 4.5, Figura 4.4). As opções socioculturais e as mudanças comportamentais podem reduzir as emissões globais de GEE dos setores de uso final, com a maior parte do potencial dos países desenvolvidos, se combinadas com um melhor projeto e acesso à infraestrutura. (*alta confiança*) {WGIII SPM C.3, WGIII SPM C.5, WGIII SPM C.6, WGIII SPM C.7.3, WGIII SPM C.8, WGIII SPM C.10.2}

As trajetórias de mitigação modeladas globais que atingem emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub> e GEE incluem a transição de combustíveis fósseis sem captura e armazenamento de carbono (CCS) para fontes de energia de muito baixo ou zero carbono, tais como energias renováveis ou combustíveis fósseis com CCS, medidas voltadas para a demanda e melhoria da eficiência, reduzindo as emissões de GEE que não o CO<sub>2</sub>, e remoção do dióxido de carbono (CDR).<sup>79</sup> Em trajetórias modeladas globais que limitam o aquecimento a 2°C ou abaixo, quase toda a eletricidade é fornecida a partir de fontes com zero ou baixo teor de carbono em 2050, como renováveis ou combustíveis fósseis com captura e armazenamento de CO<sub>2</sub>, combinadas com o aumento da eletrificação da demanda energética. Tais trajetórias atendem à demanda de serviços de energia com uso relativamente baixo de energia, por exemplo, através de maior eficiência energética e mudanças comportamentais e aumento da eletrificação do uso final de energia. Trajetórias globais modeladas limitando o aquecimento global a 1,5°C (>50%) com ou sem *overshoot* limitado ("sem ultrapassagem da temperatura programada ou com ultrapassagem limitada") geralmente implementam tais mudanças mais rapidamente do que trajetórias que limitam o aquecimento global a 2°C (>67%). (*alta confiança*) {WGIII SPM C.3, WGIII SPM C.3.2, WGIII SPM C.4, WGIII TS.4.2; SR1.5 SPM C.2.2}

As opções de mitigação de AFOLU, quando implementadas de forma sustentável, podem proporcionar reduções de emissões de GEE em larga escala e maior remoção de CO<sub>2</sub>; entretanto, barreiras à implementação e *trade-offs* podem resultar dos impactos da mudança do clima, das demandas concorrentes sobre a terra, dos conflitos com a segurança alimentar e a subsistência, da complexidade dos sistemas de propriedade e gestão da terra e dos aspectos culturais (consulte 3.4.1).

Todas as trajetórias modeladas avaliadas que limitam o aquecimento a 2°C (>67%) ou menos até 2100 incluem a mitigação baseada em energia e mudança no uso da terra, com a maioria incluindo diferentes combinações de reflorestamento, florestamento, desmatamento reduzido e bioenergia. Entretanto, o carbono acumulado na vegetação e nos solos está em risco de perda futura (ou reversão de sumidouros) desencadeada pela mudança do clima e por distúrbios tais como inundações, secas, incêndios ou surtos de pragas, ou por uma futura má gestão. (*alta confiança*) {WGI SPM B.4.3; WGII SPM B.2.3, WGII SPM B.5.4; WGIII SPM C.9, WGIII SPM C.11.3, WGIII SPM D.2.3, WGIII TS.4.2, 3.4; SR1.5 SPM C.2.5; SRCCL SPM B.1.4, SRCCL SPM B.3, SRCCL SPM B.7}

Além das reduções de emissões profundas, rápidas e sustentadas, a CDR pode cumprir três funções complementares: reduzir as emissões líquidas de CO<sub>2</sub> ou de GEE no curto prazo; contrabalançar as emissões residuais "difíceis de eliminar" (por exemplo, algumas emissões da agricultura, aviação, transporte marítimo, processos industriais) para ajudar a alcançar emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub> ou de GEE e alcançar emissões líquidas negativas de CO<sub>2</sub> ou de GEE se implantadas em níveis que excedam as emissões residuais anuais (*alta confiança*). Os métodos de CDR variam em termos de maturidade, processo de remoção, escala de tempo de armazenamento de carbono, meio de armazenamento, potencial de mitigação, custo, benefícios, impactos e riscos, e requisitos de governança (*alta confiança*). Especificamente, a maturidade varia de menor maturidade (por exemplo, alcalinização oceânica) a maior maturidade (por exemplo, reflorestamento); o potencial de remoção e armazenamento varia de menor potencial (<1 Gt CO<sub>2</sub>/ano, por exemplo, gerenciamento de carbono azul) a maior potencial (>3 Gt CO<sub>2</sub>/ano, por exemplo, agroflorestais); os custos variam de custo mais baixo (por exemplo, -45 a 100 US\$/tCO<sub>2</sub> para sequestro de carbono no solo) a custo mais alto (por exemplo, 100-300 US\$/tCO<sub>2</sub> para captura e armazenamento direto de dióxido de carbono no ar) (*confiança média*). Os prazos estimados de armazenamento variam de décadas a séculos para métodos que armazenam carbono na vegetação e através do manejo do carbono do solo, a dez mil anos ou mais para métodos que armazenam carbono em formações geológicas (*alta confiança*). Florestamento, reflorestamento, melhoria do manejo florestal, agroflorestamento e sequestro de carbono no solo são atualmente os únicos métodos amplamente praticados de CDR (*alta confiança*). Os métodos e níveis de implantação da CDR em trajetórias de mitigação modeladas globalmente variam dependendo das suposições sobre custos, disponibilidade e restrições (*alta confiança*). {WGIII SPM C.3.5, WGIII SPM C.11.1, WGIII SPM C.11.4}

<sup>79</sup> A CCS é uma opção para reduzir as emissões provenientes de fontes de energia fóssil em larga escala e de fontes industriais, desde que haja armazenamento geológico disponível. Quando o CO<sub>2</sub> é capturado diretamente da atmosfera (DACCS), ou da biomassa (BECCS), a CCS fornece o componente de armazenamento destes métodos de CDR. A captura de CO<sub>2</sub> e a injeção de subsuperfície é uma tecnologia madura para o processamento de gás e a melhoria da recuperação de petróleo. Ao contrário do setor de petróleo e gás, a CCS é menos madura no setor de energia, bem como na produção de cimento e produtos químicos, onde é uma opção crítica de mitigação. Estima-se que a capacidade técnica de armazenamento geológico seja da ordem de 1000 GtCO<sub>2</sub>, o que é mais do que as necessidades de armazenamento de CO<sub>2</sub> até 2100 para limitar o aquecimento global a 1,5°C, embora a disponibilidade regional de armazenamento geológico possa ser um fator limitante. Se o local de armazenamento geológico for adequadamente selecionado e gerenciado, estima-se que o CO<sub>2</sub> possa ser permanentemente isolado da atmosfera. A implementação da CCS enfrenta atualmente barreiras tecnológicas, econômicas, institucionais, ecológicas, ambientais e socioculturais. Atualmente, as taxas globais de implantação da CCS estão muito abaixo daquelas das trajetórias modelo, limitando o aquecimento global a 1,5°C a 2°C. Condições favoráveis, tais como instrumentos políticos, maior apoio público e inovação tecnológica poderiam reduzir essas barreiras. (*alta confiança*) {WGIII SPM C.4.6}

### 3.3.4. Trajetórias sendo Ultrapassadas: Aumento dos Riscos e Outras Implicações

Exceder um orçamento específico de carbono remanescente resulta em um aquecimento global maior. Atingir e manter as emissões globais líquidas negativas de CO<sub>2</sub> poderia reverter a superação da temperatura resultante (*alta confiança*). Reduções contínuas nas emissões de forçantes climáticos de vida curta, particularmente o metano, após o pico da temperatura, também reduziram ainda mais o aquecimento (*alta confiança*). Apenas um pequeno número das trajetórias mais ambiciosas modeladas globalmente limita o aquecimento global a 1,5°C (>50%) sem *overshoot* ("sem ultrapassagem da temperatura programada"). {WGI SPM D.1.1, WGI SPM D.1.6, WGI SPM D.1.7; WGIII TS.4.2}

O *overshoot* ("ultrapassagem da temperatura programada") de um nível de aquecimento resulta em impactos mais adversos, alguns irreversíveis e riscos adicionais para os sistemas humanos e naturais em comparação com a permanência abaixo desse nível de aquecimento, com riscos crescentes com a magnitude e duração do *overshoot* (*alta confiança*). Em comparação com as trajetórias sem *overshoot*, as sociedades e os ecossistemas estariam expostos a mudanças maiores e mais generalizadas nos condutores de impacto climático, tais como calor extremo e precipitação extrema, com riscos crescentes para a infraestrutura, assentamentos costeiros baixos e meios de subsistência associados (*alta confiança*). Ultrapassar (*overshooting*) 1,5°C resultará em impactos adversos irreversíveis em certos ecossistemas de baixa resiliência, tais como ecossistemas polares, de montanha e costeiros,

impactados pelo derretimento das geleiras, ou pela aceleração e aumento do nível do mar (*alta confiança*). O *overshoot* aumenta os riscos de impactos graves, como o aumento de incêndios, mortalidade em massa de árvores, seca de turfeiras, descongelamento do permafrost e enfraquecimento dos sumidouros naturais de carbono; tais impactos poderiam aumentar a liberação de GEE tornando a inversão de temperatura mais desafiadora (*confiança média*). {WGI SPM C.2, WGI SPM C.2.1, WGI SPM C.2.3; WGII SPM B.6, WGII SPM B.6.1, WGII SPM B.6.2; SR1.5 3.6}

Quanto maior o *overshoot*, mais emissões líquidas negativas de CO<sub>2</sub> são necessárias para retornar a um determinado nível de aquecimento (*alta confiança*). A redução da temperatura global pela remoção do CO<sub>2</sub> exigiria emissões líquidas negativas de 220 GtCO<sub>2</sub> (melhor estimativa, com uma faixa *provável* de 160-370 GtCO<sub>2</sub>) para cada décimo de grau (*confiança média*). Trajetórias modeladas que limitam o aquecimento a 1,5°C (>50%) com ou sem *overshoot* limitado ("sem ultrapassagem da temperatura programada ou com ultrapassagem limitada") atingem valores medianos de emissões líquidas negativas acumuladas de 220 GtCO<sub>2</sub> até 2100, trajetórias que retornam o aquecimento a 1,5°C (>50%) após um alto *overshoot* ("uma alta ultrapassagem da temperatura programada") atingem valores medianos de 360 GtCO<sub>2</sub> (*alta confiança*).<sup>80</sup> Redução mais rápida das emissões de CO<sub>2</sub> e gases que não o CO<sub>2</sub>, especialmente metano, limita os picos de aquecimento e reduz a exigência de emissões líquidas negativas de CO<sub>2</sub> e CDR, reduzindo assim as preocupações de viabilidade e sustentabilidade e os riscos sociais e ambientais (*alta confiança*). {WGI SPM D.1.1; WGIII SPM B.6.4, WGIII SPM C.2, WGIII SPM C.2.2, WGIII Tabela SPM.2}

## 3.4 Interações no Longo Prazo entre Adaptação, Mitigação e Desenvolvimento Sustentável

A mitigação e a adaptação podem levar a sinergias e trade-offs com desenvolvimento sustentável (*alta confiança*). A mitigação e adaptação acelerada e equitativa trazem benefícios ao evitar os danos da mudança do clima e são fundamentais para alcançar o desenvolvimento sustentável (*alta confiança*). As trajetórias de desenvolvimento resilientes ao clima<sup>81</sup> são progressivamente limitadas por cada incremento de aquecimento adicional (*confiança muito alta*). Há uma janela de oportunidade que se fecha rapidamente para assegurar um futuro viável e sustentável para todos (*confiança muito alta*).

### 3.4.1. Sinergias e trade-offs, custos e benefícios

As opções de mitigação e adaptação podem levar a sinergias e *trade-offs* com outros aspectos do desenvolvimento sustentável (consulte também Seção 4.6, Figura 4.4). Sinergias e *trade-offs* dependem do ritmo e da magnitude das mudanças e do contexto de desenvolvimento, incluindo as desigualdades, com consideração da justiça climática. O potencial ou a eficácia de algumas opções de adaptação e mitigação diminui à medida que a mudança do clima se intensifica (consulte também as seções 3.2, 3.3.3, 4.5). (*alta confiança*) {WGII SPM C.2, WGII Figura SPM.4b; WGIII SPM D.1, WGIII SPM D.1.2, WGIII TS.5.1, WGIII Figura SPM.8; SR1.5 SPM D.3, SR1.5 SPM D.4; SRCCL SPM B.2, SRCCL SPM B.3, SRCCL SPM D.3.2, SRCCL Figura SPM.3}

No setor energético, as transições para sistemas de baixas emissões terão múltiplos cobenefícios, incluindo melhorias na qualidade do ar e na saúde. Existem sinergias potenciais entre o desenvolvimento sustentável e, por exemplo, eficiência energética e a energia renovável. (*alta confiança*) {WGIII SPM C.4.2, WGIII SPM D.1.3}

Para a agricultura, a terra e os sistemas alimentares, muitas opções de gestão da terra/do solo e opções de resposta voltadas para a demanda

<sup>80</sup> *Overshoot* ("ultrapassagem") limitado refere-se a exceder 1,5°C de aquecimento global em até cerca de 0,1°C, alto *overshoot* em 0,1°C-0,3°C, em ambos os casos por até várias décadas. {WGIII Caixa SPM.1}

<sup>81</sup> Consulte o Anexo I: Glossário.

(por exemplo, escolhas de dietas, redução das perdas pós-colheita, redução do desperdício de alimentos) podem contribuir para erradicar a pobreza e eliminar a fome ao mesmo tempo em que promovem a boa saúde e o bem-estar, água limpa e saneamento, e a vida na terra (*confiança média*). Em contraste, certas opções de adaptação que promovem a intensificação da produção, como a irrigação, podem ter efeitos negativos sobre a sustentabilidade (por exemplo, para a biodiversidade, serviços ecossistêmicos, esgotamento das águas subterrâneas e qualidade da água) (*alta confiança*). {WGII TS.D.5.5; WGIII SPM D.10; SRCCL SPM B.2.3}

Reflorestamento, melhor gerenciamento florestal, sequestro de carbono no solo, restauração de turfeiras e gerenciamento do carbono azul da costa são exemplos de métodos de CDR que podem melhorar a biodiversidade e as funções dos ecossistemas, o emprego e a subsistência locais, dependendo do contexto.<sup>82</sup> Entretanto, o florestamento ou produção de culturas de biomassa para bioenergia com captura e armazenamento de dióxido de carbono ou biocarvão pode ter impactos socioeconômicos e ambientais adversos, inclusive sobre a biodiversidade, segurança alimentar e hídrica, subsistência local e direitos dos Povos Indígenas, especialmente se implementado em larga escala e onde a posse da terra é insegura. (*alta confiança*) {WGII SPM B.5.4, WGII SPM C.2.4; WGIII SPM C.11.2; SR1.5 SPM C.3.4, SR1.5 SPM C.3.5; SRCCL SPM B.3, SRCCL SPM B.7.3, SRCCL Figura SPM.3}

As trajetórias modeladas que assumem o uso mais eficiente dos recursos ou que reorientam o desenvolvimento global em direção à sustentabilidade incluem menos desafios, como a dependência de CDR e a pressão sobre a terra e a biodiversidade, e têm as sinergias mais nítidas no que diz respeito ao desenvolvimento sustentável (*alta confiança*). {WGIII SPM C.3.6; SR1.5 SPM D.4.2}

**Reforçar as ações de mitigação da mudança do clima implica transições mais rápidas e maiores investimentos iniciais, mas será benéfico por evitar danos causados pela mudança do clima e reduzir os custos de adaptação.** Os efeitos agregados da mitigação da mudança do clima sobre o PIB global (excluindo os danos da mudança do clima e os custos de adaptação) são pequenos em comparação com o crescimento projetado do PIB global. As estimativas projetadas de danos econômicos líquidos agregados globais e os custos de adaptação, em geral, aumentam com o nível de aquecimento global. (*alta confiança*) {WGII SPM B.4.6, WGII TS.C.10; WGIII SPM C.12.2, WGIII SPM C.12.3}

A análise custo-benefício permanece limitada em sua capacidade de representar todos os danos decorrentes da mudança do clima, incluindo danos não monetários, ou de captar a natureza heterogênea dos danos e o risco de danos catastróficos (*alta confiança*). Mesmo sem considerar esses fatores ou os cobenefícios da mitigação, os benefícios globais de limitar o aquecimento a 2°C excedem o custo da mitigação (*confiança média*). Esta descoberta é robusta contra uma ampla gama de suposições sobre preferências sociais sobre desigualdades e

descontos ao longo do tempo (*confiança média*). Limitar o aquecimento global a 1,5°C ao invés de 2°C aumentaria os custos da mitigação, mas também aumentaria os benefícios em termos de redução de impactos e riscos relacionados (consulte 3.1.1, 3.1.2) e redução das necessidades de adaptação (*alta confiança*)<sup>82</sup>. {WGII SPM B.4, WGII SPM B.6; WGIII SPM C.12, WGIII SPM C.12.2, WGIII SPM C.12.3 WGIII Caixa TS.7; SR1.5 SPM B.3, SR1.5 SPM B.5, SR1.5 SPM B.6}

Considerando outras dimensões do desenvolvimento sustentável, tais como os potencialmente fortes benefícios econômicos para a saúde humana decorrentes da melhoria da qualidade do ar, podem aumentar os benefícios estimados da mitigação (*confiança média*). Os efeitos econômicos das ações de mitigação reforçadas variam entre regiões e países, dependendo notavelmente da estrutura econômica, da redução das emissões regionais, do desenho de políticas e do nível de cooperação internacional (*alta confiança*). Trajetórias ambiciosas de mitigação implicam grandes e às vezes mudanças disruptivas na estrutura econômica, com implicações para ações de curto prazo (Seção 4.2), equidade (Seção 4.4), sustentabilidade (Seção 4.6) e financiamento (Seção 4.8) (*alta confiança*). {WGIII SPM C.12.2, WGIII SPM D.3.2, WGIII TS.4.2}

### 3.4.2. Avançando a Ação Climática Integrada para o Desenvolvimento Sustentável

**Uma abordagem inclusiva e equitativa para integrar adaptação, mitigação e desenvolvimento pode fazer avançar o desenvolvimento sustentável a longo prazo (*alta confiança*).** Respostas integradas podem aproveitar as sinergias para o desenvolvimento sustentável e reduzir *trade-offs* (*alta confiança*). A reorientação de trajetórias de desenvolvimento para a sustentabilidade e o avanço do desenvolvimento resistente ao clima é possível quando os governos, a sociedade civil e o setor privado fazem escolhas de desenvolvimento que priorizam a redução de risco, equidade e justiça, e quando os processos de tomada de decisão, financiamento e ações são integrados entre os níveis de governança, setores e prazos (*confiança muito alta*) (consulte também Figura 4.2). Processos inclusivos envolvendo o conhecimento local e o conhecimento indígena aumentam estas perspectivas (*alta confiança*). Entretanto, as oportunidades de ação diferem substancialmente entre e dentro das regiões, impulsionadas por padrões históricos e contínuos de desenvolvimento (*confiança muito alta*). O apoio financeiro acelerado aos países em desenvolvimento é fundamental para melhorar as ações de mitigação e adaptação (*alta confiança*). {WGII SPM C.5.4, WGII SPM D.1, WGII SPM D.1.1, WGII SPM D.1.2, WGII SPM D.2, WGII SPM D.3, WGII SPM D.5, WGII SPM D.5, WGII SPM D.5.2; WGIII SPM D.1, WGIII SPM D.2, WGIII SPM D.2.4, WGIII SPM E.2.2, WGIII SPM E.2.3, WGIII SPM E.5.3, WGIII Caixa de Capítulo Transversal 5}<sup>83</sup>

**Políticas que reorientam as trajetórias de desenvolvimento em direção à sustentabilidade podem ampliar o portfólio de respostas de mitigação e adaptação disponíveis (*confiança média*).** Combinar a mitigação com ações para reorientar as

<sup>82</sup> Os impactos, riscos e cobenefícios da implantação de CDR para ecossistemas, biodiversidade e pessoas serão altamente variáveis dependendo do método, contexto específico do local, implementação e escala (*alta confiança*). {WGIII SPM C.11.2}

<sup>83</sup> A evidência é muito limitada para uma conclusão robusta semelhante para limitar o aquecimento a 1,5°C. {WGIII SPM NOTA DE RODAPÉ 68}

trajetórias de desenvolvimento, tais como políticas setoriais mais amplas, abordagens que induzem mudanças de estilo de vida ou de comportamento, regulação financeira ou políticas macroeconômicas pode superar barreiras e abrir uma gama mais ampla de opções de mitigação (*alta confiança*). O planejamento integrado e inclusivo e o investimento na tomada de decisões diárias sobre a infraestrutura urbana podem aumentar significativamente a capacidade de adaptação dos assentamentos urbanos e rurais. As cidades costeiras e os assentamentos desempenham um papel importante no avanço do desenvolvimento resiliente ao clima devido ao alto número de pessoas que vivem na Zona Costeira de Baixa Elevação, ao risco crescente e climático composto que enfrentam e ao seu papel vital nas economias nacionais e além (*alta confiança*).

{WGII SPM D.3, WGII SPM D.3.3; WGIII SPM E.2, WGIII SPM E.2.2; SR1.5 SPM D.6}

**Os impactos adversos observados e as perdas e danos relacionados, os riscos projetados, as tendências de vulnerabilidade e os limites de adaptação demonstram que a transformação para a sustentabilidade e a ação de desenvolvimento resiliente ao clima é mais urgente do que anteriormente avaliada (*confiança muito alta*). O desenvolvimento resiliente ao clima integra a adaptação e a mitigação dos GEE para fazer avançar o desenvolvimento sustentável para todos.** As trajetórias de desenvolvimento resilientes ao clima têm sido limitadas pelo desenvolvimento, emissões e mudança do clima do passado e são progressivamente limitadas por cada incremento de aquecimento, em particular acima de 1,5°C (*confiança muito alta*). O desenvolvimento resiliente ao clima não será possível em algumas regiões e sub-regiões se o aquecimento global exceder 2°C (*confiança média*). Salvar a biodiversidade e os ecossistemas é fundamental para o desenvolvimento resiliente ao clima, mas a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos têm capacidade limitada para se adaptar ao aumento dos níveis de aquecimento global, tornando o desenvolvimento resiliente ao clima progressivamente mais difícil de alcançar acima de 1,5°C de aquecimento (*confiança muito alta*). {WGII SPM D.1, WGII SPM D.1.1, WGII SPM D.4, WGII SPM D.4.3, WGII SPM D.5.1; WGIII SPM D.1.1}

**A evidência científica acumulada é inequívoca: a mudança do clima é uma ameaça ao bem-estar humano e à saúde planetária (*confiança muito alta*). Qualquer atraso adicional na ação global coordenada antecipatória sobre adaptação e mitigação significa perder uma breve, que se fecha rapidamente, janela de oportunidade para assegurar um futuro viável e sustentável para todos (*confiança muito alta*).** As oportunidades de ação a curto prazo são avaliadas na seção seguinte. {WGII SPM D.5.3; WGIII SPM D.1.1}

## Seção 4

# Respostas no Curto Prazo para um Clima em Mudança

## Seção 4: Respostas no Curto Prazo para um Clima em Mudança

### 4.1 Temporalidade e Urgência da Ação Climática

**A mitigação profunda, rápida e sustentada e a implementação acelerada da adaptação reduzem os riscos da mudança do clima para os seres humanos e os ecossistemas. Nas trajetórias modeladas que limitam o aquecimento a 1,5°C (>50%) com ou sem overshoot limitado ("sem ultrapassagem da temperatura programada ou com ultrapassagem limitada") e naquelas que limitam o aquecimento a 2°C (>67%) e pressupõem ação imediata, projeta-se que as emissões globais de GEE atinjam o pico no início da década de 2020, seguido de reduções rápidas e profundas. Como as opções de adaptação muitas vezes têm longos tempos de implementação, a implementação acelerada da adaptação, particularmente nesta década, é importante para reduzir as lacunas de adaptação. (alta confiança)**

A magnitude e a taxa da mudança do clima e dos riscos associados dependem fortemente das ações de mitigação e adaptação a curto prazo (*confiança muito alta*). É *mais provável do que improvável* que o aquecimento global atinja 1,5°C entre 2021 e 2040, mesmo nos cenários de emissão de GEE muito baixos (SSP1-1.9), e é *provável* ou *muito provável* que ultrapasse 1,5°C nos cenários de emissão mais altos<sup>84</sup>. Muitas opções de adaptação têm viabilidade média ou alta até 1,5°C (*confiança média a alta*, dependendo da opção), mas limites rígidos de adaptação já foram atingidos em alguns ecossistemas e a eficácia da adaptação para reduzir o risco climático diminuirá com o aumento do aquecimento (*alta confiança*). As escolhas e ações implementadas pela sociedade nesta década determinam até que ponto as trajetórias de médio e longo prazo proporcionarão um desenvolvimento mais ou menos resistente ao clima (*alta confiança*). As perspectivas de desenvolvimento resilientes ao clima são cada vez mais limitadas se as atuais emissões de gases de efeito estufa não diminuírem rapidamente, especialmente se o aquecimento global de 1,5°C for ultrapassado no curto prazo (*alta confiança*). Sem ações urgentes, eficazes e equitativas de adaptação e mitigação, a mudança do clima ameaça cada vez mais a saúde e a subsistência das pessoas em todo o mundo, a saúde dos ecossistemas e a biodiversidade, com graves consequências adversas para as gerações atuais e futuras (*alta confiança*). {WGI SPM B.1.3, WGI SPM B.5.1, WGI SPM B.5.2; WGII SPM A, WGII SPM B.4, WGII SPM C.2, WGII SPM C.3.3, WGII Figura SPM.4, WGII SPM D.1, WGII SPM D.5, WGIII SPM D.1.1 SR1.5 SPM D.2.2}. (Caixa de Seção Transversal 2, Figura 2.1, Figura 2.3)

**Nas trajetórias modeladas que limitam o aquecimento a 1,5°C (>50%) com ou sem overshoot limitado ("sem ultrapassagem**

**da temperatura programada ou com ultrapassagem limitada") e naquelas que limitam o aquecimento a 2°C (>67%), assumindo ações imediatas, projeta-se que as emissões globais de GEE atinjam o pico no início da década de 2020, seguido de reduções de emissões de GEE rápidas e profundas (alta confiança)**<sup>85</sup>. Em trajetórias que limitam o aquecimento a 1,5°C (>50%), com ou sem overshoot limitado ("sem ultrapassagem da temperatura programada ou com ultrapassagem limitada"), projeta-se que as emissões globais líquidas de gases de efeito estufa diminuam em 43% [34–60%]<sup>86</sup> abaixo dos níveis de 2019 até 2030, 60% [49–77%] até 2035, 69% [58–90%] até 2040 e 84% [73–98%] (*alta confiança*) (Seção 2.3.1, Tabela 2.2, Figura 2.5, Tabela 3.1)<sup>87</sup>. Trajetórias modeladas globalmente que limitam o aquecimento a 2°C (>67%) têm reduções nas emissões de GEE abaixo dos níveis de 2019 de 21% [1–42%] até 2030, 35% [22–55%] até 2035, 46% [34–63%] até 2040 e 64% [53–77%] até 2050<sup>88</sup> (*alta confiança*). As emissões globais de GEE associadas às NDCs anunciadas antes da COP26 tornariam *provável* que o aquecimento excedesse 1,5°C (*alta confiança*) e limitar o aquecimento a 2°C (>67%) implicaria então uma rápida aceleração das reduções de emissões durante 2030–2050, cerca de 70% mais rápido do que nas trajetórias onde são tomadas medidas imediatas para limitar o aquecimento a 2°C (>67%) (*confiança média*) (Seção 2.3.1) Investimentos contínuos em infraestrutura de alta emissão sem abatimento<sup>89</sup> e desenvolvimento e implantação limitados de alternativas de baixas emissões antes de 2030 atuariam como barreiras a esta aceleração e aumentariam os riscos de viabilidade (*alta confiança*). {WGIII SPM B.6.3, WGIII Capítulo 3.5.2, WGIII SPM B.6, WGIII SPM B.6., WGIII SPM C.1, WGIII SPM C1.1, Tabela SPM.2} (Caixa de Seção Transversal.2)

<sup>84</sup> No curto prazo (2021–2040), é *muito provável* que o nível de aquecimento global de 1,5°C seja excedido no cenário de emissões muito altas de GEE (SSP5–8.5), é *provável* que seja excedido no cenário de emissões intermediárias e altas de GEE (SSP2–4.5, SSP3–7.0), é *mais provável* do que *improvável* que seja excedido no cenário de emissões baixas de GEE (SSP1–2.6) e é *mais provável do que improvável* que seja alcançado no cenário de emissões muito baixas de GEE (SSP1–1.9). As melhores estimativas [e faixas *muito prováveis*] de aquecimento global para os diferentes cenários a curto prazo são: 1,5°C [1,2°C–1,7°C] (SSP1–1.9); 1,5°C [1,2°C–1,8°C] (SSP1–2.6); 1,5°C [1,2°C–1,8°C] (SSP2–4.5); 1,5°C [1,2°C–1,8°C] (SSP2–4.5); 1,5°C [1,2°C–1,8°C] (SSP3–7.0); e 1,6°C [1,3°C–1,9°C] (SSP5–8.5). {WGI SPM B.1.3, WGI Tabela SPM.1} (Caixa de Seção Transversal.2)

<sup>85</sup> Valores entre parênteses indicam a probabilidade de limitar o aquecimento ao nível especificado (consulte a Caixa de Seção Transversal.2).

<sup>86</sup> Faixa mediana e *muito provável* [5º a 95º percentil] {WGIII SPM nota de rodapé 30}.

<sup>87</sup> Estes números para CO<sub>2</sub> são 48% [36–69%] em 2030, 65% [50–96%] em 2035, 80% [61–109%] em 2040 e 99 [79–119%] em 2050.

<sup>88</sup> Estes números para CO<sub>2</sub> são 22% [1–44%] em 2030, 37% [21–59%] em 2035, 51% [36–70%] em 2040 e 73% [55–90%] em 2050

<sup>89</sup> Neste contexto, "combustíveis fósseis sem abatimento" refere-se aos combustíveis fósseis produzidos e utilizados sem intervenções que reduzam substancialmente a quantidade de GEE emitida ao longo do ciclo de vida; por exemplo, capturando 90% ou mais CO<sub>2</sub> de usinas elétricas, ou 50–80% de emissões fugitivas de metano do fornecimento de energia {WGIII SPM nota de rodapé 54}.

**Todas as trajetórias modeladas globalmente que limitam o aquecimento a 2°C (>67%) ou inferior até 2100 envolvem reduções tanto nas emissões líquidas de CO<sub>2</sub> quanto nas emissões que não sejam de CO<sub>2</sub> (consulte Figura 3.6) (*alta confiança*).** Por exemplo, em trajetórias que limitam o aquecimento a 1,5°C (>50%) com ou sem *overshoot* limitado ("sem ultrapassagem da temperatura programada ou com ultrapassagem limitada"), as emissões globais de CH<sub>4</sub> (metano) são reduzidas em 34% [21–57%] abaixo dos níveis de 2019 até 2030 e em 44% [31–63%] em 2040 (*alta confiança*). As emissões globais de CH<sub>4</sub> são reduzidas em 24% [9–53%] abaixo dos níveis de 2019 até 2030 e em 37% [20–60%] em 2040 em trajetórias modeladas que limitam o aquecimento a 2°C com ação a partir de 2020 (>67%) (*alta confiança*).

{WGIII SPM C.1.2, WGIII Tabela SPM.2, WGIII Capítulo 3.3; SR1.5 SPM C.1, SR1.5 SPM C.1.2} (Caixa de Seção Transversal. 2)

**Todas as trajetórias modeladas globalmente que limitam o aquecimento a 2°C (>67%) ou inferior até 2100 envolvem reduções de emissão de GEE em todos os setores (*alta confiança*).** As contribuições dos diferentes setores variam conforme as trajetórias modeladas de mitigação. Na maioria das trajetórias de mitigação modeladas globalmente, as emissões provenientes do uso da terra, mudança do uso da terra e da silvicultura, através de reflorestamento e redução do desmatamento, e do setor de fornecimento de energia, atingem emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub> antes dos setores de construção, indústria e transporte (Figura 4.1). As estratégias podem depender de combinações de diferentes opções (Figura 4.1, Seção 4.5), mas fazer menos em um setor precisa ser compensado por outras reduções em outros setores para que o aquecimento seja limitado. (*alta confiança*) {WGIII SPM C.3, WGIII SPM C.3.1, WGIII SPM 3.2, WGIII SPM C.3.3} (Caixa de Seção Transversal.2)

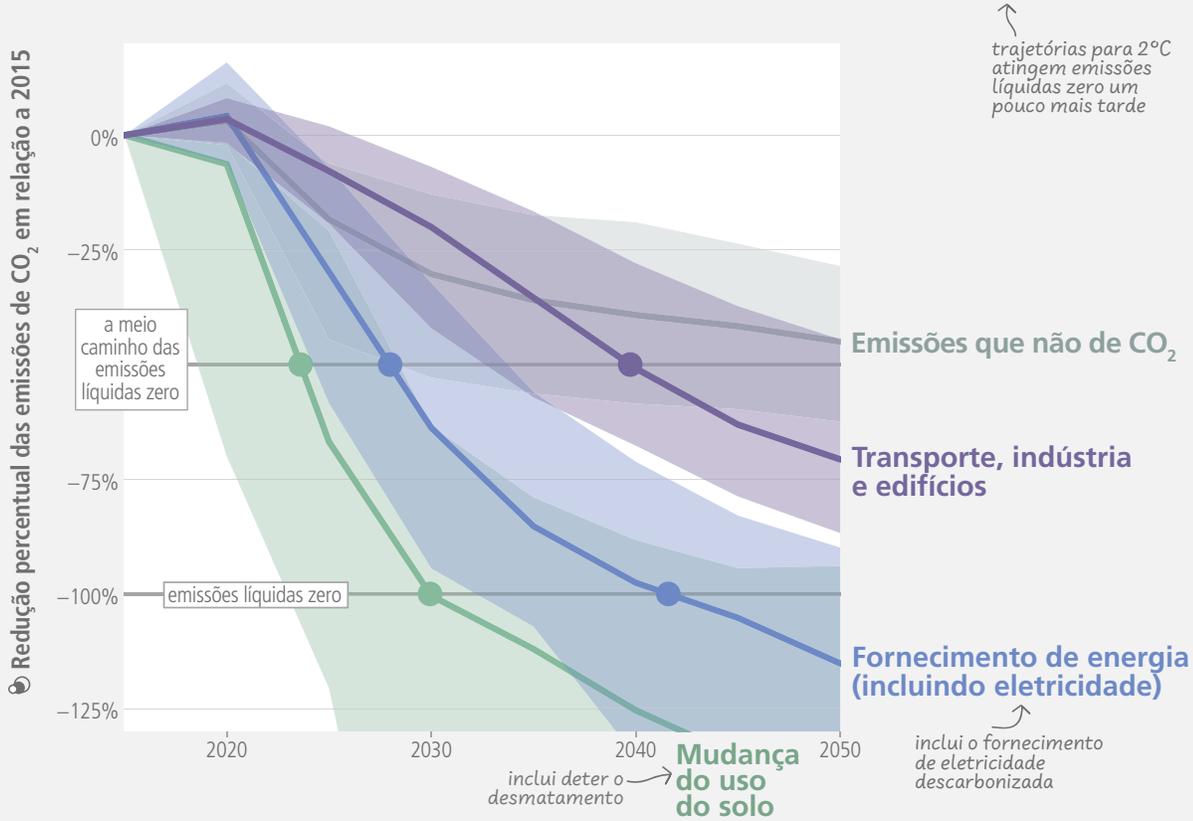
**Sem ações rápidas, profundas e sustentadas de mitigação e adaptação acelerada, as perdas e danos continuarão a aumentar, incluindo impactos adversos projetados na África, LDCs, SIDS, América Central e do Sul<sup>90</sup>, Ásia e Ártico, e afetarão desproporcionalmente as populações mais vulneráveis (*alta confiança*).** {WGII SPM C.3.5; WGII SPM B.2.4; WGII Atlas Global a Regional Anexo A1.15, A1.27; WGII 12.2; WGII 10. Caixa 10.6; WGII TS D.7.5; WGII CCB6 ES; SR1.5 SPM B.5.3; SR 1.5 SPM B.5.7; SRCCL A.5.6} (Figura 3.2; Figura 3.3)

<sup>90</sup> A parte sul do México está incluída na sub-região climática da América Central do Sul (SCA) para o WGI. O México é avaliado como parte da América do Norte para o WGII. A literatura sobre mudanças do clima para a região da SCA ocasionalmente inclui o México e, nesses casos, a avaliação do WGII faz referência à América Latina. O México é considerado parte da América Latina e do Caribe para o WGIII. {WGII 12.1.1, WGIII AII.1.1}

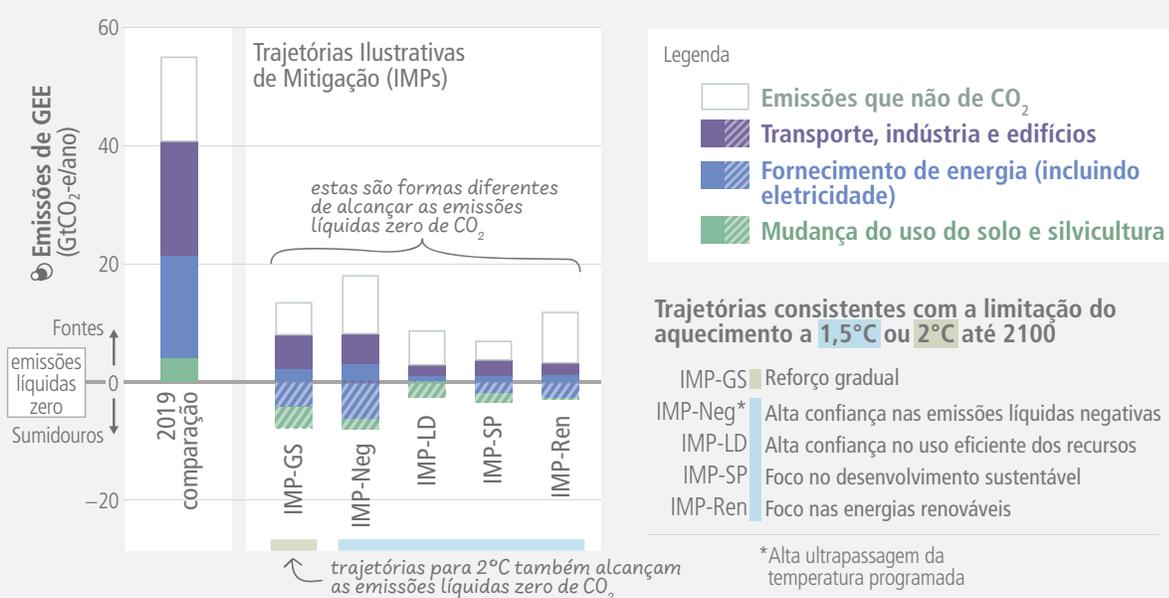
# A transição para emissão líquida zero de CO<sub>2</sub> terá um ritmo diferente em diferentes setores

As emissões de CO<sub>2</sub> do setor das indústrias de eletricidade/combustíveis fósseis e as mudanças no uso do solo, em geral, chegam a emissões líquidas zero antes do que em outros setores

a) Emissões setoriais em trajetórias que limitam o aquecimento a 1,5°C



b) Emissões de gases de efeito estufa por setor no momento da emissão líquida zero de CO<sub>2</sub>, em comparação com 2019



**Figura 4.1: Emissões setoriais em trajetórias que limitam o aquecimento a 1,5°C.** O Painel (a) mostra as emissões setoriais de CO<sub>2</sub> e emissões que não são de CO<sub>2</sub> em trajetórias modeladas globalmente que limitam o aquecimento a 1,5°C (>50%), com ou sem *overshoot* limitado ("sem ultrapassagem da temperatura programada ou com ultrapassagem limitada"). As linhas horizontais ilustram a redução pela metade das emissões de 2015 (ano base das trajetórias) (tracejado) e o alcance de emissões líquidas zero (linha sólida). A faixa mostra o 5º–95º percentil das emissões ao longo das trajetórias. O cronograma difere fortemente por setor, com as emissões de CO<sub>2</sub> do setor das indústrias de eletricidade/combustíveis fósseis e a mudança de uso do solo, em geral, atingindo emissões líquidas zero mais cedo. As emissões que não são de CO<sub>2</sub> da agricultura também são substancialmente reduzidas em comparação com as trajetórias sem política climática, mas normalmente não chegam a zero. **Painel (b)** Embora todos as trajetórias incluam emissões fortemente reduzidas, existem trajetórias diferentes conforme indicado pelas trajetórias ilustrativas de mitigação utilizadas no WGIII do IPCC. As trajetórias enfatizam rotas consistentes com a limitação do aquecimento a 1,5°C com uma alta dependência de emissões líquidas negativas (IMP-Neg), alta eficiência de recursos (IMP-LD), um foco no desenvolvimento sustentável (IMP-SP) ou energias renováveis (IMP-Ren) e consistente com 2°C com base em uma introdução menos rápida de medidas de mitigação seguida por um subsequente reforço gradual (IMP-GS).

As emissões positivas (barras de preenchimento sólido) e negativas (barras tracejadas) para diferentes trajetórias ilustrativas de mitigação são comparadas às emissões de GEE do ano de 2019. A categoria "fornecimento de energia (incluindo eletricidade)" inclui a bioenergia com captura e armazenamento de carbono e captura direta de carbono do ar e seu armazenamento. {WGIII Caixa TS.5, 3.3, 3.4, 6.6, 10.3, 11.3} (Caixa de Seção Transversal 2)

## 4.2 Benefícios do Fortalecimento da Ação no Curto Prazo

**A implementação acelerada da adaptação melhorará o bem-estar, reduzindo perdas e danos, especialmente para as populações vulneráveis. Ações de mitigação profundas, rápidas e sustentadas reduziriam futuros custos de adaptação e perdas e danos, aumentariam os sob cobeneficiário do desenvolvimento sustentável, evitariam a dependência de fontes de emissão e reduziriam os ativos estagnados e as mudanças do clima irreversíveis. Essas ações de curto prazo envolvem maiores investimentos iniciais e mudanças disruptivas, que podem ser moderadas por uma série de condições de capacitação e remoção ou redução de barreiras à viabilidade. (*alta confiança*)**

**A implementação acelerada de respostas de adaptação trará benefícios ao bem-estar humano (*alta confiança*) (Seção 4.3).**

Como as opções de adaptação muitas vezes têm longos tempos de implementação, o planejamento a longo prazo e a implementação acelerada, particularmente nesta década, é importante para reduzir as lacunas de adaptação, reconhecendo que restrições permanecem para algumas regiões. Os benefícios para as populações vulneráveis seriam elevados (consulte seção 4.4). (*alta confiança*) {WGISPM B.1, WGI SPM B.1.3, WGI SPM B.2.2, WGI SPM B.3; WGII SPM C.1.1, WGII SPM C.1.2, WGII SPM C.2, WGII SPM C.3.1, WGII SPM Figura SPM.4b; SROCC SPM C.3.4, SROCC Figura 3.4, SROCC SPM Figura 5}

**Ações de curto prazo que limitem o aquecimento global a cerca de 1,5°C reduziriam substancialmente perdas e danos projetados relacionados à mudança do clima nos sistemas humanos e ecossistemas, em comparação com níveis de aquecimento mais altos, mas não podem eliminar todos eles (*confiança muito alta*).** A magnitude e a taxa da mudança do clima e os riscos associados dependem fortemente das ações de mitigação e adaptação a curto prazo, e os impactos adversos projetados e as perdas e danos relacionados aumentam a cada incremento no aquecimento global (*confiança muito alta*). As ações de mitigação adiadas aumentarão ainda mais o aquecimento global, o que diminuirá a eficácia de muitas opções de adaptação, incluindo a Adaptação baseada em Ecossistemas e muitas opções relacionadas à água, bem como o aumento dos riscos de viabilidade de mitigação, como para opções baseadas em ecossistemas (*alta confiança*). Respostas abrangentes, eficazes e inovadoras integrando adaptação e mitigação podem aproveitar sinergias e reduzir trade-offs entre adaptação e mitigação, bem como no cumprimento dos requisitos de financiamento (*confiança muito alta*) (consulte Seção 4.5, 4.6, 4.8 e 4.9) {WGII SPM B.3, WGII SPM B.4, WGII SPM B.6.2, WGII SPM C.2, WGII SPM C.3, WGII SPM D.1, WGII

SPM D.4.3, WGII SPM D.5, WG II TS D.1.4, WG II TS.D.5, WGII TS D.7.5, WGIII SPM B.6.3, WGIII SPM B.6.4, WGIII SPM C.9, WGIII SPM D.2, WGIII SPM E.13, SR1.5 SPM C.2.7, SR1.5 D.1.3, SR1.5 D.5.2}.

**As ações de mitigação terão outros cobenefícios do desenvolvimento sustentável (*alta confiança*).** A mitigação melhorará a qualidade do ar e a saúde humana a curto prazo, principalmente porque muitos poluentes do ar são coemitidos pelos setores emissores de GEE e porque as emissões de metano levam à formação de ozônio de superfície (*alta confiança*). Os benefícios da melhoria da qualidade do ar incluem a prevenção de mortes prematuras relacionadas à poluição do ar, doenças crônicas e danos aos ecossistemas e cultivos. Os benefícios econômicos para a saúde humana decorrentes da melhoria da qualidade do ar, resultantes das ações de mitigação, podem ser da mesma ordem de grandeza que os custos de mitigação, e potencialmente ainda maiores (*confiança média*). Como o metano tem uma vida útil curta, mas é um potente GEE, reduções fortes, rápidas e sustentadas nas emissões de metano podem limitar o aquecimento a curto prazo e melhorar a qualidade do ar reduzindo o ozônio de superfície global (*alta confiança*). {WGI SPM D.1.7, WGI SPM D.2.2, WGI Capítulo 6.7, WGI TS Caixa TS.7, WGI Capítulo 6 Caixa 6.2, WGI Figuras 6.3, 6.16, 6.17, WGII TS.D.8.3, WGII Caixa de Capítulo Transversal SAÚDE, WGII Capítulo 5 ES, WGII Capítulo 7 ES; WGII Capítulo 7.3.1.2; WGIII Figura SPM.8, WGIII SPM C.2.3, WGIII SPM C.4.2, WGIII TS.4.2}

**Os desafios das ações de adaptação e mitigação atrasadas incluem o risco de escalada de custos, engessamento (*lock-in*) de infraestrutura, ativos estagnados e viabilidade e eficácia reduzidas das opções de adaptação e mitigação (*alta confiança*). A instalação contínua de uma infraestrutura de combustível fóssil<sup>91</sup> sem abatimento "engessará" ("*lock-in*") as emissões**

<sup>91</sup> Neste contexto, "combustíveis fósseis sem abatimento" refere-se aos combustíveis fósseis produzidos e utilizados sem intervenções que reduzam substancialmente a quantidade de GEE emitida ao longo do ciclo de vida; por exemplo, capturando 90% ou mais CO<sub>2</sub> de usinas elétricas, ou 50–80% de emissões fugitivas de metano do fornecimento de energia {WGIII SPM nota de rodapé 54}.

de **GEE (*alta confiança*)**. Limitar o aquecimento global a 2°C ou abaixo deixará uma quantidade substancial de combustíveis fósseis sem queimar e poderá estagnar uma infraestrutura considerável de combustíveis fósseis (*alta confiança*), com valor global descontado projetado em torno de US\$1–4 trilhões de dólares de 2015 a 2050 (*confiança média*). Ações antecipadas limitariam o tamanho desses ativos estagnados, ao passo que ações postergadas com investimentos contínuos em infraestrutura de alta emissão sem abatimento e com desenvolvimento e implantação limitados de alternativas de baixa emissão antes de 2030 elevariam os futuros ativos estagnados para o limite superior do intervalo – atuando como barreiras e aumentando os riscos de viabilidade da economia política que podem comprometer os esforços para limitar o aquecimento global (*alta confiança*). {WGIII SPM B.6.3, WGIII SPM C.4, WGIII Caixa TS.8}.

**A ampliação das ações climáticas de curto prazo (Seção 4.1) mobilizará uma combinação de opções de baixo custo e alto custo.** Opções de alto custo, como em energia e infraestrutura, são necessárias para evitar futuros engessamentos (*lock-ins*), fomentar a inovação e iniciar mudanças transformacionais (Figura 4.4). Trajetórias de desenvolvimento resilientes ao clima em apoio ao desenvolvimento sustentável para todos são moldadas pela equidade e pela justiça social e climática (*confiança muito alta*). A incorporação de adaptação e mitigação eficazes e equitativas no planejamento do desenvolvimento pode reduzir a vulnerabilidade, conservar e restaurar ecossistemas e permitir um desenvolvimento resiliente ao clima. Isso é especialmente desafiador em localidades com diferenças persistentes de desenvolvimento e recursos limitados. (*alta confiança*) {WGII SPM C.5, WGII SPM D1; WGIII TS.5.2, WGIII Seção 8.3.1, WGIII Seção 8.3.4, WGIII Seção 8.4.1, WGIII Seção 8.6}.

**A ampliação da ação climática pode gerar mudanças disruptivas na estrutura econômica com consequências distributivas e a necessidade de conciliar interesses, valores e visões de mundo divergentes, dentro e entre países.** Reformas fiscais, financeiras, institucionais e reguladoras mais profundas podem compensar tais efeitos adversos e desbloquear potenciais de mitigação. As escolhas e ações da sociedade implementadas nesta década determinarão até que ponto as trajetórias de desenvolvimento de médio e longo prazo produzirão resultados de desenvolvimento mais ou menos resistentes ao clima. (*alta confiança*) {WGII SPM D.2, WGII SPM D.5, WGII Caixa TS.8; WGIII SPM D.3, WGIII SPM E.2, WGIII SPM E.3, WGIII SPM E.4, WGIII TS.2, WGIII TS.4.1, WGIII TS.6.4, WGIII Capítulo 15.2, WGIII Capítulo 15.6}.

**As condições habilitadoras precisariam ser reforçadas a curto prazo e as barreiras, reduzidas ou removidas, para realizar oportunidades de ações profundas e rápidas de adaptação e mitigação e desenvolvimento resistente ao clima (*alta confiança*) (Figura 4.2).** Estas condições habilitadoras são diferenciadas por

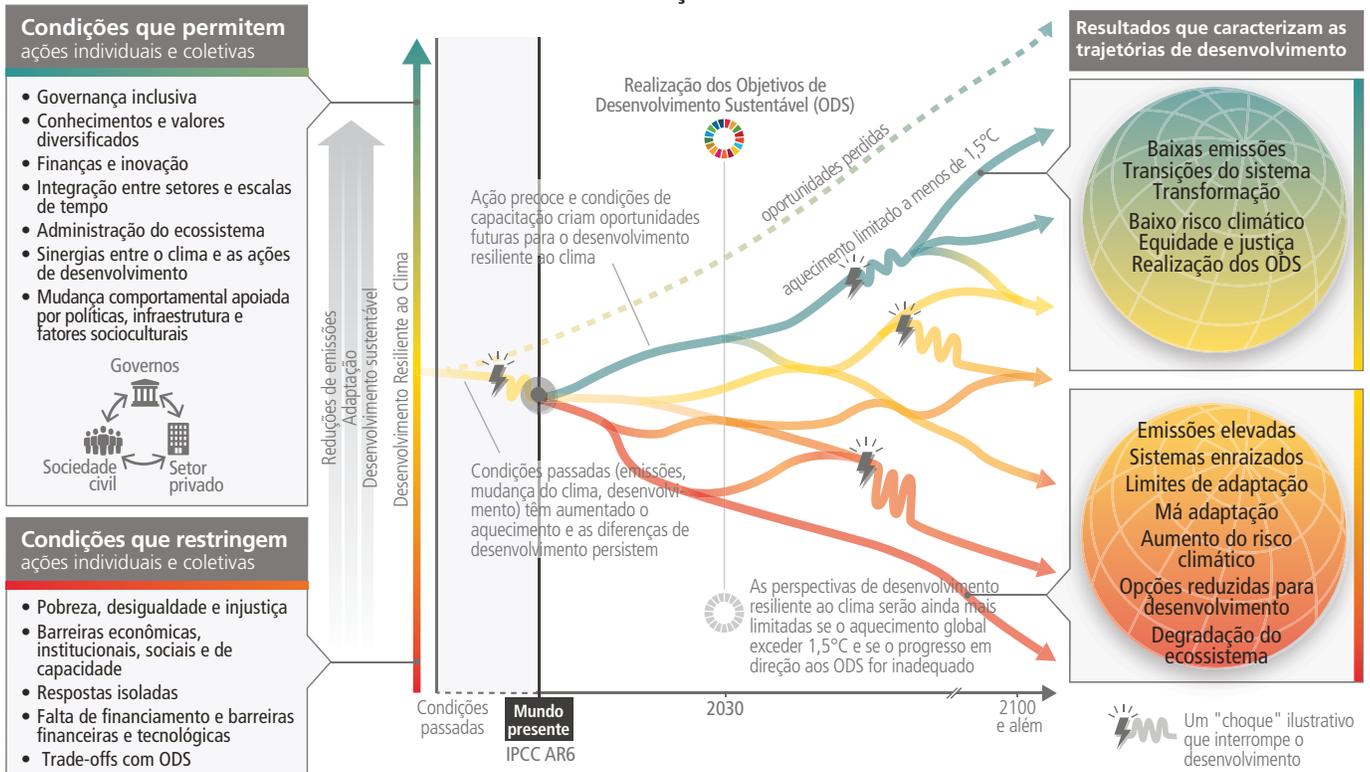
circunstâncias e geografias nacionais, regionais e locais, de acordo com as capacidades, e incluem: equidade e inclusão na ação climática (consulte seção 4.4), transições rápidas e de longo alcance em setores e sistemas (consulte seção 4.5), medidas para alcançar sinergias e reduzir *trade-offs* com objetivos de desenvolvimento sustentável (consulte Seção 4.6), melhorias de governança e políticas (consulte Seção 4.7), acesso ao financiamento, melhoria da cooperação internacional e melhorias tecnológicas (consulte Seção 4.8), e integração de ações de curto prazo entre setores, sistemas e regiões (consulte Seção 4.9). {WGII SPM D.2, WGIII SPM E.1, WGIII SPM E.2}

**Barreiras à viabilidade precisariam ser reduzidas ou removidas para implantar opções de mitigação e adaptação em escala.** Muitos limites à viabilidade e eficácia das respostas podem ser superados abordando uma série de barreiras, incluindo econômicas, tecnológicas, institucionais, sociais, ambientais e geofísicas. A viabilidade e eficácia das opções aumentam com soluções integradas e multissetoriais que diferenciam respostas baseadas no risco climático, atravessam sistemas e abordam as inequidades sociais. Ações reforçadas a curto prazo em trajetórias modeladas de custo-efetividade que limitam o aquecimento global a 2°C ou menos, reduzem o risco geral para a viabilidade das transições de sistema, em comparação com trajetórias modeladas com ação retardada ou descoordenada. (*alta confiança*) {WGII SPM C.2, WGII SPM C.3, WGII SPM C.5; WGIII SPM E.1, WGIII SPM E.1.3}.

**A integração de ações climáticas ambiciosas com políticas macroeconômicas sob incerteza global traria benefícios (*alta confiança*).** Isto abrange três direções principais: (a) pacotes de integração de toda a economia apoiando opções para melhorar a recuperação econômica sustentável de baixas emissões, programas de desenvolvimento e criação de empregos (Seções 4.4, 4.5, 4.6, 4.8, 4.9) (b) redes de segurança e proteção social na transição (Seções 4.4, 4.7); e (c) acesso ampliado ao financiamento, tecnologia e capacitação e apoio coordenado à infraestrutura de baixas emissões (potencial de dar um salto tecnológico (*leap-frogging*)), especialmente em regiões em desenvolvimento, e sob tensão por dívidas (*alta confiança*). (Seção 4.8) {WGII SPM C.2, WGII SPM C.4.1, WGII SPM D.1.3, WGII SPM D.2, WGII SPM D.3.2, WGII SPM E.2.2, WGII SPM E.4, WGII SPM TS.2, WGII SPM TS.5.2, WGII TS.6.4, WGII TS.15, WGII TS Caixa TS.3 WGIII SPM B.4.2, WGIII SPM C.5.4, WGIII SPM C.6.2, WGIII SPM C.12.2, WGIII SPM D.3.4, WGIII SPM E.4.2, WGIII SPM E.4.5, WGIII SPM E.5.2, WGIII SPM E.5.3, WGIII TS.1, WGIII Caixa TS.15, WGIII Capítulo 15.2, WGIII Caixa de Capítulo Transversal 1 sobre COVID no Capítulo 1}

## Há uma janela de oportunidade que se estreita rapidamente para permitir um desenvolvimento resiliente ao clima

Múltiplas escolhas e ações que interajam entre si podem mudar as trajetórias do desenvolvimento em direção à sustentabilidade



**Figura 4.2:** As trajetórias ilustrativas de desenvolvimento (vermelho para verde) e resultados associados (painel direito) mostram que existe uma janela de oportunidade que se estreita rapidamente para assegurar um futuro habitável e sustentável para todos. O desenvolvimento resistente ao clima é o processo de implementação de medidas de mitigação de gases de efeito estufa e de adaptação para apoiar o desenvolvimento sustentável. As trajetórias divergentes ilustram que as escolhas e ações interativas feitas por diversos atores do governo, do setor privado e da sociedade civil podem fazer avançar o desenvolvimento resistente ao clima, mudar as trajetórias em direção à sustentabilidade e permitir menores emissões e adaptação. Diversos conhecimentos e valores incluem valores culturais, Conhecimento Indígena, conhecimento local e conhecimento científico. Eventos climáticos e não climáticos, tais como secas, enchentes ou pandemias, representam choques mais severos em trajetórias com menor desenvolvimento resiliente ao clima (vermelho para amarelo) do que em trajetórias com maior desenvolvimento resiliente ao clima (verde). Há limites de adaptação e capacidade de adaptação para alguns sistemas humanos e naturais ao aquecimento global de 1,5°C, e com cada aumento de aquecimento, perdas e danos irão aumentar. As trajetórias de desenvolvimento tomadas pelos países em todos os estágios do desenvolvimento econômico impactam as emissões de GEE e, portanto, moldam os desafios e oportunidades de mitigação, que variam entre países e regiões. As trajetórias e oportunidades de ação são moldadas por ações prévias (ou inações e oportunidades perdidas, trajetória tracejada), e condições favoráveis e restritivas (painel esquerdo), e ocorrem no contexto de riscos climáticos, limites de adaptação e diferenças de desenvolvimento. Quanto mais demoradas forem as reduções de emissões, menos opções de adaptação efetivas haverá. {WGI SPM B.1, WGII SPM B.1-B.5, WGII SPM C.2-5, WGII SPM D.1-5, WGII Figura SPM.3; WGII Figura SPM.4, WGII Figura SPM.5; WGII TS.D.5, WGII

Capítulo 3.1, WGII Capítulo 3.2, WGII Capítulo 3.4; WGII Capítulo 4.2, WGII Figura 4.4, WGII Capítulo 4.5, WGII Capítulo 4.6, WGII Capítulo 4.9, WGIII SPM A, WGIII SPM B1, WGIII SPM B.3, WGIII SPM B.6, WGIII SPM C.4, WGIII SPM D1-3, WGIII SPM E.1, WGIII SPM E.2, WGIII SPM E.4, WGIII SPM E.5, WGIII Figura TS.1, TS.7, Caixa TS. 3, Caixa TS.8, Caixa de Grupo de Trabalho Transversal 1, WGIII Caixa de Capítulo Transversal 5 no Capítulo 4, SR1.5 SPM D1-6, SRCCL SPM D.3}

### 4.3 Riscos no Curto Prazo

**Muitas mudanças no sistema climático, incluindo eventos extremos, se tornarão maiores a curto prazo com o aumento do aquecimento global (alta confiança). Múltiplos riscos climáticos e não climáticos irão interagir, resultando no aumento dos impactos compostos e em cascata, tornando-se mais difícil de gerenciar (alta confiança). Perdas e danos aumentarão com o aumento do aquecimento global (confiança muito alta), enquanto fortemente concentrados entre as populações vulneráveis mais pobres (alta confiança). A continuidade dos atuais padrões insustentáveis de desenvolvimento aumentaria a exposição e a vulnerabilidade dos ecossistemas e das pessoas às ameaças climáticas (alta confiança).**

O aquecimento global continuará aumentando no curto prazo (2021–2040) principalmente devido ao aumento das emissões acumuladas de CO<sub>2</sub> em quase todos os cenários e trajetórias considerados. A curto prazo, todas as regiões do mundo estão projetadas para enfrentar novos aumentos nas ameaças climáticas (*confiança média a alta, dependendo da região e do perigo*), aumentando os riscos múltiplos para os ecossistemas e os seres humanos (*confiança muito alta*). A curto prazo, a variabilidade natural<sup>92</sup> modulará as mudanças causadas pelo ser humano, atenuando ou ampliando as mudanças projetadas, especialmente em escalas regionais, com pouco efeito sobre o aquecimento global centenário. Essas modulações são importantes a serem consideradas no planejamento da adaptação. A temperatura global da superfície em qualquer ano pode variar acima ou abaixo da tendência de longo prazo induzida pelo ser humano, devido à variabilidade natural. Até 2030, a temperatura global da superfície em qualquer ano individual poderá exceder 1,5°C em relação a 1850–1900 com uma probabilidade entre 40% e 60%, nos cinco cenários avaliados no WGI (*confiança média*). A ocorrência de anos individuais com mudanças na temperatura global da superfície acima de um certo nível não implica que esse nível de aquecimento global tenha sido alcançado. Se uma grande erupção vulcânica explosiva ocorresse a curto prazo<sup>93</sup>, ela ocultaria temporária e parcialmente a mudança do clima causada pelo ser humano, reduzindo a temperatura global da superfície e a precipitação, especialmente sobre a terra, por um a três anos (*confiança média*). {WGI SPM B.1.3, WGI SPM B.1.4, WGI SPM C.1, WGI SPM C.2, WGI Caixa de Seção Transversal TS.1, WGI Caixa Capítulo Transversal 4.1; WGII SPM B.3, WGII SPM B.3.1; WGIII Caixa SPM.1 Figura 1}.

O nível de risco para os seres humanos e ecossistemas dependerá das tendências de vulnerabilidade, exposição, nível de desenvolvimento socioeconômico e adaptação a curto prazo (*alta confiança*). A curto prazo, muitos dos riscos climáticos associados aos sistemas naturais e humanos dependem mais fortemente das mudanças na vulnerabilidade e exposição desses sistemas do que das diferenças nas ameaças climáticas entre cenários de emissões (*alta confiança*). A exposição futura às ameaças climáticas está aumentando globalmente devido às tendências de desenvolvimento socioeconômico, incluindo a crescente desigualdade, e quando a urbanização ou migração aumenta a exposição (*alta confiança*). A urbanização aumenta extremos de temperaturas elevadas (*confiança muito alta*) e a intensidade do escoamento de precipitação (*alta*

*confiança*). A urbanização crescente em zonas baixas e costeiras será um fator importante no aumento da exposição a eventos extremos de vazões fluviais e ameaças de elevação do nível do mar, aumentando os riscos (*alta confiança*) (Figura 4.3). A vulnerabilidade também aumentará rapidamente nos Estados em Desenvolvimento de Pequenas Ilhas de baixa altitude e atóis no contexto da elevação do nível do mar (*alta confiança*) (consulte Figura 3.4 e Figura 4.3). A vulnerabilidade humana se concentrará em assentamentos informais e assentamentos menores em rápido crescimento; e a vulnerabilidade em áreas rurais aumentará pela reduzida habitabilidade e alta dependência de meios de subsistência sensíveis ao clima (*alta confiança*).

A vulnerabilidade humana e dos ecossistemas são interdependentes (*alta confiança*). A vulnerabilidade à mudança do clima dos ecossistemas será fortemente influenciada por padrões passados, presentes e futuros de desenvolvimento humano, inclusive de consumo e produção insustentáveis, pressões demográficas crescentes e uso e gerenciamento persistente e insustentável da terra, oceano e água (*alta confiança*). Vários riscos a curto prazo podem ser moderados com a adaptação (*alta confiança*). (consulte Seção 4.5 e 3.2) {WGI SPM C.2.6; WGII SPM B.2, WGII SPM B.2.3, WGII SPM B.2.5, WGII SPM B.3, WGII SPM B.3.2, WGII TS.C.5.2}

As principais ameaças e riscos associados esperados a curto prazo (a 1,5°C de aquecimento global) são:

- Aumento da intensidade e frequência de extremos de temperaturas elevadas e condições perigosas de calor e umidade, com aumento da mortalidade humana, morbidade e perda de produtividade laboral (*alta confiança*) {WGI SPM B.2.2, WGI TS Figura TS.6; WGII SPM B.1.4, WGII SPM B.4.4, WGII SPM Figura SPM.2}.
- O aumento da frequência de ondas de calor marinhas aumentará os riscos de perda de biodiversidade nos oceanos, inclusive por eventos de mortalidade em massa (*alta confiança*) {WGI SPM B.2.3; WGII SPM B.1.2, WGII SPM Figura SPM.2; SROCC SPM B.5.1}
- Riscos de perda de biodiversidade a curto prazo são moderados a altos nos ecossistemas florestais (*confiança média*) e nos ecossistemas de ervas marinhas (*confiança alta a muito alta*) e são altos a muito altos nos ecossistemas marinhos e terrestres do

<sup>92</sup> Consulte o Anexo I: Glossário. Os principais fenômenos internos de variabilidade incluem El Niño – Oscilação Sul, Variabilidade Decadal do Pacífico e Variabilidade Multi-Decadal do Atlântico através de sua influência regional {WGI SPM nota de rodapé 37}. A variabilidade interna da temperatura global da superfície em qualquer ano é estimada em cerca de ±0,25°C (faixa de 5–95%, *alta confiança*) {WGI SPM nota de rodapé 29}.

<sup>93</sup> Com base em reconstruções de 2500 anos, erupções com forçante radiativa mais negativa do que -1Wm-2, relacionadas com o efeito radiativo de aerossóis estratosféricos vulcânicos na literatura avaliada neste relatório, ocorrem em média duas vezes por século. {WGI SPM nota de rodapé 38}

Ártico (*confiança alta*) e nos recifes de corais de águas quentes (*confiança muito alta*) {WGII SPM B.3.1}.

- Chuvas extremas mais intensas e frequentes e enchentes associadas em muitas regiões, incluindo cidades costeiras e outras em áreas baixas (*confiança média a alta*), e aumento da proporção e velocidade de pico dos ventos de ciclones tropicais intensos (*confiança alta*) {WGI SPM B.2.4, WGI SPM C.2.2, WGI SPM C.2.6, WGI Capítulo 11.7}.
- Elevados riscos de escassez de água em terras secas, danos por incêndios e degradação de permafrost (*confiança média*) {SRCL SPM A.5.3}.
- Contínua elevação do nível do mar e aumento da frequência e magnitude dos eventos extremos do nível do mar que invadem os assentamentos humanos costeiros e prejudicam a infraestrutura costeira (*alta confiança*), submetendo os ecossistemas costeiros em áreas baixas à submersão e perda (*confiança média*), expandindo a salinização da terra (*confiança muito alta*), com riscos em cascata para a subsistência, saúde, bem-estar, valores culturais, segurança alimentar e da água (*alta confiança*) (Figura 3.4, 4.3). {WGI SPM C.2.5, WGI SPM C.2.6; WGII SPM B.3.1, WGII SPM B.5.2; SRCL SPM A.5.6; SROCC SPM B.3.4, SROCC SPM 3.6, SROCC SPM B.9.1}.
- A mudança do clima aumentará significativamente problemas de saúde e as mortes prematuras no curto a longo prazo (*alta confiança*). O aquecimento adicional aumentará os riscos de doenças transmitidas por alimentos, água e vetores (*alta confiança*) e os desafios de saúde mental, incluindo ansiedade e estresse (*confiança muito alta*). {WGII SPM B.4.4}
- As mudanças relacionadas à criosfera em inundações, deslizamentos de terra e disponibilidade de água têm o potencial de levar a graves consequências para as pessoas, a infraestrutura e a economia na maioria das regiões montanhosas (*alta confiança*). {WGII TS C.4.2}
- O aumento projetado na frequência e intensidade de precipitações fortes (*alta confiança*) aumentarão as enchentes locais geradas pela chuva (*confiança média*). {WGI Figura SPM.6; WGI SPM B.2.2; WGII TS C.4.5}

**Os múltiplos riscos da mudança do clima se agravarão cada vez mais e com eventos compostos e em cascata a curto prazo (*alta confiança*).** Muitas regiões vivenciarão aumento na probabilidade de eventos compostos com maior aquecimento global (*alta confiança*),

incluindo ondas de calor e secas simultâneas. Os riscos à saúde e à produção de alimentos serão agravados pela interação de perdas repentinas de produção de alimentos devido ao calor e à seca, exacerbados pelas perdas de produtividade do trabalho induzidas pelo calor (*alta confiança*) (Figura 4.3). Esses impactos interativos aumentarão os preços dos alimentos, reduzirão a renda familiar e levarão a riscos à saúde de desnutrição e mortalidade relacionada ao clima, com nenhum ou baixos níveis de adaptação, especialmente em regiões tropicais (*alta confiança*). Riscos simultâneos e em cascata da mudança do clima aos sistemas alimentares, assentamentos humanos, infraestrutura e saúde tornarão esses riscos mais severos e mais difíceis de gerenciar, inclusive quando interagindo com fatores de risco não climáticos, como a competição por terras entre expansão urbana e produção de alimentos, e pandemias (*alta confiança*). A perda de ecossistemas e seus serviços tem impactos em cascata e a longo prazo sobre as pessoas em todo o mundo, especialmente para os Povos Indígenas e comunidades locais que dependem diretamente dos ecossistemas, para atender às necessidades básicas (*alta confiança*).

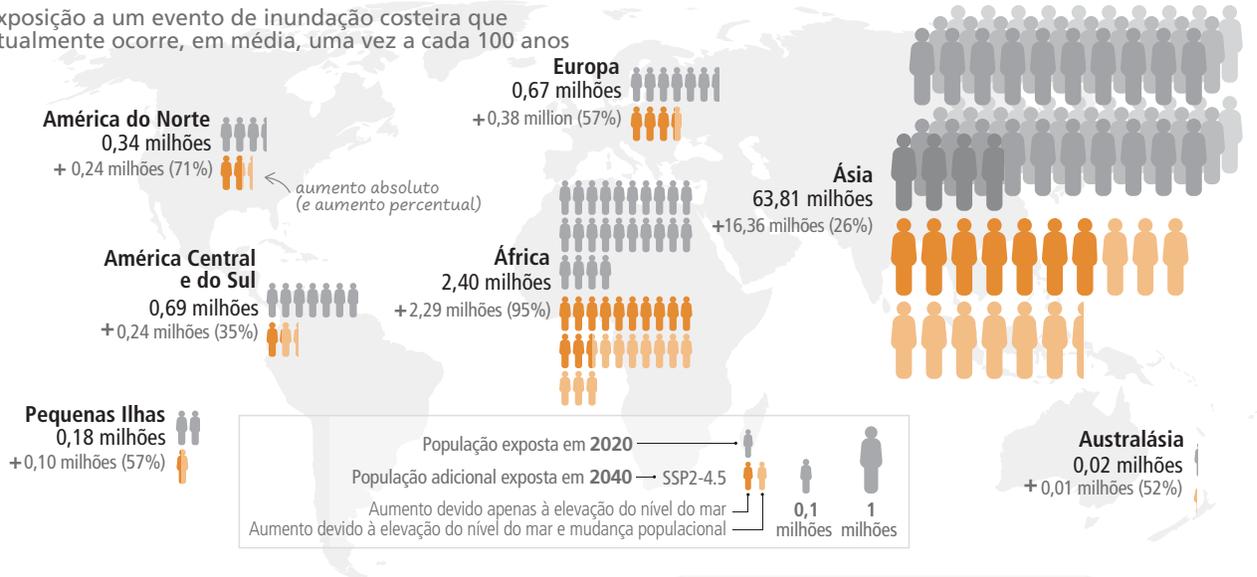
Os crescentes riscos transfronteiriços são projetados nos setores de alimentos, energia e água à medida que os impactos dos extremos climáticos e meteorológicos se propagam através das cadeias de abastecimento, mercados e fluxos de recursos naturais (*alta confiança*) e podem interagir com os impactos de outras crises, tais como pandemias. Os riscos também surgem de algumas respostas destinadas a reduzir os riscos da mudança do clima, incluindo os riscos de má adaptação e efeitos colaterais adversos de algumas medidas de redução de emissões e remoção de dióxido de carbono, como o florestamento de terras naturalmente não florestadas ou a implementação deficiente de bioenergia, que comporta riscos relacionados ao clima para a biodiversidade, segurança alimentar e da água, e meios de subsistência (*alta confiança*). (consulte Seção 3.4.1 e 4.5) {WGI SPM.2.7; WGII SPM B.2.1, WGII SPM B.5, WGII SPM B.5.1, WGII SPM B.5.2, WGII SPM B.5.3, WGII SPM B.5.4, WGII Caixa de Capítulo Transversal COVID no Capítulo 7; WGIII SPM C.11.2; SRCL SPM A.5, SRCL SPM A.6.5} (Figura 4.3)

**Com cada incremento do aquecimento global, as perdas e danos aumentarão (*confiança muito alta*), tornar-se-ão cada vez mais difíceis de evitar e serão fortemente concentrados entre as populações vulneráveis mais pobres (*alta confiança*).** A adaptação não impede todas as perdas e danos, mesmo com uma adaptação efetiva e antes de atingir limites flexíveis e rígidos. As perdas e danos serão desigualmente distribuídos entre sistemas, regiões e setores e não são tratados de forma abrangente pelos atuais arranjos financeiros, de governança e institucionais, particularmente em países vulneráveis em desenvolvimento. (*alta confiança*). {WGII SPM B.4, WGII SPM C.3, WGII SPM C.3.5}

# Cada região enfrenta riscos climáticos mais severos e/ou frequentes, compostos e em cascata

## a) Aumento da população exposta à elevação do nível do mar de 2020 a 2040

Exposição a um evento de inundação costeira que atualmente ocorre, em média, uma vez a cada 100 anos



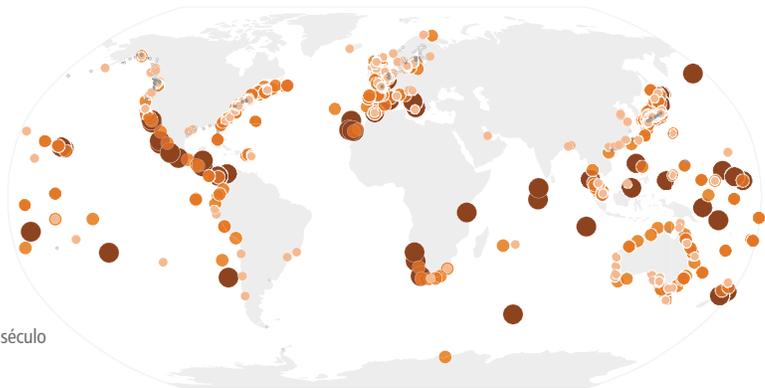
## b) Aumento da frequência de eventos extremos de nível do mar até 2040

Frequência de eventos que ocorrem atualmente, em média, uma vez a cada 100 anos

A ausência de um círculo indica incapacidade de realizar uma avaliação devido à falta de dados.

Mudança projetada para eventos de 1 em 100 anos sob o cenário SSP2-4.5 intermediário

- Evento anual
- Evento decadal
- Evento que ocorre duas vezes por século
- Nenhuma mudança



## c) Exemplo de risco complexo, onde os impactos de eventos climáticos extremos têm efeitos em cascata sobre os alimentos, a nutrição, a subsistência e o bem-estar dos pequenos agricultores

Os múltiplos riscos da mudança do clima se agravarão cada vez mais com eventos compostos e em cascata no curto prazo



**Figura 4.3: Cada região enfrenta riscos climáticos compostos e/ou em cascata mais severos ou frequentes a curto prazo.** As mudanças no risco resultam de mudanças no grau de risco, na população exposta e no grau de vulnerabilidade das pessoas, ativos ou ecossistemas. **Painel (a)** As inundações costeiras afetam muitas das regiões altamente populosas do mundo onde grandes porcentagens da população estão expostas. O painel mostra o aumento projetado a curto prazo da população exposta a eventos de inundação de 100 anos retratado como o aumento do ano 2020 a 2040 (devido à elevação do nível do mar e à mudança populacional), com base no cenário intermediário de emissões de GEE (SSP2-4.5) e nas medidas de adaptação atuais.

A migração para fora das áreas costeiras devido à futura elevação do nível do mar não é considerada no cenário. **Painel (b)** probabilidade média projetada no ano 2040 para níveis de água extremos resultantes de uma combinação de elevação média do nível do mar, marés e tempestades, que têm uma probabilidade média anual histórica de 1%. Um método de pico acima do limite (99,7%) foi aplicado às observações históricas de marégrafo disponíveis no banco de dados da Global Extreme Sea Level Analysis versão 2, que é a mesma informação do WGI Figura 9.32, exceto que aqui o painel usa projeções relativas do nível do mar segundo SSP2-4.5 para o ano 2040 ao invés de 2050. A ausência de um círculo indica uma incapacidade de realizar uma avaliação devido à falta de dados, mas não indica a ausência de frequências crescentes.

**Painel (c)** Os perigos climáticos podem iniciar cascatas de risco que afetam múltiplos setores e se propagam pelas regiões seguindo complexas conexões naturais e sociais. Este exemplo de um evento composto de onda de calor e de seca atingindo uma região agrícola mostra como múltiplos riscos estão interligados e levam a impactos biofísicos, econômicos e sociais em cascata, mesmo em regiões distantes, com grupos vulneráveis como pequenos agricultores, crianças e mulheres grávidas particularmente impactados. {WGI Figura 9.32; WGII SPM B.4.3, WGII SPM B.1.3, WGII SPM B.5.1, WGII TS Figura TS.9, WGII TS Figura TS.10 (c), WGII Figura 5.2, WGII TS.B.2.3, WGII TS.B.2.3, WGII TS.B.3.3, WGII TS.B.3.3, WGII 9.11.1.2}

## 4.4 Equidade e Inclusão na Ação de Mudança do Clima

**Ações que priorizam a equidade, justiça climática, justiça social e inclusão levam a resultados mais sustentáveis, cobenefícios, reduzem trade-offs, apoiam mudanças transformadoras e avançam no desenvolvimento resiliente do clima. As respostas de adaptação são imediatamente necessárias para reduzir os crescentes riscos climáticos, especialmente para os mais vulneráveis. Equidade, inclusão e transições justas são a chave para o progresso da adaptação e de ambições da sociedade mais profundas para a mitigação acelerada. (alta confiança)**

**Ações de adaptação e mitigação, entre escalas, setores e regiões, que priorizam a equidade, justiça climática, abordagens baseadas em direitos, justiça social e inclusão, levam a resultados mais sustentáveis, reduzem trade-offs, apoiam mudanças transformadoras e promovem o desenvolvimento resiliente ao clima (alta confiança).** Políticas redistributivas entre setores e regiões que protegem os pobres e vulneráveis, redes de segurança social, equidade, inclusão e transições justas, em todas as escalas, podem permitir ambições sociais mais profundas e resolver trade-offs com os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS), particularmente educação, fome, pobreza, gênero e acesso à energia (alta confiança). Os esforços de mitigação embutidos no contexto mais amplo de desenvolvimento podem aumentar o ritmo, a profundidade e a amplitude das reduções de emissões (confiança média). Equidade, inclusão e transições justas em todas as escalas permitem ambições mais profundas da sociedade para uma mitigação acelerada e uma ação climática mais ampla (alta confiança). A complexidade do risco de aumento dos preços dos alimentos, redução da renda familiar e desnutrição relacionada à saúde e ao clima (particularmente desnutrição materna e subnutrição infantil) e mortalidade aumenta com poucos ou baixos níveis de adaptação (alta confiança). {WGII SPM B.5.1, WGII SPM C.2.9, WGII SPM D.2.1, WGII TS Caixa TS.4; WGIII SPM D.3, WGIII SPM D.3.3, WGIII SPM WGIII SPM E.3, SR1.5 SPM D.4.5} (Figura 4.3c)

**Regiões e pessoas com limitações de desenvolvimento consideráveis têm alta vulnerabilidade a ameaças climáticas. Os resultados da adaptação para os mais vulneráveis dentro e entre países e regiões são melhorados através de abordagens centradas na equidade, inclusão e abordagens baseadas em direitos, incluindo 3,3 a 3,6 bilhões de pessoas vivendo em contextos altamente vulneráveis à mudança do clima (alta confiança).** A vulnerabilidade é maior em locais com pobreza, desafios de governança e acesso limitado a serviços e recursos básicos, conflitos violentos e altos níveis de subsistência sensíveis ao clima (por exemplo, pequenos agricultores, pecuaristas, comunidades pesqueiras) (alta confiança). Vários riscos podem ser moderados com a adaptação (alta confiança). As maiores lacunas de adaptação existem entre os grupos populacionais de menor renda (alta confiança) e o progresso da adaptação é distribuído de forma desigual com as lacunas de adaptação observadas (alta confiança). Os atuais desafios de desenvolvimento que

causam alta vulnerabilidade são influenciados por padrões históricos e contínuos de desigualdade como o colonialismo, especialmente para muitos Povos Indígenas e comunidades locais (alta confiança). A vulnerabilidade é exacerbada pela desigualdade e marginalização ligada ao gênero, etnia, baixa renda ou combinações delas, especialmente para muitos Povos Indígenas e comunidades locais (alta confiança). {WGII SPM B.2, WGII SPM B.2.4, WGII SPM B.3.2, WGII SPM B.3.3, WGII SPM C.1, WGII SPM C.1.2, WGII SPM C.2.9}

**A participação significativa e o planejamento inclusivo, informado por valores culturais, Conhecimento Indígena, conhecimento local e conhecimento científico podem ajudar a equacionar as lacunas de adaptação e evitar a má adaptação (alta confiança).** Tais ações com trajetórias flexíveis podem encorajar ações oportunas e de baixo arrependimento (confiança muito alta). A integração da adaptação climática em programas de proteção social, incluindo transferências de dinheiro e programas de obras públicas, aumentaria a resiliência à mudança do clima, especialmente quando apoiada por serviços básicos e infraestrutura (alta confiança). {WGII SPM C.2.3, WGII SPM C.4.3, WGII SPM C.4.4, WGII SPM C.2.9, WGII WPM D.3}

**Equidade, inclusão, transições justas, participação ampla e significativa de todos os atores relevantes na tomada de decisões em todas as escalas permitem ambições mais profundas da sociedade para uma mitigação acelerada, e ações climáticas mais amplas, e construir confiança social, apoiar mudanças transformadoras e um compartilhamento equitativo de benefícios e fardos (alta confiança).** A equidade continua sendo um elemento central no regime climático da ONU, não obstante as mudanças na diferenciação entre os Estados ao longo do tempo e os desafios na avaliação de ações justas. Trajetórias ambiciosas de mitigação implicam em mudanças grandes e às vezes disruptivas na estrutura econômica, com consequências distributivas significativas, dentro e entre países, incluindo a mudança de renda e emprego durante a transição de atividades de altas para baixas emissões (alta confiança). Embora alguns empregos possam ser perdidos, o desenvolvimento com baixas emissões também pode abrir oportunidades para melhorar as habilidades e criar empregos (alta confiança). A ampliação do acesso equitativo ao financiamento, tecnologias e governança que facilitem a mitigação e a consideração da

justiça climática pode ajudar na partilha equitativa de benefícios e fardos, especialmente para países e comunidades vulneráveis. {WGIII SPM D.3, WGIII SPM D.3.2, WGIII SPM D.3.3, WGIII SPM D.3.4, WGIII TS Caixa TS.4}

**As prioridades de desenvolvimento entre os países também refletem diferentes pontos de partida e contextos e, portanto, as condições para a reorientação das trajetórias de desenvolvimento em direção a uma maior sustentabilidade serão diferentes, dando origem a diferentes necessidades (*alta confiança*).** A implementação de princípios de transição justa através de processos decisórios coletivos e participativos é uma maneira eficaz de integrar princípios de equidade em políticas em todas as escalas, dependendo das circunstâncias nacionais, enquanto em vários países foram estabelecidas apenas comissões de transição, grupos de trabalho e políticas nacionais (*confiança média*). {WGIII SPM D.3.1, WGIII SPM D.3.3}

**Muitos instrumentos econômicos e regulatórios têm sido eficazes na redução de emissões e a experiência prática tem informado a concepção de instrumentos para melhorá-los, ao mesmo tempo em que abordam objetivos de distribuição e aceitação social (*alta confiança*).** A concepção de intervenções comportamentais, incluindo a forma como as escolhas são apresentadas aos consumidores trabalham sinergicamente com os sinais de preço, tornando a combinação mais eficaz (*confiança média*). Os indivíduos com alto *status* socioeconômico contribuem desproporcionalmente para as emissões e têm o maior potencial de redução de emissões, por exemplo, como cidadãos, investidores, consumidores, modelos e profissionais (*alta confiança*). Há

opções sobre a concepção de instrumentos como impostos, subsídios, preços e abordagens baseadas no consumo, complementadas por instrumentos regulatórios para reduzir o consumo de altas emissões e, ao mesmo tempo, melhorar a equidade e o bem-estar da sociedade (*alta confiança*). Mudanças de comportamento e estilo de vida para ajudar os usuários finais a adotar opções de baixo consumo de GEE podem ser apoiadas por políticas, infraestrutura e tecnologia com múltiplos cobenefícios para o bem-estar social (*alta confiança*). A ampliação do acesso equitativo ao financiamento nacional e internacional, tecnologias e capacidade também pode atuar como catalisador para acelerar a mitigação e reorientar as trajetórias de desenvolvimento em contextos de baixa renda (*alta confiança*). A erradicação da pobreza extrema, a pobreza energética e o fornecimento de padrões de vida dignos para todos nessas regiões no contexto da realização de objetivos de desenvolvimento sustentável, a curto prazo, podem ser alcançados sem um crescimento significativo das emissões globais (*alta confiança*). O desenvolvimento de tecnologia, transferência, capacitação e financiamento podem apoiar os países/regiões em desenvolvimento a dar um salto ou fazer uma transição para sistemas de transporte de baixas emissões, proporcionando assim múltiplos cobenefícios (*alta confiança*). O desenvolvimento resiliente ao clima é avançado quando os atores trabalham de forma equitativa, justa e possibilitando maneiras de conciliar interesses, valores e visões de mundo divergentes, em direção a resultados equitativos e justos (*alta confiança*) {WGII D.2.1, WGIII SPM B.3.3, WGIII SPM.C.8.5, WGIII SPM C.10.2, WGIII SPM C.10.4, WGIII SPM D.3.4, WGIII SPM E.4.2, WGIII TS.5.1, WGIII Capítulo 5.4, WGIII Capítulo 5.8, WGIII Capítulo 15.2}

## 4.5 Ações de Mitigação e Adaptação no Curto Prazo

**Transições rápidas e de longo alcance em todos os setores e sistemas são necessárias para alcançar reduções de emissões profundas e sustentadas e garantir um futuro viável e sustentável para todos. Estas transições do sistema envolvem um aumento significativo de um amplo portfólio de opções de mitigação e adaptação. Opções viáveis, eficazes e de baixo custo para mitigação e adaptação já estão disponíveis, com diferenças entre sistemas e regiões. (*alta confiança*)**

**Transições rápidas e de longo alcance em todos os setores e sistemas são necessárias para alcançar reduções de emissões profundas e assegurar um futuro viável e sustentável para todos (*alta confiança*).** As transições de sistema<sup>94</sup> consistentes com as trajetórias que limitam o aquecimento a 1,5°C (>50%) com ou sem *overshoot* limitado ("sem ultrapassagem da temperatura programada ou com ultrapassagem limitada") são mais rápidas e acentuadas no curto prazo do que naquelas que limitam o aquecimento a 2°C (>67%) (*alta confiança*). Tal mudança sistêmica é sem precedentes em termos de escala, mas não necessariamente em termos de velocidade (*confiança média*). As transições do sistema tornam possível a adaptação transformadora necessária para altos níveis de saúde e bem-estar humano, resiliência econômica e social, saúde do ecossistema e saúde planetária. {WGII SPM A, WGII SPM Figura SPM.1; WGIII SPM C.3; SR1.5 SPM C.2, SR1.5 SPM C.2.1, SR1.5 SPM C.2, SR1.5 SPM C.5} **Opções viáveis, eficazes e de baixo custo para mitigação e adaptação já estão disponíveis (*alta confiança*)** (Figura 4.4). As

opções de mitigação que custam US\$100 por tCO<sub>2</sub>e ou menos poderiam reduzir as emissões globais de GEE em pelo menos metade do nível de 2019 até 2030 (as opções que custam menos de US\$20 por tCO<sub>2</sub>e são estimadas em mais da metade deste potencial) (*alta confiança*) (Figura 4.4). A disponibilidade, viabilidade<sup>95</sup> e potencial de mitigação ou eficácia das opções de adaptação a curto prazo diferem entre sistemas e regiões (*confiança muito alta*). {WGII SPM C.2; WGIII SPM C.12, WGIII SPM E.1.1; SR1.5 SPM B.6}

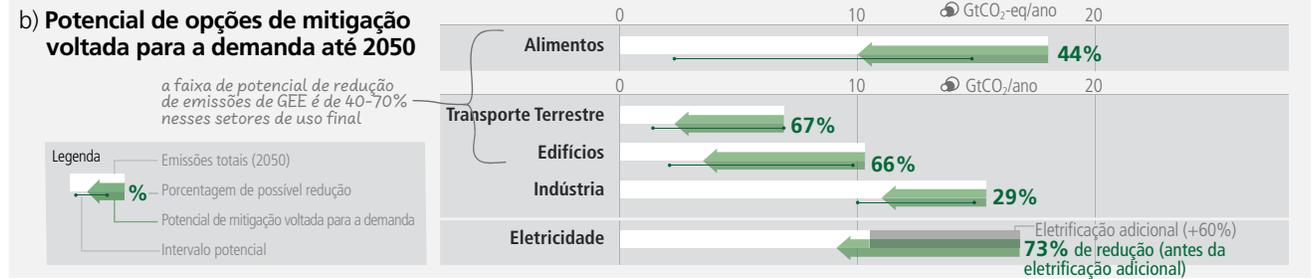
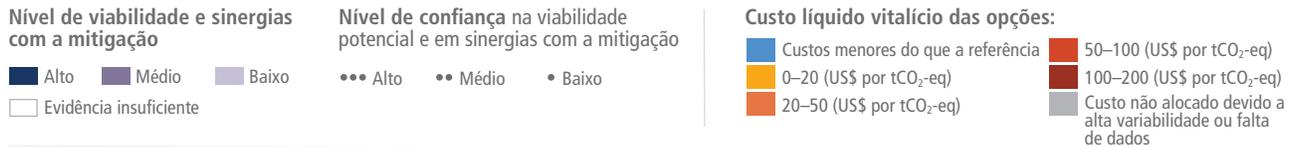
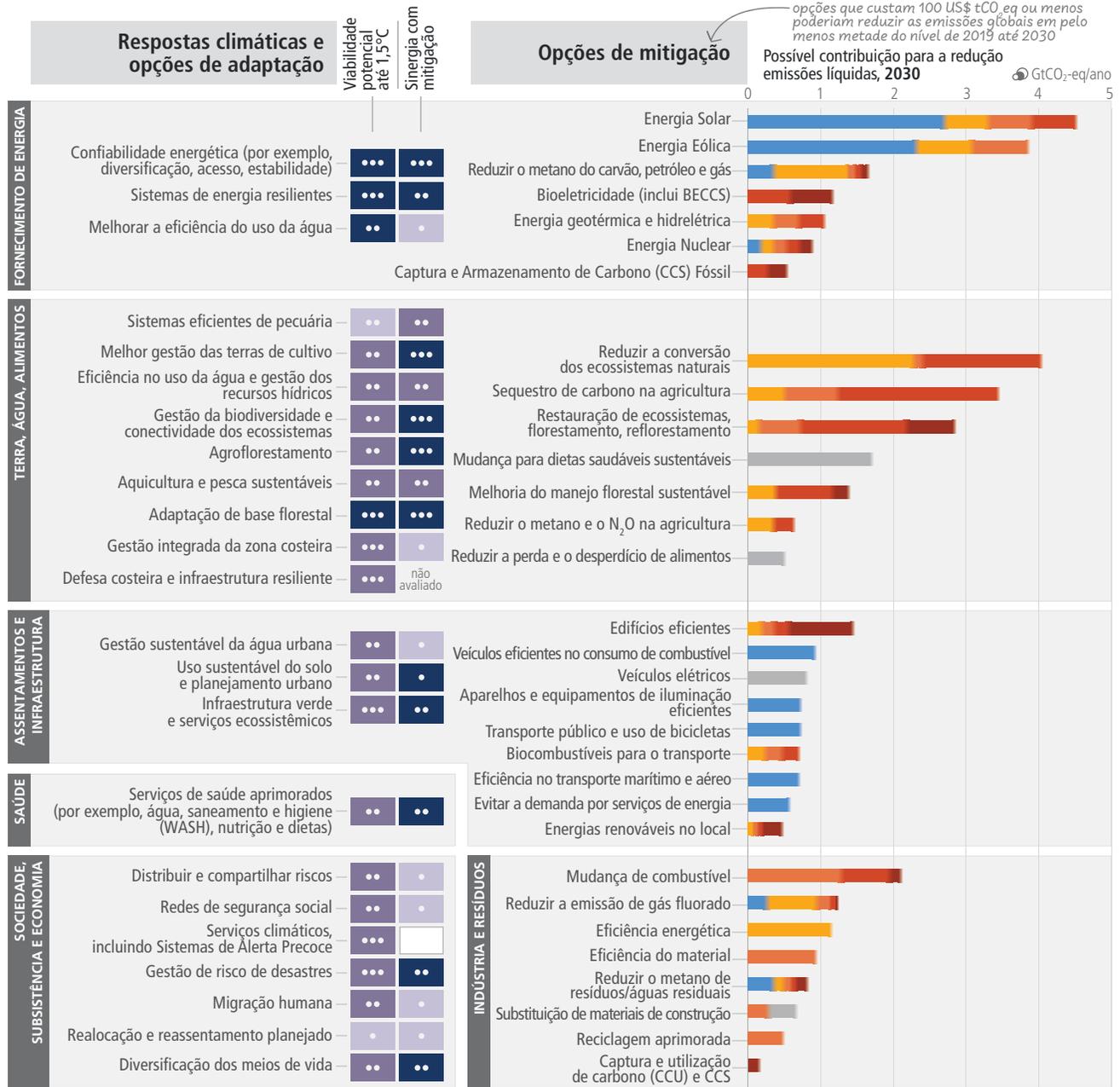
**Medidas voltadas para a demanda e novas formas de prestação de serviços de uso final podem reduzir as emissões globais de GEE nos setores de uso final em 40–70% até 2050, em comparação com os cenários base, enquanto algumas regiões e grupos socioeconômicos exigem energia e recursos adicionais.** A mitigação voltada para a demanda abrange mudanças no uso da infraestrutura, adoção de tecnologia de uso final e mudanças socioculturais e comportamentais. (*alta confiança*) (Figura 4.4) {WGIII SPM C.10}

<sup>94</sup> As transições de sistemas envolvem um amplo portfólio de opções de mitigação e adaptação que permitem reduções profundas de emissões e adaptação transformadora em todos os setores. Este relatório tem um foco especial nas seguintes transições do sistema: energia; indústria; cidades, assentamentos e infraestrutura; terra, oceano, alimentos e água; saúde e nutrição; e sociedade, subsistência e economias {WGII SPM A., WGII SPM Figura SPM.1, WGII SPM Figura SPM.4; SR1.5 SPM C.2.}

<sup>95</sup> Consulte o Anexo I: Glossário.

# Múltiplas oportunidades para ampliar a ação climática.

## a) Viabilidade das respostas climáticas e adaptação, e potencial de opções de mitigação no curto prazo



**Figura 4.4: Múltiplas oportunidades para ampliar a ação climática.** Painel (a) apresenta opções selecionadas de mitigação e adaptação por diferentes sistemas. O lado esquerdo do painel (a) mostra respostas climáticas e opções de adaptação avaliadas por sua viabilidade multidimensional em escala global, no curto prazo e até 1,5°C de aquecimento global. Como a literatura acima de 1,5°C é limitada, a viabilidade em níveis mais altos de aquecimento pode mudar, o que atualmente não é possível avaliar de forma robusta. O termo resposta é usado aqui além de adaptação porque algumas respostas, tais como migração, realocação e reassentamento, podem ou não ser consideradas adaptação. A migração, quando voluntária, segura e ordenada, permite a redução dos riscos aos fatores de estresse climáticos e não climáticos. A adaptação de base florestal inclui manejo florestal sustentável, conservação e restauração florestal, reflorestamento e florestamento. WASH refere-se à água, saneamento e higiene. Seis dimensões de viabilidade (econômica, tecnológica, institucional, social, ambiental e geofísica) foram utilizadas para calcular a viabilidade potencial das respostas climáticas e opções de adaptação, juntamente com suas sinergias com a mitigação. Para potenciais de viabilidade e dimensões de viabilidade, a figura mostra a viabilidade alta, média ou baixa. As sinergias com a mitigação são identificadas como altas, médias e baixas. O lado direito do painel (a) fornece uma visão geral das opções de mitigação selecionadas e seus custos e potenciais estimados em 2030. Os potenciais e custos relativos variam conforme o lugar, contexto e tempo e a longo prazo, em comparação com 2030. Os custos são os custos monetários líquidos descontados durante toda a vida útil das emissões de gases de efeito estufa evitadas, calculados em relação a uma tecnologia de referência. O potencial (eixo horizontal) é a quantidade de redução líquida de emissão de GEE que pode ser alcançada por uma dada opção de mitigação em relação a uma base de emissão específica. As reduções líquidas de emissões de GEE são a soma de emissões reduzidas e/ou sumidouros melhorados. A base utilizada consiste em cenários de referência da política atual (por volta de 2019) do banco de dados de cenários do AR6 (valores do percentual 25/75). Os potenciais de mitigação são avaliados independentemente para cada opção e não são necessariamente aditivos. As opções de mitigação do sistema de saúde estão incluídas principalmente em assentamentos e infraestrutura (por exemplo, edifícios eficientes de saúde) e não podem ser identificadas separadamente. A mudança de combustível na indústria refere-se à mudança para eletricidade, hidrogênio, bioenergia e gás natural. O comprimento das barras sólidas representa o potencial de mitigação de uma opção. Os potenciais são divididos em categorias de custo, indicadas por cores diferentes (consulte legenda). Somente os custos monetários com desconto vitalício são considerados. Quando uma transição gradual de cores é mostrada, a divisão do potencial em categorias de custo não é bem conhecida ou depende muito de fatores como localização geográfica, disponibilidade de recursos e circunstâncias regionais, e as cores indicam a gama de estimativas. A incerteza no potencial total é tipicamente de 25–50%. Ao interpretar esta figura, deve-se considerar o seguinte: (1) O potencial de mitigação é incerto, pois dependerá do deslocamento da tecnologia de referência (e das emissões), da taxa de adoção de novas tecnologias e de vários outros fatores; (2) Opções diferentes têm diferentes facetas além dos aspectos de custo, que não estão refletidas na figura; e (3) Custos para acomodar a integração de fontes variáveis de energia renovável em sistemas elétricos devem ser modestos até 2030, e não estão incluídos.

O Painel (b) exibe o potencial indicativo das opções de mitigação da demanda para 2050. Os potenciais são estimados com base em aproximadamente 500 estudos *bottom-up* que representam todas as regiões globais. A base (barra branca) é fornecida pela média setorial de emissões de GEE em 2050 dos dois cenários (IEA-STEPS (Agência Internacional de Energia-Cenário de Políticas Declaradas) e IP\_ModAct (Trajetória Ilustrativa Ação Moderada)) consistente com as políticas anunciadas pelos governos nacionais até 2020. A seta verde representa o potencial de redução de emissões voltadas para a demanda. A gama em potencial é mostrada por uma linha de pontos de conexão que exibe o maior e o menor potencial relatado na literatura. Os alimentos mostram o potencial do lado da demanda de fatores socioculturais e do uso da infraestrutura, e mudanças nos padrões de uso da terra possibilitadas pela mudança na demanda de alimentos. Medidas voltadas para a demanda e novas formas de prestação de serviços de uso final podem reduzir as emissões globais de GEE nos setores de uso final (edifícios, transporte terrestre, alimentos) em 40–70% até 2050, em comparação com os cenários base, enquanto algumas regiões e grupos socioeconômicos exigem energia e recursos adicionais. A última linha mostra como as opções de mitigação da demanda em outros setores podem influenciar a demanda geral de eletricidade. A barra cinza escura mostra o aumento projetado na demanda de eletricidade acima da base de 2050 devido à crescente eletrificação nos outros setores. Com base em uma avaliação *bottom-up*, este aumento projetado na demanda de eletricidade pode ser evitado mediante opções de mitigação da demanda nos domínios do uso de infraestrutura e fatores socioculturais que influenciam o uso de eletricidade na indústria, transporte terrestre e edifícios (flecha verde).

{WGII SPM Figura SPM 4, WGII Caixa de Capítulo Transversal FEASIB no Capítulo 18; WGIII SPM C.10, WGIII Capítulo 12.2.1, WGIII Capítulo 12.2.2, WGIII Figura SPM 6, WGIII SPM Figura SPM 7}

#### 4.5.1. Sistemas de Energia

**Reduções rápidas e profundas nas emissões de GEE exigem transições significativas do sistema energético (*alta confiança*). As opções de adaptação podem ajudar a reduzir os riscos relacionados ao clima para o sistema energético (*confiança muito alta*).** Os sistemas energéticos de emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub> implicam: uma redução substancial no uso geral de combustíveis fósseis, uso mínimo de combustíveis fósseis sem abatimento<sup>96</sup>, e uso de Captura e Armazenamento de Carbono nos sistemas de combustíveis fósseis remanescentes; sistemas elétricos sem emissão líquida de CO<sub>2</sub>; eletrificação generalizada; fontes de energia alternativa em aplicações menos suscetíveis à eletrificação; conservação e eficiência energética; e maior integração em todo o sistema energético (*alta confiança*). Grandes contribuições para a redução de emissões podem vir de opções que custam menos de US\$20 tCO<sub>2</sub>e<sup>-1</sup>, incluindo energia solar e eólica, melhorias na eficiência energética e reduções de emissões de CH<sub>4</sub> (metano) (da mineração de carvão, petróleo e gás e resíduos) (*confiança média*).<sup>97</sup> Muitas dessas opções de resposta são tecnicamente viáveis e

apoiadas pelo público (*alta confiança*). A manutenção de sistemas de emissão intensiva pode, em algumas regiões e setores, ser mais cara do que a transição para sistemas de baixa emissão (*alta confiança*) {WGII SPM C.2.10; WGIII SPM C.4.1, WGIII SPM C.4.2, WGIII SPM C.12.1, WGIII SPM E.1.1, WGIII TS.5.1}.

A mudança do clima e eventos extremos relacionados afetarão os futuros sistemas energéticos, incluindo a produção de energia hidrelétrica, o rendimento da bioenergia, a eficiência das usinas térmicas e as demandas de aquecimento e resfriamento (*alta confiança*). As opções de adaptação de sistemas de energia mais viáveis suportam a resiliência da infraestrutura, sistemas de energia confiáveis e uso eficiente da água para sistemas de geração de energia existentes e novos (*confiança muito alta*). As adaptações para geração de energia hidrelétrica e termoelétrica são eficazes na maioria das regiões de até 1,5°C a 2°C, com eficácia decrescente em níveis mais altos de aquecimento (*confiança média*). A diversificação da geração de energia (por exemplo, eólica, solar, hidroelétrica em pequena escala) e a gestão da demanda (por exemplo, armazenamento e melhorias na eficiência

<sup>96</sup> Neste contexto, "combustíveis fósseis sem abatimento" refere-se aos combustíveis fósseis produzidos e utilizados sem intervenções que reduzem substancialmente a quantidade de GEE emitida ao longo do ciclo de vida; por exemplo, capturando 90% ou mais de CO<sub>2</sub> de usinas elétricas, ou 50–80% de emissões fugitivas de metano do fornecimento de energia {WGIII SPM nota de rodapé 54}.

<sup>97</sup> Os potenciais de mitigação e os custos de mitigação de tecnologias individuais em um contexto ou região específica podem diferir muito das estimativas fornecidas (confiança média) {WGIII SPM C.12.1}.

energética) podem aumentar a confiabilidade energética e reduzir as vulnerabilidades à mudança do clima, especialmente nas populações rurais (*alta confiança*). Mercados de energia sensíveis ao clima, padrões de projeto atualizados sobre ativos energéticos conforme a mudança do clima atual e projetada, tecnologias de redes inteligentes, sistemas de transmissão robustos e maior capacidade de resposta a déficits de fornecimento têm alta viabilidade a médio e longo prazo, com cobenefícios de mitigação (*confiança muito alta*). {WGII SPM B.5.3, WGII SPM C.2.10; WGIII TS.5.1}

#### 4.5.2. Indústria

**Há várias opções para reduzir as emissões industriais que diferem por tipo de indústria; muitas indústrias são afetadas pela mudança do clima, especialmente por eventos extremos (*alta confiança*).** A redução das emissões da indústria implicará uma ação coordenada em todas as cadeias de valor para promover todas as opções de mitigação, incluindo gestão da demanda, eficiência energética e de materiais, fluxos circulares de materiais, bem como tecnologias de abatimento e mudanças transformacionais nos processos de produção (*alta confiança*). A indústria leve e a fabricação podem ser amplamente descarbonizadas através das tecnologias de redução disponíveis (por exemplo, eficiência do material, circularidade), eletrificação (por exemplo, aquecimento eletrotérmico, bombas de calor), e mudança para combustíveis com baixas e zero emissões de GEE (por exemplo, hidrogênio, amoníaco, bio e outros combustíveis sintéticos) (*alta confiança*), enquanto a redução profunda das emissões do processo de cimento dependerá da substituição do material cimentício e da disponibilidade de Captura e Armazenamento de Carbono (CCS) até que novos produtos químicos sejam dominados (*alta confiança*). A redução das emissões da produção e uso de produtos químicos precisaria contar com uma abordagem de ciclo de vida, incluindo maior reciclagem de plásticos, troca de combustível e matéria-prima, e carbono proveniente de fontes biogênicas, e, dependendo da disponibilidade, Captura e Utilização de Carbono (CCU), captura direta de CO<sub>2</sub> no ar, bem como CCS (*alta confiança*). As ações para reduzir as emissões do setor industrial podem mudar a localização das indústrias intensivas em GEE e a organização das cadeias de valor, com efeitos distributivos sobre o emprego e a estrutura econômica (*confiança média*). {WGII TS.B.9.1, WGII Capítulo 16.5.2 WGIII SPM C.5, WGIII SPM C.5.2, WGIII SPM C.5.3, WGIII TS.5.5}

Muitos setores industriais e de serviços são afetados negativamente pela mudança do clima por meio de interrupções no fornecimento e nas operações, especialmente por eventos extremos (*alta confiança*), e exigirão esforços de adaptação. As indústrias de uso intensivo de água (por exemplo, mineração) podem tomar medidas para reduzir o estresse hídrico, como reciclagem e reutilização da água, utilizando fontes salobras ou salinas, trabalhando para melhorar a eficiência do uso da água. Entretanto, os riscos residuais permanecerão, especialmente em níveis mais altos de aquecimento (*confiança média*). (Seção 3.2) {WGII TS.B.9.1, WGII Capítulo 16.5.2, WGII Capítulo 4.6.3}

#### 4.5.3 Cidades, assentamentos e infraestrutura

**Sistemas urbanos são críticos para alcançar reduções profundas de emissões e avançar no desenvolvimento resiliente do clima, particularmente quando isso envolve um planejamento integrado que incorpora infraestrutura física, natural e social (*alta confiança*).** Profundas reduções de emissões e ações de adaptação integradas são avançadas por: planejamento do uso do solo e tomada de decisões integrados e inclusivos; forma urbana compacta pela colocalização de empregos e moradias; redução ou mudança no consumo de energia e materiais urbanos; eletrificação em combinação com fontes de baixas emissões; melhoria da infraestrutura de gestão de água e resíduos; e aumento da absorção e armazenamento de carbono no ambiente urbano (por exemplo, materiais de construção de base biológica, superfícies permeáveis e infraestrutura urbana verde e azul). As cidades podem atingir emissões líquidas zero se as emissões forem reduzidas dentro e fora de suas fronteiras administrativas por meio de cadeias de fornecimento, criando efeitos benéficos em cascata em outros setores. (*alta confiança*). {WGII SPM C.5.6, WGII SPM D.1.3, WGII SPM D.3; WGIII SPM C.6, WGIII SPM C.6.2, WGIII TS 5.4, SR1.5 SPM C.2.4}

Considerar os impactos e riscos da mudança do clima (por exemplo, através de serviços climáticos) no projeto e planejamento de assentamentos urbanos e rurais e infraestrutura é fundamental para a resiliência e a melhoria do bem-estar humano. A mitigação efetiva pode ser avançada em cada uma das etapas de projeto, construção, retrofit, uso e disposição das edificações. As intervenções de mitigação para edificações incluem: na fase de construção, materiais de construção de baixa emissão, invólucro de construção altamente eficiente e a integração de soluções de energia renovável; na fase de uso, aparelhos/equipamentos altamente eficientes, a otimização do uso de edificações e seu abastecimento com fontes de energia de baixa emissão; e na fase de disposição, reciclagem e reutilização de materiais de construção. As medidas de eficiência<sup>98</sup> podem limitar a demanda de energia e materiais ao longo do ciclo de vida dos edifícios e aparelhos. (*alta confiança*) {WGII SPM C.2.5; WGIII SPM C.7.2}.

As emissões de GEE relacionadas ao transporte podem ser reduzidas pelas opções voltadas para a demanda e por tecnologias de baixas emissões de GEE. Mudanças na forma urbana, realocação de espaço nas ruas para ciclismo e pedestres, digitalização (por exemplo, teletrabalho) e programas que incentivem mudanças no comportamento do consumidor (por exemplo, transporte, preços) podem reduzir a demanda por serviços de transporte e apoiar a mudança para meios de transporte mais eficientes em termos energéticos (*alta confiança*). Os veículos elétricos movidos por eletricidade de baixas emissões oferecem o maior potencial de descarbonização para o transporte terrestre, com base no ciclo de vida (*alta confiança*). Os custos dos veículos eletrificados estão diminuindo e sua adoção está acelerando, mas exigem investimentos contínuos em infraestrutura de apoio para aumentar a escala de implantação (*alta confiança*). A pegada ambiental da produção de baterias e as crescentes preocupações com minerais críticos podem ser abordadas via estratégias de diversificação de materiais e suprimentos, melhorias na eficiência energética e

<sup>98</sup> Um conjunto de medidas e práticas diárias que evitam a demanda de energia, materiais, terra e água enquanto proporcionam bem-estar humano para todos dentro dos limites planetários {WGIII Anexo I}

material, e fluxos circulares de materiais (*confiança média*). Os avanços nas tecnologias de baterias poderiam facilitar a eletrificação de caminhões pesados e complementar os sistemas ferroviários elétricos convencionais (*confiança média*). Os biocombustíveis sustentáveis podem oferecer benefícios adicionais de mitigação no transporte terrestre a curto e médio prazo (*confiança média*). Biocombustíveis sustentáveis, hidrogênio com baixas emissões e derivados (incluindo combustíveis sintéticos) podem apoiar a mitigação das emissões de CO<sub>2</sub> do transporte marítimo, aéreo e terrestre pesado, mas exigem melhorias no processo de produção e reduções de custos (*confiança média*). Os principais sistemas de infraestrutura, incluindo saneamento, água, saúde, transporte, comunicações e energia, serão cada vez mais vulneráveis se os padrões de projeto não considerarem as mudanças nas condições climáticas (*alta confiança*) {WGII SPM B.2.5; WGIII SPM C.6.2, WGIII SPM C.8, WGIII SPM C.8.1, WGIII SPM C.8.2, WGIII SPM C.10.2, WGIII SPM C.10.3, WGIII SPM C.10.4}.

A infraestrutura verde/natural e azul, como a silvicultura urbana, telhados verdes, lagoas e lagos, e a restauração de rios podem mitigar a mudança do clima através da absorção e armazenamento de carbono, emissões evitadas e redução no uso de energia, reduzindo, ao mesmo tempo, o risco de eventos extremos, como ondas de calor, precipitação pesada e secas, e avançando nos cobenefícios para a saúde, o bem-estar e a subsistência (*confiança média*). A arborização urbana pode proporcionar resfriamento local (*confiança muito alta*). A combinação de respostas de adaptação verde/natural e cinza/física da infraestrutura tem potencial para reduzir os custos de adaptação e contribuir para o controle de enchentes, saneamento, gestão de recursos hídricos, prevenção de deslizamentos de terra e proteção costeira (*confiança média*). Globalmente, mais financiamento é dirigido à infraestrutura cinza/física do que à infraestrutura verde/natural e à infraestrutura social (*confiança média*), e há poucas evidências de investimento em assentamentos informais (*confiança média a alta*). Os maiores ganhos em bem-estar nas áreas urbanas podem ser alcançados priorizando o financiamento para reduzir o risco climático para comunidades de baixa renda e marginalizadas, incluindo pessoas que vivem em assentamentos informais (*alta confiança*). {WGII SPM C.2.5, WGII SPM C.2.6, WGII SPM C.2.7, WGII SPM D.3.2, WGII TS.E.1.4, WGII Caixa de Capítulo Transversal FEAS; WGIII SPM C.6, WGIII SPM C.6.2, WGIII SPM D.1.3, WGIII SPM D.2.1}

As respostas à contínua elevação do nível do mar e subsidência da terra em cidades e povoados costeiros de baixa altitude e pequenas ilhas incluem proteção, acomodação, antecipação e realocação planejada. Estas respostas são mais eficazes se combinadas e/ou sequenciadas, planejadas com bastante antecedência, alinhadas com valores socioculturais e prioridades de desenvolvimento, e sustentadas por processos inclusivos de engajamento comunitário. (*alta confiança*) {WGII SPM C.2.8}

#### 4.5.4. Terra, Oceano, Alimentos e Água

**Existe um potencial substancial de mitigação e adaptação das opções na agricultura, silvicultura e outros usos da terra, e nos oceanos, que poderia ser ampliado a curto prazo na maioria das regiões (*alta confiança*)** (Figura 4.5). A conservação, melhor gerenciamento e restauração de florestas e outros ecossistemas oferecem a maior parcela do potencial de mitigação econômica, com

redução do desmatamento em regiões tropicais com o maior potencial total de mitigação. A restauração do ecossistema, o reflorestamento e o florestamento podem levar a *trade-offs* devido a demandas concorrentes sobre a terra. A minimização de *trade-offs* requer abordagens integradas para atender a múltiplos objetivos, incluindo a segurança alimentar. Medidas voltadas para a demanda (mudança para dietas saudáveis sustentáveis e redução de perdas/resíduos de alimentos) e intensificação agrícola sustentável podem reduzir a conversão de ecossistemas e as emissões de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, e liberar terras para reflorestamento e restauração de ecossistemas. Produtos agrícolas e florestais de fonte sustentável, incluindo produtos de madeira de longa vida, podem ser utilizados em vez de produtos com maior intensidade de GEE em outros setores. As opções efetivas de adaptação incluem melhorias nas cultivares, agroflorestamento, adaptação baseada na comunidade, diversificação agrícola e paisagística e agricultura urbana. Estas opções de resposta de AFOLU requerem a integração de fatores biofísicos, socioeconômicos e outros fatores de capacitação. A eficácia da adaptação baseada em ecossistemas e a maioria das opções de adaptação relacionadas à água diminuí com o aumento do aquecimento (consulte 3.2). (*alta confiança*). {WGII SPM C.2.1, WGII SPM C.2.2, WGII SPM C.2.5 WGIII SPM C.9.1; SRCCL SPM B.1.1, SRCCL SPM B.5.4, SRCCL SPM D.1; SROCC SPM C}

Algumas opções, como a conservação de ecossistemas com alto teor de carbono (por exemplo, turfeiras, pântanos, serras, manguezais e florestas), têm impactos imediatos, enquanto outras, como a restauração de ecossistemas com alto teor de carbono, a recuperação de solos degradados ou o florestamento, levam décadas para produzir resultados mensuráveis (*alta confiança*). Muitas tecnologias e práticas de manejo sustentável da terra são financeiramente rentáveis em três a dez anos (*confiança média*). {SRCCL SPM B.1.2, SRCCL SPM D.2.2}

**A manutenção da resiliência da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos em escala global depende da conservação efetiva e equitativa de aproximadamente 30–50% da terra, água doce e áreas oceânicas da Terra, incluindo atualmente ecossistemas quase naturais (*alta confiança*)**. Os serviços e opções oferecidos pelos ecossistemas terrestres, de água doce, costeiros e oceânicos podem ser apoiados por proteção, restauração, gestão preventiva baseada no ecossistema, do uso de recursos renováveis e a redução da poluição e outros fatores de estresse (*alta confiança*). {WGII SPM C.2.4, WGII SPM D.4; SROCC SPM C.2}

A conversão de terras em grande escala para bioenergia, biocarvão ou florestamento pode aumentar os riscos para a biodiversidade, água e segurança alimentar. Em contraste, a restauração de florestas naturais e turfeiras drenadas e a melhoria da sustentabilidade das florestas manejadas aumenta a resiliência dos estoques e sumidouros de carbono e reduz a vulnerabilidade dos ecossistemas à mudança do clima. A cooperação, e a tomada de decisões inclusivas, com as comunidades locais e os Povos Indígenas, bem como o reconhecimento dos direitos inerentes dos Povos Indígenas, é parte integrante da adaptação bem-sucedida através das florestas e outros ecossistemas. (*alta confiança*). {WGII SPM B.5.4, WGII SPM C.2.3, WGII SPM C.2.4; WGIII SPM D.2.3; SRCCL B.7.3, SRCCL SPM C.4.3, SRCCL TS.7}

Os rios naturais, áreas úmidas e florestas a montante reduzem o risco de inundação na maioria das circunstâncias (*alta confiança*). A melhoria

da retenção natural de água, como a restauração de áreas úmidas e rios, o planejamento do uso do solo, como de zonas sem construção ou o manejo florestal a montante, pode reduzir ainda mais o risco de inundação (*confiança média*). Para inundações internas, combinações de medidas não estruturais como sistemas de alerta precoce e medidas estruturais como diques reduziram a perda de vidas (*confiança média*), mas defesas duras contra inundações ou elevação do nível do mar também podem ser má adaptativas (*alta confiança*). {WGII SPM C.2.1, WGII SPM C.4.1, WGII SPM C.4.2, WGII SPM C.2.5}

A proteção e restauração dos ecossistemas costeiros de "carbono azul" (por exemplo, manguezais, pântanos salgados e prados de ervas marinhas) poderia reduzir as emissões e/ou aumentar a absorção e armazenamento de carbono (*confiança média*). As zonas úmidas costeiras protegem contra a erosão costeira e as inundações (*confiança muito alta*). O reforço das abordagens de precaução, tais como a reconstrução da pesqueiros superexplorados ou esgotados, e a capacidade de resposta das estratégias existentes de gestão da pesca reduzem os impactos negativos da mudança do clima sobre a pesca, com benefícios para as economias regionais e os meios de subsistência (*confiança média*). A gestão baseada em ecossistemas na pesca e aquicultura apoia a segurança alimentar, a biodiversidade, a saúde humana e o bem-estar (*alta confiança*). {WGII SPM C.2.2, WGII SPM C.2; SROCC SPM C.2.3, SROCC SPM C.2.4}

#### 4.5.5. Saúde e Nutrição

**A saúde humana se beneficiará de opções integradas de mitigação e adaptação que incorporam a saúde nas políticas de alimentos, infraestrutura, proteção social e hídricas (*confiança muito alta*).** Dietas saudáveis equilibradas e sustentáveis<sup>99</sup> e redução da perda e desperdício de alimentos apresentam importantes oportunidades de adaptação e mitigação enquanto geram cobenefícios significativos em termos de biodiversidade e saúde humana (*alta confiança*). Políticas de saúde pública para melhorar a nutrição, tais como o aumento da diversidade de fontes de alimentos nas compras públicas, seguros de saúde, incentivos financeiros e campanhas de conscientização, podem potencialmente influenciar a demanda de alimentos, reduzir o desperdício de alimentos, reduzir os custos de saúde, contribuir para a redução das emissões de GEE e aumentar a capacidade de adaptação (*alta confiança*). A melhoria do acesso a fontes e tecnologias de energia limpa e a mudança para mobilidade ativa (por exemplo, caminhadas e ciclismo) e transporte público podem proporcionar benefícios socioeconômicos, de qualidade do ar e de saúde, especialmente para mulheres e crianças (*alta confiança*). {WGII SPM C.2.2, WGII SPM C.2.11, WGII Caixa de Capítulo Transversal SAÚDE; WGIII SPM C.2.2, WGIII SPM C.4.2, WGIII SPM C.9.1, WGIII SPM C.10.4, WGIII SPM D.1.3, WGIII SPM Figura SPM6, WGIII SPM Figura SPM.8; SRCL SPM B.6.2, SRCL SPM B.6.3, SRCL B.4.6, SRCL SPM C.2.4}

**Existem opções eficazes de adaptação para proteger a saúde e o bem-estar humano (*alta confiança*).** Os Planos de Ação de Saúde que incluem sistemas de alerta precoce e resposta são eficazes para calor extremo (*alta confiança*). Opções eficazes para doenças transmitidas pela água e por alimentos incluem melhorar o acesso à água potável,

reduzir a exposição dos sistemas de água e saneamento a enchentes e eventos climáticos extremos, e melhorar os sistemas de alerta precoce (*confiança muito alta*). Para doenças transmitidas por vetores, as opções de adaptação eficazes incluem vigilância, sistemas de alerta precoce e desenvolvimento de vacinas (*confiança muito alta*). As opções eficazes de adaptação para reduzir os riscos à saúde mental sob a mudança do clima incluem a melhoria da vigilância e do acesso aos cuidados de saúde mental, e o monitoramento dos impactos psicossociais de eventos climáticos extremos (*alta confiança*). Um caminho chave para a resiliência climática no setor da saúde é o acesso universal à saúde (*alta confiança*) {WGII SPM C.2.11, WGII Capítulo 7.4.6}

#### 4.5.6. Sociedade, Meios de Subsistência e Economias

**O aumento do conhecimento sobre riscos e opções de adaptação disponíveis promove respostas sociais, e mudanças de comportamento e estilo de vida apoiadas por políticas, infraestrutura e tecnologia podem ajudar a reduzir as emissões globais de GEE (*alta confiança*).** A alfabetização climática e as informações fornecidas via serviços climáticos e abordagens comunitárias, incluindo aquelas informadas pelo Conhecimento Indígena e pelo conhecimento local, podem acelerar mudanças de comportamento e planejamento (*alta confiança*). Programas educacionais e de informação, utilizando as artes, modelagem participativa e ciência cidadã podem facilitar a conscientização, aumentar a percepção de risco e influenciar comportamentos (*alta confiança*). A forma como as escolhas são apresentadas pode permitir a adoção de opções socioculturais de baixa intensidade de GEE, tais como mudanças para dietas saudáveis equilibradas e sustentáveis, redução do desperdício de alimentos e mobilidade ativa (*alta confiança*). A rotulagem criteriosa, enquadramento e comunicação de normas sociais pode aumentar o efeito de mandatos, subsídios ou impostos (*confiança média*) {WGII SPM C.5.3, WGII TS.D.10.1; WGIII SPM C.10, WGIII SPM C.10.2, WGIII SPM C.10.3, WGIII SPM E.2.2, WGIII Figura SPM.6, WGIII TS.6.1, 5.4; SR1.5 SPM D.5.6; SROCC SPM C.4}.

**Uma gama de opções de adaptação, tais como gestão de risco de desastres, sistemas de alerta precoce, serviços climáticos e abordagens de distribuição e compartilhamento de riscos, têm ampla aplicabilidade em todos os setores e proporcionam maiores benefícios de redução de riscos quando combinados (*alta confiança*).** Serviços climáticos voltados para a demanda e inclusivos de diferentes usuários e fornecedores podem melhorar as práticas agrícolas, informar melhor o uso e a eficiência da água e permitir um planejamento resiliente da infraestrutura (*alta confiança*). Integração de políticas que incluem seguro climático e de saúde, proteção social e redes de segurança adaptativas, financiamento contingente e fundos de reserva, e acesso universal a sistemas de alerta precoce combinados com planos de contingência eficazes, podem reduzir a vulnerabilidade e a exposição dos sistemas humanos (*alta confiança*). A integração da adaptação climática em programas de proteção social, incluindo transferências de dinheiro e programas de obras públicas, é altamente viável e aumenta a resiliência à mudança do clima, especialmente quando apoiada por serviços básicos e infraestrutura (*alta confiança*). As redes de segurança social podem construir capacidades adaptativas,

<sup>99</sup> Dietas balanceadas referem-se a dietas que apresentam alimentos à base de plantas, como aquelas baseadas em cereais secundários, legumes, frutas e vegetais, nozes e sementes, e alimentos de origem animal produzidos em sistemas resilientes, sustentáveis e de baixa emissão de GEE, como descrito no SRCL.

reduzir a vulnerabilidade socioeconômica e reduzir os riscos ligados a ameaças (*evidência robusta, acordo médio*). {WGII SPM C.2.9, WGII SPM C.2.13, WGII Caixa de Capítulo Transversal FEASIB no Capítulo 18; SRCCL SPM C.1.4, SRCCL SPM D.1.2}.

**A redução de riscos futuros de migração e deslocamento involuntário devido à mudança do clima é possível por meio de esforços cooperativos internacionais para aumentar a capacidade de adaptação institucional e o desenvolvimento sustentável (*alta confiança*).** O aumento da capacidade de adaptação minimiza o risco associado à migração involuntária e à imobilidade e melhora o grau de escolha sob o qual as decisões de migração são tomadas, enquanto as intervenções políticas podem remover barreiras e expandir as alternativas de migração segura, ordenada e regular que permite que as pessoas vulneráveis se adaptem à mudança do clima (*alta confiança*). {WGII SPM C.2.12, WGII TS.D.8.6, WGII Caixa de Capítulo Transversal MIGRATE no Capítulo 7}

**A aceleração do compromisso e do cumprimento dos compromissos assumidos pelo setor privado é promovida,**

**por exemplo, através da criação de planos de negócios para a adaptação, responsabilidade e transparência, e monitoramento e avaliação do progresso da adaptação (*confiança média*).** As trajetórias integradas para gerenciar os riscos climáticos serão mais adequadas quando as chamadas opções antecipatórias "de baixo arrependimento" forem estabelecidas conjuntamente entre setores de forma oportuna e viável e eficaz em seu contexto local, e quando as dependências históricas e as má adaptações entre setores forem evitadas (*alta confiança*). As ações de adaptação sustentada são reforçadas pela integração da adaptação nos ciclos de planejamento do orçamento institucional e das políticas, planejamento estatutário, estruturas de monitoramento e avaliação e nos esforços de recuperação de eventos de desastre (*alta confiança*). Instrumentos que incorporam a adaptação, tais como estruturas políticas e jurídicas, incentivos comportamentais e instrumentos econômicos que abordam falhas do mercado, tais como divulgação de riscos climáticos, processos inclusivos e deliberativos fortalecem as ações de adaptação por atores públicos e privados (*confiança média*). {WGII SPM C.5.1, WGII SPM C.5.2, WGII TS.D.10.4}

## 4.6 Cobenefícios da Adaptação e Mitigação para Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

**As ações de mitigação e adaptação têm mais sinergias do que trade-offs com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Sinergias e trade-offs dependem do contexto e da escala de implementação. Possíveis trade-offs podem ser compensados ou evitados com políticas adicionais, investimentos e parcerias financeiras. (*alta confiança*)**

**Muitas ações de mitigação e adaptação têm múltiplas sinergias com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), mas algumas ações também podem ter trade-offs. As sinergias potenciais com os ODS excedem os possíveis trade-offs.** Sinergias e trade-offs são específicos do contexto e dependem de: meios e escala de implementação, interações intra e intersetoriais, cooperação entre países e regiões, sequenciamento, cronograma e rigor das ações, governança e desenho de políticas. A erradicação da pobreza extrema, da pobreza energética e o fornecimento de padrões de vida decentes para todos, consistentes com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável a curto prazo, podem ser alcançados sem um crescimento significativo das emissões globais. (*alta confiança*) (Figura 4.5) {WGII SPM C.2.3, WGII SPM Figura SPM.4b; WGIII SPM B.3.3, WGIII SPM C.9.2, WGIII SPM D.1.2, WGIII SPM D.1.4, WGIII SPM Figura SPM.8}

**Várias opções de mitigação e adaptação podem aproveitar sinergias a curto prazo e reduzir trade-offs para avançar no desenvolvimento sustentável em sistemas energéticos, urbanos e terrestres (Figura 4.5) (*alta confiança*).** Os sistemas de fornecimento de energia limpa têm múltiplos cobenefícios, incluindo melhorias na qualidade do ar e na saúde. Planos de Ação para Saúde contra o Calor que incluem sistemas de alerta precoce e resposta, abordagens que integram a saúde na alimentação, subsistência, proteção social, água e saneamento beneficiam a saúde e o bem-estar.

Existem sinergias potenciais entre os múltiplos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e o uso sustentável do solo e o planejamento urbano com mais espaços verdes, redução da poluição do ar e mitigação no lado da demanda, incluindo mudanças para dietas saudáveis equilibradas e sustentáveis. A eletrificação combinada com

energia de baixo GEE, e as mudanças para o transporte público podem melhorar a saúde, o emprego, além de contribuir para a segurança energética e proporcionar equidade. A conservação, proteção e restauração dos ecossistemas terrestres, de água doce, costeiros e oceânicos, juntamente com uma gestão orientada para se adaptar aos impactos inevitáveis da mudança do clima, pode gerar múltiplos benefícios adicionais, tais como produtividade agrícola, segurança alimentar e conservação da biodiversidade. (*alta confiança*). {WGII SPM C.1.1, WGII C.2.4, WGII SPM D.1, WGII SPM Figura SPM.4, WGII Caixa de Capítulo Transversal HEALTH no Capítulo 17, WGII Caixa de Capítulo Transversal FEASIB no Capítulo 18; WGIII SPM C.4.2, WGIII SPM D.1.3, WGIII SPM D.2, WGIII SPM Figura SPM.8; SRCCL SPM B.4.6}

**Ao implementar a mitigação e adaptação em conjunto, e considerando os trade-offs, múltiplos cobenefícios e sinergias para o bem-estar humano, bem como a saúde planetária e do ecossistema, podem ser alcançados (*alta confiança*).** Existe uma forte ligação entre desenvolvimento sustentável, vulnerabilidade e riscos climáticos. As redes de segurança social que apoiam a adaptação à mudança do clima têm fortes cobenefícios com metas de desenvolvimento como educação, redução da pobreza, inclusão de gênero e segurança alimentar. A restauração da terra contribui para a mitigação e adaptação com sinergias por meio de serviços ecossistêmicos aprimorados e com retornos economicamente positivos e cobenefícios para a redução da pobreza e melhoria dos meios de subsistência. Os trade-offs podem ser avaliados e minimizados dando ênfase à capacitação, financiamento, transferência de tecnologia, investimentos; governança, desenvolvimento, considerações específicas de gênero e outras considerações de equidade social com participação significativa dos Povos Indígenas, comunidades locais e populações

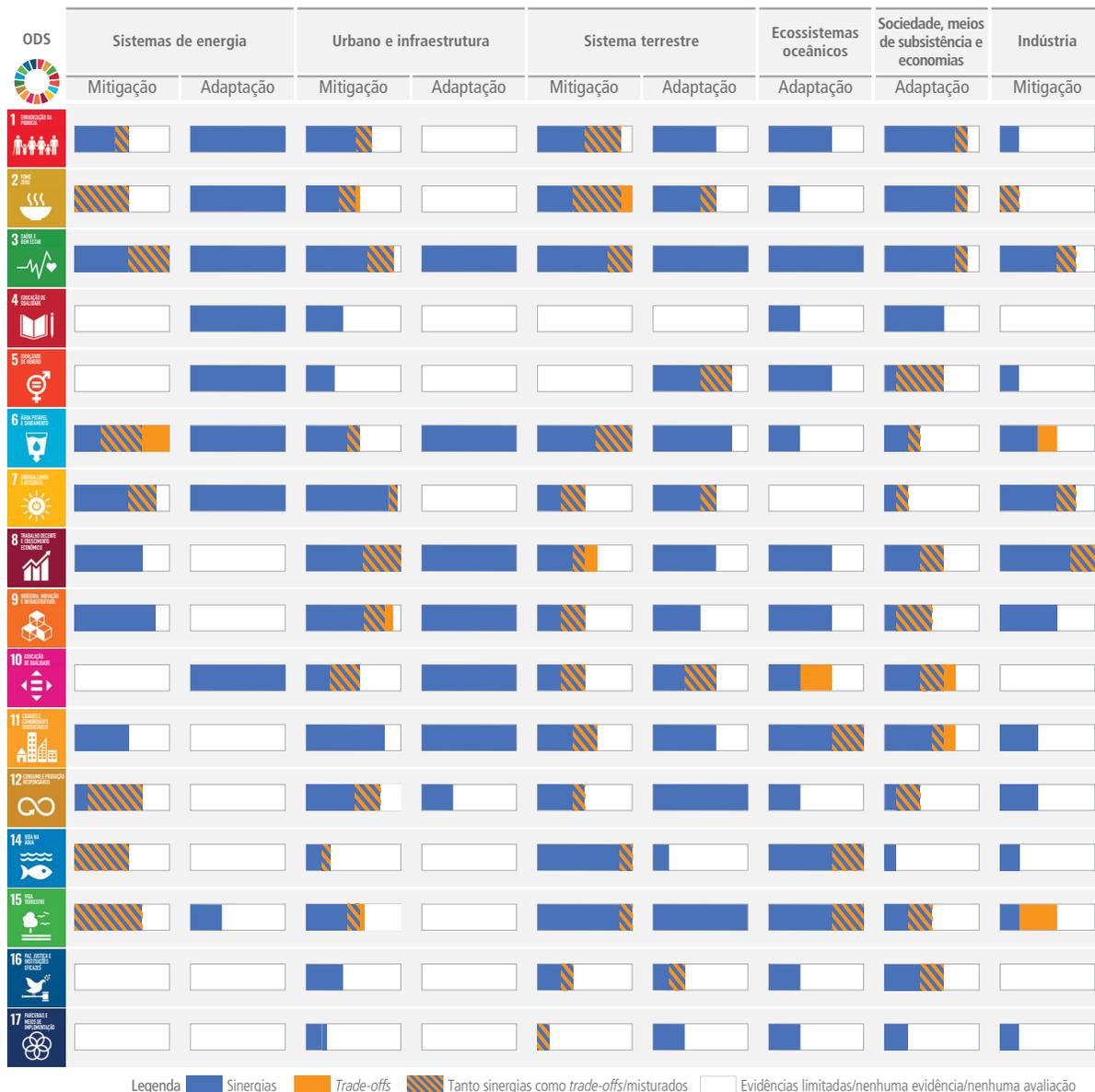
vulneráveis. (*alta confiança*). {WGII SPM C.2.9, WGII SPM C.5.6, WGII SPM D.5.2, WGII Caixa de Capítulo Transversal sobre Gênero no Capítulo 18; WGIII SPM C.9.2, WGIII SPM D.1.2, WGIII SPM D.1.4, WGIII SPM D.2; SRCL SPM D.2.2, SRCL TS.4}

**O projeto e a implementação relevantes para o contexto exigem a consideração das necessidades das pessoas, da biodiversidade e de outras dimensões do desenvolvimento sustentável (*confiança muito alta*).** Os países em todos os estágios do desenvolvimento econômico procuram melhorar o bem-estar das pessoas, e suas prioridades de desenvolvimento refletem diferentes pontos de partida e contextos. Os diferentes contextos incluem, entre outros, circunstâncias sociais, econômicas, ambientais, culturais ou políticas, dotação de recursos, capacidades, ambiente internacional e desenvolvimento prévio. Em regiões com alta dependência de combustíveis fósseis para, entre outras coisas, geração de renda e emprego, mitigar os riscos

para o desenvolvimento sustentável requer políticas que promovam a diversificação econômica e do setor energético e considerações de princípios, processos e práticas de transições justas (*alta confiança*). Para indivíduos e famílias em áreas costeiras baixas, em Pequenas Ilhas e pequenos agricultores, a transição da adaptação incremental para a adaptação transformacional pode ajudar a superar limites de adaptação flexível (*alta confiança*). Uma governança eficaz é necessária para limitar os *trade-offs* de algumas opções de mitigação, tais como florestamento em larga escala e opções de bioenergia, devido aos riscos de sua implantação para sistemas alimentares, biodiversidade, outras funções e serviços dos ecossistemas e meios de subsistência (*alta confiança*). Uma governança eficaz requer capacidade institucional adequada em todos os níveis (*alta confiança*) {WGII SPM B.5.4, WGII SPM C.3.1, WGII SPM C.3.4; WGIII SPM D.1.3, WGIII SPM E.4.2; SR1.5 SPM C.3.4, SR1.5 SPM C.3.5, SR1.5 SPM Figura SPM.4, SR1.5 SPM D.4.3, SR1.5 SPM D.4.4}

## Ações de adaptação e mitigação de curto prazo têm mais sinergias do que *trade-offs* com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

Sinergias e trade-offs dependem do contexto e da escala



**Figura 4.5: Potenciais sinergias e trade-offs entre o portfólio de opções de mitigação e adaptação à mudança do clima e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).** Esta figura apresenta um resumo de alto nível das sinergias e trade-offs potenciais avaliados na Figura SPM.4b e na Figura SPM.8 do WGII, com base na avaliação qualitativa e quantitativa de cada mitigação ou opção individualmente. Os ODS servem como uma estrutura analítica para a avaliação de diferentes dimensões de desenvolvimento sustentável, que se estendem além do prazo das metas dos ODS para 2030. Sinergias e trade-offs entre todas as opções individuais em um setor/sistema são agregados em potenciais de setor/sistema para todo o portfólio de mitigação ou adaptação.

O comprimento de cada barra representa o número total de opções de mitigação ou adaptação sob cada sistema/setor. O número de opções de adaptação e mitigação varia conforme o sistema/setor, e foi normalizado a 100% para que as barras sejam comparáveis entre mitigação, adaptação, sistema/setor e ODS. Links positivos mostrados em WGII Figura SPM 4b e WGIII Figura SPM 8 são contados e agregados para gerar a participação percentual de sinergias, aqui representada pela proporção azul dentro das barras. Links negativos mostrados em WGII Figura SPM 4b e WGIII Figura SPM 8 são contados e agregados para gerar a participação percentual de trade-offs e é representado pela proporção de laranja dentro das barras. Tanto sinergias como trade-offs mostrados em WGII Figura SPM 4b e WGIII Figura SPM 8 são contados e agregados para gerar a participação percentual de "sinergias e trade-off", representados pela proporção de barras listradas dentro das barras.

A proporção "branca" dentro da barra indica evidência limitada/ nenhuma evidência/não avaliado.

Os sistemas de energia compreendem todas as opções de mitigação listadas na Figura SPM.8 do WGII e na Figura SPM.4b do WGII para adaptação. Urbano e infraestrutura compreende todas as opções de mitigação listadas na Figura SPM.8 do WGIII sob Sistemas Urbanos, sob Edifícios e sob Transporte e opções de adaptação listadas na Figura SPM.4b do WGII sob Sistemas urbanos e de infraestrutura. O sistema terrestre compreende opções de mitigação listadas em WGIII Figura SPM.8 sob AFOLU e opções de adaptação listadas em WGII Figura SPM.4b sob sistemas terrestres e oceânicos: adaptação de base florestal, sistemas agroflorestais, gerenciamento da biodiversidade e conectividade de ecossistemas, melhor gerenciamento das terras cultivadas, gerenciamento eficiente da pecuária, eficiência no uso da água e gerenciamento dos recursos hídricos. Os ecossistemas oceânicos compreendem opções de adaptação listadas na Figura SPM.4b do WGII sob sistemas terrestres e oceânicos: defesa da costa e infraestrutura resiliente, gestão integrada da zona costeira e aquicultura e pesca sustentáveis. Sociedade, subsistência e economias compreende as opções de adaptação listadas na Figura SPM.4b do WGII, em Intersetorial; Indústria compreende todas as opções de mitigação listadas na Figura SPM.8 do WGIII, em Indústria.

O ODS 13 (Ação Climática) não está listado porque a mitigação/adaptação está sendo considerada em termos de interação com os ODS e não vice-versa (SPM SR1.5 Figure SPM.4 legenda). As barras denotam a força da conexão e não consideram a força do impacto sobre os ODS. As sinergias e os trade-offs diferem segundo o contexto e a escala de implementação. A escala de implementação é particularmente importante quando há competição por recursos escassos. Por uma questão de uniformidade, não estamos reportando os níveis de confiança porque existe uma diferença de conhecimento na relação opção-adaptação com os ODS e seu nível de confiança evidente em WGII fig SPM 4b. {WGII Figura SPM.4b; WGIII Figura SPM.8}

## 4.7 Governança e Política para Ações de Mudança do Clima no Curto Prazo

**Uma ação climática eficaz requer compromisso político, uma governança multinível bem alinhada e estruturas institucionais, leis, políticas e estratégias. Ela precisa de objetivos claros, ferramentas financeiras e de financiamento adequadas, coordenação em múltiplos domínios políticos e processos de governança inclusiva. Muitos instrumentos de política de mitigação e adaptação foram implantados com sucesso, e poderiam apoiar reduções profundas de emissões e resiliência climática se forem ampliados e aplicados de forma abrangente, dependendo das circunstâncias nacionais. As ações de adaptação e mitigação se beneficiam do aproveitamento de diversos conhecimentos. (alta confiança)**

Uma governança climática eficaz permite a mitigação e a adaptação, fornecendo uma direção geral baseada nas circunstâncias nacionais, estabelecendo metas e prioridades, integrando a ação climática em todos os domínios e níveis políticos, com base nas circunstâncias nacionais e no contexto da cooperação internacional. A governança eficaz melhora o monitoramento e a avaliação e a segurança regulatória, priorizando a tomada de decisões inclusivas, transparentes e equitativas, e melhora o acesso ao financiamento e à tecnologia (*alta confiança*). Estas funções podem ser promovidas por leis e planos relevantes ao clima, que estão crescendo em número entre setores e regiões, avançando os resultados de mitigação e benefícios de adaptação (*alta confiança*). As leis climáticas têm crescido em número e ajudado a produzir resultados de mitigação e adaptação (*confiança média*). {WGII SPM C.5, WGII SPM C.5.1, WGII SPM C5.4, WGII SPM C.5.6; WGIII SPM B.5.2, WGIII SPM E.3.1}

Instituições climáticas municipais, nacionais e subnacionais eficazes, tais como órgãos especializados e de coordenação, permitem processos de decisão coproduzidos e em múltiplas escalas, criam consenso para a ação entre os diversos interesses e informam os cenários estratégicos (*alta confiança*). Isso requer capacidade institucional adequada em todos os níveis (*alta confiança*). Vulnerabilidades e riscos climáticos são frequentemente reduzidos por meio de leis, políticas, processos participativos e intervenções

cuidadosamente projetados e implementados que abordam inequidades específicas do contexto, tais como baseadas em gênero, etnia, deficiência, idade, localização e renda (*alta confiança*). O apoio político é influenciado pelos Povos Indígenas, empresas e atores da sociedade civil, incluindo os jovens, os trabalhadores, a mídia e as comunidades locais, e a eficácia é reforçada por parcerias entre muitos grupos diferentes da sociedade (*alta confiança*). Litígios relacionados ao clima têm crescido, com muitos casos em alguns países desenvolvidos e com um número muito menor em alguns países em desenvolvimento e, em alguns casos, tem influenciado o resultado e a ambição da governança climática (*confiança média*).

{WGII SPM C2.6, WGII SPM C.5.2, WGII SPM C.5.5, WGII SPM C.5.6, WGII SPM D.3.1; WGIII SPM E3.2, WGIII SPM E.3.3}

Uma governança climática eficaz é possibilitada por processos de decisão inclusivos, alocação de recursos apropriados e revisão, monitoramento e avaliação institucional (*alta confiança*). A governança multinível, híbrida e intersetorial facilita a consideração adequada de cobenefícios e trade-offs, particularmente nos setores fundiários onde os processos de decisão variam do nível da fazenda à escala nacional (*alta confiança*). A consideração da justiça climática pode ajudar a facilitar a reorientação de trajetórias de desenvolvimento em direção à sustentabilidade. {WGII SPM C.5.5, WGII SPM C.5.6, WGII SPM D.1.1, WGII SPM D.2, WGII SPM D.3.2; SRCL SPM C.3, SRCL TS.1}

O aproveitamento de diversos conhecimentos e parcerias, inclusive com mulheres, jovens, Povos Indígenas, comunidades locais e minorias étnicas, pode facilitar o desenvolvimento resistente ao clima e tem permitido soluções localmente apropriadas e socialmente aceitáveis (*alta confiança*). {WGII SPM D.2, D.2.1}

Muitos instrumentos regulatórios e econômicos já foram implantados com sucesso. Esses instrumentos poderiam apoiar reduções profundas de emissões se forem ampliados e aplicados de forma mais abrangente. A experiência prática informa a concepção dos instrumentos e ajudou a melhorar a previsibilidade, a eficácia ambiental, a eficiência econômica e a equidade. (*alta confiança*) {WGII SPM E.4; WGIII SPM E.4.2}.

A ampliação e o aumento do uso de instrumentos regulatórios, consistente com as circunstâncias nacionais, pode melhorar os resultados de mitigação em aplicações setoriais (*alta confiança*), e instrumentos regulatórios que incluem mecanismos de flexibilidade podem reduzir os custos de redução de emissões (*confiança média*). {WGII SPM C.5.4; WGIII SPM E.4.1}

Quando implementados, os instrumentos de precificação de carbono incentivaram medidas de redução de emissões de baixo custo, mas foram menos eficazes, por si só e a preços prevalentes durante o período de avaliação, para promover medidas de custo mais elevado necessárias para novas reduções (*confiança média*). A receita dos impostos de carbono ou do comércio de emissões pode ser usada para objetivos de equidade e distribuição, por exemplo, para apoiar famílias de baixa renda, entre outras abordagens (*alta confiança*). Não há evidência consistente de que os atuais sistemas de comércio de emissões tenham levado a vazamentos significativos de emissões (*confiança média*). {WGIII SPM E.4.2, WGIII SPM E.4.6}

A remoção de subsídios de combustíveis fósseis reduziria as emissões, melhoraria a receita pública e o desempenho macroeconômico, e produziria outros benefícios ambientais e de desenvolvimento sustentável, tais como melhor receita pública, desempenho macroeconômico e de sustentabilidade; a remoção de subsídios pode ter impactos distributivos adversos, especialmente nos grupos economicamente mais vulneráveis que, em alguns casos, podem ser mitigados por medidas como a redistribuição da receita economizada, e dependem de circunstâncias nacionais (*alta confiança*). A remoção do subsídio de combustível fóssil é projetada por vários estudos para reduzir as emissões globais de CO<sub>2</sub> em 1–4%, e as emissões de GEE em até 10% até 2030, variando entre regiões (*confiança média*). {WGIII SPM E.4.2}

Políticas nacionais de apoio ao desenvolvimento tecnológico e participação em mercados internacionais para redução de emissões podem trazer efeitos colaterais positivos para outros países (*confiança média*), embora a redução da demanda por combustíveis fósseis como resultado da política climática possa resultar em custos para os países exportadores (*alta confiança*). Os pacotes econômicos podem atender a metas econômicas de curto prazo, reduzindo as emissões e reorientando as trajetórias de desenvolvimento em direção à sustentabilidade (*confiança média*). Exemplos são compromissos de gastos públicos; reformas de preços; e investimentos em educação e treinamento, P&D e infraestrutura (*alta confiança*). Pacotes de políticas eficazes seriam abrangentes em termos de cobertura, aproveitados para uma visão clara de mudança, equilibrados entre objetivos, alinhados com as necessidades específicas de tecnologia e sistema, consistentes em termos de projeto e adaptados às circunstâncias nacionais (*alta confiança*). {WGIII SPM E.4.4, WGIII SPM 4.5, WGIII SPM 4.6}

## 4.8 Fortalecendo a Resposta: Finanças, Cooperação Internacional e Tecnologia

**As finanças, a cooperação internacional e a tecnologia são fatores críticos para a aceleração da ação climática. Para que as metas climáticas sejam alcançadas, tanto o financiamento para adaptação quanto o financiamento para mitigação teriam que aumentar substancialmente. Há capital global suficiente para fechar as lacunas de investimento global, mas existem barreiras para redirecionar o capital para a ação climática. As barreiras incluem barreiras institucionais, regulamentares e de acesso ao mercado, são reduzidas e atendem às necessidades e oportunidades, vulnerabilidade econômica e endividamento em muitos países em desenvolvimento. O aumento da cooperação internacional é possível mediante múltiplos canais. A melhoria dos sistemas de inovação tecnológica é fundamental para acelerar a adoção generalizada de tecnologias e práticas. (alta confiança)**

### 4.8.1. Financiamento para Ações de Mitigação e Adaptação

Uma melhor disponibilidade e acesso ao financiamento<sup>100</sup> permitirá uma ação climática acelerada (*confiança muito alta*). O atendimento das necessidades e lacunas e a ampliação do acesso equitativo ao financiamento nacional e internacional, quando

combinado com outras ações de apoio, pode atuar como catalisador para acelerar a mitigação e reorientar as trajetórias de desenvolvimento (*alta confiança*). O desenvolvimento resistente ao clima é possibilitado pelo aumento da cooperação internacional, incluindo melhor acesso a recursos financeiros, particularmente para regiões, setores e grupos vulneráveis, e governança inclusiva e políticas coordenadas

<sup>100</sup> As finanças podem originar-se de diversas fontes, isoladamente ou em combinação: públicas ou privadas, locais, nacionais ou internacionais, bilaterais ou multilaterais, e fontes alternativas (por exemplo, filantrópicas, compensações de carbono). Pode ser sob a forma de subvenções, assistência técnica, empréstimos (concessionais e não concessionais), títulos, ações, seguros de risco e garantias financeiras (de vários tipos).

(*alta confiança*). A cooperação financeira internacional acelerada é um habilitador crítico de baixo GEE e de transições justas, e pode abordar as desigualdades no acesso ao financiamento e os custos e a vulnerabilidade aos impactos da mudança do clima (*alta confiança*). {WGII SPM C.1.2, WGII SPM C.3.2, WGII SPM C.5, WGII SPM C.5.4, WGII SPM D.2, WGII SPM D.3.2, WGII SPM D.5, WGII SPM D.5.2; WGIII SPM B.4.2, WGIII SPM B.5, WGIII SPM B.5.4, WGIII SPM C.4.2, WGIII SPM C.7.3, WGIII SPM C.8.5, WGIII SPM D.1.2, WGIII SPM D.2.4, WGIII SPM D.3.4, WGIII SPM E.2.3, WGIII SPM E.3.1, WGIII SPM E.5, WGIII SPM E.5.1, WGIII SPM E.5.2, WGIII SPM E.5.3, WGIII SPM E.5.4, WGIII SPM E.6.2}

**Tanto o financiamento de adaptação quanto o de mitigação precisam aumentar substancialmente, para enfrentar os crescentes riscos climáticos e acelerar os investimentos na redução de emissões (*alta confiança*).** O aumento do financiamento abordaria limites flexíveis à adaptação e riscos climáticos crescentes, ao mesmo tempo em que evitaria algumas perdas e danos relacionados, particularmente em países em desenvolvimento vulneráveis (*alta confiança*). Uma maior mobilização e acesso ao financiamento, juntamente com a capacitação, são essenciais para a implementação de ações de adaptação e para reduzir as lacunas de adaptação, dados os riscos e custos crescentes, especialmente para os grupos, regiões e setores mais vulneráveis (*alta confiança*). O financiamento público é um importante habilitador de adaptação e mitigação e também pode alavancar o financiamento privado (*alta confiança*). O financiamento da adaptação provém predominantemente de fontes públicas, e mecanismos e financiamentos públicos podem alavancar o financiamento do setor privado, abordando barreiras reais e percebidas em termos de regulamentação, custos e mercado, por exemplo, através de parcerias público-privadas (*alta confiança*). Os recursos financeiros e tecnológicos permitem a implementação efetiva e contínua da adaptação, especialmente quando apoiados por instituições com um forte entendimento das necessidades e capacidade de adaptação (*alta confiança*). As necessidades médias anuais modeladas de investimento em mitigação para 2020 a 2030 em cenários que limitam o aquecimento a 2°C ou 1,5°C são um fator de três a seis vezes maior do que os níveis atuais, e os investimentos totais em mitigação (públicos, privados, domésticos e internacionais) precisariam aumentar em todos os setores e regiões (*confiança média*). Mesmo que sejam implementados amplos esforços globais de mitigação, haverá uma grande necessidade de recursos financeiros, técnicos e humanos para adaptação (*alta confiança*) (Seção 2.3.2, 2.3.3, 4.4, Figura 4.6) {WGII SPM C.1.2, WGII SPM C.2.11, WGII SPM C.3, WGII SPM C.3.2, WGII SPM C.3.5, WGII SPM C.5, WGII SPM C.5.4, WGII SPM D.1, WGII SPM D.1.1, WGII SPM D.1.2, WGII SPM C.5.4; WGIII SPM D.2.4, WGIII SPM E.5, WGIII SPM E.5.1, WGIII Capítulo 15.2}

**Existe capital e liquidez globais suficientes para reduzir as lacunas de investimento global, dado o tamanho do sistema financeiro global, mas existem barreiras para redirecionar o capital para a ação climática tanto dentro como fora do setor financeiro global e no contexto das vulnerabilidades econômicas e do endividamento que muitos países em desenvolvimento enfrentam (*alta confiança*).** Para mudanças no financiamento privado, as opções incluem uma melhor avaliação dos riscos relacionados ao

clima e oportunidades de investimento dentro do sistema financeiro, reduzindo as inadequações setoriais e regionais entre o capital disponível e as necessidades de investimento, melhorando os perfis de retorno de risco dos investimentos climáticos, e desenvolvendo as capacidades institucionais e os mercados de capital locais. As barreiras macroeconômicas incluem, entre outras, o endividamento e a vulnerabilidade econômica das regiões em desenvolvimento. (*alta confiança*).

{WGII SPM C.5.4; WGIII SPM E.4.2, WGIII SPM E.5, WGIII SPM E.5.2, WGIII SPM E.5.3}

**O aumento dos fluxos financeiros requer uma sinalização clara por parte dos governos e da comunidade internacional. Os fluxos financeiros rastreados ficam aquém dos níveis necessários para a adaptação e para atingir metas de mitigação em todos os setores e regiões. Essas lacunas criam muitas oportunidades e o desafio de reduzir lacunas é maior nos países em desenvolvimento.** Isto inclui um alinhamento mais forte do financiamento público, diminuindo as barreiras regulatórias, de custo e de mercado reais e percebidas, e níveis mais altos de financiamento público para diminuir os riscos associados a investimentos com baixas emissões. Os riscos iniciais impedem projetos economicamente sólidos de baixo carbono, e o desenvolvimento de mercados de capital locais são uma opção. Investidores, intermediários financeiros, bancos centrais e reguladores financeiros podem mudar a subprecificação sistêmica dos riscos relacionados ao clima. Uma rotulagem robusta de títulos e transparência é necessária para atrair poupadores. (*alta confiança*). {WGII SPM C.5.4; WGIII SPM B.5.4, WGIII SPM E.4, WGIII SPM E.5.4, WGIII Seção 15.2, 15.6.1, 15.6.2, 15.6.7}

**As maiores lacunas e oportunidades de financiamento climático estão nos países em desenvolvimento (*alta confiança*).** O apoio acelerado dos países desenvolvidos e das instituições multilaterais é um habilitador crítico para melhorar as ações de mitigação e adaptação e pode abordar as inequidades nas finanças, incluindo seus custos, termos e condições, e a vulnerabilidade econômica à mudança do clima. Subsídios públicos em escala para mitigação e financiamento de adaptação para regiões vulneráveis, por exemplo, na África Subsaariana, seriam rentáveis e teriam alto retorno social em termos de acesso à energia básica. As opções para aumentar a mitigação e adaptação nas regiões em desenvolvimento incluem: maiores níveis de financiamento público e fluxos financeiros privados mobilizados publicamente dos países desenvolvidos para os países em desenvolvimento no contexto da meta de US\$ 100 bilhões por ano do Acordo de Paris; aumentar o uso de garantias públicas para reduzir os riscos e alavancar os fluxos privados a custos menores; desenvolvimento dos mercados de capital locais; e construção de maior confiança nos processos de cooperação internacional. Um esforço coordenado para tornar a recuperação pós-pandêmica sustentável a longo prazo através do aumento dos fluxos de financiamento ao longo desta década pode acelerar a ação climática, inclusive em regiões em desenvolvimento que enfrentam altos custos de dívida, dificuldades de endividamento e incerteza macroeconômica. (*alta confiança*) {WGII SPM C.5.2, WGII SPM C.5.4, WGII SPM C.6.5, WGII SPM D.2, WGII TS.D.10.2; WGIII SPM E.5, WGIII SPM E.5.3, WGIII TS.6.4, WGIII Caixa TS.1, WGIII Capítulo 15.2, WGIII Capítulo 15.6}

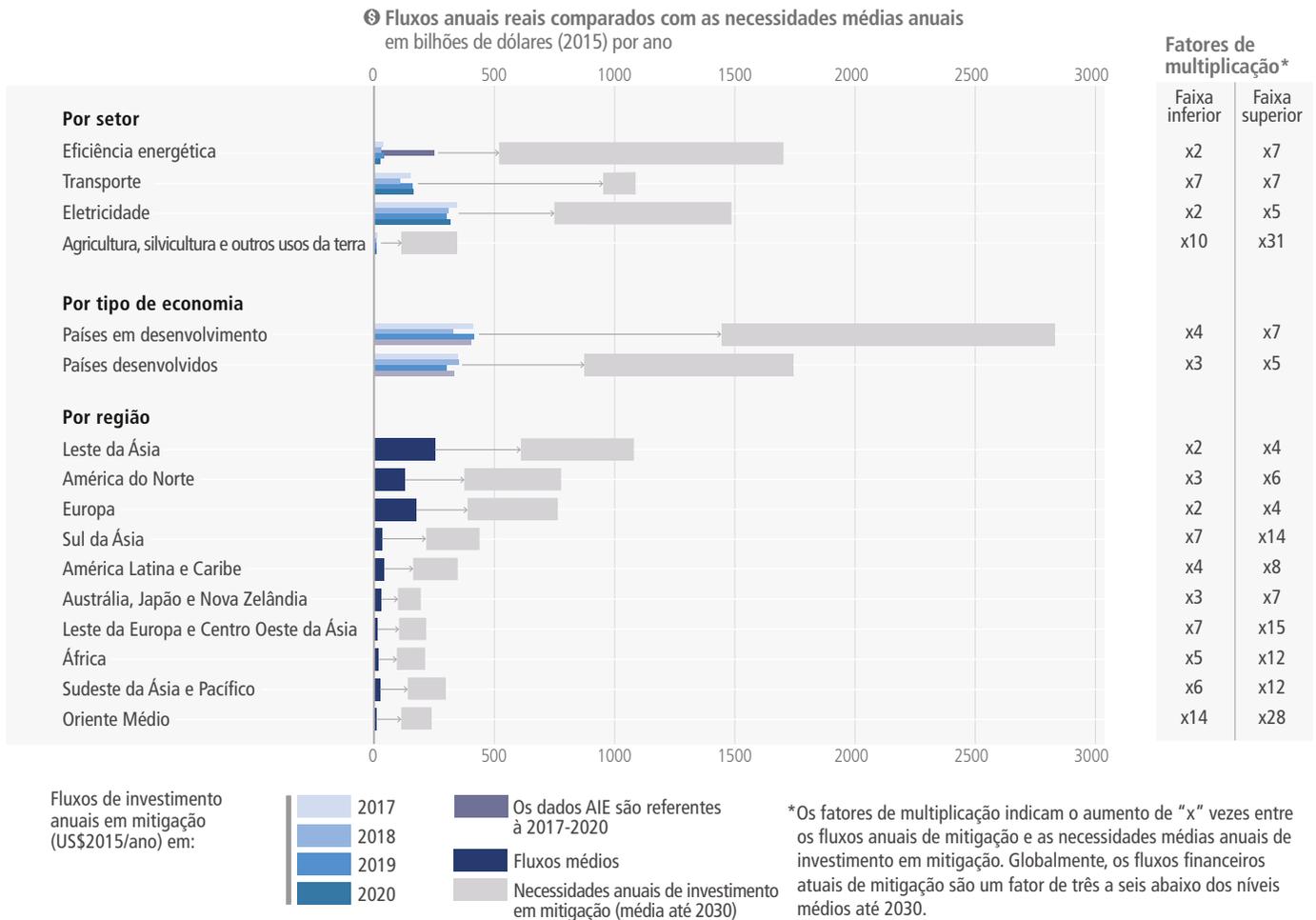
#### 4.8.2 Cooperação e Coordenação Internacional

A **cooperação internacional é um habilitador crítico para alcançar metas ambiciosas de mitigação da mudança do clima e desenvolvimento resiliente ao clima (*alta confiança*)**. O desenvolvimento resiliente ao clima é possibilitado pela maior cooperação internacional, incluindo a mobilização e melhoria do acesso ao financiamento, particularmente para os países em desenvolvimento, regiões, setores e grupos vulneráveis e o alinhamento dos fluxos financeiros para que a ação climática seja consistente com os níveis de ambição e as necessidades de financiamento (*alta confiança*). Embora os processos e objetivos acordados, tais como os da UNFCCC, Protocolo de Quioto e Acordo de Paris, estejam ajudando (Seção 2.2.1), o apoio financeiro, tecnológico e de capacitação internacional aos países em desenvolvimento permitirá maior implementação e ações mais ambiciosas (*confiança média*). Ao integrar equidade e justiça climática, as políticas domésticas e internacionais podem ajudar a facilitar a reorientação das trajetórias de desenvolvimento em direção à sustentabilidade, especialmente mobilizando e melhorando o acesso ao financiamento para regiões, setores e comunidades vulneráveis (*alta confiança*). A cooperação e coordenação internacional, incluindo pacotes de políticas combinadas, podem ser particularmente importantes para as transições de sustentabilidade nas indústrias de materiais básicos de emissão intensiva e altamente comercializados que estão expostos à concorrência internacional (*alta confiança*). A grande maioria dos estudos de modelagem de emissões assume uma cooperação internacional significativa para assegurar fluxos financeiros e abordar as questões de inequidade e pobreza nas trajetórias que limitam o aquecimento global. Há grandes variações nos efeitos modelados da mitigação do PIB entre regiões, dependendo notavelmente da estrutura econômica, da redução das emissões regionais, do desenho de políticas e do nível de cooperação internacional (*alta confiança*). O atraso da cooperação global aumenta os custos das políticas entre regiões (*alta confiança*). {WGII SPM D.2, WGII SPM D.3.1, WGII SPM D.5.2; WGIII

SPM D.3.4, WGIII SPM C5.4, WGIII SPM C.12.2, WGIII SPM E.6, WGIII SPM E.6.1, WGIII E.5.4, WGIII TS.4.2, WGIII TS.6.2; SR1.5 SPM D.6.3, SR1.5 SPM D.7, SR1.5 SPM D.7.3}.

**A natureza transfronteiriça de muitos riscos da mudança do clima (por exemplo, para cadeias de abastecimento, mercados e fluxos de recursos naturais em alimentos, pesca, energia e água, e potencial para conflitos) aumenta a necessidade de uma gestão transfronteiriça informada sobre o clima, cooperação, respostas e soluções mediante processos de governança multinacionais ou regionais (*alta confiança*)**. Os esforços multilaterais de governança podem ajudar a conciliar interesses em disputa, visões do mundo e valores sobre como lidar com a mudança do clima. Acordos internacionais ambientais e setoriais, e iniciativas em alguns casos, podem ajudar a estimular investimentos baixos em GEE e reduzir as emissões (como o esgotamento da camada de ozônio, poluição do ar transfronteiriça e emissões atmosféricas de mercúrio). A melhoria das estruturas de governança domésticas e internacionais permitiria ainda mais a descarbonização do transporte marítimo e aéreo através da utilização de combustíveis com baixas emissões, por exemplo, através de padrões mais rígidos de eficiência e intensidade de carbono. As parcerias transnacionais também podem estimular o desenvolvimento de políticas, a difusão de tecnologia de baixas emissões, a redução de emissões e adaptação, ligando atores subnacionais e outros atores, incluindo cidades, regiões, organizações não governamentais e entidades do setor privado, e aumentando as interações entre atores estatais e não estatais, embora permaneçam incertezas sobre seus custos, viabilidade e eficácia. Os acordos, instituições e iniciativas ambientais e setoriais internacionais estão ajudando, e em alguns casos podem ajudar a estimular investimentos com baixas emissões de GEE e a reduzir as emissões. (*confiança média*) {WGII SPM B.5.3, WGII SPM C.5.6, WGII TS.E.5.4, WGII TS.E.5.5, WGIII SPM C.8.4, WGIII SPM E.6.3, WGIII SPM E.6.4, WGIII SPM E.6.4, WGIII TS.5.3}

## Maiores fluxos de investimento em mitigação necessários para que todos os setores e regiões limitem o aquecimento global



**Figura 4.6: Distribuição dos fluxos médios de investimento em mitigação e das necessidades de investimento até 2030 (bilhões de dólares).**

Fluxos de investimento em mitigação e necessidades de investimento por setor (eficiência energética, transporte, eletricidade e agricultura, silvicultura e outros usos da terra), por tipo de economia e por região (consulte WGIll Anexo II Parte I Seção 1 para os esquemas de classificação de países e áreas).

As barras azuis exibem dados sobre os fluxos de investimentos em mitigação por quatro anos: 2017, 2018, 2019 e 2020, por setor e por tipo de economia. Para a divisão regional, são mostrados os fluxos médios anuais de investimentos em mitigação para 2017–2019. As barras cinza mostram o nível mínimo e máximo das necessidades de investimento anual em mitigação global nos cenários avaliados. Esta foi a média até 2030. Os fatores de multiplicação mostram a relação entre a média global das necessidades de investimento inicial em mitigação (média até 2030) e os fluxos anuais atuais em mitigação (média para 2017/18–2020). O fator de multiplicação mais baixo refere-se à extremidade inferior da gama de necessidades de investimento. O fator de multiplicação superior refere-se à gama superior de necessidades de investimento. Dadas as múltiplas fontes e a falta de metodologias harmonizadas, os dados só podem ser considerados se forem indicativos do tamanho e do padrão das necessidades de investimento. {WGIll Figura TS.25, WGIll Seções 15.3, 15.4, 15.5, Tabela 15.2, Tabela 15.3, Tabela 15.4}

### 4.8.3 Inovação, Adoção, Difusão e Transferência Tecnológica

O aprimoramento dos sistemas de inovação tecnológica pode proporcionar oportunidades para reduzir o crescimento de emissões e criar cobenefícios sociais e ambientais. Os pacotes de políticas adaptados aos contextos nacionais e às características tecnológicas têm sido eficazes no apoio à inovação de baixas emissões e à difusão de tecnologia. O apoio à inovação tecnológica bem-sucedida de baixo carbono inclui políticas públicas como treinamento e P&D, complementadas por instrumentos regulatórios e baseados no mercado que criam incentivos e oportunidades de

mercado, como padrões de desempenho de aparelhos e códigos de construção. (*alta confiança*) {WGIll SPM B.4, WGIll SPM B.4.4, WGIll SPM E.4.3, WGIll SPM E4.4}.

A cooperação internacional em sistemas de inovação e desenvolvimento e transferência de tecnologia, acompanhada de capacitação, compartilhamento de conhecimento e apoio técnico e financeiro, pode acelerar a difusão global de tecnologias, práticas e políticas de mitigação e alinhá-las a outros objetivos de desenvolvimento (*alta confiança*). A arquitetura de escolha pode ajudar os usuários finais a adotar tecnologia e opções de baixo consumo

de GEE (*alta confiança*). A adoção de tecnologias de baixas emissões é atrasada na maioria dos países em desenvolvimento, particularmente os menos desenvolvidos, devido em parte às condições habilitadoras mais fracas, incluindo financiamento limitado, desenvolvimento e transferência de tecnologia e capacitação (*confiança média*). {WGIII SPM B.4.2, WGIII SPM E.6.2, WGIII SPM C.10.4, WGIII Capítulo 16.5}

A cooperação internacional em inovação funciona melhor quando adaptada e benéfica para as cadeias de valor locais, quando os parceiros colaboram em pé de igualdade, e quando a capacitação é parte integrante do esforço (*confiança média*). {WGIII SPM E.4.4, WGIII SPM E.6.2}.

**A inovação tecnológica pode ter *trade-offs* que incluem externalidades tais como novos e maiores impactos ambientais e desigualdades sociais; efeitos de repercussão que levam a menores reduções líquidas de emissões ou mesmo aumentos de emissões; e dependência excessiva do conhecimento e dos fornecedores estrangeiros (*alta confiança*).** Políticas e governança adequadamente concebidas ajudaram a lidar com impactos distributivos e efeito rebote (*alta confiança*). Por exemplo, as tecnologias digitais podem promover grandes aumentos na eficiência energética através

da coordenação e uma mudança econômica para os serviços (*alta confiança*). Entretanto, a digitalização da sociedade pode induzir maior consumo de bens e energia e aumento do lixo eletrônico, além de ter um impacto negativo nos mercados de trabalho e agravar as desigualdades entre e dentro dos países (*confiança média*). A digitalização requer uma governança e políticas apropriadas para aumentar o potencial de mitigação (*alta confiança*). Pacotes de políticas eficazes podem ajudar a efetivar sinergias, evitar *trade-offs* e/ou reduzir o efeito rebote: estes podem incluir uma combinação de metas de eficiência, padrões de desempenho, fornecimento de informações, preços de carbono, financiamento e assistência técnica (*alta confiança*). {WGIIISPM B.4.2, WGIII SPM B.4.3, WGIII SPM E.4.4, WGIII TS 6.5, WGIII Caixa de Capítulo Transversal 11 sobre Digitalização no Capítulo 16}

A transferência de tecnologia para expandir o uso de tecnologias digitais para o monitoramento do uso da terra, o manejo sustentável da terra e a melhoria da produtividade agrícola apoia a redução das emissões resultantes do desmatamento e da mudança no uso da terra, ao mesmo tempo em que melhora a contabilização e a padronização dos GEE (*confiança média*) {SRCL SPM C.2.1, SRCL SPM D.1.2, SRCL SPM D.1.4, SRCL Capítulo 7.4.4, SRCL Capítulo 7.4.6}.

## 4.9 Integração de Ações no Curto Prazo entre Setores e Sistemas

**A viabilidade, eficácia e benefícios das ações de mitigação e adaptação são aumentados quando são empreendidas soluções multi-setoriais transversalmente aos sistemas. Quando tais opções são combinadas com objetivos mais amplos de desenvolvimento sustentável, elas podem produzir maiores benefícios para o bem-estar humano, equidade social e justiça, e saúde do ecossistema e planetária. (*alta confiança*)**

As estratégias de desenvolvimento resilientes ao clima que tratam o clima, os ecossistemas e a biodiversidade, e a sociedade humana como partes de um sistema integrado, são as mais eficazes (*alta confiança*). A vulnerabilidade humana e dos ecossistemas são interdependentes (*alta confiança*). O desenvolvimento resiliente ao clima acontece quando os processos e ações de tomada de decisão são integrados entre setores (*confiança muito alta*). As sinergias com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e o progresso em direção a eles aumentam as perspectivas de desenvolvimento resiliente ao clima. As escolhas e ações que tratam os seres humanos e os ecossistemas como um sistema integrado baseiam-se em diversos conhecimentos sobre riscos climáticos, abordagens equitativas, justas e inclusivas, e gestão de ecossistemas. {WGII SPM B.2, WGII Figura SPM.5, WGII SPM D.2, WGII SPM D2.1, WGII SPM 2.2, WGII SPM D4, WGII SPM D4.1, WGII SPM D4.2, WGII SPM D5.2, WGII SPM Figura SPM.5}.

**Abordagens que alinham objetivos e ações entre setores oferecem oportunidades para benefícios múltiplos e em larga escala e evitam danos a curto prazo. Tais medidas também podem alcançar maiores benefícios por meio de efeitos de cascata em todos os setores (*confiança média*).** Por exemplo, a viabilidade do uso da terra tanto para a agricultura quanto para a produção solar centralizada pode aumentar quando tais opções são combinadas (*alta confiança*). Da mesma forma, o planejamento e as

operações integradas de transporte e infraestrutura energética podem, juntos, reduzir os impactos ambientais, sociais e econômicos da descarbonização dos setores de transporte e energia (*alta confiança*). A implementação de pacotes de múltiplas estratégias de mitigação em escala de cidade pode ter efeitos em cascata entre setores e reduzir as emissões de GEE dentro e fora das fronteiras administrativas de uma cidade (*confiança muito alta*). Abordagens de projeto integradas para a construção e modernização de edificações fornecem exemplos crescentes de edificações com energia zero ou zero carbono em várias regiões. Para minimizar a má adaptação, planejamento multissetorial, multiatores e inclusivo com trajetórias flexíveis encoraja ações oportunas de baixo risco que mantêm as opções em aberto, garantindo benefícios em múltiplos setores e sistemas e sugerindo o espaço de solução disponível para a adaptação à mudança do clima a longo prazo (*confiança muito alta*). *Trade-offs* em termos de emprego, uso da água, competição pelo uso da terra e biodiversidade, assim como o acesso à energia, alimentos e água, e a acessibilidade de preços, podem ser evitados mediante opções de mitigação bem implementadas, especialmente aquelas que não ameaçam os usos sustentáveis da terra e os direitos da terra existentes, com estruturas para a implementação de políticas integradas (*alta confiança*) {WGII SPM C.2, WGII SPM C.2.1–2.13, WGII SPM C.4.4; WGIII SPM C.6.3, WGIII SPM C.6, WGIII SPM C.7.2, WGIII SPM C.8.5, WGIII SPM D.1.2, WGIII SPM D.1.5, WGIII SPM E.1.2}

**Mitigação e adaptação, quando implementadas em conjunto, e combinadas com objetivos mais amplos de desenvolvimento sustentável, produzirão múltiplos benefícios para o bem-estar humano, bem como para a saúde dos ecossistemas e do planeta (*alta confiança*).** A gama de tais interações positivas é significativa no cenário das políticas climáticas a curto prazo entre regiões, setores e sistemas. Por exemplo, as ações de mitigação de AFOLU na mudança do uso da terra e na silvicultura, quando implementadas de forma sustentável, podem proporcionar reduções e remoções de emissões de GEE em larga escala que beneficiam simultaneamente a biodiversidade, a segurança alimentar, o fornecimento de madeira e outros serviços ecossistêmicos, mas não podem compensar totalmente as ações de mitigação atrasadas em outros setores. As medidas de adaptação na terra, no oceano e nos ecossistemas podem igualmente ter benefícios generalizados para a segurança alimentar, a nutrição, a saúde e o bem-estar, os ecossistemas e a biodiversidade. Da mesma forma, os sistemas urbanos são locais críticos e interligados para o desenvolvimento resiliente ao clima; políticas urbanas que implementam múltiplas intervenções podem gerar ganhos de adaptação ou mitigação com equidade e bem-estar humano. Pacotes de políticas integradas podem melhorar a capacidade de integrar considerações de equidade, igualdade de gênero e justiça. Políticas e planos intersetoriais coordenados podem maximizar as sinergias e evitar ou reduzir os *trade-offs* entre mitigação e adaptação.

Uma ação eficaz em todas as áreas acima exigirá compromisso político e acompanhamento a curto prazo, cooperação social, financiamento e políticas e ações intersetoriais mais integradas. (*alta confiança*). (3.4, 4.4) {WGII SPM C.1, WG II SPM C.2, WGII SPM C.2, WGII SPM C.5, WGII SPM D.2, WGII SPM D.3.2, WGII SPM D.3.3, WGII SPM Figura SPM.4; WGIII SPM C.6.3, WGIII SPM C.8.2, WGIII SPM C.9, WGIII SPM C.9.1, WGIII SPM C.9.2, WGIII SPM D.2, WGIII SPM D.2.4, WGIII SPM D.3.2, WGIII SPM E.1, WGIII SPM E.2.4, WGIII SPM Figura SPM.8, WGIII TS.7, WGIII TS Figura TS.29: SRCCL ES Seção 7.4.8, SRCCL SPM B.6}

# Anexos



# Anexo I

## Glossário

### Equipe Editorial

Andy Reisinger (Nova Zelândia), Diego Cammarano (Itália), Andreas Fischlin (Suíça), Jan S. Fuglestedt (Noruega), Gerrit Hansen (Alemanha), Yonghun Jung (República da Coreia), Chloé Ludden (Alemanha/França), Valérie Masson-Delmotte (França), J.B. Robin Matthews (França/Reino Unido), Katja Mintenbeck (Alemanha), Dan Jezreel Orendain (Filipinas/Bélgica), Anna Pirani (Itália), Elvira Poloczanska (Reino Unido/Austrália), José Romero (Suíça)

Este anexo deve ser citado como: IPCC, 2023: Annex I: Glossary [Reisinger, A., D. Cammarano, A. Fischlin, J.S. Fuglestedt, G. Hansen, Y. Jung, C. Ludden, V. Masson-Delmotte, R. Matthews, J.B.K. Mintenbeck, D.J. Orendain, A. Pirani, E. Poloczanska, and J. Romero (eds.)]. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 119-130, doi:10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.002.

Este Glossário do Relatório Síntese (SYR) conciso define termos-chave selecionados utilizados neste relatório, extraídos dos glossários das três contribuições do Grupo de Trabalho para o AR6. Um conjunto mais abrangente e harmonizado de definições para os termos utilizados neste SYR e nos três relatórios do Grupo de Trabalho do AR6 está disponível no Glossário On-line do IPCC: <https://apps.ipcc.ch/glossary/>

Solicita-se aos leitores que consultem este abrangente glossário on-line para as definições de termos de natureza mais técnica e referências científicas relevantes para termos individuais. As palavras em itálico indicam que o termo está definido neste documento ou/ no glossário on-line. Os subtermos aparecem em itálico abaixo dos termos principais.

### Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável

Resolução da ONU de setembro de 2015 que adota um plano de ação para as pessoas, o planeta e a prosperidade em um novo quadro de desenvolvimento global ancorado em 17 *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*.

### Mudança abrupta do clima

Uma *mudança abrupta* em grande escala no *sistema climático* que ocorre ao longo de algumas décadas ou menos, persiste (ou se prevê que persista) por pelo menos algumas décadas e causa *impactos* substanciais nos *sistemas humanos e/ou naturais*. **Veja também:** *Mudança abrupta, Ponto de inflexão*.

### Adaptação

Nos *sistemas humanos*, o processo de ajuste ao clima real ou esperado e seus efeitos a fim de moderar os danos ou explorar oportunidades benéficas. Em *sistemas naturais*, o processo de ajuste ao clima real e seus efeitos; a intervenção humana pode facilitar o ajuste ao clima esperado e seus efeitos. **Veja também:** *Opções de adaptação, Capacidade adaptativa, Ações desadaptativas (desadaptação)*.

#### Lacuna de adaptação

A diferença entre a *adaptação* efetivamente implementada e uma meta estabelecida socialmente, determinada em grande parte por preferências relacionadas aos impactos tolerados da mudança do clima e que refletem as limitações de recursos e as prioridades concorrentes.

#### Limites de adaptação

O ponto em que os objetivos de um ator (ou necessidades do sistema) não podem ser protegidos de *riscos* intoleráveis por meio de ações adaptativas.

- Limite de *adaptação* rígido - Nenhuma ação adaptativa é possível para evitar riscos intoleráveis.
- Limite de *adaptação* flexível - Podem existir opções, mas não estão atualmente disponíveis para evitar riscos intoleráveis por meio de ações adaptativas.

### Adaptação transformacional

*Adaptação* que altera os atributos fundamentais de um sistema socioecológico em antecipação à *mudança do clima* e seus *impactos*.

### Aerossol

Suspensão de partículas sólidas ou líquidas transportadas pelo ar, com tamanho típico de partícula na faixa de alguns nanômetros a várias dezenas de micrômetros e vida útil atmosférica de até vários dias na *troposfera* e até anos na *estratosfera*. O termo aerossol, que inclui tanto as partículas quanto o gás de suspensão, é frequentemente utilizado neste relatório em sua forma plural para significar "partículas de aerossol". Os aerossóis podem ser de origem natural ou antropogênica na troposfera; os aerossóis estratosféricos são, em sua maioria, provenientes de erupções vulcânicas. Os aerossóis podem causar um *forçamento radiativo efetivo* diretamente por meio da dispersão e absorção da radiação (*interação aerossol-radiação*) e indiretamente ao atuar como *núcleos de condensação de nuvens* ou partículas nucleadoras de gelo que afetam as propriedades das nuvens (*interação aerossol-nuvem*) e na deposição em superfícies cobertas de neve ou gelo. Os aerossóis atmosféricos podem ser emitidos como material particulado primário ou formados na *atmosfera* a partir de *precursores* gasosos (produção secundária). Os aerossóis podem ser compostos de sal marinho, carbono orgânico, *carbono negro* (BC), espécies minerais (principalmente poeira do deserto), sulfato, nitrato e amônio ou suas misturas. **Veja também:** *Material particulado (PM), Interação aerossol-radiação, Forçantes climáticas de curta duração (SLCFs)*.

### Florestamento

Conversão para floresta de terras que historicamente não continham florestas. **Veja também:** *Remoções antropogênicas, Remoção de dióxido de carbono (CDR), Desmatamento, Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+), Reflorestamento*.

[Observação: para uma discussão sobre o termo floresta e termos relacionados, como *florestamento, reflorestamento e desmatamento*, consulte as Diretrizes do IPCC de 2006 para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa e seu Refinamento de 2019 e as informações fornecidas pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima].

### Seca agrícola

**Veja:** *Seca*.

### Agricultura, Silvicultura e Outros Usos da Terra (AFOLU)

No contexto dos inventários nacionais de *gases de efeito estufa (GEE)* no âmbito da *Convenção das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC)*, AFOLU é a soma dos setores de inventário de GEE Agricultura e *Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (LULUCF)*; consulte as Diretrizes do IPCC de 2006 para Inventários Nacionais de GEE para obter detalhes. Dada a diferença na estimativa das remoções '*antropogênicas*' de *dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)* entre os países e a comunidade global de modelos, as emissões líquidas de GEE relacionadas à terra dos modelos globais incluídos neste relatório não são necessariamente diretamente comparáveis às estimativas do LULUCF nos inventários nacionais de GEE. **Veja também:** *Uso da terra, mudança do uso da terra e florestas (LULUCF), Mudança do uso da terra (LUC)*.

### Agrofloresta

Nome coletivo para sistemas e tecnologias de *uso da terra* em que plantas lenhosas perenes (árvores, arbustos, palmeiras, bambus, etc.) são deliberadamente utilizadas nas *mesmas* unidades de *manejo da terra* que culturas agrícolas e/ou animais, em alguma forma de arranjo espacial ou sequência temporal. Nos sistemas agroflorestais, há interações ecológicas e econômicas entre os diferentes componentes. Agrofloresta também pode

ser definida como um sistema de gestão de recursos naturais dinâmico e de base ecológica que, por meio da integração de árvores em fazendas e na paisagem agrícola, diversifica e sustenta a produção para aumentar os benefícios sociais, econômicos e ambientais para os usuários da terra em todos os níveis.

### Antropogênico

Resultante de ou produzido por atividades humanas.

### Mudança de comportamento

Neste relatório, mudança de comportamento se refere à alteração das decisões e ações humanas de forma a mitigar a *mudança do clima* e/ou reduzir as consequências negativas dos impactos da mudança do clima.

### Biodiversidade

Biodiversidade ou diversidade biológica significa a variabilidade entre organismos vivos de todas as origens, incluindo, entre outros, ecossistemas terrestres, marinhos e outros *ecossistemas* aquáticos e os complexos ecológicos dos quais fazem parte; isso inclui a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas. **Veja também:** *Ecossistema, Serviços ecossistêmicos*.

### Bioenergia

Energia derivada de qualquer forma de biomassa ou de seus subprodutos metabólicos.

**Veja também:** *Biocombustível*.

### Bioenergia com captura e armazenamento de dióxido de carbono (BECCS)

*Tecnologia de captura e armazenamento de dióxido de carbono (CCS)* aplicada a uma *instalação de bioenergia*. Deve-se observar que, dependendo das emissões totais da cadeia de fornecimento de BECCS, o dióxido de carbono ( $CO_2$ ) pode ser removido da atmosfera. **Veja também:** *Remoções antropogênicas, Captura e armazenamento de dióxido de carbono (CCS), Remoção de dióxido de carbono (CDR)*.

### Carbono azul

Fluxos e armazenamento de carbono de origem biológica em sistemas marinhos passíveis de gestão. O carbono azul costeiro se concentra na vegetação enraizada na zona costeira, como pântanos de maré, mangues e ervas marinhas. Esses *ecossistemas* têm altas taxas de enterramento de carbono por unidade de área e acumulam carbono em seus solos e sedimentos. Elas proporcionam muitos benefícios não climáticos e podem contribuir para a *adaptação baseada em ecossistemas*. Se degradados ou perdidos, os ecossistemas costeiros de carbono azul provavelmente liberarão a maior parte de seu carbono de volta à *atmosfera*. *Atualmente, há um debate sobre a aplicação do conceito de carbono azul a outros processos e ecossistemas costeiros e não costeiros, incluindo o oceano aberto*. **Veja também:** *Serviços ecossistêmicos, Sequestro*.

### Infraestrutura azul

**Veja:** *Infraestrutura*.

### Orçamento de carbono

Refere-se a dois conceitos na literatura:

(1) uma avaliação das *fontes* e *sumidouros* do ciclo de carbono a nível global, por meio da síntese de evidências de emissões de *combustíveis fósseis* e cimento, emissões e remoções associadas ao *uso* e à *mudança do*

*uso da terra*, fontes e sumidouros de *dióxido de carbono* ( $CO_2$ ) do oceano e do solo natural e a mudança resultante na concentração atmosférica de  $CO_2$ . Isto é chamado de Orçamento Global de Carbono; (2) a quantidade máxima de emissões globais *antropogênicas* líquidas cumulativas de  $CO_2$  que resultaria na limitação do *aquecimento global* a um determinado nível com uma determinada probabilidade, levando em conta o efeito de outras *forçantes* climáticas *antropogênicas*. Isto é chamado de Orçamento Total de Carbono quando expresso a partir do período *pré-industrial*, e de Orçamento Remanescente de Carbono quando expresso a partir de uma data recente especificada.

[Nota 1: as emissões antropogênicas líquidas de  $CO_2$  são as emissões *antropogênicas* de  $CO_2$  menos as remoções *antropogênicas* de  $CO_2$ . **Veja também:** *Remoção de dióxido de carbono (CDR)*.

Nota 2: a quantidade máxima de emissões globais *antropogênicas* líquidas cumulativas de  $CO_2$  é atingida no momento em que as emissões *antropogênicas* anuais líquidas de  $CO_2$  atingem zero.

Nota 3: o grau em que as *forçantes* climáticas *antropogênicas* que não o  $CO_2$  afetam o orçamento total de carbono e o orçamento remanescente de carbono depende das escolhas humanas sobre a extensão em que essas *forçantes* são mitigadas e seus efeitos climáticos resultantes.

Nota 4: as noções de orçamento total de carbono e orçamento remanescente de carbono também vêm sendo aplicadas em partes da literatura científica e por algumas entidades a nível regional, nacional ou subnacional. A distribuição dos orçamentos globais entre diferentes entidades e emissores individuais muito depende de considerações de *equidade* e outros julgamentos de valor].

### Captura e armazenamento de dióxido de carbono (CCS)

Processo no qual um fluxo relativamente puro de *dióxido de carbono* ( $CO_2$ ) de fontes industriais e relacionadas à energia é separado (capturado), condicionado, comprimido e transportado para um local de armazenamento para isolamento de longo prazo da *atmosfera*. Às vezes chamado de Captura e Armazenamento de Carbono. **Veja também:** *Remoções antropogênicas, Bioenergia com captura e armazenamento de dióxido de carbono (BECCS), Captura e utilização de dióxido de carbono (CCU), Remoção de dióxido de carbono (CDR), Sequestro*.

### Remoção de dióxido de carbono (CDR)

Atividades antropogênicas que removem o *dióxido de carbono* ( $CO_2$ ) da atmosfera e o armazenam de forma duradoura em reservatórios geológicos, terrestres ou *oceânicos*, ou em produtos. Inclui o aprimoramento *antropogênico* existente e potencial dos *sumidouros* biológicos ou geoquímicos de  $CO_2$  e a captura e armazenamento de dióxido de carbono diretamente do ar (DACCS), mas exclui a *absorção* natural de  $CO_2$  não causada diretamente por atividades humanas. **Veja também:** *Florestamento, Remoções antropogênicas, Biochar, Bioenergia com captura e armazenamento de dióxido de carbono (BECCS), Captura e armazenamento de dióxido de carbono (CCS), Intemperismo aprimorado, Alcalinização dos oceanos / Aumento da alcalinidade dos oceanos, Reflorestamento, Sequestro de carbono no solo (SCS)*.

### Impactos em cascata

Os impactos em cascata de *eventos climáticos/temporais extremos ocorrem* quando um *perigo* extremo gera uma sequência de eventos secundários em sistemas naturais e *humanos* que resultam em interrupções físicas, naturais, sociais ou econômicas, sendo que o impacto resultante é significativamente maior do que o impacto inicial. Os impactos em cascata são complexos e

multidimensionais, e estão mais associados à magnitude da *vulnerabilidade* do que à do *perigo*.

### Clima

Em um sentido restrito, o clima é geralmente definido como a média do tempo meteorológico ou, mais rigorosamente, como a descrição estatística em termos de média e variabilidade de quantidades relevantes em um período de tempo que varia de meses a milhares ou milhões de anos. O período clássico para o cálculo da média dessas variáveis é de 30 anos, conforme definido pela Organização Meteorológica Mundial (OMM). As quantidades relevantes são, na maioria das vezes, variáveis de superfície, como temperatura, precipitação e vento. O clima, em um sentido mais amplo, é o estado, incluindo uma descrição estatística, do *sistema climático*.

### Mudança do clima

Uma mudança no estado do clima que pode ser identificada (por exemplo, por meio de testes estatísticos) por mudanças na média e/ou na variabilidade de suas propriedades e que persiste por um período prolongado, normalmente décadas ou mais. A mudança do clima pode ser decorrente de processos internos naturais ou de forças externas, como modulações dos ciclos solares, erupções vulcânicas e mudanças antropogênicas persistentes na composição da atmosfera ou no uso da terra. **Veja também:** *Variabilidade climática, Detecção e atribuição, Aquecimento global, Variabilidade (climática) natural, Acidificação dos oceanos (OA)*.

[Deve-se observar que a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), em seu Artigo 1, define mudança do clima como: "uma mudança climática atribuída direta ou indiretamente à atividade humana que altera a composição da atmosfera global e que se soma à *variabilidade climática natural* observada em períodos de tempo comparáveis". Dessa forma, a UNFCCC faz uma distinção entre a mudança do clima atribuível às atividades humanas que alteram a composição atmosférica e a variabilidade climática atribuível a causas naturais].

### Extremo climático (evento climático ou meteorológico extremo)

A ocorrência de um valor de uma variável meteorológica ou *climática* acima (ou abaixo) de um valor limite próximo às extremidades superior (ou inferior) do intervalo de valores observados da variável. Por definição, as características do que é chamado de clima extremo podem variar de local para local em um sentido absoluto. Quando um padrão de *meteorologia extrema* persiste por algum tempo, como uma estação, ele pode ser classificado como um evento climático extremo, especialmente se produzir uma média ou um total que seja extremo (por exemplo, alta temperatura, seca ou chuvas fortes ao longo de uma estação). Para simplificar, tanto os eventos meteorológicos extremos quanto os eventos climáticos extremos são chamados coletivamente de "extremos climáticos".

### Financiamento climático

Não existe um consenso sobre a definição de financiamento climático. O termo "financiamento climático" é aplicado aos recursos financeiros dedicados ao enfrentamento da *mudança do clima* por todos os atores públicos e privados, da escala global à local, incluindo fluxos financeiros internacionais para *países em desenvolvimento* a fim de ajudá-los a enfrentar a mudança do clima. O financiamento climático visa reduzir as emissões líquidas de gases de efeito estufa e/ou melhorar a *adaptação* e aumentar a *resiliência* aos impactos da mudança do clima atuais e projetadas. O financiamento pode vir de fontes privadas e públicas, canalizado por vários intermediários, sendo fornecido por uma série de

instrumentos, incluindo doações, dívidas concessionais e não concessionais e realocações orçamentárias internas.

### Governança climática

As estruturas, os processos e as ações por meio dos quais os agentes públicos e privados buscam mitigar e se adaptar à *mudança do clima*.

### Justiça climática

Veja: *Justiça*.

### Alfabetização climática

A alfabetização climática abrange a conscientização sobre a mudança do clima, causas *antropogênicas* e implicações.

### Desenvolvimento resiliente ao clima (CRD)

O desenvolvimento resistente ao clima se refere ao processo de implementação de medidas de *mitigação de gases de efeito estufa* e de *adaptação* para apoiar o *desenvolvimento sustentável* para todos.

### Sensibilidade climática

A mudança na temperatura da superfície em resposta a uma mudança na concentração atmosférica de *dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)* ou outra força radiativa. **Veja também:** *Parâmetro de feedback climático*.

### Sensibilidade climática de equilíbrio (ECS)

A mudança de equilíbrio (estado estável) na temperatura da superfície decorrente da duplicação da concentração atmosférica de *dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)* em relação às condições *pré-industriais*.

### Serviços climáticos

Os serviços climáticos envolvem o fornecimento de informações climáticas de forma a auxiliar na tomada de decisões. O serviço inclui o envolvimento adequado de usuários e provedores, baseia-se em informações e conhecimentos cientificamente confiáveis, possui um mecanismo de acesso eficaz e atende às necessidades dos usuários.

### Sistema climático

O sistema global que consiste em cinco componentes principais: a *atmosfera*, a *hidrosfera*, a *criosfera*, a *litosfera* e a *biosfera*, bem como as interações entre eles. O sistema climático muda ao longo do tempo sob a influência de sua própria dinâmica interna e também devido a forças *externas*, como erupções vulcânicas, variações solares, forças orbitais e forças *antropogênicas*, como a alteração da composição da *atmosfera* e a *mudança do uso da terra*.

### Fator de impacto climático (CID)

Condições físicas do *sistema climático* (por exemplo, médias, eventos, extremos) que afetam um elemento da sociedade ou dos *ecossistemas*. Dependendo da tolerância do sistema, os CIDs e suas alterações podem ser prejudiciais, benéficos, neutros ou uma mistura de cada nos elementos e nas *regiões* do sistema que interagem. **Veja também:** *Perigo, Impactos, Risco*.

### Emissão equivalente de CO<sub>2</sub>(CO<sub>2</sub>-eq)

A quantidade de emissão de *dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)* que teria um efeito equivalente em uma medida-chave específica de *mudança do clima*, em um horizonte de tempo específico, como uma quantidade emitida de outro *gás de efeito estufa (GEE)* ou uma mistura de outros GEEs. Para uma mistura de

GEEs, é obtida pela soma das emissões equivalentes de CO<sub>2</sub> de cada gás. Há várias maneiras e horizontes de tempo para calcular essas emissões equivalentes (*consulte a métrica de emissão de gases de efeito estufa*). As emissões equivalentes de CO<sub>2</sub> são comumente utilizadas para comparar as emissões de diferentes GEEs, mas não devem ser consideradas como se essas emissões tivessem um efeito equivalente em todas as medidas-chave de *mudança do clima*.

[Nota: de acordo com o Livro de Regras de Paris [Decisão 18/CMA.1, anexo, parágrafo 37], as partes concordaram em utilizar os valores de GWP100 do AR5 do IPCC ou os valores de GWP100 de um Relatório de Avaliação do IPCC subsequente para relatar as emissões e remoções agregadas de GEEs. Além disso, as partes podem utilizar outras métricas para relatar informações suplementares sobre emissões e remoções agregadas de GEEs].

### Eventos compostos de meteorologia/clima

Os termos "eventos compostos", "extremos compostos" e "eventos extremos compostos" são utilizados de forma intercambiável na literatura e neste relatório, e se referem à combinação de vários *fatores* e/ou *perigos* que contribuem para o *risco* social e/ou ambiental.

### Desmatamento

Conversão de floresta em não-floresta. **Veja também:** *Florestamento, Reflorestamento, Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+)*.

[Nota: para uma discussão sobre o termo floresta e termos relacionados, como *florestamento*, *reflorestamento* e *desmatamento*, consulte as Diretrizes do IPCC de 2006 para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa e seu Refinamento de 2019 e as informações fornecidas pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima].

### Medidas voltadas para a demanda

Políticas e programas para influenciar a *demand*a por bens e/ou serviços. No setor de energia, as medidas de *mitigação* voltadas para a demanda visam reduzir a quantidade de emissões de *gases de efeito estufa* emitidas por unidade de serviço de energia utilizada.

### Países desenvolvidos/em desenvolvimento (países industrializados/desenvolvidos/em desenvolvimento)

Há uma diversidade de abordagens para categorizar os países com base em seu nível de desenvolvimento e para definir termos como industrializado, desenvolvido ou em desenvolvimento. Várias categorizações são utilizadas neste relatório. (1) No sistema das Nações Unidas (ONU), não há uma convenção estabelecida para a designação de países ou áreas desenvolvidas e em desenvolvimento. (2) A Divisão de Estatísticas da ONU especifica as regiões desenvolvidas e em desenvolvimento com base na prática comum. Além disso, países específicos são designados como países menos desenvolvidos, países em desenvolvimento sem litoral, *Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento (SIDS)* e economias *em transição*. Muitos países aparecem em mais de uma dessas categorias. (3) O Banco Mundial utiliza a *renda* como o principal critério para classificar os países como de renda baixa, média baixa, média alta e alta. (4) O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) agrega indicadores de expectativa de vida, nível educacional e *renda* em um único Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) composto para classificar os países como de desenvolvimento humano baixo, médio, alto ou muito alto.

### Caminhos de desenvolvimento

**Veja:** *Caminhos*.

### Gestão do risco de desastre (DRM)

Processos para projetar, implementar e avaliar estratégias, políticas e medidas para melhorar a compreensão do *risco de desastres* atual e futuro, fomentar a redução e a transferência do *risco de desastres* e promover a melhoria contínua das práticas de preparação, prevenção e proteção, resposta e recuperação de desastres, com o objetivo explícito de aumentar a *segurança humana*, o *bem-estar*, a qualidade de vida e o *desenvolvimento sustentável (DS)*.

### Deslocamento (de seres humanos)

O movimento involuntário, individual ou coletivo, de pessoas de seu país ou comunidade, principalmente devido a conflito armado, distúrbios civis ou desastres naturais ou causados pelo homem.

### Seca

Um período excepcional de escassez de água para os *ecossistemas* existentes e para a população humana (devido à baixa precipitação, alta temperatura e/ou vento). **Veja também:** *Estresse evaporativo das plantas*.

#### *Seca agrícola e ecológica*

Dependendo do *bioma* afetado: um período com déficit anormal de *umidade no solo*, resultante da combinação de escassez de precipitação e excesso de *evapotranspiração*, que durante a estação de crescimento afeta a produção agrícola ou a função do ecossistema em geral.

### Sistemas de alerta precoce (EWS)

O conjunto de capacidades técnicas e institucionais para prever, prever e comunicar informações de alerta oportunas e significativas para permitir que indivíduos, comunidades, *ecossistemas* gerenciados e organizações ameaçadas por um *perigo* se preparem para agir pronta e adequadamente a fim de reduzir a possibilidade de danos ou perdas. Dependendo do contexto, o EWS pode se basear no conhecimento científico e/ou *indígena* e em outros tipos de conhecimento. Os EWS também são considerados para aplicações ecológicas, por exemplo, conservação, em que a organização em si não é ameaçada pelo *perigo*, mas o *ecossistema* sob conservação é (por exemplo, alertas de *branqueamento de corais*), na agricultura (por exemplo, alertas de chuvas fortes, *secas*, geadas e granizo) e na pesca (por exemplo, alertas de tempestades, *marés de tempestade* e tsunamis).

### Seca ecológica

**Veja:** *Seca*.

### Ecossistema

Um ecossistema é uma unidade funcional composta por organismos vivos, seu ambiente não vivo e as interações dentro e entre eles. Os componentes incluídos em um determinado ecossistema e seus limites espaciais dependem da finalidade para a qual o ecossistema é definido: em alguns casos, eles são relativamente nítidos, enquanto em outros são difusos. Os limites do ecossistema podem mudar com o tempo. Os ecossistemas estão aninhados em outros ecossistemas e sua escala pode variar de muito pequena a toda a *biosfera*. Na era atual, a maioria dos ecossistemas contém pessoas como organismos-chave ou é influenciada pelos efeitos das atividades humanas em seu ambiente. **Veja também:** *Saúde do ecossistema, Serviços ecossistêmicos*.

**Adaptação baseada em ecossistemas (AbE)**

O uso de *atividades de gestão de ecossistemas* para aumentar a *resiliência* e reduzir a *vulnerabilidade* das pessoas e dos *ecossistemas* à *mudança do clima*. **Veja também:** *Adaptação, Soluções baseadas na natureza (SbN)*.

**Serviços ecossistêmicos**

Processos ou funções ecológicas com valor monetário ou não monetário para indivíduos ou para a sociedade em geral. São frequentemente classificados como (1) serviços de apoio, como produtividade ou manutenção da *biodiversidade*, (2) serviços de abastecimento, como alimentos ou fibras, (3) serviços de regulação, como regulação climática ou *sequestro de carbono*, e (4) serviços culturais, como turismo ou valorização espiritual e estética. **Veja também:** *Ecossistema, Saúde do ecossistema, Contribuições da natureza para as pessoas (CNP)*.

**Cenário de emissões**

**Veja:** *Cenário*.

**Caminhos de emissão**

**Veja:** *Caminhos*.

**Condições favoráveis (para opções de adaptação e mitigação)**

Condições que aumentam a *viabilidade* das opções de *adaptação* e *mitigação*. As *condições favoráveis* incluem financiamento, inovação tecnológica, fortalecimento dos instrumentos de política, *capacidade institucional, governança em vários níveis* e *mudanças no comportamento humano* e nos estilos de vida.

**Igualdade**

Princípio que atribui valor igual a todos os seres humanos, incluindo oportunidades, direitos e obrigações iguais, independentemente de suas origens. **Veja também:** *Equidade, Igualdade*.

**Desigualdade**

Oportunidades e posições sociais desiguais e processos de discriminação dentro de um grupo ou sociedade, com base em gênero, classe, etnia, idade e (des)habilidade, geralmente produzidos por um desenvolvimento desigual. A desigualdade de renda se refere às diferenças entre as pessoas com renda mais alta e mais baixa em um país e entre países.

**Sensibilidade climática de equilíbrio (ECS)**

**Veja:** *Sensibilidade climática*.

**Equidade**

O princípio de ser justo e imparcial, e uma base para entender como os *impactos* e as respostas à mudança do clima, incluindo custos e benefícios, são distribuídos em e pela sociedade de forma mais ou menos igualitária. Frequentemente alinhada com ideias de *igualdade*, *igualdade* e *justiça* e aplicada com relação à equidade na responsabilidade e na distribuição dos *impactos* climáticos e das políticas entre a sociedade, gerações e gênero, bem como no sentido de quem participa em e controla os processos de tomada de decisões.

**Exposição**

A presença de pessoas, meios de subsistência, espécies ou ecossistemas, funções, serviços e ativos ambientais, *infraestrutura* ou ativos econômicos, sociais ou culturais em locais e ambientes que podem ser afetados

negativamente. **Veja também:** *Perigo, Exposição, Vulnerabilidade, Impactos, Risco*.

**Viabilidade**

Neste relatório, a viabilidade se refere ao potencial de implementação de uma opção de *mitigação* ou *adaptação*. Os fatores que influenciam a viabilidade dependem do contexto, são temporalmente dinâmicos e podem variar entre diferentes grupos e atores. A viabilidade depende de fatores geofísicos, ambientais e ecológicos, tecnológicos, econômicos, socioculturais e institucionais que possibilitam ou restringem a implementação de uma opção. A viabilidade das opções pode mudar quando diferentes opções são combinadas e aumentar quando as *condições favoráveis* são fortalecidas. **Veja também:** *Condições favoráveis (para opções de adaptação e mitigação)*.

**Clima de incêndio**

Condições climáticas propícias ao desencadeamento e à manutenção de incêndios florestais, geralmente com base em um conjunto de indicadores e combinações de indicadores, incluindo temperatura, *umidade do solo*, umidade e vento. O clima de incêndio não inclui a presença ou ausência de carga de combustível.

**Perda e desperdício de alimentos**

A diminuição da quantidade ou qualidade dos alimentos. O desperdício de alimentos faz parte da perda de alimentos e se refere ao descarte ou ao uso alternativo (não alimentar) de alimentos seguros e nutritivos para o consumo humano ao longo de toda a cadeia de fornecimento de alimentos, desde a produção primária até o nível do consumidor doméstico final. O desperdício de alimentos é reconhecido como uma parte distinta da perda de alimentos porque os fatores que o geram e as soluções para tal são diferentes daqueles de perda de alimentos.

**Segurança alimentar**

Situação em que todas as pessoas, em todos os momentos, têm acesso físico, social e econômico a alimentos suficientes, seguros e nutritivos que atendam às suas necessidades dietéticas e preferências alimentares para uma vida ativa e saudável. Os quatro pilares da segurança alimentar são a disponibilidade, o acesso, a utilização e a estabilidade. A dimensão nutricional é parte integrante do conceito de segurança alimentar.

**Aquecimento global**

Aquecimento global se refere ao aumento da temperatura da superfície global em relação a um *período de referência* de linha de base, sendo a média em um período de tempo suficiente para remover variações interanuais (por exemplo, 20 ou 30 anos). Uma escolha comum para a linha de base é 1850–1900 (o período mais antigo de observações confiáveis com cobertura geográfica suficiente), com linhas de base mais modernas sendo utilizadas dependendo da aplicação. **Veja também:** *Mudança do clima, Variabilidade climática, Variabilidade (climática) natural*.

**Potencial de aquecimento global (GWP)**

Um índice que mede o *forçamento radiativo* após a emissão de uma unidade de massa de uma determinada substância, acumulada em um horizonte de tempo selecionado, em relação à substância de referência, o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). O GWP representa, portanto, o efeito combinado dos diferentes tempos em que essas substâncias permanecem na *atmosfera* e sua eficácia em causar forçamento radiativo. **Veja também:** *Tempo de vida, Métrica de emissões de gases de efeito estufa*.

**Infraestrutura verde**

Veja: [Infraestrutura](#).

**Gases de efeito estufa (GEEs)**

Constituintes gasosos da [atmosfera](#), tanto naturais quanto [antropogênicos](#), que absorvem e emitem radiação em comprimentos de onda específicos dentro do espectro de radiação emitido pela superfície da Terra, pela própria atmosfera e pelas nuvens. Essa propriedade causa o [efeito estufa](#). O vapor de água (H<sub>2</sub>O), o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o [óxido nitroso](#) (N<sub>2</sub>O), o [metano](#) (CH<sub>4</sub>) e o [ozônio](#) (O<sub>3</sub>) são os principais [GEEs](#) presentes na atmosfera da Terra. Os [GEEs](#) produzidos pelo homem incluem o [hexafluoreto de enxofre](#) (SF<sub>6</sub>), os [hidrofluorcarbonos](#) (HFCs), os [clorofluorcarbonos](#) (CFCs) e os [perfluorcarbonos](#) (PFCs); vários deles também destroem o O<sub>3</sub> (e são regulamentados pelo [Protocolo de Montreal](#)). **Veja também:** [Gás de efeito estufa bem misturado](#).

**Infraestrutura cinza**

Veja: [Infraestrutura](#).

**Perigo**

A ocorrência potencial de um evento ou tendência física natural ou induzida pelo homem que pode causar perda de vidas, lesões ou outros impactos à [saúde](#), bem como danos e perdas de propriedade, [infraestrutura](#), [meios de subsistência](#), prestação de serviços, [ecossistemas](#) e recursos ambientais.

**Veja também:** [Exposição](#), [Vulnerabilidade](#), [Impactos](#), [Risco](#).

**Impactos**

As consequências dos [riscos](#) percebidos nos sistemas naturais e [humanos](#), onde os [riscos](#) resultam das interações de [perigos](#) relacionados ao clima (incluindo [eventos climáticos/meteorológicos extremos](#)), [exposição](#) e [vulnerabilidade](#). Os [impactos](#) geralmente se referem aos efeitos sobre vidas, [meios de subsistência](#), [saúde](#) e [bem-estar](#), [ecossistemas](#) e espécies, ativos econômicos, sociais e culturais, serviços (incluindo [serviços ecossistêmicos](#)) e [infraestrutura](#). Os [impactos](#) podem ser referidos como consequências ou resultados e podem ser adversos ou benéficos. **Veja também:** [Adaptação](#), [Perigo](#), [Exposição](#), [Vulnerabilidade](#), [Risco](#).

**Desigualdade**

**Veja também:** [Igualdade](#).

**Conhecimento indígena (CI)**

As compreensões, habilidades e filosofias desenvolvidas por sociedades com longas histórias de interação com seus ambientes naturais. Para muitos [povos indígenas](#), o CI informa a tomada de decisões sobre aspectos fundamentais da vida, desde atividades cotidianas até ações de longo prazo. Esse conhecimento é parte integrante de complexos culturais, que também abrangem linguagem, sistemas de classificação, práticas de uso de recursos, interações sociais, valores, rituais e espiritualidade. Essas formas distintas de conhecimento são aspectos importantes da diversidade cultural do mundo. **Vide:** [Conhecimento local \(CL\)](#).

**Povos Indígenas**

Povos e nações indígenas são aqueles que, tendo uma continuidade histórica com as sociedades pré-invasão e pré-coloniais que se desenvolveram em seus territórios, consideram-se distintos de outros setores das sociedades que agora prevalecem nesses territórios ou em partes deles. Atualmente, eles formam principalmente setores não dominantes da sociedade e, muitas vezes, estão determinados a preservar, desenvolver e transmitir às gerações

futuras seus territórios ancestrais e sua identidade étnica, como base em sua contínua existência como povos, de acordo com seus próprios padrões culturais, instituições sociais e sistema de direito comum.

**Assentamento informal**

Termo dado a [assentamentos](#) ou áreas residenciais que, por pelo menos um critério, encontram-se fora do escopo de regras e regulamentações oficiais. A maioria dos assentamentos informais tem moradias precárias (com uso generalizado de materiais temporários) e são desenvolvidos em terras ocupadas ilegalmente, com altos níveis de superlotação. Na maioria desses assentamentos, o fornecimento de água potável, saneamento, rede de esgoto, estradas pavimentadas e serviços básicos é inadequado ou inexistente. O termo 'favela' é frequentemente utilizado para assentamentos informais, embora seja enganoso, pois muitos assentamentos informais se transformam em áreas residenciais de boa qualidade, especialmente quando os governos apoiam o desenvolvimento.

**Infraestrutura**

O conjunto de sistemas físicos projetados e construídos e os arranjos institucionais correspondentes que fazem a mediação entre as pessoas, suas comunidades e o ambiente mais abrangente para fornecer serviços que apoiam o crescimento econômico, a [saúde](#), a qualidade de vida e a segurança.

**Infraestrutura azul**

A infraestrutura azul inclui corpos d'água, cursos d'água, lagoas, lagos e drenagem pluvial que fornecem funções ecológicas e hidrológicas, incluindo [evaporação](#), transpiração, [drenagem](#), infiltração e armazenamento temporário de [escoamento](#) e descarga.

**Infraestrutura verde**

O conjunto interconectado estrategicamente planejado de sistemas ecológicos naturais e construídos, espaços verdes e outras características da paisagem que podem fornecer funções e serviços, incluindo purificação do ar e da água, gestão da temperatura, gestão de enchentes e defesa costeira, muitas vezes com [co-benefícios](#) para as pessoas e para a [biodiversidade](#). A infraestrutura verde inclui vegetação nativa plantada e remanescente, solos, [zonas úmidas](#), parques e espaços verdes abertos, bem como intervenções de projeto no nível dos edifícios e das ruas que incorporam a vegetação.

**Infraestrutura cinza**

Componentes físicos e redes de tubulações, fios, trilhos e estradas projetados que sustentam os sistemas de energia, transporte, comunicações (inclusive digitais), formas construídas, água e saneamento e gestão de resíduos sólidos.

**Irreversibilidade**

Um estado perturbado de um [sistema dinâmico](#) é definido como irreversível em uma determinada escala de tempo se a recuperação desse estado devido a processos naturais demorar muito mais do que a escala de tempo de interesse. **Veja também:** [Ponto de inflexão](#).

**Transição justa**

**Veja também:** [Transição](#).

**Justiça**

Justiça se refere à garantia de que as pessoas recebam o que lhes é devido, estabelecendo os princípios morais ou legais de *integridade* e *equidade* na forma como as pessoas são tratadas, geralmente com base na ética e nos valores da sociedade.

**Justiça climática**

Justiça que conecta o desenvolvimento e os *direitos humanos* a fim de alcançar uma abordagem centrada no ser humano para lidar com a *mudança do clima*, protegendo os direitos das pessoas mais vulneráveis e compartilhando o ônus e os benefícios da mudança do clima e seus *impactos* de forma igualitária e justa.

**Justiça social**

Relações justas ou igualitárias dentro da sociedade que buscam abordar a distribuição de riqueza, acesso a recursos, oportunidades e apoio de acordo com os princípios de *justiça* e *igualdade*.

**Risco-chave**

Veja também: *Risco*.

**Uso da terra, mudança do uso de terra e florestas (LULUCF)**

No contexto dos inventários nacionais de *gases de efeito estufa* (GEE) no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, o LULUCF é um setor de inventário de GEE que abrange as emissões e *remoções antropogênicas* de GEE em terras administradas, excluindo as emissões agrícolas que não de CO<sub>2</sub>. De acordo com as Diretrizes do IPCC de 2006 para Inventários Nacionais de GEE e seu Refinamento de 2019, os fluxos de GEE '*antropogênicos*' relacionados à terra são definidos como todos aqueles que ocorrem em '*terras administradas*', ou seja, 'onde intervenções e práticas humanas foram aplicadas para realizar funções produtivas, ecológicas ou sociais'. Como terras administradas podem incluir remoções de *dióxido de carbono* (CO<sub>2</sub>) não consideradas '*antropogênicas*' em parte da literatura científica avaliada neste relatório (por exemplo, remoções associadas à fertilização com CO<sub>2</sub> e à deposição de N), as estimativas de emissões líquidas de *GEE* relacionadas à terra dos modelos globais incluídos neste relatório não são necessariamente diretamente comparáveis às estimativas do LULUCF nos Inventários Nacionais de GEE (*IPCC 2006, 2019*).

**Países Menos Desenvolvidos (LDCs)**

Uma lista de países designados pelo Conselho Econômico e Social das Nações Unidas (ECOSOC) que atendem a três critérios: (1) um critério de baixa *renda* abaixo de um determinado limite de renda nacional bruta per capita entre USD 750 e USD 900; (2) uma deficiência de recursos humanos com base em indicadores de *saúde*, educação e alfabetização de adultos; e (3) uma fragilidade devido à vulnerabilidade econômica com base em indicadores de instabilidade da produção agrícola, instabilidade da exportação de bens e serviços, importância econômica de atividades não tradicionais, concentração de exportação de mercadorias e a desvantagem devido à pequenez econômica. Os países dessa categoria se qualificam para vários programas focados na assistência de países mais necessitados. Esses privilégios incluem certos benefícios de acordo com os artigos da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC).

**Meios de subsistência**

Os recursos utilizados e as atividades realizadas para que as pessoas subsistam. Os *meios de subsistência* geralmente são determinados pelos

direitos e ativos aos quais as pessoas têm acesso. Esses ativos podem ser categorizados como humanos, sociais, naturais, físicos ou financeiros.

**Conhecimento local (CL)**

As compreensões e habilidades desenvolvidas por indivíduos e populações, específicos aos locais onde vivem. O conhecimento local informa a tomada de decisões sobre aspectos fundamentais da vida, desde atividades cotidianas até ações de longo prazo. Esse conhecimento é um elemento fundamental dos sistemas sociais e culturais que influenciam as observações e as respostas à *mudança do clima*; ele também informa as decisões de *governança*. **Veja também:** *Conhecimento indígena (CI)*.

**Aprisionamento (Lock-in)**

Situação em que o desenvolvimento futuro de um sistema, incluindo *infraestrutura*, tecnologias, investimentos, instituições e normas comportamentais, é determinado ou restringido ("preso") por desenvolvimentos históricos. **Veja também:** *Dependência de trajetória*.

**Perdas e Danos, e perdas e danos**

A pesquisa considerou *Perdas e Danos* (em letras maiúsculas) para se referir ao debate político no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) após o estabelecimento do Mecanismo de Varsóvia sobre Perdas e Danos em 2013, que tem como objetivo "lidar com as perdas e danos associados aos impactos da *mudança do clima*, incluindo *eventos extremos* e eventos de início lento, em *países em desenvolvimento* particularmente vulneráveis aos efeitos adversos da mudança do clima". Letras minúsculas (*perdas e danos*) foram utilizadas para se referir amplamente aos danos causados por *impactos* (observados) e riscos (projetados), podendo ser econômicos ou não econômicos.

**Resultados de baixa probabilidade e alto impacto**

Resultados/eventos cuja probabilidade de ocorrência é baixa ou não é bem conhecida (como no contexto de *profunda incerteza*), mas cujos *impactos* potenciais à sociedade e aos *ecossistemas* podem ser altos. Para melhor informar a *avaliação de riscos* e a tomada de decisões, esses resultados de baixa *probabilidade* são considerados se estiverem associados a consequências muito importantes e, portanto, que podem constituir riscos materiais, mesmo que essas consequências não necessariamente representem o resultado mais provável. **Veja também:** *Impactos*.

**Ações desadaptativas (Desadaptação)**

Ações que podem levar ao aumento do risco de resultados adversos relacionados ao clima, inclusive por meio do aumento *das emissões de gases de efeito estufa (GEE)*, aumento ou deslocamento da *vulnerabilidade à mudança do clima*, resultados mais desiguais ou diminuição do bem-estar, no presente ou no futuro. Na maioria das vezes, a desadaptação é uma consequência não intencional.

**Migração (de seres humanos)**

Movimento de uma pessoa ou de um grupo de pessoas através de uma fronteira internacional ou dentro de um Estado. É um movimento populacional que abrange qualquer tipo de movimento de pessoas, independentemente de sua duração, composição e causas; inclui a migração de refugiados, deslocados, migrantes econômicos e pessoas em movimento por outros motivos, incluindo a reunificação familiar.

**Mitigação (da mudança do clima)**

Uma intervenção humana para reduzir as emissões ou aumentar os *sumidouros de gases de efeito estufa*.

**Potencial de mitigação**

A quantidade de reduções líquidas de emissões de *gases de efeito estufa* que pode ser alcançada por uma determinada *opção de mitigação* em relação a linhas de base de emissões especificadas. **Veja também:** *Potencial de sequestro*.

[Nota: a redução líquida de emissões de gases de efeito estufa é a soma das emissões reduzidas e/ou dos *sumidouros* aprimorados]

**Variabilidade (climática) natural**

A variabilidade natural se refere às flutuações climáticas que ocorrem sem nenhuma influência humana, ou seja, *variabilidade interna* combinada com a resposta a fatores naturais externos, como erupções vulcânicas, mudanças na *atividade solar* e, em escalas de tempo mais longas, efeitos orbitais e tectônica de placas. **Veja também:** *Forçamento orbital*.

**Emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub>**

Condição na qual as *emissões antropogênicas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)* são equilibradas pelas *remoções antropogênicas de CO<sub>2</sub>* durante um período específico. **Veja também:** *Neutralidade de carbono, Uso da terra, mudança do uso da terra e florestas (LULUCF), Emissões líquidas zero de gases de efeito estufa*.

[Nota: *neutralidade de carbono* e emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub> são conceitos que se sobrepõem. Os conceitos podem ser aplicados em escalas global ou sub-globais (por exemplo, regional, nacional e subnacional). Em escala global, os termos neutralidade de carbono e emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub> são equivalentes. Em escalas sub-globais, emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub> são geralmente aplicadas a emissões e remoções sob controle direto ou responsabilidade territorial da entidade declarante, enquanto neutralidade de carbono geralmente inclui emissões e remoções dentro e fora do controle direto

**Reflorestamento**

Conversão para floresta de terras que anteriormente continham florestas, mas que foram convertidas para algum outro uso. **Veja também:** *Florestamento, Remoções antropogênicas, Remoção de dióxido de carbono (CDR), Desmatamento, Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+)*.

[Nota: para uma discussão sobre o termo floresta e termos relacionados, como *florestamento, reflorestamento* e *desmatamento*, consulte as Diretrizes do IPCC de 2006 para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa e seu Refinamento de 2019 e as informações fornecidas pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima].

**Risco residual**

O risco relacionado aos *impactos da mudança do clima* que permanece após os esforços de *adaptação* e *mitigação*. As ações de *adaptação* podem redistribuir os *riscos* e *impactos*, com aumento de *riscos* e *impactos* em algumas áreas ou populações, e diminuição de *riscos* e *impactos* em outras. **Veja também:** *Perdas e Danos, perdas e danos*.

**Resiliência**

A capacidade dos sistemas sociais, econômicos e ecológicos interconectados de lidar com um evento perigoso, tendência ou distúrbio, respondendo ou se reorganizando de forma a manter sua função, identidade e estrutura essenciais. A resiliência é um atributo positivo quando mantém a capacidade de *adaptação*, aprendizado e/ou *transformação*. **Veja também:** *Perigo, Risco, Vulnerabilidade*.

**Restauração**

No contexto ambiental, a *restauração* envolve intervenções humanas para ajudar na recuperação de um *ecossistema* que tenha sido previamente degradado, danificado ou destruído.

**Risco**

O potencial de consequências adversas para sistemas humanos ou ecológicos, reconhecendo a diversidade dos valores e objetivos associados a esses sistemas. No contexto da *mudança do clima*, os *riscos* podem surgir dos possíveis *impactos* da *mudança do clima*, bem como das respostas humanas à *mudança do clima*. Consequências adversas relevantes incluem aquelas sobre vidas, *meios de subsistência, saúde* e *bem-estar*, ativos e investimentos econômicos, sociais e culturais, *infraestrutura*, serviços (incluindo *serviços ecossistêmicos*), *ecossistemas* e espécies.

No contexto dos *impactos da mudança do clima*, os *riscos* resultam de interações dinâmicas entre os *perigos* relacionados ao clima com a *exposição* e a *vulnerabilidade* do sistema humano ou ecológico afetado aos *perigos*. Os *perigos*, a *exposição* e a *vulnerabilidade* podem estar sujeitos à *incerteza* em termos de magnitude e *probabilidade* de ocorrência, e cada um deles pode mudar ao longo do tempo e espaço devido a mudanças socioeconômicas e às tomadas de decisões humanas.

No contexto das *respostas à mudança* do clima, os *riscos* resultam da possibilidade de tais respostas não atingirem o(s) objetivo(s) pretendido(s), ou de possíveis *trade-offs* ou efeitos colaterais negativos em outros objetivos sociais, como os *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)*. *Riscos* podem surgir, por exemplo, da *incerteza* na implementação, na eficácia ou nos resultados da *política climática*, de investimentos relacionados ao clima, do desenvolvimento ou adoção de tecnologias e das *transições* de sistemas.

**Veja também:** *Perigo, Exposição, Vulnerabilidade, Impactos, Gestão de riscos, Adaptação, Mitigação*.

**Risco-chave**

Os *riscos-chave* têm consequências adversas potencialmente graves para os seres humanos e sistemas socioecológicos resultantes da interação de *perigos* relacionados ao clima com as *vulnerabilidades* das sociedades e dos sistemas expostos.

**Cenário**

Uma descrição plausível de como o futuro pode se desenvolver com base em um conjunto coerente e internamente consistente de suposições sobre os principais fatores impulsionadores (por exemplo, taxa de mudança tecnológica, preços) e relações. Deve-se observar que os cenários não são *previsões* nem *prognósticos*, mas sim utilizados para fornecer uma visão das implicações de desenvolvimentos e ações. **Veja também:** *Cenário, Narrativa de cenário*.

**Cenário de emissões**

Uma representação plausível do desenvolvimento futuro das emissões de substâncias radiativamente ativas (por exemplo, *gases de efeito*

*estufa* (GEEs) ou *aerossóis*) com base em um conjunto coerente e internamente consistente de suposições sobre fatores impulsionadores (como desenvolvimento demográfico e socioeconômico, mudança tecnológica, energia e *uso da terra*) e suas principais relações. Os cenários de concentração, derivados dos *cenários de emissão*, são frequentemente utilizados como entrada em um *modelo climático* para calcular as *projeções* climáticas.

### **Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastre**

O *Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030* define sete metas claras e quatro prioridades de ação para evitar novos *riscos de desastres* e reduzir os já existentes. O acordo voluntário e não vinculativo reconhece que o Estado tem a função primária de reduzir o risco de desastres, mas que a responsabilidade deve ser compartilhada com outras partes interessadas, incluindo o governo local, o setor privado e outras partes interessadas, com o objetivo de reduzir substancialmente o risco de desastres e as perdas de vidas, *meios de subsistência* e *saúde*, bem como os ativos econômicos, físicos, sociais, culturais e ambientais de pessoas, empresas, comunidades e países.

### **Assentamentos**

Locais de habitação humana concentrada. Os *assentamentos* podem variar de vilarejos rurais isolados a regiões *urbanas* com influência global significativa. Eles podem incluir habitações formais planejadas e informais ou ilegais e a *infraestrutura* relacionada. **Veja também:** *Cidades, Urbano, Urbanização*.

### **Caminhos Socioeconômicos Compartilhados (SSPs)**

**Veja também:** *Caminhos*

### **Mudança nos caminhos de desenvolvimento (SDPs)**

Neste relatório, mudança nos caminhos do desenvolvimento descreve as *transições* destinadas a redirecionar as tendências de desenvolvimento existentes. As sociedades podem criar *condições favoráveis* para influenciar seus futuros *caminhos de desenvolvimento*, quando se esforçam para alcançar determinados resultados. Alguns resultados podem ser comuns, enquanto outros podem ser específicos ao contexto, considerando diferentes pontos de partida. **Veja também:** *Caminhos de desenvolvimento, Mudança nos caminhos de desenvolvimento para a sustentabilidade*.

### **Sumidouro**

Qualquer processo, atividade ou mecanismo que remova um gás de efeito estufa, um aerossol ou um precursor de um gás de efeito estufa da *atmosfera*. **Veja também:** *Estoque - Carbono e nitrogênio, Reservatório, Sequestro, Potencial de sequestro, Fonte, Absorção*.

### **Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento (SIDS)**

Os Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento (SIDS), conforme reconhecido pelo OHRLLS (Escritório do Alto Representante das Nações Unidas para os *Países Menos Desenvolvidos*, Países em Desenvolvimento Sem Litoral e Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento), são um grupo distinto de países em desenvolvimento que enfrentam vulnerabilidades sociais, econômicas e ambientais específicas. Eles foram reconhecidos como um caso especial tanto pelo seu meio ambiente quanto pelo seu desenvolvimento na Cúpula da Terra no Rio de Janeiro, Brasil, em 1992. Cinquenta e oito países e territórios são atualmente classificados como SIDS pelo OHRLLS da ONU, sendo 38 estados membros da ONU e 20 não membros da ONU ou membros associados das Comissões Regionais.

### **Justiça social**

**Veja:** *Justiça*.

### **Proteção social**

No contexto da ajuda ao desenvolvimento e da política climática, a proteção social geralmente descreve iniciativas públicas e privadas que fornecem transferências de *renda* ou consumo para os pobres, protegem os vulneráveis contra *riscos a subsistência* e melhoram o status social e os direitos dos marginalizados, com o objetivo geral de reduzir a *vulnerabilidade* econômica e social de grupos pobres, vulneráveis e marginalizados. Em outros contextos, a proteção social pode ser utilizada como sinônimo de política social e descrita como todas as iniciativas públicas e privadas que fornecem acesso a serviços, como *saúde*, educação ou moradia, ou transferências de renda e consumo para as pessoas. As políticas de proteção social protegem os pobres e *vulneráveis* contra os *riscos* a subsistência e melhoram o status social e os direitos dos marginalizados, além de evitar que as pessoas *vulneráveis* caiam na pobreza.

### **Modificação da radiação solar (SRM)**

Refere-se a uma série de medidas de modificação de radiação não relacionadas à *mitigação de gases de efeito estufa (GEE)* que buscam limitar o *aquecimento global*. A maioria dos métodos envolve a redução da quantidade de *radiação solar* que chega à superfície, mas outros também atuam no orçamento de radiação de ondas longas, reduzindo a espessura óptica e a vida útil das nuvens.

### **Fonte**

Qualquer processo ou atividade que libere um *gás de efeito estufa*, um *aerossol* ou um precursor de um gás de efeito estufa na *atmosfera*. **Veja também:** *Estoque - carbono e nitrogênio, Reservatório, Sequestro, Potencial de sequestro, Sumidouro, Absorção*.

### **Ativos ociosos**

Ativos expostos a desvalorizações ou conversão em "passivos" em decorrência de mudanças imprevistas em suas receitas inicialmente esperadas devido a inovações e/ou evoluções do contexto comercial, incluindo mudanças nas regulamentações públicas a nível nacional e internacional.

### **Desenvolvimento sustentável (DS)**

Desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer as suas próprias necessidades e que equilibra as preocupações sociais, econômicas e ambientais. **Veja também:** *Caminhos de desenvolvimento, Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)*.

### **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)**

Os 17 Objetivos Globais de desenvolvimento para todos os países, estabelecidos pelas Nações Unidas por meio de um processo participativo e elaborados na *Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*, incluindo a erradicação da pobreza e da fome; garantia da saúde e *bem-estar*, educação, igualdade de gênero, água potável e energia e trabalho decente; construção e garantia de *infraestrutura*, cidades e consumo resilientes e sustentáveis; redução das *desigualdades*; proteção dos *ecossistemas* terrestres e aquáticos; promoção da paz, *justiça* e parcerias; e ações urgentes contra a *mudança do clima*. **Veja também:** *Caminhos de desenvolvimento, Desenvolvimento sustentável (DS)*.

**Gestão sustentável da terra**

A administração e o uso dos recursos *terrestres*, incluindo solos, água, animais e plantas, para atender às necessidades humanas em constante mudança e, ao mesmo tempo, garantir o potencial produtivo de longo prazo desses recursos e a manutenção de suas funções ambientais.

**Ultrapassagem da temperatura**

Excedência de um nível de *aquecimento global* especificado, seguido de um declínio para esse nível ou abaixo dele durante um período de tempo especificado (por exemplo, antes de 2100). Às vezes, são também caracterizadas a magnitude e a probabilidade da ultrapassagem. A duração da ultrapassagem pode variar de um *caminho* para outro, mas na maioria dos *caminhos de ultrapassagem* na literatura e referidas como "caminhos de ultrapassagem" no AR6, a ultrapassagem ocorre em um período de pelo menos uma e até várias décadas. **Veja também:** *Caminhos de ultrapassagem*.

**Ponto de inflexão**

Um limite crítico além do qual um sistema se reorganiza, geralmente de forma abrupta e/ou irreversível. **Veja também:** *Mudança abrupta do clima, Irreversibilidade, Elemento de inflexão*.

**Transformação**

Uma mudança nos atributos fundamentais dos *sistemas naturais e humanos*.

**Adaptação transformacional**

**Veja também:** *Adaptação*.

**Transição**

O processo de mudança de um estado ou condição para outro em um determinado período de tempo. A transição pode ocorrer em indivíduos, empresas, *cidades, regiões* e nações, e pode se basear em mudanças incrementais ou *transformadoras*.

**Transições justas**

Conjunto de princípios, processos e práticas que visam garantir que nenhuma pessoa, trabalhador, lugar, setor, país ou região seja deixado para trás na *transição* de uma economia de alto carbono para uma economia de baixo carbono. Enfatiza a necessidade de medidas direcionadas e proativas por parte de governos, agências e autoridades para garantir que quaisquer impactos sociais, ambientais ou econômicos negativos das transições em toda a economia sejam minimizados, ao mesmo tempo em que os benefícios sejam maximizados para as pessoas afetadas de forma desproporcional. Os princípios-chave das transições justas incluem: respeito e dignidade para grupos vulneráveis; *equidade* no acesso e uso da energia, diálogo social e consulta democrática com as partes interessadas relevantes; criação de empregos decentes; *proteção social*; e direitos no trabalho. As transições justas podem incluir a equidade nos processos de planejamento e tomada de decisões sobre energia, *uso da terra* e clima;

diversificação econômica com base em investimentos de baixo carbono; programas realistas de treinamento/reciclagem que levem ao trabalho decente; políticas específicas de gênero que promovam resultados equitativos; promoção da cooperação internacional e ações multilaterais coordenadas; e erradicação da pobreza. Por fim, as transições justas podem incorporar a reparação de danos passados e injustiças percebidas.

**Urbano**

A categorização de áreas como "urbanas" pelos departamentos de estatística do governo geralmente se baseia no tamanho da população, na densidade populacional, na base econômica, no fornecimento de serviços ou em alguma combinação dos itens acima. Os sistemas urbanos são redes e nós de intensa interação e troca, incluindo capital, cultura e objetos materiais. As áreas urbanas existem como continuação das áreas rurais e tendem a apresentar níveis mais altos de complexidade, populações e densidade populacional mais altas, intensidade de investimento de capital e uma preponderância de indústrias dos setores secundário (processamento) e terciário (serviços). A extensão e intensidade dessas características variam significativamente dentro das áreas urbanas e entre elas. Os locais e sistemas urbanos são abertos, com muito movimento e intercâmbio entre áreas mais rurais e outras regiões urbanas. As áreas urbanas podem ser interconectadas globalmente, facilitando fluxos rápidos entre elas de investimento de capital, de ideias e cultura, *migração* humana e doenças. **Veja também:** *Cidades, Região da cidade, Áreas periurbanas, Sistemas urbanos, Urbanização*.

**Urbanização**

A *urbanização* é um processo multidimensional que envolve pelo menos três mudanças simultâneas: 1) *mudança no uso da terra*: transformação de antigos *assentamentos* rurais ou terras naturais em *assentamentos urbanos*; 2) mudança demográfica: uma mudança na distribuição espacial de uma população de áreas rurais para áreas *urbanas*; e 3) mudança de *infraestrutura*: um aumento no fornecimento de serviços de *infraestrutura*, incluindo eletricidade, saneamento, etc. A *urbanização* geralmente inclui mudanças no estilo de vida, na cultura e no comportamento e, portanto, altera a estrutura demográfica, econômica e social das áreas urbanas e rurais. **Veja também:** *Assentamento, Urbano, Sistemas Urbanos*.

**Doenças transmitidas por vetores**

Doenças causadas por parasitas, vírus e bactérias que são transmitidos por diversos vetores (por exemplo, mosquitos, flebotomos, triatomíneos, moscas-negras, carrapatos, moscas tsé-tsé, ácaros, caracóis e piolhos).

**Vulnerabilidade**

A propensão ou predisposição para ser afetado negativamente. A vulnerabilidade abrange uma variedade de conceitos e elementos, incluindo sensibilidade ou suscetibilidade a danos e falta de capacidade de enfrentamento e adaptação. **Veja também:** *Perigo, Exposição, Impactos, Risco*.

**Segurança hídrica**

A capacidade de uma população de proteger o acesso sustentável a quantidades adequadas de água de qualidade aceitável para sustentar os *meios de subsistência*, o *bem-estar* humano e o desenvolvimento socioeconômico, a fim de garantir a proteção contra a poluição transmitida pela água e os desastres relacionados à água e preservar os *ecossistemas* em um clima de paz e estabilidade política.

**Bem-estar**

Um estado de existência que atende a várias necessidades humanas, incluindo condições materiais de vida e qualidade de vida, bem como a capacidade de buscar objetivos próprios, prosperar e se sentir satisfeito com a vida. O bem-estar do ecossistema se refere à capacidade dos *ecossistemas* de manter sua diversidade e qualidade.



# Anexo II

## Acrônimos, Símbolos Químicos e Unidades Científicas

### Equipe Editorial

Andreas Fischlin (Suíça), Yonhung Jung (Coreia do Sul), Noémie Leprince-Ringuet (França), Chloé Ludden (Alemanha/França), Clotilde Péan (França), José Romero (Suíça)

Este anexo deve ser citado como: IPCC, 2023: Annex II: Acronyms, Chemical Symbols and Scientific Units [Fischlin, A., Y. Jung, N. Leprince-Ringuet, C. Ludden, C. Péan, J. Romero (eds.)]. *In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 131-133, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.003.

**Anexo II**

<b>AFOLU</b>	Agricultura, Floresta e Outros usos da terra	<b>GW</b>	Gigawatt
<b>AR5</b>	Quinto Relatório de Avaliação	<b>GWL</b>	Nível de Aquecimento Global
<b>AR6</b>	Sexto Relatório de Avaliação	<b>GWP100</b>	Potencial de Aquecimento Global com um horizonte temporal de 100 anos*
<b>BECCS</b>	Bioenergia com Captura e Armazenamento de Dióxido de Carbono	<b>HFCs</b>	Hidrofluorcarbonetos
<b>CCS</b>	Captura e Armazenamento de Carbono	<b>IEA</b>	Agência Internacional de Energia
<b>CCU</b>	Captura e Utilização de Carbono	<b>IEA-STEPS</b>	Agência Internacional de Energia - Cenário de Políticas Declaradas
<b>CDR</b>	Remoção de Dióxido de Carbono	<b>IMP</b>	Caminho Ilustrativo de Mitigação
<b>CH<sub>4</sub></b>	Metano	<b>IMP-LD</b>	Caminho Ilustrativo de Mitigação - Baixa demanda
<b>CID</b>	Agentes climáticos causadores de impacto	<b>IMP-NEG</b>	Caminho Ilustrativo de Mitigação - Implantação de emissões negativas
<b>CMIP5</b>	Quinta Fase do Projeto de Intercomparação de Modelos Acoplados	<b>IMP-SP</b>	Caminho Ilustrativo de Mitigação - Mudança de caminhos de desenvolvimento
<b>CMIP6</b>	Sexta Fase do Projeto de Intercomparação de Modelos Acoplados	<b>IMP-REN</b>	Caminho Ilustrativo de Mitigação - Grande dependência de energias renováveis
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de Carbono	<b>IP-ModAct</b>	Caminho Ilustrativo de Ação Moderada
<b>CO<sub>2</sub>-e</b>	Dióxido de Carbono Equivalente	<b>IPCC</b>	Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima
<b>CRD</b>	Desenvolvimento Resiliente ao Clima	<b>kWh</b>	Quilowatt-hora
<b>CO<sub>2</sub>-FFI</b>	CO <sub>2</sub> dos combustíveis fósseis e da indústria	<b>LCOE</b>	Custo nivelado de energia
<b>CO<sub>2</sub>-LULUCF</b>	CO <sub>2</sub> do uso da terra, mudança de uso da terra e silvicultura	<b>LDC</b>	Países Menos Desenvolvidos
<b>CSB</b>	Caixa de Seção Transversal	<b>Li-on</b>	Íon-Lítio
<b>DACCS</b>	Captura e armazenamento de carbono diretamente do ar	<b>LK</b>	Conhecimento Local
<b>DRM</b>	Gestão de Risco de Desastres	<b>LULUCF</b>	Uso da terra, mudança de uso da terra e silvicultura
<b>EbA</b>	Adaptação baseada em Ecossistema	<b>MAGICC</b>	Modelo para Avaliação de Mudanças Climáticas Induzidas por Gases de Efeito Estufa
<b>ECS</b>	Sensibilidade climática de equilíbrio	<b>MWh</b>	Megawatt-hora
<b>ES</b>	Sumário Executivo	<b>N<sub>2</sub>O</b>	Óxido Nitroso
<b>EV</b>	Veículo Elétrico	<b>NDC</b>	Contribuição Nacionalmente Determinada
<b>EWS</b>	Sistema de Alerta Precoce	<b>NF<sub>3</sub></b>	Trifluoreto de Nitrogênio
<b>FaIR</b>	Modelo climático simples de resposta ao impulso de amplitude finita	<b>ODS</b>	Objetivo de Desenvolvimento Sustentável
<b>FAO</b>	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura	<b>O<sub>3</sub></b>	Ozônio
<b>FFI</b>	Combustão de combustíveis fósseis e processos industriais	<b>PFCs</b>	Perfluorocarbonos
<b>F-gases</b>	Gases fluorados	<b>ppb</b>	partes por bilhão
<b>GEE</b>	Gás de Efeito Estufa	<b>PPP</b>	Paridade de poder de compra
<b>Gt</b>	Gigatoneladas		

<b>PIB</b>	Produto Interno Bruto	<b>Wm<sup>-2</sup></b>	Watts por metro quadrado
<b>ppm</b>	partes por milhão		
<b>PV</b>	Fotovoltaica		
<b>RCB</b>	Orçamento de Carbono Remanescente		
<b>RCPs</b>	Caminhos de Concentração Representativos (por exemplo RCP2.6, caminho para o qual a forçante radiativa até 2100 está limitado a 2.6 Wm <sup>-2</sup> )		
<b>RFCs</b>	Motivos de Preocupação		
<b>SDPs</b>	Mudança de caminhos de desenvolvimento		
<b>SF<sub>6</sub></b>	Hexafluoreto de Enxofre		
<b>SIDS</b>	Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento		
<b>SLCF</b>	Forçantes climáticos de vida curta		
<b>SPM</b>	Resumo para Formuladores de Políticas		
<b>SR1.5</b>	Relatório Especial sobre o Aquecimento Global de 1.5°C		
<b>SRCCCL</b>	Relatório Especial sobre Mudança do Clima e Terra		
<b>SRM</b>	Modificação da Radiação Solar		
<b>SROCC</b>	Relatório Especial sobre o Oceano e a Criosfera em um Clima em Mudança		
<b>SSP</b>	Caminhos Socioeconômicos Compartilhados		
<b>SYR</b>	Relatório Síntese		
<b>tCO<sub>2</sub>-eq</b>	Toneladas de Dióxido de Carbono Equivalente		
<b>tCO<sub>2</sub>-FFI</b>	Toneladas de Dióxido de Carbono dos combustíveis fósseis e da indústria		
<b>TS</b>	Sumário Técnico		
<b>UNFCCC</b>	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima		
<b>USD</b>	Dolar americano		
<b>WG</b>	Grupo de Trabalho		
<b>WGI</b>	IPCC Grupo de Trabalho I		
<b>WGII</b>	IPCC Grupo de Trabalho II		
<b>WGIII</b>	IPCC Grupo de Trabalho III		
<b>WHO</b>	Organização Mundial da Saúde		
<b>WIM</b>	Mecanismo Internacional de Varsóvia sobre Perdas e Danos		

\*Para uma definição completa, consulte também o Anexo I: Glossário.

Definições de termos adicionais estão disponíveis no Glossário Online do IPCC: <https://apps.ipcc.ch/glossary/>



# **Anexo III**

## **Contribuintes**

## ***Integrantes principais da equipe de redação***

**LEE, Hoesung**

IPCC Chair  
Korea University  
Republic of Korea

**CALVIN, Katherine**

The National Aeronautics and Space Administration  
USA

**DASGUPTA, Dipak**

The Energy and Resources Institute, India (TERI)  
India / USA

**KRINNER, Gerhard**

The French National Centre for Scientific Research  
France / Germany

**MUKHERJI, Aditi**

International Water Management Institute  
India

**THORNE, Peter**

Maynooth University  
Ireland / United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

**TRISOS, Christopher**

University of Cape Town  
South Africa

**ROMERO, José**

IPCC SYR TSU  
Switzerland

**ALDUNCE, Paulina**

University of Chile  
Chile

**BARRETT, Ko**

IPCC Vice-Chair  
National Oceanographic and Atmospheric Administration  
USA

**BLANCO, Gabriel**

National University of the Center of the Province of Buenos Aires  
Argentina

**CHEUNG, William W. L.**

The University of British Columbia  
Canada

**CONNORS, Sarah L.**

WGI Technical Support Unit  
France / United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

**DENTON, Fatima**

United Nations Economic Commission for Africa  
The Gambia

**DIONGUE-NIANG, Aïda**

National Agency of Civil Aviation and Meteorology  
Senegal

**DODMAN, David**

The Institute for Housing and Urban Development Studies  
Jamaica / United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland) /  
Netherlands

**GARSCHAGEN, Matthias**

Ludwig Maximilian University of Munich  
Germany

**GEDEN, Oliver**

German Institute for International and Security Affairs  
Germany

**HAYWARD, Bronwyn**

University of Canterbury  
New Zealand

**JONES, Christopher**

Met Office  
United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

**JOTZO, Frank**

The Australian National University  
Australia

**KRUG, Thelma**

IPCC Vice-Chair  
INPE, retired  
Brazil

**LASCO, Rodel**

Consultative Group for International Agricultural Research  
Philippines

**LEE, June-Yi**

Pusan National University  
Republic of Korea

**MASSON-DELMOTTE, Valérie**

IPCC WGI Co-Chair  
Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement  
France

**MEINSHAUSEN, Malte**

University of Melbourne  
Australia / Germany

**MINTENBECK, Katja**

IPCC WGII TSU / Alfred Wegener Institute  
Germany

**MOKSSIT, Abdalah**

IPCC Secretariat  
Morocco / WMO

**OTTO, Friederike E. L.**

Imperial College London  
United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland) / Germany

**PATHAK, Minal**

IPCC WGIII Technical Support Unit  
Ahmedabad University  
India

**PIRANI, Anna**

IPCC WGI Technical Support Unit  
Italy

**POLOCZANSKA, Elvira**

IPCC WGII Technical Support Unit  
United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland) / Australia Germany

**PÖRTNER, Hans-Otto**

IPCC WGII Co-Chair  
Alfred Wegener Institute  
Germany

**REVI, Aromar**

Indian Institute for Human Settlements  
India

**ROBERTS, Debra C.**

IPCC WGII Co-Chair  
eThekweni Municipality  
South Africa

**ROY, Joyashree**

Asian Institute of Technology  
India / Thailand

**RUANE, Alex C.**

The National Aeronautics and Space Administration  
USA

**SHUKLA, Priyadarshi R.**

IPCC WGIII Co-Chair  
Ahmedabad University  
India

**SKEA, Jim**

IPCC WGIII Co-Chair  
Imperial College London  
United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

**SLADE, Raphael**

WG III Technical Support Unit  
United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

**SLANGEN, Aimée**

Royal Netherlands Institute for Sea Research  
The Netherlands

**SOKONA, Youba**

IPCC Vice-Chair  
African Development Bank  
Mali

**SÖRENSSON, Anna A.**

Universidad de Buenos Aires  
Argentina

**TIGNOR, Melinda**

IPCC WGII Technical Support Unit  
USA / Germany

**VAN UUREN, Detlef**

Netherlands Environmental Assessment Agency  
The Netherlands

### Anexo III

#### **WEI, Yi-Ming**

Beijing Institute of Technology  
China

#### **WINKLER, Harald**

University of Cape Town  
South Africa

#### **ZHAI, Panmao**

IPCC WGI Co-Chair  
Chinese Academy of Meteorological Sciences  
China

#### **ZOMMERS, Zinta**

United Nations Office for Disaster Risk Reduction  
Latvia

### ***Membros Estendidos da Equipe de Redação***

#### **HOURCADE, Jean-Charles**

International Center for Development and Environment  
France

#### **JOHNSON, Francis X.**

Stockholm Environment Institute  
Thailand / Sweden

#### **PACHAURI, Shonali**

International Institute for Applied Systems Analysis  
Austria / India

#### **SIMPSON, Nicholas P.**

University of Cape Town  
South Africa / Zimbabwe

#### **SINGH, Chandni**

Indian Institute for Human Settlements  
India

#### **THOMAS, Adelle**

University of The Bahamas  
Bahamas

#### **TOTIN, Edmond**

Université Nationale d'Agriculture  
Benin

### ***Editores de Revisão***

#### **ARIAS, Paola**

Escuela Ambiental, Universidad de Antioquia  
Colombia

#### **BUSTAMANTE, Mercedes**

University of Brasília  
Brazil

#### **ELGIZOULI, Ismail A.**

Sudan

#### **FLATO, Gregory**

IPCC WGI Vice-Chair  
Environment and Climate Change Canada  
Canada

#### **HOWDEN, Mark**

IPCC WGII Vice-Chair  
The Australian National University  
Australia

#### **MÉNDEZ, Carlos**

IPCC WGII Vice-Chair  
Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas  
Venezuela

#### **PEREIRA, Joy Jacqueline**

IPCC WGII Vice-Chair  
Universiti Kebangsaan Malaysia  
Malaysia

#### **PICHS-MADRUGA, Ramón**

IPCC WGIII Vice-Chair  
Centre for World Economy Studies  
Cuba

#### **ROSE, Steven K.**

Electric Power Research Institute  
USA

#### **Saheb, Yamina**

OpenExp  
Algeria / France

**SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, Roberto A.**

IPCC WGII Vice-Chair  
The College of the Northern Border  
Mexico

**ÜRGE-VORSATZ, Diana**

IPCC WGIII Vice-Chair  
Central European University  
Hungary

**XIAO, Cunde**

Beijing Normal University  
China

**YASSAA, Noureddine**

IPCC WGI Vice-Chair  
Centre de Développement des Energies Renouvelables  
Algeria

**Autores Contribuintes****ALEGRÍA, Andrés**

IPCC WGII TSU  
Alfred Wegener Institute  
Germany / Honduras

**ARMOUR, Kyle**

University of Washington  
USA

**BEDNAR-FRIEDL, Birgit**

Universität Graz  
Austria

**BLOK, Kornelis**

Delft University of Technology  
The Netherlands

**CISSÉ, Guéladio**

Swiss Tropical and Public Health Institute and University of Basel  
Mauritania / Switzerland / France

**DENTENER, Frank**

European commission  
EU

**ERIKSEN, Siri**

Norwegian University of Life Sciences  
Norway

**FISCHER, Erich**

ETH Zurich  
Switzerland

**GARNER, Gregory**

Rutgers University  
USA

**GUIVARCH, Céline**

Centre International de Recherche sur l'Environnement et le développement  
France

**HAASNOOT, Marjolijn**

Deltares  
The Netherlands

**HANSEN, Gerrit**

German Institute for International and Security Affairs  
Germany

**HAUSER, Matthias**

ETH Zurich  
Switzerland

**HAWKINS, Ed**

University of Reading  
United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

**HERMANS, Tim**

Royal Netherlands Institute for Sea Research  
The Netherlands

**KOPP, Robert**

Rutgers University  
USA

**LEPRINCE-RINGUET, Noémie**

France

**LEWIS, Jared**

University of Melbourne and Climate Resource  
Australia / New Zealand

### Anexo III

**LEY, Debora**

Latinoamérica Renovable, UN ECLAC  
Mexico / Guatemala

**LUDDEN, Chloé**

WG III Technical Support Unit  
Germany / France

**NIAMIR, Leila**

International Institute for Applied Systems Analysis  
Iran / The Netherlands / Austria

**NICHOLLS, Zebedee**

University of Melbourne  
Australia

**SOME, Shreya**

IPCC WGIII Technical Support Unit  
Asian Institute of Technology  
India / Thailand

**SZOPA, Sophie**

Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement  
France

**TREWIN, Blair**

Australian Bureau of Meteorology  
Australia

**VAN DER WIJST, Kaj-Ivar**

Netherlands Environmental Assessment Agency  
The Netherlands

**WINTER, Gundula**

Deltares  
The Netherlands / Germany

**WITTING, Maximilian**

Ludwig Maximilian University of Munich  
Germany

### **Comité Directivo Científico**

**ABDULLA, Amjad**

IPCC WGIII Vice-Chair  
IRENA  
Maldives

**ALDRIAN, Edvin**

IPCC WGI Co-Chair  
Agency for Assessment and Application of Technology  
Indonesia

**CALVO, Eduardo**

IPCC TFI Co-Chair  
National University of San Marcos  
Peru

**CARRARO, Carlo**

IPCC WGIII Vice-Chair  
Ca' Foscari University of Venice  
Italy

**DRIOUECH, Fatima**

IPCC WGI Vice-Chair  
University Mohammed VI Polytechnic  
Morocco

**FISCHLIN, Andreas**

IPCC WGII Vice-Chair  
ETH Zurich  
Switzerland

**FUGLESTVEDT, Jan**

IPCC WGI Vice-Chair  
Center for International Climate Research (CICERO)  
Norway

**DADI, Diriba Korecha**

IPCC WGIII Vice-Chair  
Ethiopian Meteorological Institute  
Ethiopia

**MAHMOUD, Nagmeldin G.E.**

IPCC WGIII Vice-Chair  
Higher Council for Environment and Natural Resources  
Sudan

**REISINGER, Andy**

IPCC WGIII Co-Chair  
He Pou A Rangi Climate Change Commission  
New Zealand

**SEMENOV, Sergey**

IPCC WGII Co-Chair

Yu.A. Izrael Institute of Global Climate and Ecology

Russian Federation

**TANABE, Kiyoto**

IPCC TFI Co-Chair

Institute for Global Environmental Strategies

Japan

**TARIQ, Muhammad Irfan**

IPCC WGI Co-Chair

Ministry of Climate Change

Pakistan

**VERA, Carolina**

IPCC WGI Co-Chair

Universidad de Buenos Aires (CONICET)

Argentina

**YANDA, Pius**

IPCC WGII Co-Chair

University of Dar es Salaam

United Republic of Tanzania

**YASSAA, Noureddine**

IPCC WGI Co-Chair

Centre de Développement des Energies Renouvelables

Algeria

**ZATARI, Taha M.**

IPCC WGII Co-Chair

Ministry of Energy, Industry and Mineral Resources

Saudi Arabia



**Anexo IV**  
**Revisores Especialistas AR6 SYR**

## Anexo IV

### **ABDELFATTAH, Eman**

Cairo University  
Egypt

### **ABULEIF, Khalid Mohamed**

Ministry of Petroleum and Mineral Resources  
Saudi Arabia

### **ACHAMPONG, Leia**

European Network on Debt and Development (Eurodad)  
United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

### **AGRAWAL, Mahak**

Center on Global Energy Policy  
United States of America

### **AKAMANI, Kofi**

Southern Illinois University Carbondale  
United States of America

### **ÅKESSON, Ulrika**

Sida  
Sweden

### **ALBIHN, Ann**

Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala  
Sweden

### **ALCAMO, Joseph**

University of Sussex  
United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

### **ALSARMI, Said**

Oman Civil Aviation Authority  
Oman

### **AMBRÓSIO, Luis Alberto**

Instituto de Zootecnia  
Brazil

### **AMONI, Alves Melina**

WayCarbon Soluções Ambientais e Projetos de Carbono Ltda  
Brazil

### **ANDRIANASOLO, Rivoniony**

Ministère de l'Environnement et du Développement Durable  
Madagascar

### **ANORUO, Chukwuma**

University of Nigeria  
Nigeria

### **ANWAR RATEB, Samy Ashraf**

Egyptian Meteorological Authority  
Egypt

### **APPADOO, Chandani**

University of Mauritius  
Mauritius

### **ARAMENDIA, Emmanuel**

University of Leeds  
United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

### **ASADNABIZADEH, Majid**

UMCS  
Poland

### **ÁVILA ROMERO, Agustín**

SEMARNAT  
Mexico

### **BADRUZZAMAN, Ahmed**

University of California, Berkeley, CA  
United States of America

### **BALA, Govindasamy**

Indian Institute of Science  
India

### **BANDYOPADHYAY, Jayanta**

Observer Research Foundation  
India

### **BANERJEE, Manjushree**

The Energy and Resources Institute  
India

### **BARAL, Prashant**

ICIMOD  
Nepal

### **BAXTER, Tim**

Climate Council of Australia  
Australia

**BELAID, Fateh**  
King Abdullah Petroleum Studies and Research Center  
Saudi Arabia

**BELEM, Andre**  
Universidade Federal Fluminense  
Brazil

**BENDZ, David**  
Swedish Geotechnical Institute  
Sweden

**BENKO, Bernadett**  
Ministry of Innovation and Technology  
Hungary

**BENNETT, Helen**  
Department of Industry, Science, Energy and Resources  
Australia

**BENTATA, Salah Eddine**  
Algerian Space Agency  
Algeria

**BERK, Marcel**  
Ministry of Economic Affairs and Climate Policy  
Netherlands

**BERNDT, Alexandre**  
EMBRAPA  
Brazil

**BEST, Frank**  
HTWG Konstanz  
Germany

**BHATT, Jayavardhan Ramanlal**  
Ministry of Environment, Forests and Climate Change  
India

**BHATTI, Manpreet**  
Guru Nanak Dev University  
India

**BIGANO, Andrea**  
Euro-Mediterranean Centre on Climate Change (CMCC)  
Italy

**BOLLINGER, Dominique**  
HEIG-VD / HES-SO  
Switzerland

**BONDUELLE, Antoine**  
E&E Consultant sarl  
France

**BRAGA, Diego**  
Universidade Federal do ABC and WayCarbon Environmental Solutions  
Brazil

**BRAUCH, Hans Guenter**  
Hans Günter Brauch Foundation on Peace and Ecology in the Anthropocene  
Germany

**BRAVO, Giangiacomo**  
Linnaeus University  
Sweden

**BROCKWAY, Paul**  
University of Leeds  
United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

**BRUN, Eric**  
Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire  
France

**BRUNNER, Cyril**  
Institute of Atmospheric and Climate Science, ETH Zürich  
Switzerland

**BUDINIS, Sara**  
International Energy Agency, Imperial College London  
France

**BUTO, Olga**  
Wood Plc  
United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

**CARDOSO, Manoel**  
Brazilian Institute for Space Research (INPE)  
Brazil

**CASERINI, Stefano**  
Politecnico di Milano  
Italy

## Anexo IV

**CASTELLANOS**, Sebastián  
World Resources Institute  
United States of America

**CATALANO**, Franco  
ENEA  
Italy

**CAUBEL**, David  
Ministry of Ecological Transition  
France

**CHAKRABARTY**, Subrata  
World Resources Institute  
India

**CHAN SIEW HWA**, Nanyang  
Technological University  
Singapore

**CHANDRASEKHARAN**, Nair Kesavachandran  
CSIR-National Institute for Interdisciplinary Science and Technology  
India

**CHANG**, Hoon  
Korea Environment Institute  
Republic of Korea

**CHANG'A** Ladislaus  
Tanzania Meteorological Authority (TMA)  
United Republic of Tanzania

**CHERYL**, Jeffers  
Ministry of Agriculture, Marine Resources, Cooperatives, Environment  
and Human Settlements  
Saint Kitts and Nevis

**CHESTNOY**, Sergey  
UC RUSAL  
Russian Federation

**CHOI**, Young-jin  
Phineo gAG  
Germany

**CHOMTORANIN**, Jainta  
Ministry of Agriculture and Cooperatives  
Thailand

**CHORLEY**, Hanna  
Ministry for the Environment  
New Zealand

**CHRISTENSEN**, Tina  
Danish Meteorological Institute  
Denmark

**CHRISTOPHERSEN**, Øyvind  
Norwegian Environment Agency  
Norway

**CIARLO**, James  
International Centre for Theoretical Physics  
Italy

**CINIRO**, Costa Jr  
CGIAR  
Brazil

**COOK**, Jolene  
Department for Business, Energy & Industrial Strategy  
United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

**COOK**, Lindsey  
FWCC  
Germany

**COOPER**, Jasmin  
Imperial College London  
United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

**COPPOLA**, Erika  
ICTP  
Italy

**CORNEJO RODRÍGUEZ**, Maria del Pilar  
Escuela Superior Politécnica del Litoral  
Ecuador

**CORNELIUS**, Stephen  
WWF  
United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

**CORTES**, Pedro Luiz  
University of Sao Paulo  
Brazil

**COSTA, Inês**

Ministry of Environment and Climate Action  
Portugal

**COVACIU, Andra**

Centre of Natural Hazards and Disaster Science  
Sweden

**COX, Janice**

World Federation for Animals  
South Africa

**CURRIE-ALDER, Bruce**

International Development Research Centre  
Canada

**CZERNICHOWSKI-LAURIOL, Isabelle**

BRGM  
France

**D'IORIO, Marc**

Environment and Climate Change Canada  
Canada

**DAS, Anannya**

Centre for Science and Environment  
India

**DAS, Pallavi**

Council on Energy, Environment and Water (CEEW)  
India

**DE ARO GALERA, Leonardo**

Universität Hamburg  
Germany

**DE MACEDO PONTUAL COELHO, Camila**

Rio de Janeiro City Hall  
Brazil

**DE OLIVEIRA E AGUIAR, Alexandre**

Invento Consultoria  
Brazil

**DEDEOGLU, Cagdas**

Yorkville University  
Canada

**DEKKER, Sabrina**

Dekker Dublin City Council  
Ireland

**DENTON, Peter**

Royal Military College of Canada, University of Winnipeg, University of  
Manitoba  
Canada

**DEVKOTA, Thakur Prasad**

ITC  
Nepal

**DICKSON, Neil**

ICAO  
Canada

**DIXON, Tim**

IEAGHG  
United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

**DODOO, Ambrose**

Linnaeus University  
Sweden

**DOMÍNGUEZ Sánchez, Ruth**

Creara  
Spain

**DRAGICEVIC, Arnaud**

INRAE  
France

**DREYFUS, Gabrielle**

Institute for Governance & Sustainable Development  
United States of America

**DUMBLE, Paul**

Retired Land, Resource and Waste Specialist  
United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

**DUNHAM, Maciel André**

Ministry of Foreign Affairs  
Brazil

**DZIELIŃSKI, Michał**

Stockholm University  
Sweden

## Anexo IV

**ELLIS, Anna**

The Open University  
United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

**EL-NAZER, Mostafa**

National Research Centre  
Egypt

**FARROW, Aidan**

Greenpeace Research Laboratories  
United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

**FERNANDES, Alexandre**

Belgian Science Policy Office  
Belgium

**FINLAYSON, Marjahn**

Cape Eleuthera Institute  
Bahamas

**FINNVEDEN, Göran**

KTH  
Sweden

**FISCHER, David**

International Energy Agency  
France

**FLEMING, Sea**

University of British Columbia, Oregon State University, and US  
Department of Agriculture  
United States of America

**FORAMITTI, Joël**

Universitat Autònoma de Barcelona  
Spain

**FRA PALEO, Urbano**

University of Extremadura  
Spain

**FRACASSI, Umberto**

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia  
Italy

**FRÖLICHER, Thomas**

University of Bern  
Switzerland

**FUGLESTVEDT, Jan**

IPCC WGI Vice-Chair  
CICERO  
Norway

**GARCÍA MORA, Magdalena**

ACCIONA ENERGÍA  
Spain

**GARCÍA PORTILLA, Jason**

University of St. Gallen  
Switzerland

**GARCÍA SOTO, Carlos**

Spanish Institute of Oceanography  
Spain

**GEDEN, Oliver**

German Institute for International and Security Affairs  
Germany

**GEHL, Georges**

Ministère du Développement Durable et des Infrastructures  
Luxembourg

**GIL, Ramón Vladimir**

Catholic University of Peru  
Peru

**GONZÁLEZ, Fernando Antonio Ignacio**

IIESS  
Argentina

**GRANSHAW, Frank D.**

Portland State University  
United States of America

**GREEN, Fergus**

University College London  
United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

**GREENWALT, Julie**

Go Green for Climate  
Netherlands

**GRIFFIN, Emer**

Department of Communications, Climate Action and Environment  
Ireland

**GRIFFITHS, Andy**

Diageo

United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

**GUENTHER, Genevieve**

The New School

United States of America

**GUIMARA, Kristel**

North Country Community College

United States of America

**GUIOT, Joël**

CEREGE / CNRS

France

**HAIRABEDIAN, Jordan**

EcoAct

France

**HAMAGUCHI, Ryo**

UNFCCC

Germany

**HAMILTON, Stephen**

Michigan State University and Cary Institute of Ecosystem Studies

United States of America

**HAN, In-Seong**

National Institute of Fisheries Science

Republic of Korea

**HANNULA, Ilkka**

IEA

France

**HARJO, Rebecca**

NOAA/National Weather Service

United States of America

**HARNISCH, Jochen**

KFW Development Bank

Germany

**HASANEIN, Amin**

Islamic Relief Deutschland

Germany

**HATZAKI, Maria**

National and Kapodistrian University of Athens

Greece

**HAUSKER, Karl**

World Resources Institute

United States of America

**HEGDE, Gajanana**

UNFCCC

Germany

**HENRIKKA, Säkö**

Forward Advisory

Switzerland

**HIGGINS, Lindsey**

Pale Blue Dot

Sweden

**HOFFERBERTH, Elena**

University of Leeds

Switzerland

**IGNASZEWSKI, Emma**

Good Food Institute

United States of America

**IMHOF, Lelia**

IRNASUS (CONICET-Universidad Católica de Córdoba)

Argentina

**JÁCOME POLIT, David**

Universidad de las Américas

Ecuador

**JADRIJEVIC GIRARDI, Maritza**

Ministry of Environment

Chile

**JAMDADE, Akshay Anil**

Central European University

Austria

**JAOUDE, Daniel**

Studies Center for Public Policy in Human Rights at Federal University of Rio de Janeiro

Brazil

## Anexo IV

**JATIB**, María Inés

Institute of Science and Technology of the National University of Tres de Febrero (ICyTec-UNTREF)  
Argentina

**JIE**, Jiang

Institute of Atmospheric Physics  
China

**JÖCKEL**, Dennis Michael

Fraunhofer-Einrichtung für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie IWKS  
Germany

**JOHANNESSEN**, Ase

Global Center on Adaptation and Lund University  
Sweden

**JOHNSON**, Francis Xavier

Stockholm Environment Institute  
Thailand

**JONES**, Richard

Met Office Hadley Centre  
United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

**JRAD**, Amel

Consultant  
Tunisia

**JUNGMAN**, Laura

Consultant  
United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

**KÄÄB**, Andreas

University of Oslo  
Norway

**KADITI**, Eleni

Organization of the Petroleum Exporting Countries  
Austria

**KAINUMA**, Mikiko

Institute for Global Environmental Strategies  
Japan

**KANAYA**, Yugo

Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology  
Japan

**KASKE-KUCK**, Clea

WBCSD  
Switzerland

**KAUROLA**, Jussi

Finnish Meteorological Institute  
Finland

**KEKANA**, Maesela

Department of Environmental Affairs  
South Africa

**KELLNER**, Julie

ICES and WHOI  
Denmark

**KEMPER**, Jasmin

IEAGHG United  
Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

**KHANNA**, Sanjay

McMaster University  
Canada

**KIENDLER-SCHARR**, Astrid

Forschungszentrum Jülich and University Cologne  
Austria

**KILKIS**, Siir

The Scientific and Technological Research Council of Turkey  
Turkey

**KIM**, Hyungjun

Korea Advanced Institute of Science and Technology  
Republic of Korea

**KIM**, Rae Hyun

Central Government  
Republic of Korea

**KIMANI**, Margaret

Kenya Meteorological services  
Kenya

**KING-CLANCY**, Erin

King County Prosecuting Attorney's Office  
United States of America

<b>KOFANOV, Oleksii</b> National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute" Ukraine	<b>LABINTAN, Adeniyi</b> African Development Bank (AfDB) South Africa
<b>KOFANOVA, Olena</b> National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute" Ukraine	<b>LABRIET, Maryse</b> Eneris Consultants Spain
<b>KONDO, Hiroaki</b> National Institute of Advanced Industrial Science and Technology Japan	<b>LAMBERT, Laurent</b> Doha Institute for Graduate Studies (Qatar) and Sciences Po Paris (France) France / Qatar
<b>KOPP, Robert</b> Rutgers University United States of America	<b>LE COZANNET, Gonéri</b> BRGM France
<b>KOREN, Gerbrand</b> Utrecht University Netherlands	<b>LEAVY, Sebastián</b> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria / Universidad Nacional de Rosario Argentina
<b>KOSONEN, Kaisa</b> Greenpeace Finland	<b>LECLERC, Christine</b> Simon Fraser University Canada
<b>KRUGLIKOVA, Nina</b> University of Oxford United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)	<b>LEE, Arthur</b> Chevron Services Company United States of America
<b>KUMAR, Anupam</b> National Environment Agency Singapore	<b>LEE, Joyce</b> Global Wind Energy Council Germany
<b>KUNNAS, Jan</b> University of Jyväskylä Finland	<b>LEHOCZKY, Annamaria</b> Fauna and Flora International United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)
<b>KUSCH-BRANDT, Sigrid</b> University of Southampton and ScEnSers Independent Expertise Germany	<b>LEITER, Timo</b> London School of Economics and Political Science Germany
<b>KVERNDOKK, Snorre</b> Frisc Norway	<b>LENNON, Breffní</b> University College Cork Ireland
<b>LA BRANCHE, Stéphane</b> International Panel On behavioural Change France	<b>LIM, Jinsun</b> International Energy Agency France

## Anexo IV

**LLASAT, Maria Carmen**  
Universidad de Barcelona  
Spain

**LOBB, David**  
University of Manitoba  
Canada

**LÓPEZ DÍEZ, Abel**  
University of La Laguna  
Spain

**LUENING, Sebastian**  
Institute for Hydrography, Geoecology and Climate Sciences  
Germany

**LYNN, Jonathan**  
IPCC  
Switzerland

**MABORA, Thupana**  
University of South Africa and Rhodes University  
South Africa

**MARTINERIE, Patricia**  
Institut des Géosciences de l'Environnement, CNRS  
France

**MARTIN-NAGLE, Renée**  
A Ripple Effect  
United States of America

**MASSON-DELMOTTE, Valerie**  
IPCC WGI Co-Chair  
IPSL/LSCE, Université Paris Saclay  
France

**MATHESON, Shirley**  
WWF EPO  
Belgium

**MATHISON, Camilla**  
UK Met Office  
United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

**MATKAR, Ketna**  
Cipher Environmental Solutions LLP  
India

**MBATU, Richard**  
University of South Florida  
United States of America

**MCCABE, David**  
Clean Air Task Force  
United States of America

**MCKINLEY, Ian**  
McKinley Consulting  
Switzerland

**MERABET, Hamza**  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Algeria

**LUBANGO, Louis Mitondo**  
United Nations  
Ethiopia

**MKUHLANI, Siyabusa**  
International Institute for Tropical Agriculture  
Kenya

**MOKIEVSKY, Vadim**  
IO RAS  
Russian Federation

**MOLINA, Luisa**  
Molina Center for Strategic Studies in Energy and the Environment  
United States of America

**MORENO, Ana Rosa**  
National Autonomous University of Mexico  
Mexico

**MUDELSEE, Manfred**  
Climate Risk Analysis - Manfred Mudelsee e.K.  
Germany

**MUDHOO, Ackmez**  
University of Mauritius  
Mauritius

**MUKHERJI, Aditi**  
IWMI  
India

**MULCHAN, Neil**

Retired from University System of Florida  
United States of America

**MÜLLER, Gerrit**

Utrecht University  
Netherlands

**NAIR, Sukumaran**

Center for Green Technology & Management  
India

**NASER, Humood**

University of Bahrain  
Bahrain

**NDAO, Séga**

New Zealand Agricultural Greenhouse Gas Research Centre  
Senegal

**NDIONE, Jacques André**

ANSTS  
Senegal

**NEGREIROS, Priscilla**

Climate Policy Initiative  
United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

**NELSON, Gillian**

We Mean Business Coalition  
France

**NEMITZ , Dirk**

UNFCCC  
Germany

**NG, Chris**

Greenpeace  
Canada

**NICOLINI, Cecilia**

Ministry of Environment and Sustainable Development  
Argentina

**NISHIOKA, Shuzo**

Institute for Global Environmental Strategies  
Japan

**NKUBA, Michael**

University of Botswana  
Botswana

**NOHARA, Daisuke**

Kajima Technical Research Institute  
Japan

**NOONE, Clare**

Maynooth University  
Ireland

**NORDMARK, Sara**

The Swedish Civil Contingencies Agency  
Sweden

**NTAHOMPAGAZE, Pascal**

Expert  
Belgium

**NYINGURO, Patricia**

Kenya Meteorological Service  
Kenya

**NZOTUNGICIMPAYE, Claude-Michel**

Concordia University  
Canada

**OBBARD, Jeff**

Cranfield University (UK) and Centre for Climate Research (Singapore)  
Singapore

**O'BRIEN, Jim**

Irish Climate Science Forum  
Ireland

**O'CALLAGHAN, Donal**

Retired from Teagasc Agriculture Development Authority  
Ireland

**OCKO, Ilissa**

Environmental Defense Fund  
United States of America

**OH, Yae Won**

Korea Meteorological Administration  
Republic of Korea

## Anexo IV

**O'HARA, Ryan**

Harvey Mudd College  
United States of America

**OHNEISER, Christian**

University of Otago  
New Zealand

**OKPALA, Denise**

ECOWAS Commission  
Nigeria

**OMAR, Samira**

Kuwait Institute for Scientific Research  
Kuwait

**ORLOV, Alexander**

Ukraine

**ORTIZ, Mark**

The University of North Carolina at Chapel Hill  
United States of America

**OSCHLIES, Andreas**

GEOMAR  
Germany

**OTAKA, Junichiro**

Ministry of Foreign Affairs  
Japan

**PACAÑOT, Vince Davidson**

University of the Philippines Diliman  
Philippines

**PALMER, Tamzin**

Met Office  
United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

**PARRIQUE, Timothée**

Université Clermont Auvergne  
France

**PATTNAYAK, Kanhu Charan**

Ministry of Sustainability and Environment  
Singapore

**PEIMANI, Hooman**

International Institute for Asian Studies and Leiden University (The Netherlands)  
Canada

**PELEJERO, Carles**

ICREA and Institut de Ciències del Mar, CSIC  
Spain

**PERUGINI, Lucia**

Euro-Mediterranean Center on Climate Change  
Italy

**PETERS, Aribert**

Bund der Energieverbraucher e.V.  
Germany

**PETERSON, Bela**

coneva GmbH  
Germany

**PETERSSON, Eva**

Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry  
Sweden

**PINO MAESO, Alfonso**

Ministerio de la Transición Ecológica  
Spain

**PLAISANCE, Guillaume**

Bordeaux University  
France

**PLANTON, Serge**

Association Météo et Climat  
France

**PLENCOVICH, María Cristina**

Universidad de Buenos Aires  
Argentina

**PLESNIK, Jan**

Nature Conservation Agency of the Czech Republic  
Czech Republic

**POLONSKY, Alexander**

Institute of Natural Technical Systems  
Russian Federation

**POPE, James**  
Met Office  
United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

**PÖRTNER, Hans-Otto**  
IPCC WGII Co-Chair  
Alfred-Wegener-Institute for Polar and Marine Research  
Germany

**PRENKERT, Frans**  
Örebro University  
Sweden

**PRICE, Joseph**  
UNEP  
United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

**QUENTA, Estefania**  
Universidad Mayor de San Andrés  
Bolivia

**RADUNSKY, Klaus**  
Austrian Standard International  
Austria

**RAHAL, Farid**  
University of Sciences and Technology of Oran - Mohamed Boudiaf  
Algeria

**RAHMAN, Syed Masiur**  
King Fahd University of Petroleum & Minerals  
Saudi Arabia

**RAHMAN, Mohammad Mahbubur**  
Lancaster University  
United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

**RAYNAUD, Dominique**  
CNRS  
France

**REALE, Marco**  
National Institute of Oceanography and Applied Geophysics  
Italy

**RECALDE, Marina**  
FUNDACION BARILOCHE / CONICET  
Argentina

**REISINGER, Andy**  
IPCC WGIII Vice-Chair  
Climate Change Commission  
New Zealand

**RÉMY, Eric**  
Université Toulouse III Paul Sabatier  
France

**REYNOLDS, Jesse**  
Consultant  
Netherlands

**RIZZO, Lucca**  
Mattos Filho  
Brazil

**RÓBERT, Blaško**  
Slovak Environment Agency  
Slovakia

**ROBOCK, Alan**  
Rutgers University  
United States of America

**RODRIGUES, Mónica A.**  
University of Coimbra  
Portugal

**ROELKE, Luisa**  
Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety  
Germany

**ROGERS, Cassandra**  
Australian Bureau of Meteorology  
Australia

**ROMERI, Mario Valentino**  
Consultant  
Italy

**ROMERO, Javier**  
University of Salamanca  
Spain

**ROMERO, Mauricio**  
National Unit for Disaster Risk Management  
Colombia

## Anexo IV

**RUIZ-LUNA, Arturo**

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. - Unidad Mazatlán  
Mexico

**RUMMUKAINEN, Markku**

Swedish Meteorological and Hydrological Institute  
Sweden

**SAAD-HUSSEIN, Amal**

Environment & Climate Change Research Institute, National Research Centre  
Egypt

**SALA, Hernan E.**

Argentine Antarctic Institute - National Antarctic Directorate  
Argentina

**SALADIN, Claire**

IUCN / WIDECAST  
France

**SALAS Y MELIA, David**

Météo-France  
France

**SANGHA, Kamaljit K.**

Charles Darwin University  
Australia

**SANTILLO, David**

Greenpeace Research Laboratories (University of Exeter)  
United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

**SCHACK, Michael**

ENGIE, Consultant  
France

**SCHNEIDER, Linda**

Heinrich Boell Foundation  
Germany

**SEMENOV, Sergey**

IPCC WGII Vice-Chair  
Institute of Global Climate and Ecology  
Russian Federation

**SENSOY, Serhat**

Turkish State Meteorological Service  
Turkey

**SHAH, Parita**

University of Nairobi  
Kenya

**SILVA, Vintura**

UNFCCC  
Grenada

**SINGH, Bhawan**

University of Montreal  
Canada

**SMITH, Sharon**

Geological Survey of Canada, Natural Resources Canada  
Canada

**SMITH, Inga Jane**

University of Otago  
New Zealand

**SOLMAN, Silvina Alicia**

CIMA (CONICET/UBA)-DCAO (FCEN/UBA)  
Argentina

**SOOD, Rashmi**

Concentrix  
India

**SPRINZ, Detlef**

PIK  
Germany

**STARK, Wendelin**

ETH Zurich,  
Switzerland

**STRIDBÆK, Ulrik**

Ørsted A/S  
Denmark

**SUGIYAMA, Masahiro**

University of Tokyo  
Japan

**SUN, Tianyi**

Environmental Defense Fund  
United States of America

**SUTTON, Adrienne**  
NOAA  
United States of America

**SYDNOR, Marc**  
Apex Clean Energy  
United States of America

**SZOPA, Sophie**  
Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Energies Alternatives  
France

**TADDEI, Renzo**  
Federal University of Sao Paulo  
Brazil

**TAIMAR, Ala**  
Estonian Meteorological & Hydrological Institute  
Estonia

**TAJBAKSH, Mosalman Sahar**  
Islamic Republic of Iran Meteorological Organization  
Iran

**TALLEY, Trigg**  
U.S. Department of State  
United States of America

**TANCREDI, Elda**  
National University of Lujan  
Argentina

**TARTARI, Gianni**  
Water Research Institute - National Research Council of Italy  
Italy

**TAYLOR, Luke**  
Otago Innovation Ltd (University of Otago)  
New Zealand

**THOMPSON, Simon**  
Chartered Banker Institute  
United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

**TIRADO, Reyes**  
Greenpeace International and University of Exeter  
Spain

**TREGUIER, Anne Marie**  
CNRS  
France

**TULKENS, Philippe**  
European Union  
Belgium

**TURTON, Hal**  
International Atomic Energy Agency  
Austria

**TUY, Héctor**  
Organismo Indígena Naleb'  
Guatemala

**TYRRELL, Tristan**  
Ireland

**URGE-VORSATZ, Diana**  
IPCC WGIII Vice-Chair  
Central European University  
Hungary

**VACCARO, James**  
Climate Safe Lending Network  
United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

**VAN YPERSELE, Jean-Pascal**  
Université Catholique de Louvain  
Belgium

**VASS, Tiffany**  
IEA  
France

**VERCHOT, Louis**  
Alliance Bioversity Ciat  
Colombia

**VICENTE-VICENTE, Jose Luis**  
Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research  
Germany

**VILLAMIZAR, Alicia**  
Universidad Simón Bolívar  
Venezuela

## Anexo IV

**VOGEL**, Jefim

University of Leeds

United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)

**VON SCHUCKMANN**, Karina

Mercator Ocean International

France

**VORA**, Nemi

Amazon Worldwide Sustainability and IIASA

United States of America

**WALZ**, Josefine

Federal Agency for Nature Conservation

Germany

**WEI**, Taoyuan

CICERO

Norway

**WEIJIE**, Zhang

Ministry of Environment and Natural Resources

Singapore

**WESSELS**, Josepha

Malmö University

Sweden

**WITTENBRINK**, Heinrich

FH Joanneum

Austria

**WITTMANN**, Veronika

Johannes Kepler University Linz

Austria

**WONG**, Li Wah

CEARCH

Germany

**WONG**, Poh Poh

University of Adelaide

Australia / Singapore

**WYROWSKI**, Lukasz

UNECE

Switzerland

**YAHYA**, Mohammed

IUCN

Kenya

**YANG**, Liang Emlyn

LMU Munich

Germany

**YOMMEE**, Suriyakit

Thammasat University

Thailand

**YU**, Jianjun

National Environment Agency

Singapore

**YULIZAR**, Yulizar

Universitas Pertamina

Indonesia

**ZAELKE**, Durwood

Institute for Governance & Sustainable Development

United States of America

**ZAJAC**, Joseph

Technical Reviewer

United States of America

**ZANGARI DEL BALZO**, Gianluigi

Sapienza University of Rome

Italy

**ZDRULI**, Pandi

CIHEAM

Italy

**ZHUANG**, Guotai

China Meteorological Administration

China

**ZOMMERS**, Zinta

Latvia

**ZOPATTI**, Alvaro

University of Buenos Aires

Argentina

**Anexo V**  
**Lista de Publicações do**  
**Painel Intergovernamental**  
**sobre Mudança do Clima**

## Relatórios de Avaliação

### Sexto Relatório de Avaliação

#### Mudança do Clima 2021: A Base das Ciências Físicas

Contribuição do Grupo de Trabalho I para o Sexto Relatório de Avaliação

#### Mudança do Clima 2022: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade

Contribuição do Grupo de Trabalho II para o Sexto Relatório de Avaliação

#### Mudança do Clima 2022: Mitigação da Mudança do Clima

Contribuição do Grupo de Trabalho III para o Sexto Relatório de Avaliação

#### Mudança do Clima 2023: Relatório Síntese

Um Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima

### Quinto Relatório de Avaliação

#### Mudança do Clima 2013: A Base das Ciências Físicas

Contribuição do Grupo de Trabalho I para o Quinto Relatório de Avaliação

#### Mudança do Clima 2014: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade

Contribuição do Grupo de Trabalho II para o Quinto Relatório de Avaliação

#### Mudança do Clima 2014: Mitigação da Mudança do Clima

Contribuição do Grupo de Trabalho III para o Quinto Relatório de Avaliação

#### Mudança do Clima 2014: Relatório Síntese

Um Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima

### Quarto Relatório de Avaliação

#### Mudança do Clima 2007: A Base das Ciências Físicas

Contribuição do Grupo de Trabalho I para o Quarto Relatório de Avaliação

#### Mudança do Clima 2007: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade

Contribuição do Grupo de Trabalho II para o Quarto Relatório de Avaliação

#### Mudança do Clima 2007: Mitigação da Mudança do Clima

Contribuição do Grupo de Trabalho III para o Quarto Relatório de Avaliação

#### Mudança do Clima 2007: Relatório Síntese

Um Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima

### Terceiro Relatório de Avaliação

#### Mudança do Clima 2007: A Base Científica

Contribuição do Grupo de Trabalho I para o Terceiro Relatório de Avaliação

#### Mudança do Clima 2001: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade

Contribuição do Grupo de Trabalho II para o Terceiro Relatório de Avaliação

#### Mudança do Clima 2001: Mitigação

Contribuição do Grupo de Trabalho III para o Terceiro Relatório de Avaliação

#### Mudança do Clima 2001: Relatório Síntese

Contribuição dos Grupos de Trabalho I, II e III para o Terceiro Relatório de Avaliação

### Segundo Relatório de Avaliação

#### Mudança do Clima 1995: A Ciência da Mudança do Clima

Contribuição do Grupo de Trabalho I para o Segundo Relatório de Avaliação

#### Mudança do Clima 1995: Análises Técnico-Científicas dos Impactos, Adaptações e Mitigação da Mudança do Clima

Contribuição do Grupo de Trabalho II para o Segundo Relatório de Avaliação

#### Mudança do Clima 1995: Dimensões Econômicas e Sociais da Mudança do Clima

Contribuição do Grupo de Trabalho III para o Segundo Relatório de Avaliação

#### Mudança do Clima 1995: Síntese de Informações Técnico-Científicas Relevantes para a Interpretação do Artigo 2 da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

Um Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima

### Relatórios Suplementares ao Primeiro Relatório de Avaliação

#### Mudança do Clima 1992: Relatório Suplementar da Avaliação Científica do IPCC

Relatório Suplementar do Grupo de Trabalho I sobre Avaliação Científica do IPCC

#### Mudança do Clima 1992: Relatório Suplementar da Avaliação de Impactos do IPCC

Relatório Suplementar do Grupo de Trabalho II sobre Avaliação de Impactos do IPCC

#### Mudança do Clima: As Avaliações do IPCC de 1990 e 1992

Visão Geral do Primeiro Relatório de Avaliação do IPCC e Sumários para Formuladores de Políticas e Suplemento do IPCC de 1992

### Primeiro Relatório de Avaliação

#### Lista de Publicações do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima

#### Relatórios de Metodologia e Diretrizes Técnicas

#### Mudança do Clima: A Avaliação Científica

Relatório do Grupo de Trabalho I sobre Avaliação Científica do IPCC, 1990

**Mudança do Clima: A Avaliação de Impactos do IPCC**

Relatório do Grupo de Trabalho II sobre Avaliação de Impactos do IPCC, 1990

**Mudança do Clima: As Estratégias de Resposta do IPCC**

Relatório do Grupo de Trabalho III sobre Estratégias de Resposta do IPCC, 1990

**Relatórios Especiais**

**O Oceano e a Criosfera em um Clima em Mudança 2019**

**Mudança do Clima e Terra**

Um Relatório Especial do IPCC sobre mudança do clima, desertificação, degradação da terra, gestão sustentável da terra, segurança alimentar e fluxos de gases de efeito estufa em ecossistemas terrestres 2019

**Aquecimento Global de 1,5°C**

Um relatório especial do IPCC sobre os impactos do aquecimento global de 1,5°C acima dos níveis pré-industriais e os caminhos de emissões globais de gases de efeito estufa relacionados, no contexto do fortalecimento da resposta global à ameaça da mudança do clima, do desenvolvimento sustentável e dos esforços para a erradicação da pobreza. 2018

**Gerenciando os Riscos de Eventos Extremos e Desastres para Promover a Adaptação à Mudança do Clima 2012**

**Fontes de Energias Renováveis e Mitigação da Mudança do Clima 2011**

**Captura e Armazenamento de Dióxido de Carbono 2005**

**Protegendo a Camada de Ozônio e o Sistema Climático Global: Problemas Relacionados a Hidrofluorocarbonetos e Perfluorocarbonetos (relatório conjunto IPCC/TEAP) 2005**

**Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas 2000**

**Cenários de Emissões 2000**

**Problemas Metodológicos e Tecnológicos na Transferência de Tecnologia 2000**

**Aviação e a Atmosfera Global 1999**

**Os Impactos Regionais da Mudança do Clima: Uma Avaliação da Vulnerabilidade 1997**

**Mudança do Clima 1994: Forçamento Radiativo da Mudança do Clima e uma Avaliação dos Cenários de Emissões IS92 do IPCC 1994**

**Relatórios de Metodologia e Diretrizes Técnicas**

**Refinamento de 2019 das Diretrizes do IPCC de 2006 para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa 2019**

**Métodos Suplementares Revisados de 2013 e Diretrizes de Boas Práticas Decorrentes do Protocolo de Quioto (Suplemento KP) 2014**

**Suplemento de 2013 às Diretrizes do IPCC de 2006 para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa: Áreas Úmidas (Suplemento Áreas Úmidas) 2014**

**Diretrizes de 2006 do IPCC para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa (5 Volumes) 2006**

**Definições e Opções Metodológicas para o Inventário de Emissões da Degradação Direta de Florestas Induzida pelo Homem e Destruição do Revestimento Vegetal de Outros Tipos de Vegetação 2003**

**Guia de Boas Práticas para o Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Silvicultura 2003**

**Guia de Boas Práticas e Gestão de Incertezas em Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa 2000**

**Diretrizes Revisadas do IPCC de 1996 para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa (3 Volumes) 1996**

**Diretrizes Técnicas do IPCC para Avaliação dos Impactos da Mudança do Clima e Adaptações, 1994**

**Diretrizes do IPCC para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa (3 Volumes) 1994**

**Diretrizes Preliminares para Avaliação dos Impactos da Mudança do Clima 1992**

**Artigos Técnicos**

**Mudança do Clima e Água**  
Artigo Técnico VI do IPCC, 2008

**Mudança do Clima e Biodiversidade**  
Artigo Técnico V do IPCC, 2002

**Implicações das Limitações de Emissões de CO2 Propostas**  
Artigo Técnico IV do IPCC, 1997

## **Anexo V**

### **Estabilização de Gases de Efeito Estufa na Atmosfera: Implicações Físicas, Biológicas e Socioeconômicas**

Artigo Técnico III do IPCC, 1997

### **Uma Introdução aos Modelos Climáticos Simples Utilizados no Segundo Relatório de Avaliação do IPCC**

Artigo Técnico II do IPCC, 1997

### **Tecnologias, Políticas e Medidas de Mitigação da Mudança do Clima**

Artigo Técnico I do IPCC, 1996

Para obter uma lista do Material de Apoio publicado pelo IPCC (relatórios de workshops e reuniões), consulte [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch) ou entre em contato com o Secretariado do IPCC, c/o Organização Meteorológica Mundial, 7 bis Avenue de la Paix, Case Postale 2300, Ch-1211 Genebra 2, Suíça



O Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC) é o principal órgão internacional para a avaliação da mudança do clima. Foi criado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) para fornecer uma avaliação internacional confiável dos aspectos científicos da mudança do clima com base nas mais recentes informações científicas, técnicas e socioeconômicas publicadas ao redor do globo. As avaliações periódicas do IPCC sobre as causas, os impactos e as possíveis estratégias de resposta à mudança do clima são os relatórios mais abrangentes e atualizados disponíveis sobre o assunto e constituem a referência padrão para todos os envolvidos com mudança do clima no meio acadêmico, no governo e no setor em todo o mundo. Este Relatório Síntese é o quarto elemento do Sexto Relatório de Avaliação do IPCC, Mudança do Clima 2021/2023. Mais de 800 especialistas internacionais avaliaram a mudança do clima nesse Sexto Relatório de Avaliação. As três contribuições dos Grupos de Trabalho estão disponíveis na Cambridge University Press:

***Mudança do Clima 2021: A Base das Ciências Físicas***

Contribuição do Grupo de Trabalho I para o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima

ISBN - Conjunto de 2 volumes: 978-1-009-15788-9 Brochura

ISBN - Volume 1: 978-1-009-41954-3 Brochura

ISBN - Volume 2: 978-1-009-41958-1 Brochura

doi: 10.1017/9781009157896

***Mudança do Clima 2022: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade***

Contribuição do Grupo de Trabalho II para o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima

ISBN - Conjunto de 3 volumes: 978-1-009-32583-7 Brochura

ISBN - Volume 1: 978-1-009-15790-2 Brochura

ISBN - Volume 2: 978-1-009-15799-5 Brochura

ISBN - Volume 3: 978-1-009-34963-5 Brochura

doi: 10.1017/9781009374347

***Mudança do Clima 2022: Mitigação da Mudança do Clima***

Contribuição do Grupo de Trabalho III para o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima

ISBN - Conjunto de dois volumes: ISBN 978-1-009-15793-3 Brochura

ISBN - Volume 1: ISBN 978-1-009-42390-8 Brochura

ISBN - Volume 2: ISBN 978-1-009-42391-5 Brochura

doi: 10.1017/9781009157926

---

***Mudança do Clima 2023: Relatório Síntese*** se baseia nas avaliações realizadas pelos três Grupos de Trabalho do IPCC, tendo sido escrito por uma Equipe de Redação Principal dedicada de autores. Ele fornece uma avaliação integrada da mudança do clima e aborda os seguintes tópicos:

- Situação Atual e Tendências
- Perspectivas de Clima e de Desenvolvimento no Longo Prazo
- Respostas no Curto Prazo para um Clima em Mudança

ISBN: 978-92-9169-164-7

doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647