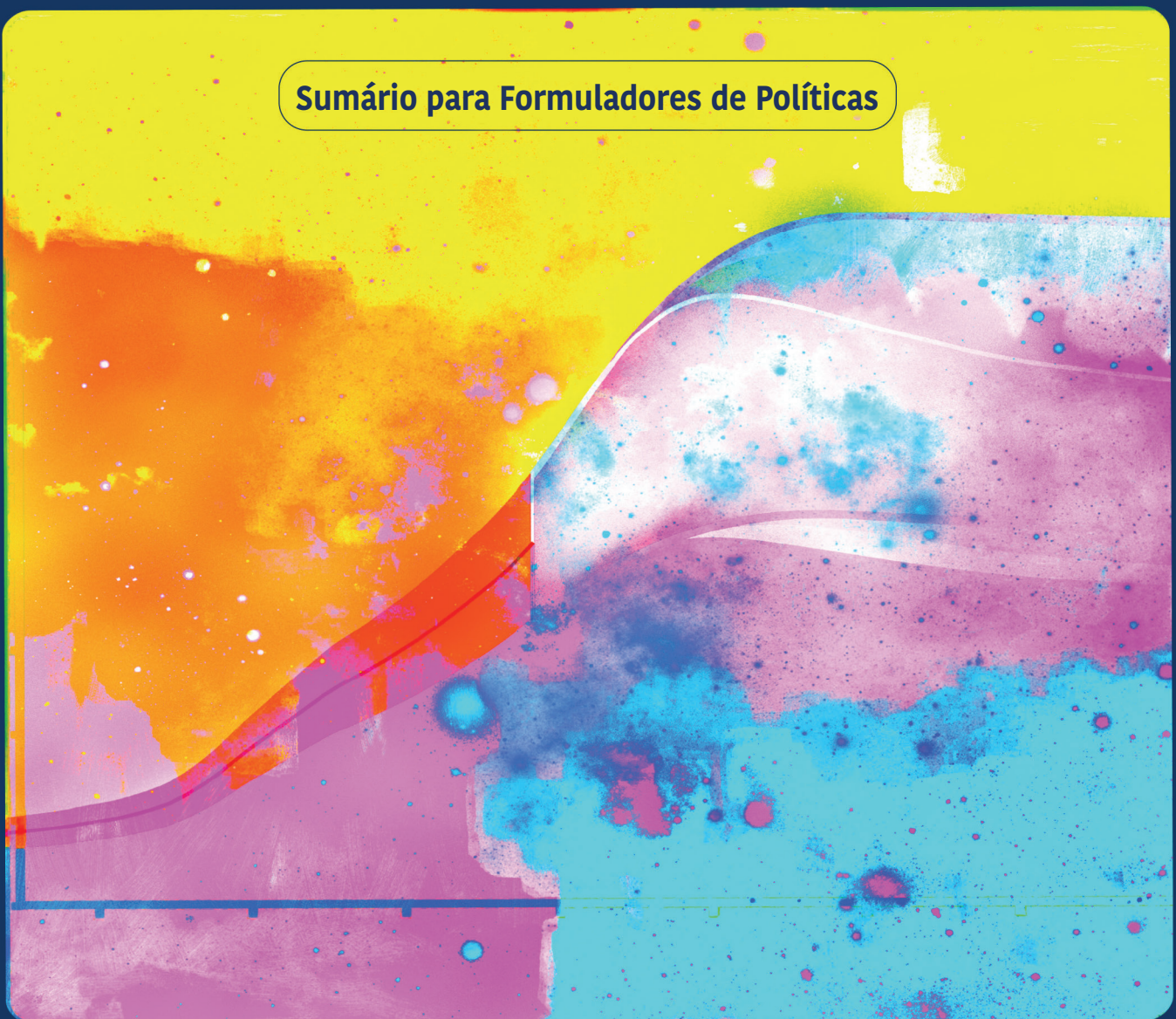


# Aquecimento Global de 1,5°C

Relatório especial do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) sobre os impactos do aquecimento global de 1,5°C acima dos níveis pré-industriais e respectivas trajetórias de emissão 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

Sumário para Formuladores de Políticas



# Aquecimento Global de 1,5°C

Relatório especial do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) sobre os impactos do aquecimento global de 1,5°C acima dos níveis pré-industriais e respectivas trajetórias de emissão 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

## Sumário para Formuladores de Políticas

### Autores

**Valérie Masson-Delmotte**

Vice-Coordenador Grupo de Trabalho I

**Panmao Zhai**

Vice-Coordenador Grupo de Trabalho I

**Hans-Otto Pörtner**

Vice-Coordenador Grupo de Trabalho II

**Debra Roberts**

Vice-Coordenador Grupo de Trabalho II

**Jim Skea**

Vice-Coordenador Grupo de Trabalho III

**Priyadarshi R. Shukla**

Vice-Coordenador Grupo de Trabalho III

**Anna Pirani**

Coordenador do Grupo de Trabalho I TSU

**Wilfran Moufouma-Okia**

Coordenador Científico

**Clotilde Péan**

Chefe de Operações

**Roz Pidcock**

Chefe de Comunicações

**Sarah Connors**

Equipe de Ciência

**J. B. Robin Matthews**

Equipe de Ciência

**Yang Chen**

Equipe de Ciência

**Xiao Zhou**

Assistente de Ciência

**Melissa I. Gomis**

Equipe Gráfica

**Elisabeth Lonnoy**

Assistente de Projeto

**Tom Maycock**

Editor de Ciência

**Melinda Tignor**

Chefe do Grupo de Trabalho II TSU

**Tim Waterfield**

TI

Este sumário para formuladores de políticas foi aprovado formalmente durante a Primeira Sessão Conjunta dos Grupos de Trabalho I, II e III do IPCC, e acatado pela 48ª Sessão do IPCC, em Incheon, República da Coreia, em 6 de outubro de 2018.

Layout da capa: Nigel Hawtin

Arte da capa: *Time to Choose* de Alisa Singer - [www.environmentalgraphiti.org](http://www.environmentalgraphiti.org) © Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas.

A obra de arte foi inspirada por um gráfico deste Sumário para Formuladores de Políticas Públicas (Figura SPM.1).

© 2018 Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas.

Original, em inglês, publicado pelo IPCC em outubro de 2018, Suíça.

Versão em português publicada pelo MCTIC em julho de 2019, Brasil.

A versão eletrônica deste Sumário para Formuladores de Políticas Públicas está disponível no site do IPCC [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

## Informações sobre a versão traduzida à língua portuguesa

### Tradutora

Mariane Arantes Rocha de Oliveira

### Revisão

Andréa Nascimento de Araújo

Danielly Godiva Santana Molleta

Giovanna Lunkomoss de Christo

Márcio Rojas da Cruz

Régis Rathmann

Ricardo Vieira Araújo

### Diagramação

Ct. Comunicação



Empoderando vidas.  
Fortalecendo nações.



GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY  
INVESTING IN OUR PLANET

MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



# Sumário para Formuladores de Políticas

## Sumário para Formuladores de Políticas

### **Autores:**

Myles Allen (Reino Unido), Mustafa Babiker (Sudão), Yang Chen (China), Heleen de Coninck (Holanda), Sarah Connors (Reino Unido), Renée van Diemen (Holanda), Opha Pauline Dube (Botsuana), Kris Ebi (EUA), Francois Engelbrecht (África do Sul), Marion Ferrat (Reino Unido/França), James Ford (Reino Unido), Piers Forster (Reino Unido), Sabine Fuss (Alemanha), Tania Guillen (Alemanha/Nicarágua), Jordan Harold (Reino Unido), Ove Hoegh-Guldberg (Austrália), Jean-Charles Hourcade (França), Daniel Huppmann (Áustria), Daniela Jacob (Alemanha), Kejun Jiang (China), Tom Gabriel Johansen (Noruega), Mikiko Kainuma (Japão), Kiane de Kleijne (Holanda), Elmar Kriegler (Alemanha), Debora Ley (Guatemala/México), Diana Liverman (EUA), Natalie Mahowald (EUA), Valérie Masson-Delmotte (França), Robin Matthews (Reino Unido), Reinhard Melcher (Áustria), Richard Millar (Reino Unido), Katja Mintenbeck (Alemanha), Angela Morelli (Noruega/Itália), Wilfran Moufouma-Okia (França/Congo), Luis Mundaca (Suécia/Chile), Maike Nicolai (Alemanha), Chukwumerije Okereke (Reino Unido/Nigéria), Minal Pathak (Índia), Anthony Payne (Reino Unido), Roz Pidcock (Reino Unido), Anna Pirani (Itália), Elvira Poloczanska (Reino Unido/Austrália), Hans-Otto Pörtner (Alemanha), Aromar Revi (Índia), Keywan Riahi (Áustria), Debra C. Roberts (África do Sul), Joeri Rogelj (Áustria/Bélgica), Joyashree Roy (Índia), Sonia Seneviratne (Suíça), Priyadarshi R.Shukla (Índia), James Skea (Reino Unido), Raphael Slade (Reino Unido), Drew Shindell (EUA), Chandni Singh (Índia), William Solecki (EUA), Linda Steg (Holanda), Michael Taylor (Jamaica), Petra Tschakert (Austrália/Áustria), Henri Waisman (França), Rachel Warren (Reino Unido), Panmao Zhai (China), Kirsten Zickfeld (Canadá).

## Agradecimentos

Gostaríamos muito de agradecer pela expertise, rigor e dedicação demonstrados pela equipe voluntária de Autores Principais e Autores Principais Coordenadores, com a assistência importante dos muitos Autores Participantes que trabalharam nas disciplinas científicas de cada capítulo do Relatório Especial sobre o Aquecimento Global de 1,5°C. Os Editores Revisores tiveram papel fundamental na colaboração com as equipes de autores, garantindo a integridade do processo de revisão. Agradecemos também aos revisores especialistas e governamentais. Agradecimento especial aos Cientistas dos Capítulos deste relatório, que fizeram muito mais do que o esperado: Neville Ellis, Tania Guillén Bolaños, Daniel Huppmann, Kiane de Kleijne, Richard Millar e Chandni Singh.

Agradecemos também aos três Vice-Presidentes do IPCC, Ko Barrett, Thelma Krug e Youba Sokona bem como aos membros dos Grupos de Trabalho I, II e III pela assistência, orientação e sapiência durante a preparação do relatório: Amjad Abdulla, Edwin Aldrian, Carlo Carraro, Diriba Korecha Dadi, Fatima Driouech, Andreas Fischlin, Gregory Flato, Jan Fuglestedt, Mark Howden, Nagmeldin G. E. Mahmoud, Carlos Mendez, Joy Jacqueline Pereira, Ramón Pichs-Madruga, Andy Reisinger, Roberto Sánchez Rodríguez, Sergey Semenov, Muhammad I. Tariq, Diana Ürge-Vorsatz, Carolina Vera, Pius Yanda, Noureddine Yassaa e Taha Zatari.

Sinceros agradecimentos aos anfitriões e organizadores da reunião de escopo e das reuniões que levaram ao quarto Relatório Especial sobre 1,5°C. Agradecemos e reconhecemos o apoio dos países e instituições anfitriãs: Organização Meteorológica Mundial, Suíça; Ministério das Relações Internacionais e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Brasil; Met Office e Universidade de Exeter, Reino Unido; Instituto Sueco de Meteorologia e Hidrologia (SMHI), Suécia; Ministério do Meio Ambiente, Conservação de Recursos Naturais e Turismo, Comitê Nacional de Mudança do Clima do Departamento de Serviços Meteorológicos e o Comitê de Mudança Ambiental Global da Botsuana da Universidade de Botsuana, Botsuana; e o Governo da República da Coreia. O apoio fornecido pelos governos e instituições, bem como por meio de contribuições ao Fundo Fiduciário do IPCC, é reconhecido aqui pois permitiu a participação das equipes autoras na elaboração do relatório. A operação eficiente da Unidade de Suporte Técnico do Grupo de Trabalho I foi possível graças ao generoso apoio financeiro fornecido pelo governo da França e apoio administrativo e de tecnologia da informação da Universidade Paris Saclay (França), do Instituto Pierre Simon Laplace (IPSL) e do Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE). Agradecemos à Agência Norueguesa do Meio Ambiente pelo apoio à preparação dos gráficos para o Resumo para os Formuladores de Políticas.

Agradecemos também Abdalah Mokssit, Secretário do IPCC, e toda a equipe do Secretariado do IPCC: Kerstin Stendahl, Jonathan Lynn, Sophie Schlingemann, Judith Ewa, Mxolisi Shongwe, Jesbin Baidya, Werani Zabula, Nina Peeva, Joelle Fernandez, Annie Courtin, Laura Biagioni e Oksana Ekzarho. Agradecemos a Elhousseine Gouaini, que atuou como oficial de conferência durante a 48ª Sessão do IPCC.

Finalmente, nosso agradecimento especial vai para as Unidades de Suporte Técnico dos Grupos de Trabalho, cuja incansável dedicação, profissionalismo e entusiasmo conduziram a produção deste relatório especial. Este relatório não poderia ter sido preparado sem o compromisso dos membros da Unidade de Apoio Técnico do Grupo de Trabalho I, todos novos no IPCC, que chegaram ao desafio sem precedentes do AR6 e foram fundamentais em todos os aspectos da preparação do relatório: Yang Chen, Sarah Connors, Melissa Gomez, Elisabeth Lonnoy, Robin Matthews, Wilfran-Moufouma-Okia, Clotilde Péan, Roz Pidcock, Anna Pirani, Nicholas Reay, Tim Waterfield e Xiao Zhou. Nosso agradecimento sincero ao apoio administrativo de Marlies Craig, Andrew Okem, Jan Petzold, Melinda Tignor e Nora Weyer da Unidade de Apoio Técnico do Grupo de Trabalho II e Bhushan Kankal, Suvadip Neogi, Joana Portugal Pereira da Unidade de Apoio Técnico do Grupo de Trabalho III. Agradecimentos especiais a Kenny Coventry, Harmen Gudde, Irene Lorenzoni e Steve Jenkins pelo apoio com as Figuras para o Sumário, bem como Nigel Hawtin pelo apoio gráfico no relatório. Além disso, reconhecemos e agradecemos às seguintes contribuições: Tom Maycock (apoio operacional e revisão), Jatinder Padda (revisão), Melissa Dawes (revisão), Marilyn Anderson (índice), Vincent Grégoire (layout) e Sarah le Rouzic (estagiária).

O site deste Relatório Especial foi desenvolvido por Habitat 7, coordenado por Jamie Herring, e o conteúdo do relatório foi preparado e orientado para o website por Nicholas Reay e Tim Waterfield. Agradecemos à UN Foundation pelo apoio no desenvolvimento do website.

**Data do Sumário para Formuladores de Políticas: 6 de outubro de 2018.**

## Introdução

Este relatório é uma resposta ao convite ao Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (doravante referido neste texto por sua sigla em inglês: IPCC) “... para apresentar um Relatório Especial, em 2018, sobre os impactos do aquecimento global de 1,5°C acima dos níveis pré-industriais e respectivas trajetórias de emissão de gases de efeito estufa conforme Decisão da 21ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima para adoção do Acordo de Paris.”<sup>1</sup>

O IPCC aceitou o convite em abril de 2016, decidindo-se a elaborar este Relatório Especial sobre os impactos do aquecimento global de 1,5°C acima dos níveis pré-industriais e respectivas trajetórias de emissão 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.

Este Sumário para Formuladores de Políticas apresenta as principais conclusões do Relatório Especial, com base na avaliação da literatura científica, técnica e socioeconômica disponível<sup>2</sup> em relação ao aquecimento global de 1,5°C e na comparação entre o aquecimento de 1,5°C e o de 2°C acima dos níveis pré-industriais. O nível de confiança associado a cada conclusão é relatado de acordo com a linguagem ponderada do IPCC<sup>3</sup>. A base científica inerente a cada conclusão é indicada por referências mencionadas em elementos dos capítulos. No Sumário para Formuladores de Políticas (doravante referido neste texto por sua sigla em inglês, SPM), as lacunas de conhecimento são identificadas em associação aos capítulos estruturais do relatório.

## A. Entendendo o Aquecimento Global de 1,5°C<sup>4</sup>

### A.1 Estima-se que as atividades humanas tenham causado cerca de 1,0°C de aquecimento global<sup>5</sup> acima dos níveis pré-industriais, com uma variação *provável* de 0,8°C a 1,2°C. É *provável* que o aquecimento global atinja 1,5°C entre 2030 e 2052, caso continue a aumentar no ritmo atual. (*alta confiança*) {1.2, Figura SPM.1}

- A.1.1 Refletindo a tendência de aquecimento de longo prazo desde o período pré-industrial, a temperatura média global observada na superfície (sigla em inglês GMST) para a década 2006–2015 foi 0,87°C (*provavelmente* entre 0,75°C e 0,99°C)<sup>6</sup> mais alta que a média registrada no período 1850–1900 (*confiança muito alta*). O aquecimento global antrópico estimado é compatível ao nível de aquecimento observado dentro de ±20% (*variação provável*). Atualmente, o aquecimento global antrópico estimado vem aumentando em 0,2°C (*provavelmente* entre 0,1°C e 0,3°C) por década, devido a emissões passadas e atuais (*alta confiança*). {1.2.1, Tabela 1.1, 1.2.4}
- A.1.2 Um aquecimento acima da média global anual vem acontecendo em muitas regiões e estações, inclusive sendo duas a três vezes maior no Ártico. O aquecimento geralmente é maior na superfície terrestre que nos oceanos (*alta confiança*). {1.2.1, 1.2.2, Figura 1.1, Figura 1.3, 3.3.1, 3.3.2}
- A.1.3 Tendências na intensidade e frequência de alguns extremos de clima e tempo foram detectadas ao longo do tempo, durante o qual ocorreu cerca de 0,5°C de aquecimento global (*confiança média*). Esta avaliação se baseia em diversas linhas de evidência, incluindo estudos de atribuição para mudanças em extremos desde 1950. {3.3.1, 3.3.2, 3.3.3}

<sup>1</sup> Decisão 1/CP.21, parágrafo 21.

<sup>2</sup> A avaliação abrange a literatura aceita para publicação até 15 de maio de 2018.

<sup>3</sup> Cada conclusão é baseada na avaliação de evidências e acordos. O nível de confiança é expressado usando cinco qualificadores: muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto, em itálico, por exemplo: *confiança média*. Os seguintes termos têm sido usados para indicar a probabilidade avaliada de uma conclusão ou resultado: probabilidade virtualmente certa 99–100%, muito provável 90–100%, provável 66–100%, tão provável quanto improvável 33–66%, improvável 0–33%, muito improvável 0–10%, excepcionalmente improvável 0–1%. Termos adicionais (extremamente provável 95–100%, mais provável que improvável >50–100%, mais improvável que provável 0–50%, extremamente improvável 0–5%) também podem ser usados quando apropriado. A probabilidade avaliada é expressa em itálico, por exemplo, *muito provável*. Isso é condizente com o AR5.

<sup>4</sup> QUADRO SPM.1: Conceitos Centrais.

<sup>5</sup> O nível presente de aquecimento global é definido pela média de um período de 30 anos centrado em 2017, assumindo que o ritmo recente de aquecimento se mantenha.

<sup>6</sup> Essa faixa abrange as quatro estimativas revisadas por pares disponíveis da mudança de GMST observada e também contabiliza a incerteza adicional devido à possível variabilidade natural de curto prazo. {1.2.1, Tabela 1.1}



**A.2 O aquecimento causado por emissões antrópicas desde o período pré-industrial até o presente persistirá por séculos e milênios, e continuará causando mudanças a longo prazo no sistema climático, como aumento dos níveis dos oceanos, com impactos associados (*alta confiança*), mas é *improvável* que apenas essas emissões isoladamente causarão um aquecimento global de 1,5°C (*confiança média*) (Figura SPM.1) {1.2, 3.3, Figura 1.5}**

A.2.1 Até o momento, é *improvável* que as emissões antrópicas (incluindo gases de efeito estufa, aerossóis e seus precursores) causem aquecimento adicional superior a 0,5°C nas próximas duas ou três décadas (*alta confiança*) ou em uma escala de tempo secular (*confiança média*). {1.2.4, Figura 1.5}

A.2.2 Atingir e sustentar o valor líquido zero das emissões antrópicas globais de CO<sub>2</sub> e diminuir a forçante radiativa líquida não-CO<sub>2</sub> interromperiam o aquecimento global antrópico em escalas de tempo multidecadais (*alta confiança*). A temperatura máxima alcançada é então determinada pelas emissões antrópicas líquidas globais de CO<sub>2</sub> cumulativas até o momento de emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub> (*alta confiança*) e o nível de forçante radiativa não-CO<sub>2</sub> nas décadas anteriores até o momento em que as temperaturas máximas são atingidas (*confiança média*). Em escalas de tempo maiores, emissões globais líquidas negativas de CO<sub>2</sub> sustentadas e/ou outras reduções de forçante radiativa não-CO<sub>2</sub> ainda podem ser necessárias para evitar mais aquecimento devido aos *feedbacks* do sistema terrestre e à acidificação oceânica reversa (*confiança média*), sendo requeridas para minimizar o aumento do nível do mar (*alta confiança*). {Capítulo Transversal Quadro 2 nos Capítulos 1, 1.2.3, 1.2.4, Figuras 1.4, 2.2.1, 2.2.2, 3.4.4.8, 3.4.5.1, 3.6.3.2}

**A.3 Riscos associados ao clima para os sistemas natural e humano são maiores para o aquecimento global de 1,5°C que para o atual, mas ainda menores que para 2°C (*alta confiança*). Esses riscos dependem da magnitude e ritmo do aquecimento, localização geográfica, níveis de desenvolvimento e vulnerabilidade e de escolhas e da implementação de opções de adaptação e mitigação (*alta confiança*). (Figura SPM.2). {1.3, 3.3, 3.4, 5.6}**

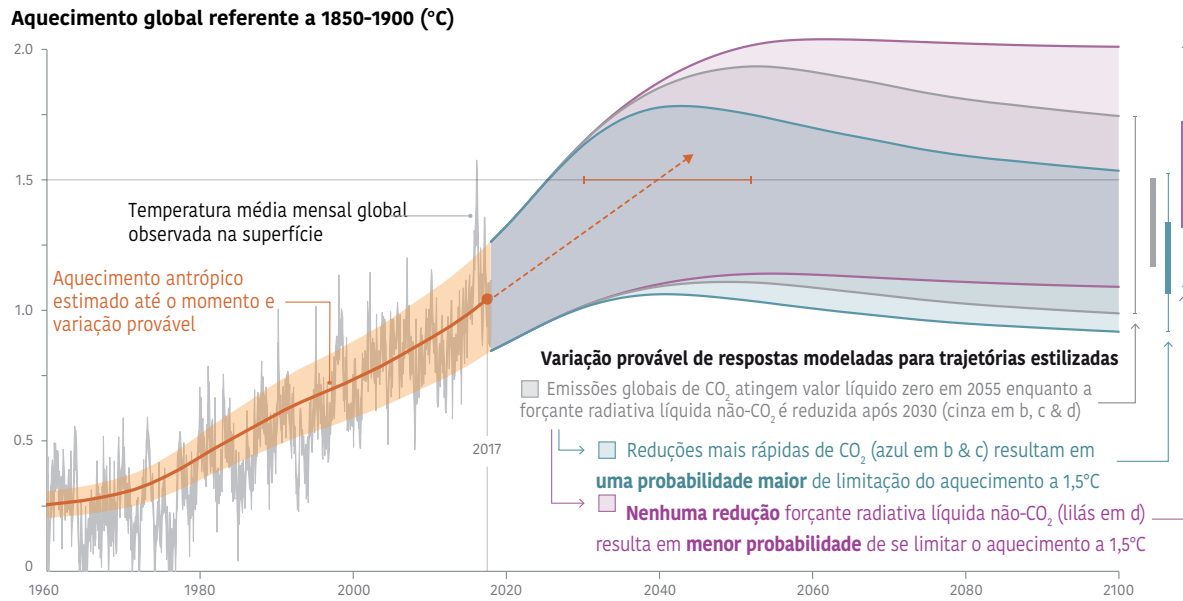
A.3.1 Os impactos do aquecimento global sobre os sistemas natural e humano já foram observados (*alta confiança*). Muitos ecossistemas terrestres e oceânicos e alguns dos serviços que eles fornecem já se alteraram devido ao aquecimento global (*alta confiança*). (Figura SPM.2){1.4, 3.4, 3.5, Figura SPM.2}

A.3.2 Riscos futuros relacionados ao clima dependerão do ritmo, pico e duração do aquecimento. No agregado, eles serão maiores se o aquecimento global exceder 1,5°C antes de retornar a esse nível em 2100, do que se estabilizar gradualmente em 1,5°C, especialmente se o pico de temperatura for alto (por exemplo, cerca de 2°C) (*alta confiança*). Alguns impactos podem ser duradouros ou irreversíveis, tais como a perda de alguns ecossistemas (*alta confiança*). {3.2, 3.4.4, 3.6.3, Capítulo Transversal Quadro 8}

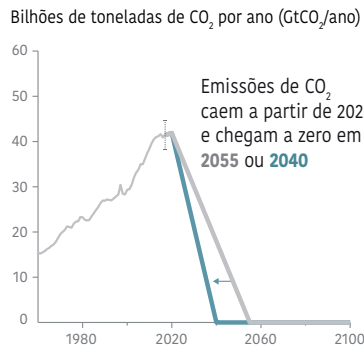
A.3.3 Adaptação e mitigação já estão ocorrendo (*alta confiança*). Futuros riscos relacionados ao clima seriam reduzidos pelo aumento e aceleração da mitigação climática intersetorial, multinível e de longo alcance e por adaptação incremental e transformacional (*alta confiança*). {1.2, 1.3, Tabela 3.5, 4.2.2, Capítulo Transversal Quadro 9 no Capítulo 4, Quadro 4.2, Quadro 4.3, Quadro 4.6, 4.3.1, 4.3.2, 4.3.3, 4.3.4, 4.3.5, 4.4.1, 4.4.4, 4.4.5, 4.5.3}

## Emissões cumulativas de CO<sub>2</sub> e futura forçante radiativa não-CO<sub>2</sub> determinam a probabilidade de limitar o aquecimento a 1,5°C

a) Mudança observada na temperatura global e respostas modeladas para emissão antrópica estilizada e trajetórias de forçante

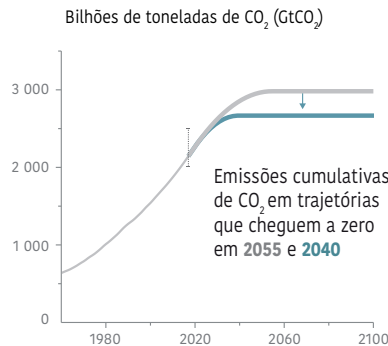


b) Trajetórias estilizadas de emissões globais líquidas de CO<sub>2</sub>



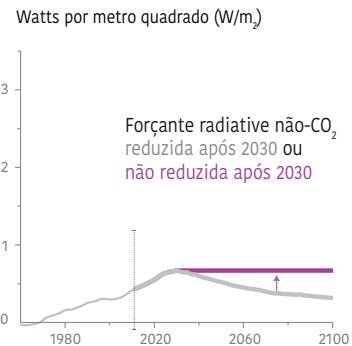
Reduções de emissão de CO<sub>2</sub> mais rápidas e imediatas limitam as emissões cumulativas de CO<sub>2</sub> mostradas no painel (c).

c) Emissões cumulativas líquidas de CO<sub>2</sub>



A elevação máxima de temperatura é determinada pelas emissões líquidas cumulativas de CO<sub>2</sub> e forçante radiativa líquida não-CO<sub>2</sub> devido ao metano, óxido nitroso, aerossóis e outros agentes forçantes antrópicos.

d) Trajetórias de forçante radiativa não-CO<sub>2</sub>



**Figura SPM.1:** Painel a: Temperatura média global da superfície (sigla em inglês GMST) observada mensalmente muda a linha cinza até 2017, a partir dos dados de HadCRUT4, GISTEMP, Cowtan-Way e NOAA, e aquecimento global antrópico estimado (linha laranja sólida até 2017, com sombreamento laranja indicando uma variação avaliada como *provável*). A seta tracejada laranja e a barra de erro laranja horizontal demonstram respectivamente a estimativa central e a variação *provável* de tempo no qual se atinge 1,5°C caso o ritmo atual de aquecimento seja mantido. A pluma cinza à direita do painel (a) demonstra a variação *provável* das respostas ao aquecimento, computadas com um modelo climático simples, a uma trajetória estilizada (futuro hipotético) no qual as emissões líquidas de CO<sub>2</sub> (linha cinza no painéis b e c) diminuem em linha reta desde 2020 e atingem o valor líquido zero em 2055, e a forçante radiativa não-CO<sub>2</sub> líquida (linha cinza no painel d) aumenta até 2030 e então diminui. A faixa azul no painel (a) ilustra a resposta a reduções de emissões de CO<sub>2</sub> mais rápidas (linha azul no painel b), chegando ao valor líquido zero em 2040, reduzindo as emissões cumulativas de CO<sub>2</sub> (painel c). A pluma lilás ilustra a resposta à diminuição das emissões líquidas de CO<sub>2</sub> a zero em 2055, com a forçante radiativa não-CO<sub>2</sub> líquida permanecendo constante após 2030. As barras de erro verticais à direita do painel (a) demonstram as variações *prováveis* (linhas finas) e tercis centrais (33<sup>o</sup>-66<sup>o</sup> percentis, linhas grossas) da distribuição estimada de aquecimento em 2100 de acordo com essas três trajetórias estilizadas. As barras de erro pontilhadas nos painéis (b), (c) e (d) demonstram a variação *provável* de emissões líquidas de CO<sub>2</sub> anuais históricas e cumulativas globais em 2017 (dados do Global Carbon Project) e forçante radiativa não-CO<sub>2</sub> líquida em 2011 do AR5, respectivamente. Os eixos verticais nos painéis (c) e (d) estão dimensionados para representar aproximadamente efeitos iguais em GMST. {1.2.1, 1.2.3, 1.2.4, 2.3, Capítulo 1 Figura 1.2, Capítulo 1 Material Suplementar, Capítulo Transversal Quadro 2}

## B. Mudanças Climáticas Projetadas, Impactos Potenciais e Riscos Associados

### B.1 Modelos climáticos projetam diferenças robustas<sup>7</sup> nas características climáticas regionais entre os dias atuais e o aquecimento global de 1,5°C<sup>8</sup>, e entre 1,5°C e 2°C. Essas diferenças incluem aumentos: em temperatura média na maioria das regiões terrestres e oceânicas (*alta confiança*), nos extremos de calor na maioria das regiões habitadas (*alta confiança*), na ocorrência de chuva intensa em diversas regiões (*confiança média*) e na probabilidade de seca e déficits de chuva em algumas regiões (*confiança média*). {3.3}

B.1.1 Evidências de mudanças atribuídas em alguns extremos de clima e tempo para um aquecimento global de cerca de 0,5°C corroboram a avaliação de que um aquecimento adicional de 0,5°C comparado com o presente está associado a mudanças detectáveis adicionais nesses extremos (*confiança média*). Avalia-se que diversas mudanças regionais no clima acontecerão com o aquecimento global de 1,5°C em comparação aos níveis pré-industriais, inclusive o aquecimento de temperaturas extremas em muitas regiões (*alta confiança*), aumentos na frequência, intensidade, e/ou quantidade de chuva intensa em diversas regiões (*alta confiança*), e um aumento da intensidade ou frequência de secas em algumas regiões (*confiança média*). {3.2, 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3, 3.3.4, Tabela 3.2}

B.1.2 Projeta-se que extremos de temperatura terrestre aqueçam acima da GMST (*alta confiança*): os extremos de dias de calor em latitudes médias aquecem cerca de 3°C com o aquecimento global de 1,5°C e cerca de 4°C com aquecimento de 2°C, e os extremos de noites frias em altas latitudes aquecem até cerca de 4,5°C a 1,5°C e cerca de 6°C a 2°C (*alta confiança*). Projeta-se que o número de dias quentes aumente na maioria das regiões terrestres, com os maiores aumentos nos trópicos (*alta confiança*). {3.3.1, 3.3.2, Capítulo Transversal Quadro 8 no Capítulo 3}

B.1.3 Projeta-se que os riscos de secas e déficits de chuva sejam maiores a 2°C que comparado ao aquecimento global de 1,5°C em algumas regiões (*confiança média*). Projeta-se que os riscos de eventos com chuvas intensas sejam maiores com o aquecimento global de 2°C do que com 1,5°C em diversas regiões de alta latitude no hemisfério norte e/ou regiões de alta altitude, Ásia Oriental e leste da América do Norte (*confiança média*). Projeta-se que chuvas associadas a ciclones tropicais sejam mais intensas com o aquecimento global de 2°C quando comparado ao de 1,5°C (*confiança média*). Geralmente, há *baixa confiança* nas mudanças projetadas em termos de chuvas intensas a 2°C comparadas a 1,5°C em outras regiões. Chuvas intensas, quando agregadas em escala global, são projetadas para serem mais intensas a 2,0°C que a 1,5°C (*confiança média*). Como consequência de chuvas intensas, projeta-se que a fração de área terrestre global afetada por perigos de inundações seja maior a 2°C que a 1,5°C (*confiança média*). {3.3.1, 3.3.3, 3.3.4, 3.3.5, 3.3.6}

### B.2 Até 2100, projeta-se que a elevação média global do nível do mar seja de cerca de 0,1 metro menor com o aquecimento global de 1,5°C quando comparado com o de 2°C (*confiança média*). O nível do mar continuará subindo bem depois de 2100 (*alta confiança*), e a magnitude e ritmo dessa elevação dependem das futuras trajetórias de emissões. Um ritmo mais lento de elevação do nível do mar permite maiores oportunidades para a adaptação nos sistemas humanos e ecológicos das pequenas ilhas, zonas costeiras baixas e deltas (*confiança média*). {3.3, 3.4, 3.6}

B.2.1 Projeções modeladas de elevação média global do nível do mar (relativos a 1986-2005) sugerem uma variação indicativa de 0,26 a 0,77m até 2100 para o aquecimento global de 1,5°C, 0,1 m (0,04-0,16 m) menor do que para um aquecimento global de 2°C (*confiança média*). Uma redução de 0,1m na elevação global do nível do mar implica que até 10 milhões de pessoas estarão menos expostas aos riscos associados, com base na população de 2010 e assumindo nenhuma adaptação (*confiança média*). {3.4.4, 3.4.5, 4.3.2}

B.2.2 A elevação do nível do mar continuará para além de 2100 mesmo que o aquecimento global seja limitado a 1,5°C no século XXI (*alta confiança*). A instabilidade da camada de gelo marinho na Antártida e/ou a perda irreversível da manta de gelo da Groenlândia podem resultar na elevação de vários metros no nível do mar por centenas a milhares de anos. Essas instabilidades podem ser desencadeadas em torno de 1,5°C a 2°C de aquecimento global (*confiança média*). {3.3.9, 3.4.5, 3.5.2, 3.6.3, Quadro 3.3, Figura SPM.2}

<sup>7</sup> O termo robusto é usado aqui para designar que pelo menos dois terços dos modelos climáticos mostram o mesmo sinal de mudanças na escala de pontos da grade, e que as diferenças nas grandes regiões são estatisticamente significantes.

<sup>8</sup> As mudanças projetadas nos impactos entre os diferentes níveis de aquecimento global são determinadas em relação às mudanças na média global da temperatura do ar.

- B.2.3 O aumento do aquecimento amplifica a exposição de pequenas ilhas, zonas costeiras baixas e deltas aos riscos relacionados à elevação do nível do mar para muitos sistemas humanos e ecológicos, incluindo o aumento da intrusão de água salgada, inundações e danos à infraestrutura (*alta confiança*). Os riscos associados à elevação do nível do mar são maiores aos 2°C se comparados a 1,5°C. Uma taxa mais lenta de elevação do nível do mar com aquecimento de 1,5°C reduz esses riscos, permitindo melhores oportunidades para adaptação, incluindo manejo e restauração de ecossistemas costeiros naturais e reforço de infraestrutura (*confiança média*). {3.4.5, Figura SPM.2, Quadro 3.5}
- B.3 Projeta-se que, em terra, os impactos sobre a biodiversidade e ecossistemas, incluindo perda e extinção de espécies, sejam menores com o aquecimento global de 1,5°C do que com o de 2°C. Projeta-se que limitar o aquecimento global a 1,5°C quando comparado a 2°C diminua os impactos em ecossistemas terrestres, de água-doce e costeiros e retenha mais de seus serviços para humanos (*alta confiança*). (Figura SPM.2) {3.4, 3.5, Quadro 3.4, Quadro 4.2, Capítulo Transversal Quadro 8 no Capítulo 3}**
- B.3.1 Das 105.000 espécies estudadas<sup>9</sup>, projeta-se que 6% de insetos, 8% de plantas e 4% de vertebrados percam metade de sua amplitude geográfica determinada pelo clima com o aquecimento global de 1,5°C, comparado com os 18% de insetos, 16% de plantas e 8% de vertebrados para o aquecimento global de 2°C (*confiança média*). Os impactos associados a outros riscos relacionados à biodiversidade, tais como incêndios florestais, e a disseminação de espécies invasoras, são menores a 1,5°C comparado a 2°C (*alta confiança*). {3.4.3, 3.5.2}
- B.3.2 Projeta-se que aproximadamente 4% (intervalo interquartil de 2–7%) da área terrestre global passe por uma transformação de ecossistemas de um tipo para outro com o aquecimento global de 1°C, comparado com 13% (intervalo interquartil 8–20%) a 2°C (*confiança média*). Isso indica que a área em risco é projetada para ser aproximadamente 50% menor a 1,5°C quando comparada a 2°C (*confiança média*). {3.4.3.1, 3.4.3.5}
- B.3.3 A tundra e as florestas boreais de alta latitude estão particularmente em risco de degradação e perda induzidas pela mudança do clima, com arbustos lenhosos já invadindo a tundra (*alta confiança*) que irão prosseguir com o aquecimento adicional. Projeta-se que a limitação do aquecimento global a 1,5°C ao invés de 2°C evite o degelo, ao longo dos séculos, de uma área de pergelossolo na faixa de 1,5 a 2,5 milhões de km<sup>2</sup> (*confiança média*). {3.3.2, 3.4.3, 3.5.5}
- B.4 Projeta-se que a limitação do aquecimento global a 1,5°C comparado a 2°C reduza o aumento de temperatura dos oceanos, bem como os aumentos associados à acidez dos oceanos e diminuições dos níveis de oxigênio nos oceanos (*alta confiança*). Conseqüentemente, projeta-se que a limitação do aquecimento global a 1,5°C reduza riscos à biodiversidade marinha, à pesca e aos ecossistemas, e suas funções e serviços aos humanos, como ilustrado pelas recentes alterações na camada de gelo do Ártico e nos ecossistemas de recifes de corais de águas mornas (*alta confiança*). {3.3, 3.4, 3.5, Quadros 3.4, 3.5}**
- B.4.1 Há *alta confiança* de que a probabilidade de um Oceano Ártico sem gelo marinho durante o verão é significativamente mais baixa com o aquecimento global de 1,5°C comparado a 2°C. Com 1,5°C de aquecimento global, projeta-se um verão com o Ártico sem gelo marinho por século. Essa probabilidade aumenta para pelo menos um por década com o aquecimento global de 2°C. Os efeitos de uma superação temporária de temperatura são reversíveis para cobertura de gelo marinho do Ártico em escalas de tempo decadais (*alta confiança*). {3.3.8, 3.4.4.7}
- B.4.2 Projeta-se que o aquecimento global de 1,5°C altere a amplitude de muitas espécies marinhas para latitudes mais altas, assim como aumente a quantidade de danos para muitos ecossistemas. Também é esperado que impulse a perda de recursos costeiros e reduza a produtividade da pesca e da aquicultura (especialmente em baixas latitudes). Projeta-se que os riscos de impactos induzidos pelo clima sejam maiores a 2°C do que com o aquecimento global de 1,5°C (*alta confiança*). Projeta-se, por exemplo, que os recifes de corais diminuam de 70–90% a 1,5°C (*alta confiança*) com maiores perdas (> 99%) a 2°C (*confiança muito alta*). O risco de perda irreversível de muitos ecossistemas marinhos e costeiros aumenta com o aquecimento global, especialmente a 2°C ou mais (*alta confiança*). {3.4.4, Quadro 3.4}

<sup>9</sup> Condizente com estudos anteriores, números indicativos foram adotados a partir de um meta-estudo recente.

- B.4.3 Projeta-se que o nível de acidificação dos oceanos devido ao aumento das concentrações de CO<sub>2</sub> associadas ao aquecimento global de 1,5°C amplifique os efeitos adversos do aquecimento, mesmo acima de 2°C, impactando o crescimento, desenvolvimento, calcificação, sobrevivência, e então abundância de uma ampla gama de espécies, por exemplo de algas a peixes (*alta confiança*). {3.3.10, 3.4.4}
- B.4.4 Os impactos da mudança do clima nos oceanos aumentam os riscos à pesca e aquicultura, por meio dos impactos sobre a fisiologia, sobrevivência, habitat, reprodução, incidência de doenças e risco de espécies invasoras (*confiança média*), mas projeta-se que sejam menores com o aquecimento global de 1,5°C do que com 2°C. Um modelo global de pesca, por exemplo, projetou uma redução na captura anual global de pescas marítimas de cerca de 1,5 milhão de toneladas para 1,5°C de aquecimento global, comparado a uma perda de mais de 3 milhões de toneladas com 2°C de aquecimento (*confiança média*). {3.4.4, Quadro 3.4}
- B.5 Projeta-se que os riscos relacionados ao clima para a saúde, meios de subsistência, segurança alimentar, abastecimento de água, segurança humana e crescimento econômico aumentem com o aquecimento global de 1,5°C e aumentem ainda mais com 2°C. (Figura SPM.2) {3.4, 3.5, 5.2, Quadro 3.2, Quadro 3.3, Quadro 3.5, Quadro 3.6, Capítulo Transversal Quadro 6 no Capítulo 3, Capítulo Transversal Quadro 9 no Capítulo 4, Capítulo Transversal Quadro 12 no Capítulo 5, 5.2}**
- B.5.1 Populações com risco desproporcionalmente maior de consequências adversas do aquecimento global de 1,5°C e além, incluem populações desfavorecidas e vulneráveis, alguns povos indígenas e comunidades locais dependentes de meios de subsistência agrícolas ou costeiras (*alta confiança*). As regiões que apresentam um risco desproporcionalmente mais elevado incluem os ecossistemas do Ártico, as regiões áridas, os pequenos estados insulares em desenvolvimento e os países menos desenvolvidos (*alta confiança*). Espera-se que pobreza e desvantagens aumentem em algumas populações com o aumento do aquecimento global; a limitação do aquecimento global a 1,5°C, comparado a 2°C, poderia reduzir o número de pessoas expostas ao risco climático e suscetíveis à pobreza até várias centenas de milhões até 2050 (*confiança média*). {3.4.10, 3.4.11, Quadro 3.5, Capítulo Transversal Quadro 6 no Capítulo 3, Capítulo Transversal Quadro 9 no Capítulo 4, Capítulo Transversal Quadro 12 no Capítulo 5, 4.2.2.2, 5.2.1, 5.2.2, 5.2.3, 5.6.3}
- B.5.2 Projeta-se que qualquer aumento no aquecimento global afete a saúde humana, com consequências principalmente negativas (*alta confiança*). Riscos mais baixos foram projetados a 1,5°C do que a 2°C para morbidade e mortalidade relacionadas ao calor (*confiança muito alta*) e para a mortalidade relacionada ao ozônio, se as emissões necessárias para a formação de ozônio continuarem altas (*alta confiança*). Ilhas de calor urbanas frequentemente amplificam os impactos das ondas de calor nas cidades (*alta confiança*). Projeta-se que os riscos de algumas doenças transmitidas por vetores, como malária e dengue, devem aumentar com o aquecimento de 1,5°C para 2°C, incluindo trocas potenciais em sua amplitude geográfica (*alta confiança*). {3.4.7, 3.4.8, 3.5.5.8}
- B.5.3 Projeta-se que a limitação do aquecimento a 1,5°C, comparado a 2°C, resulta em reduções líquidas menores em lavouras de milho, arroz, trigo e potencialmente outros cereais, particularmente na África Subsaariana, sudeste da Ásia e América Central e do Sul; e na qualidade nutricional dependente de CO<sub>2</sub> do arroz e do trigo (*alta confiança*). As reduções na disponibilidade de alimentos projetada são maiores a 2°C do que a 1,5°C do aquecimento global no Sahel, na África Austral, no Mediterrâneo, na Europa central e na Amazônia (*confiança média*). Projeta-se que a pecuária seja afetada negativamente pelas temperaturas altas, dependendo da extensão das mudanças na qualidade da alimentação, propagação de doenças e disponibilidade de recursos hídricos (*alta confiança*). {3.4.6, 3.5.4, 3.5.5, Quadro 3.1, Capítulo Transversal Quadro 6 no Capítulo 3, Capítulo Transversal Quadro 9 no Capítulo 4}
- B.5.4 Dependendo das condições socioeconômicas futuras, limitar o aquecimento global a 1,5°C, comparado a 2°C, pode reduzir em até 50% a proporção da população mundial exposta a um aumento do estresse hídrico induzido pela mudança do clima, embora haja considerável variabilidade entre regiões (*confiança média*). Muitos pequenos estados insulares em desenvolvimento experimentariam menor estresse hídrico resultante de mudanças projetadas na aridez quando o aquecimento é limitado a 1,5°C, comparado a 2°C (*confiança média*). {3.3.5, 3.4.2, 3.4.8, 3.5.5, Quadro 3.2, Quadro 3.5, Capítulo Transversal Quadro 9 no Capítulo 4}
- B.5.5 Os riscos para o crescimento econômico agregado global devidos aos impactos da mudança do clima são projetados para serem menores a 1,5°C que a 2°C até o final deste século<sup>10</sup> (*confiança média*). Isso exclui os custos de mitigação, investimentos em adaptação e benefícios da adaptação. Projeta-se que os países nos trópicos e subtropicais do Hemisfério Sul experimentem os maiores impactos no crescimento econômico devido à mudança do clima, caso o aquecimento global aumente de 1,5°C para 2°C (*confiança média*). {3.5.2, 3.5.3}

<sup>10</sup> Aqui, os impactos sobre o crescimento econômico se referem a mudanças no PIB. Muitos impactos, tais como a perda de vidas humanas, patrimônio cultural e serviços ecossistêmicos, são difíceis de valorar e monetizar.

B.5.6 A exposição a riscos múltiplos e compostos relacionados ao clima aumenta entre 1,5°C e 2°C do aquecimento global, com maiores proporções de pessoas tanto expostas quanto suscetíveis à pobreza na África e na Ásia (*alta confiança*). Para o aquecimento global de 1,5°C para 2°C, os riscos nos setores de energia, alimentos e água poderiam se sobrepor espacial e temporalmente, criando novos e exacerbando perigos, exposições e vulnerabilidades atuais que poderiam afetar um número crescente de pessoas e regiões (*confiança média*). {Quadro 3.5, 3.3.1, 3.4.5.3, 3.4.5.6, 3.4.11, 3.5.4.9}

B.5.7 Há múltiplas linhas de evidência que mostram, desde o AR5, que os níveis de risco avaliados aumentaram para quatro dentre os cinco Motivos de Preocupação (*Reasons for Concern* – RFCs) para o aquecimento global de 2°C (*alta confiança*). As transições de risco por graus de aquecimento global são agora: de alto para muito alto entre 1,5°C e 2°C para RFC1 (sistemas únicos e ameaçados) (*alta confiança*); de moderado a alto risco entre 1,0°C e 1,5°C para RFC2 (eventos climáticos extremos) (*confiança média*); de moderado a alto risco entre 1,5°C e 2°C para RFC3 (Distribuição de impactos) (*alta confiança*); de moderado a alto risco entre 1,5°C e 2,5°C para RFC4 (impactos globais agregados) (*confiança média*); e de moderado a alto risco entre 1°C e 2,5°C para RFC5 (Eventos singulares de grande escala) (*confiança média*). (Figura SPM.2) {3.4.13; 3.5, 3.5.2}

**B.6 A maioria das necessidades de adaptação serão menores em um cenário de aquecimento global de 1,5°C comparado a 2°C (*alta confiança*). Há uma grande variedade de opções de adaptação que podem reduzir os riscos da mudança do clima (*alta confiança*). Há limites para adaptação e capacidade adaptativa para alguns sistemas humanos e naturais em um aquecimento global de 1,5°C, com perdas associadas (*confiança média*). A quantidade e disponibilidade de opções de adaptação variam de acordo com o setor (*confiança média*). {Tabela 3.5, 4.3, 4.5, Capítulo Transversal Quadro 9 no Capítulo 4, Capítulo Transversal Quadro 12 no Capítulo 5}**

B.6.1 Uma ampla gama de opções de adaptação está disponível para reduzir os riscos aos ecossistemas naturais e manejados (por exemplo, adaptação baseada em ecossistemas, restauração de ecossistemas e degradação e desmatamento evitados, manejo da biodiversidade, aquicultura sustentável, conhecimento local e conhecimento indígena), os riscos da elevação do nível do mar (por exemplo, proteção e fortalecimento costeiro) e os riscos para saúde, meios de subsistência, alimentos, água e crescimento econômico, especialmente em paisagens rurais (por exemplo, irrigação eficiente, redes de segurança social, gerenciamento de riscos de desastres, disseminação de riscos e compartilhamento e adaptação baseada na comunidade) e áreas urbanas (por exemplo, infraestrutura verde, uso e planejamento sustentável da terra e gestão sustentável da água) (*confiança média*). {4.3.1, 4.3.2, 4.3.3, 4.3.5, 4.5.3, 4.5.4, 5.3.2, Quadro 4.2, Quadro 4.3, Quadro 4.6, Capítulo Transversal Quadro 9 no Capítulo 4}.

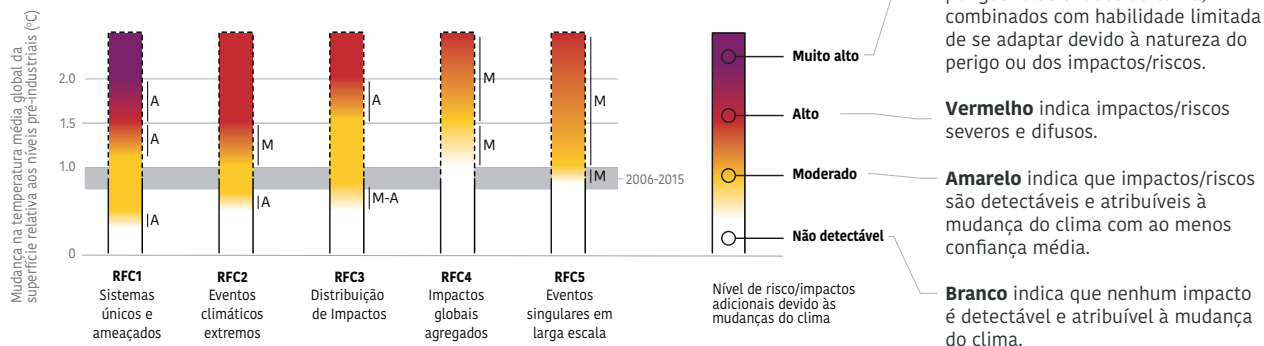
B.6.2 Espera-se que a adaptação seja mais desafiadora para ecossistemas e sistemas de alimentação e saúde a 2°C de aquecimento do que a 1,5°C (*confiança média*). Projeta-se também que algumas regiões vulneráveis, incluindo pequenas ilhas e países menos desenvolvidos, experimentem altos e múltiplos riscos climáticos inter-relacionados, mesmo com o aquecimento global de 1,5°C (*alta confiança*). {3.3.1, 3.4.5, Quadro 3.5, Tabela 3.5, Capítulo Transversal Quadro 9 no Capítulo 4, 5.6, Capítulo Transversal Quadro 12 no Capítulo 5, Quadro 5.3}

B.6.3 Existem limites à capacidade adaptativa a 1,5°C de aquecimento global, e eles se tornam mais pronunciados em níveis mais altos de aquecimento, variando de acordo com o setor, com implicações específicas do local para regiões vulneráveis, ecossistemas e saúde humana (*confiança média*) {Capítulo Transversal Quadro 12 no Capítulo 5, Quadro 3.5, Tabela 3.5}

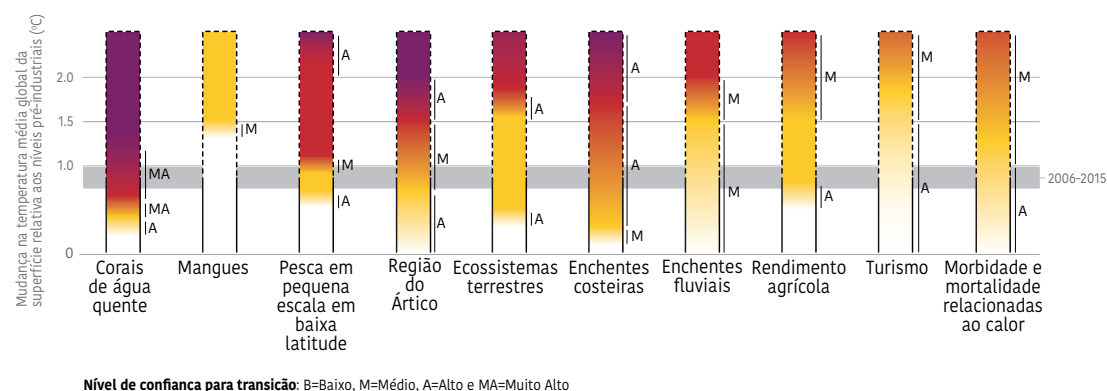
## Como o nível de aquecimento global afeta os impactos e/ou riscos associados aos Motivos de Preocupação (Reasons for Concern – RFCs) e aos sistemas naturais, manejados e humanos selecionados

Cinco Motivos de Preocupação (RFCs) ilustram os impactos e riscos de níveis diferentes de aquecimento global para pessoas, economias e ecossistemas através de setores e regiões.

### Impactos e riscos associados aos Motivos de Preocupação (RFCs)



### Impactos e riscos aos sistemas naturais, manejados e humanos selecionados



**Figura SPM.2:** Cinco motivos de preocupação (Reasons for Concern – RFCs) integrativos fornecem uma estrutura para sumarizar os principais impactos e riscos entre setores e regiões, e foram introduzidos no Terceiro Relatório de Avaliação do IPCC. Os RFCs ilustram as implicações do aquecimento global para as pessoas, economias e ecossistemas. Impactos e/ou riscos para cada RFC são baseados na avaliação da nova literatura que surgiu. Como no AR5, essa literatura foi usada para fazer julgamentos visando avaliar os níveis de aquecimento global nos quais os níveis de impacto e/ou risco são indetectáveis, moderados, altos ou muito altos. A seleção de impactos e riscos para sistemas naturais, manejados e humanos no painel inferior é ilustrativa e não se destina a ser totalmente abrangente. {3.4, 3.5, 3.5.2.1, 3.5.2.2, 3.5.2.3, 3.5.2.4, 3.5.2.5, 5.4.1 5.5.3, 5.6.1, Quadro 3.4}

**RFC1 – Sistemas únicos e ameaçados:** são sistemas ecológicos e humanos que possuem amplitudes geográficas restritas limitadas por condições relacionadas ao clima e possuem alto endemismo ou outras propriedades distintivas. São exemplos os recifes de coral, o Ártico e seu povo indígena, geleiras de montanha e *hotspots* de biodiversidade.

**RFC2 – Eventos climáticos extremos:** riscos/impactos à saúde humana, meios de subsistência, bens e ecossistemas causados por eventos climáticos extremos, tais como ondas de calor, chuvas intensas, secas e incêndios florestais associados e inundações costeiras.

**RFC3 – Distribuição de impactos:** riscos/impactos que afetam desproporcionalmente grupos específicos devido à distribuição desigual dos perigos físicos da mudança do clima, exposição ou vulnerabilidade.

**RFC4 – Impactos agregados globais:** danos monetários globais, degradação em escala global e perda de ecossistemas e biodiversidade.

**RFC5 – Eventos singulares em larga escala:** são mudanças relativamente grandes, abruptas e por vezes irreversíveis nos sistemas causadas pelo aquecimento global. São exemplos a desintegração dos mantos de gelo da Groenlândia e da Antártida.

## C. Trajetórias de emissão e sistemas de transição consistentes com o aquecimento global de 1,5°C

- C.1 Em trajetórias modeladas sem *overshoot* ou com *overshoot* limitado a 1,5°C, as emissões antrópicas líquidas globais de CO<sub>2</sub> declinam em torno de 45% em relação aos níveis de 2010 até 2030 (intervalo interquartil entre 40–60%), atingindo o valor líquido zero em torno de 2050 (intervalo interquartil 2045–2055). Para limitar o aquecimento global a menos de 2°C<sup>11</sup>, projeta-se que as emissões de CO<sub>2</sub> diminuam cerca de 20% até 2030 na maioria das trajetórias (intervalo interquartil entre 10–30%) e alcancem o valor líquido zero em torno de 2075 (intervalo interquartil 2065–2080). Emissões não-CO<sub>2</sub> em trajetórias que limitam o aquecimento global a 1,5°C mostram reduções profundas que são semelhantes às aquelas em trajetórias que limitam o aquecimento a 2°C (*alta confiança*) (Figura SPM.3a) {2.1, 2.3, Tabela 2.4}**
- C.1.1 As reduções das emissões de CO<sub>2</sub> que limitam o aquecimento global a 1,5°C sem *overshoot* ou com *overshoot* limitado podem envolver diferentes portfólios de medidas de mitigação, atingindo diferentes equilíbrios entre a redução da energia e a intensidade dos recursos, a taxa de descarbonização e a dependência da remoção de dióxido de carbono. Diferentes portfólios enfrentam diferentes desafios de implementação, e potenciais sinergias e *trade-offs* com desenvolvimento sustentável (*alta confiança*). (Figura SPM.3b) {2.3.2, 2.3.4, 2.4, 2.5.3}
- C.1.2 Trajetórias modeladas que limitam o aquecimento global a 1,5°C sem ou com *overshoot* limitado envolvem reduções profundas nas emissões de metano e carbono negro (35% ou mais de ambos até 2050 em relação a 2010). Essas trajetórias também reduzem a maioria dos aerossóis de resfriamento, o que parcialmente neutraliza os efeitos de mitigação por duas a três décadas. As emissões não-CO<sub>2</sub><sup>12</sup> podem ser reduzidas como resultado de amplas medidas de mitigação no setor de energia. Além disso, medidas específicas de mitigação de emissões não-CO<sub>2</sub> podem reduzir o óxido nitroso e o metano provenientes da agricultura, o metano do setor de resíduos, algumas fontes de carbono negro e os hidrofluorcarbonos. Alta demanda de bioenergia pode aumentar as emissões de óxido nitroso em algumas trajetórias de 1,5°C, destacando a importância de abordagens de manejo adequadas. A melhoria da qualidade do ar resultante das reduções projetadas em muitas emissões não-CO<sub>2</sub> proporcionam benefícios diretos e imediatos à saúde da população em todas as trajetórias de 1,5°C modeladas. (*alta confiança*) (Figura SPM.3a) {2.2.1, 2.3.3, 2.4.4, 2.5.3, 4.3.6, 5.4.2}
- C.1.3 Limitar o aquecimento global requer limitar o total cumulativo de emissões antrópicas globais de CO<sub>2</sub> desde o período pré-industrial, ou seja, permanecer dentro de um orçamento total de carbono (*alta confiança*). Ao final de 2017, estima-se que as emissões antrópicas de CO<sub>2</sub> desde o período pré-industrial reduziram o orçamento total de carbono para 1,5°C em aproximadamente 2200 ± 320 GtCO<sub>2</sub> (*confiança média*). O orçamento remanescente está sendo reduzido pelas atuais emissões de 42 ± 3 GtCO<sub>2</sub> por ano (*alta confiança*)<sup>13</sup>. A escolha da métrica de temperatura global afeta o orçamento de carbono remanescente estimado. Usando a temperatura média global do ar na superfície, como no AR5, chega-se a uma estimativa do orçamento de carbono restante de 580 GtCO<sub>2</sub> para uma probabilidade de 50% de limitar o aquecimento a 1,5°C e 420 GtCO<sub>2</sub> para uma probabilidade de 66% (*confiança média*)<sup>14</sup>. Como alternativa, o uso de GMST fornece estimativas de 770 e 570 GtCO<sub>2</sub> para probabilidades de 50% e 66%,<sup>15</sup> respectivamente (*confiança média*). Incertezas no tamanho desses orçamentos de carbono remanescentes estimados são substanciais e dependem de vários fatores. Incertezas na resposta climática às emissões de CO<sub>2</sub> e não-CO<sub>2</sub> contribuem com ± 400 GtCO<sub>2</sub> e o nível de aquecimento histórico contribui com ± 250 GtCO<sub>2</sub> (*confiança média*). A potencial liberação adicional de carbono do futuro descongelamento do pergelissolo e a liberação de metano das zonas úmidas reduziriam os orçamentos em até 100 GtCO<sub>2</sub> ao longo deste século e depois (*confiança média*). Além disso, o nível de mitigação de emissões não-CO<sub>2</sub> no futuro poderia alterar o orçamento de carbono restante em 250 GtCO<sub>2</sub> em qualquer direção (*confiança média*). {1.2.4, 2.2.2, 2.6.1, Tabela 2.2, Capítulo 2 Material Suplementar}
- C.1.4 As medidas de modificação da radiação solar (*Solar Radiation Modification* – SRM) não estão incluídas em nenhuma das trajetórias avaliadas. Embora algumas medidas de SRM possam ser teoricamente eficazes na redução de um *overshoot*, elas enfrentam grandes

<sup>11</sup> Referências a trajetórias que limitam o aquecimento global a 2°C baseiam-se em uma probabilidade de 66% de ficarem abaixo de 2°C.

<sup>12</sup> Emissões não-CO<sub>2</sub> incluídas neste relatório são todas as emissões antrópicas diferentes de CO<sub>2</sub> que resultam em forçante radiativa. Estes incluem forçantes climáticas de vida curta, como metano, alguns gases fluorados, precursores de ozônio, aerossóis ou precursores de aerossóis, como o carbono negro e dióxido de enxofre, respectivamente, bem como gases de efeito estufa de longa vida, como óxido nitroso ou alguns gases fluorados. A forçante radiativa associada a emissões não-CO<sub>2</sub> e mudanças no albedo da superfície é referida como forçante radiativa não-CO<sub>2</sub>. {2.2.1}

<sup>13</sup> Existe uma base científica clara para um orçamento de carbono total consistente com o aquecimento global limitado a 1,5°C. No entanto, nem este orçamento de carbono total nem a fração deste orçamento absorvida por emissões passadas foram avaliadas neste relatório.

<sup>14</sup> Independentemente da medida de temperatura global utilizada, a compreensão atualizada e os avanços adicionais nos métodos têm levado a um aumento no orçamento de carbono remanescente estimado de cerca de 300 GtCO<sub>2</sub> comparado ao AR5. (*confiança média*) {2.2.2}

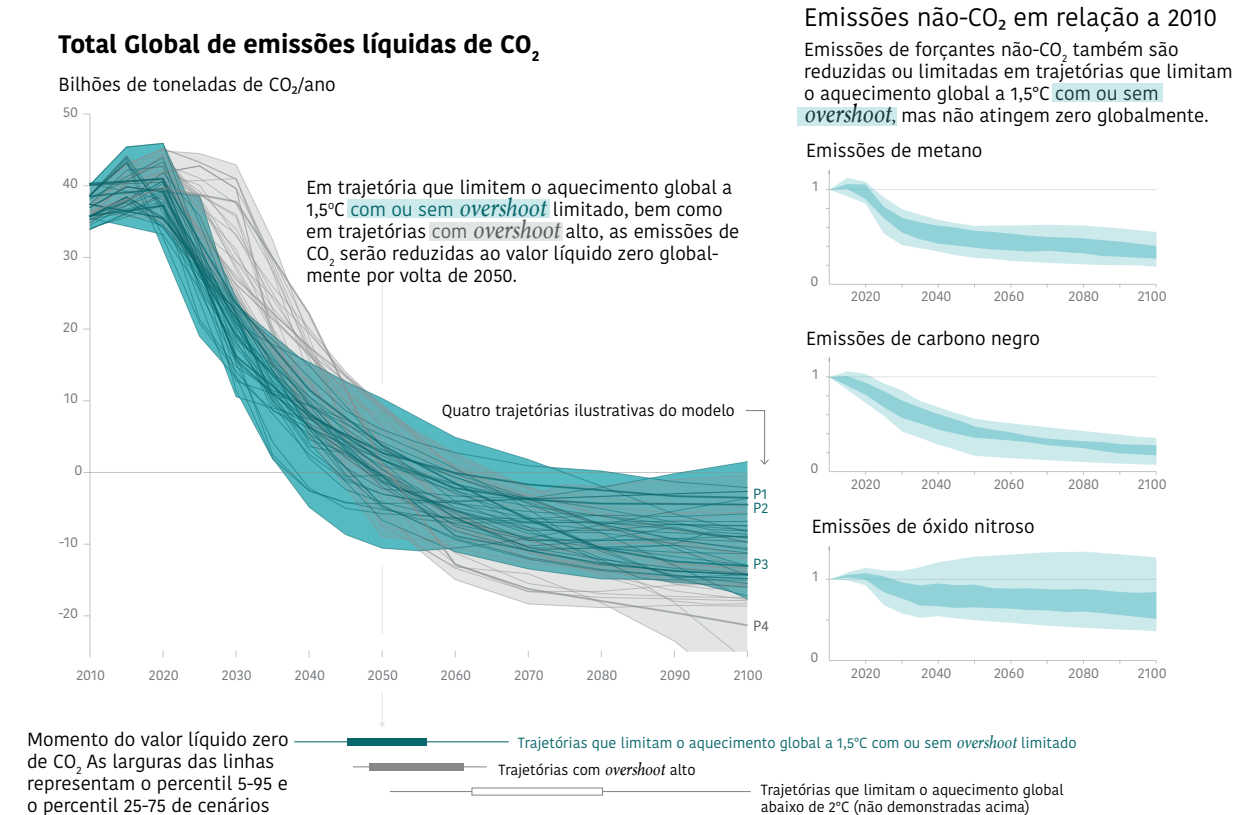
<sup>15</sup> Essas estimativas usam GMST observados para 2006–2015 e estimam as mudanças futuras de temperatura usando temperaturas do ar próximas à superfície.



incertezas e lacunas de conhecimento, bem como riscos substanciais, além de limitações institucionais e sociais à implantação relacionada à governança, ética e impactos no desenvolvimento sustentável. Elas também não mitigam a acidificação dos oceanos. (confiança média) {4.3.8, Capítulo Transversal Quadro 10 no Capítulo 4}

## Características das trajetórias de emissões globais

Características gerais da evolução das emissões líquidas antrópicas de CO<sub>2</sub> e das emissões totais de metano, carbono negro e óxido nítrico em trajetórias modeladas que limitam o aquecimento global a 1,5°C com ou sem *overshoot* limitado. Emissões líquidas são definidas como emissões antrópicas reduzidas por remoções antrópicas. Reduções nas emissões líquidas podem ser alcançadas por meio de diferentes portfólios de medidas de mitigação ilustradas na Figura SPM.3b.



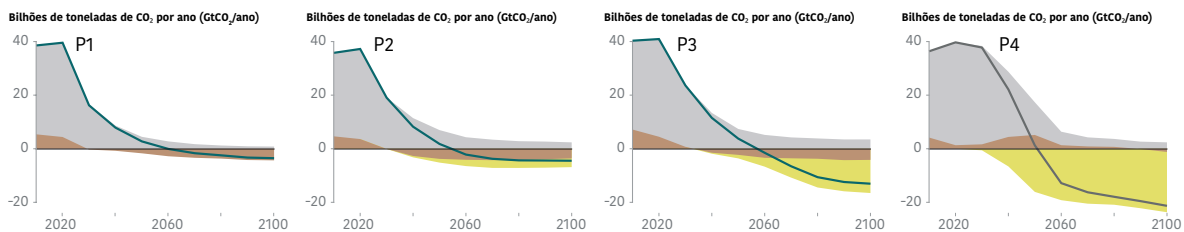
**Figura SPM.3a:** Características das trajetórias de emissões globais. O painel principal mostra as emissões globais antrópicas líquidas de CO<sub>2</sub> em trajetórias que limitam o aquecimento global a 1,5°C, sem *overshoot* ou com *overshoot* limitado (menos de 0,1°C) e trajetórias com *overshoot* mais alto. A área sombreada mostra toda a gama de trajetórias analisadas neste relatório. Os painéis à direita mostram as faixas de emissões não-CO<sub>2</sub> para três compostos com grande forçamento histórico e uma porção substancial de emissões provenientes de fontes distintas daquelas centrais para a mitigação de CO<sub>2</sub>. As áreas sombreadas nesses painéis mostram as faixas de 5 a 95% (sombreamento claro) e interquartis (sombreamento escuro) de trajetórias que limitam o aquecimento global a 1,5°C, sem *overshoot* ou com *overshoot* limitado. Quadro e riscos na parte inferior da figura mostram o momento em que as trajetórias atingem níveis globais zero de emissão líquida de CO<sub>2</sub> e uma comparação com as trajetórias que limitam o aquecimento global a 2°C com, pelo menos, 66% de probabilidade. Quatro trajetórias de modelo ilustrativas são destacadas no painel principal e são rotuladas P1, P2, P3 e P4, correspondentes às trajetórias LED, S1, S2 e S5 avaliadas no Capítulo 2. As descrições e características dessas trajetórias estão disponíveis na Figura SPM.3b. {2.1, 2.2, 2.3, Figura 2.5, Figura 2.10, Figura 2.11}

## Características das quatro trajetórias ilustrativas modeladas

Estratégias de mitigação diferentes podem alcançar as reduções de emissões líquidas que seriam necessárias para seguir uma trajetória que limita o aquecimento global a 1,5°C, sem *overshoot* ou com *overshoot* limitado. Todas as trajetórias utilizam a Remoção de Dióxido de Carbono (Carbon Dioxide Removal – CDR), mas a quantidade varia de acordo com as trajetórias, assim como as contribuições relativas de Bioenergia com Captura e Armazenamento de Carbono (*Bioenergy with Carbon Capture and Storage* – BECCS) e remoções no setor de Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo (AFOLU). Isso tem implicações para as emissões e várias outras características da trajetória.

### Análise das contribuições para as emissões líquidas globais de CO<sub>2</sub> em quatro trajetórias ilustrativas modeladas

● Combustível fóssil e indústria ● AFOLU ● BECCS



**P1:** Cenário em que inovações sociais, comerciais e tecnológicas resultam em menor demanda de energia até 2050, enquanto os padrões de vida aumentam, especialmente no hemisfério Sul. Um sistema de energia de tamanho reduzido permite uma descarbonização rápida do fornecimento de energia. O reflorestamento é a única opção de CDR considerada; nem combustíveis fósseis com CCS nem BECCS são usados.

**P2:** Cenário com amplo enfoque na sustentabilidade, incluindo intensidade energética, desenvolvimento humano, convergência econômica e cooperação internacional, bem como mudanças no sentido de padrões de consumo sustentáveis e saudáveis, inovação tecnológica de baixo carbono e sistemas terrestres bem administrados com limitada aceitação social para BECCS.

**P3:** Cenário meio-termo em que os desenvolvimentos social e tecnológico seguem padrões históricos. As reduções de emissões são alcançadas principalmente pela mudança na forma como a energia e os produtos são produzidos e, em menor grau, pela redução da demanda.

**P4:** Cenário de uso intensivo de energia e de recursos, no qual o crescimento econômico e a globalização levam à adoção generalizada de estilos de vida intensivos em gases de efeito estufa, incluindo a alta demanda por combustíveis para transporte e produtos animais. As reduções de emissões são alcançadas principalmente por meios tecnológicos, fazendo um forte uso do CDR por meio da implantação de BECCS.

Indicadores globais	P1	P2	P3	P4	Intervalo de Interquartil
	Sem ou com <i>overshoot</i> limitado	Sem ou com <i>overshoot</i> limitado	Sem ou com <i>overshoot</i> limitado	<i>overshoot</i> alto	
Classificação da trajetória	Sem ou com <i>overshoot</i> limitado	Sem ou com <i>overshoot</i> limitado	Sem ou com <i>overshoot</i> limitado	<i>overshoot</i> alto	Sem ou com <i>overshoot</i> limitado
Mudanças na emissão de CO <sub>2</sub> em 2030 (% em relação a 2010)	-58	-47	-41	4	(-58,-40)
↳ em 2050 (% em relação a 2010)	-93	-95	-91	-97	(-107,-94)
Emissões de GEE de Quioto* em 2030 (% em relação a 2010)	-50	-49	-35	-2	(-51,-39)
↳ em 2050 (% em relação a 2010)	-82	-89	-78	-80	(-93,-81)
Demanda final de energia** em 2030 (% em relação a 2010)	-15	-5	17	39	(-12,7)
↳ em 2050 (% em relação a 2010)	-32	2	21	44	(-11,22)
Participação renovável na geração elétrica em 2030 (%)	60	58	48	25	(47,65)
↳ em 2050 (%)	77	81	63	70	(69,86)
Energia primária proveniente de carvão em 2030 (% em relação a 2010)	-78	-61	-75	-59	(-78,-59)
↳ em 2050 (% em relação a 2010)	-97	-77	-73	-97	(-95,-74)
de óleo em 2030 (% em relação a 2010)	-37	-13	-3	86	(-34,3)
↳ em 2050 (% em relação a 2010)	-87	-50	-81	-32	(-78,-31)
de gás em 2030 (% em relação a 2010)	-25	-20	33	37	(-26,21)
↳ em 2050 (% em relação a 2010)	-74	-53	21	-48	(-56,6)
de energia nuclear em 2030 (% em relação a 2010)	59	83	98	106	(44,102)
↳ em 2050 (% em relação a 2010)	150	98	501	468	(91,190)
de biomassa em 2030 (% em relação a 2010)	-11	0	36	-1	(29,80)
↳ em 2050 (% em relação a 2010)	-16	49	121	418	(123,261)
de renováveis não-biomassa em 2030 (% em relação a 2010)	430	470	315	110	(245,436)
↳ em 2050 (% em relação a 2010)	833	1327	878	1137	(576,1299)
CCS cumulativo até 2100 (GtCO <sub>2</sub> )	0	348	687	1218	(550,1017)
↳ dos quais BECCS (GtCO <sub>2</sub> )	0	151	414	1191	(364,662)
Área de terra de culturas bioenergéticas em 2050 (milhões de hectares)	0.2	0.9	2.8	7.2	(1.5,3.2)
Emissões de CH <sub>4</sub> da agricultura em 2030 (% em relação a 2010)	-24	-48	1	14	(-30,-11)
em 2050 (% em relação a 2010)	-33	-69	-23	2	(-47,-24)
Emissões de N <sub>2</sub> O na agricultura em 2030 (% em relação a 2010)	5	-26	15	3	(-21,3)
em 2050 (% em relação a 2010)	6	-26	0	39	(-26,1)

NOTA: Os indicadores foram selecionados para mostrar as tendências globais identificadas pela avaliação do Capítulo 2. As características nacionais e setoriais podem diferir substancialmente das tendências globais mostradas acima.

\* Emissões de GEE Quioto são baseadas em SAR GWP-100

\*\* Mudanças na demanda de energia estão associadas a melhorias em eficiência energética e mudança de comportamento.

**Figura SPM.3b:** Características de quatro trajetórias ilustrativas modeladas em relação ao aquecimento global de 1,5°C introduzidas na Figura SPM.3a. Essas trajetórias foram selecionadas para mostrar uma variedade de possíveis abordagens de mitigação e variam amplamente em sua energia projetada e uso da terra, bem como suas premissas sobre desenvolvimentos socioeconômicos futuros, incluindo crescimento econômico e populacional, equidade e sustentabilidade. Uma análise das emissões globais de CO<sub>2</sub> antrópico global para as contribuições em termos de emissões de CO<sub>2</sub> de combustíveis fósseis e processos industriais, agricultura, florestas e outros usos do solo (AFOLU) e bioenergia com captura e armazenamento de carbono (BECCS) é mostrada. As estimativas de AFOLU relatadas aqui não são necessariamente comparáveis com as estimativas dos países. Outras características para cada uma dessas trajetórias estão listadas abaixo de cada uma. Essas trajetórias ilustram diferenças globais relativas nas estratégias de mitigação, mas não representam estimativas centrais, estratégias nacionais e não indicam requisitos. Para fins de comparação, a coluna mais à direita mostra as faixas interquartílicas entre elas, com nenhum aumento ou aumento limitado de 1,5°C. Trajetórias P1, P2, P3 e P4, correspondem a trajetórias LED, S1, S2, e S5 avaliadas no Capítulo 2. (Figura SPM.3a) {2.2.1, 2.3.1, 2.3.2, 2.3.3, 2.3.4, 2.4.1, 2.4.2, 2.4.4, 2.5.3, Figura 2.5, Figura 2.6, Figura 2.9, Figura 2.10, Figura 2.11, Figura 2.14, Figura 2.15, Figura 2.16, Figura 2.17, Figura 2.24, Figura 2.25, Tabela 2.4, Tabela 2.6, Tabela 2.7, Tabela 2.9, Tabela 4.1}

**C.2 As trajetórias que limitam o aquecimento global a 1,5°C sem overshoot ou com overshoot limitado exigiriam transições rápidas e de longo alcance em energia, terra, infraestrutura urbana (incluindo transportes e edificações) e sistemas industriais (alta confiança). Essas transições de sistemas são sem precedentes em termos de escala, mas não necessariamente em termos de velocidade, e implicam reduções de emissões profundas em todos os setores, um amplo portfólio de opções de mitigação e um significativo aumento de investimentos nessas opções (confiança média).** {2.3, 2.4, 2.5, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5}

C.2.1 As trajetórias que limitam o aquecimento global a 1,5°C, com mudanças no sistema sem overshoot ou com overshoot limitado, serão mais rápidas e pronunciadas nas próximas duas décadas que nas trajetórias de 2°C (alta confiança). O ritmo de mudanças no sistema associado à limitação do aquecimento global a 1,5°C sem overshoot ou com overshoot limitado ocorreu no passado dentro de setores específicos, tecnologias e contextos espaciais, mas não há nenhum precedente histórico documentado para sua escala (confiança média). {2.3.3, 2.3.4, 2.4, 2.5, 4.2.1, 4.2.2, Capítulo Transversal Quadro 11 no Capítulo 4}

C.2.2 Nos sistemas energéticos, trajetórias globais de modelagem (consideradas na literatura) limitando o aquecimento global a 1,5°C sem overshoot ou com overshoot limitado (para mais detalhes, veja a Figura SPM.3b), geralmente atendem à demanda de serviço energético com menor uso de energia, inclusive por meio do aprimoramento da eficiência energética, e mostram uma eletrificação mais rápida do uso final de energia comparado com 2°C (alta confiança). Em trajetórias de 1,5°C sem overshoot ou com overshoot limitado, projeta-se que as fontes de energia de baixa emissão tenham uma participação mais alta, comparado com as trajetórias de 2°C, particularmente antes de 2050 (alta confiança). Em trajetórias de 1,5°C sem overshoot ou com overshoot limitado, as fontes renováveis são projetadas a fornecer 70–85% (intervalo interquartil) de eletricidade em 2050 (alta confiança). Na geração de eletricidade, na maioria das trajetórias de 1,5°C, sem overshoot ou com overshoot limitado, a participação da energia nuclear e de combustíveis fósseis com captura e armazenamento de dióxido de carbono (CCS) aumenta. Em trajetórias modeladas de 1,5°C sem overshoot ou com overshoot limitado, o uso de CCS permitiria que a parcela de geração de eletricidade a partir do gás fosse de aproximadamente 8% (intervalo interquartil 3–11%) da eletricidade global produzida em 2050, enquanto o uso de carvão mostra uma redução acentuada em todas as trajetórias e seria reduzida para perto de 0% (0–2%) na geração elétrica (alta confiança). Embora reconhecendo os desafios, as diferenças entre as opções e as circunstâncias nacionais, a viabilidade política, econômica, social e técnica da energia solar, energia eólica e tecnologias de armazenamento de eletricidade melhoraram substancialmente nos últimos anos (alta confiança). Essas melhorias sinalizam uma possível transição do sistema na geração de eletricidade {2.4.1, 2.4.2, Figura 2.1, Tabela 2.6, Tabela 2.7, Capítulo Transversal Quadro 6 no Capítulo 3, 4.2.1, 4.3.1, 4.3.3, 4.5.2, Figura SPM.3b}

C.2.3 Projeta-se que as emissões de CO<sub>2</sub> da indústria em trajetórias que limitam o aquecimento global a 1,5°C, sem overshoot ou com overshoot limitado, sejam cerca de 65–90% (intervalo interquartil) menores em 2050 em relação a 2010, comparado com os 50–80% para o aquecimento global de 2°C (confiança média). Essas reduções podem ser alcançadas por meio de combinações de tecnologias e práticas novas e existentes, incluindo eletrificação, hidrogênio, matérias-primas bio-sustentáveis, substituição de produtos e captura, utilização e armazenamento de carbono (CCUS). Essas opções são tecnicamente comprovadas em várias escalas, mas sua implantação em grande escala pode ser limitada pela capacidade econômica, financeira, humana e restrições institucionais em contextos específicos e características específicas de instalações industriais de grande porte. Na indústria, as reduções de emissões obtidas por meio da eficiência energética e de processos por si só são insuficientes para limitar o aquecimento a 1,5°C sem overshoot ou com overshoot limitado (alta confiança). {2.4.3, 4.2.1, Tabela 4.1, Tabela 4.3, 4.3.3, 4.3.4, 4.5.2}

- C.2.4 A transição do sistema urbano e de infraestrutura consistente com a limitação do aquecimento global a 1,5°C sem *overshoot* ou com *overshoot* limitado implicaria, por exemplo, em mudanças nas práticas de ordenamento fundiário e urbano, bem como em reduções de emissões mais profundas nos transportes e edificações, comparadas com as trajetórias que limitem o aquecimento global abaixo de 2°C (*confiança média*). Medidas técnicas e práticas que permitam reduções profundas de emissões incluem várias opções de eficiência energética. Nas trajetórias que limitam o aquecimento global a 1,5°C sem *overshoot* ou com *overshoot* limitado, a participação da eletricidade na demanda energética em edificações seria cerca de 55–75% em 2050, comparado a 50–70% em 2050 para o aquecimento global de 2°C (*confiança média*). No setor de transportes, a participação da energia final de baixa emissão subiria de menos de 5% em 2020 para cerca de 35–65% em 2050, comparado a 25–45% para o aquecimento global de 2°C (*confiança média*). Barreiras econômicas, institucionais e socioculturais podem inibir essas transições de sistemas urbanos e de infraestrutura, dependendo das circunstâncias nacionais, regionais e locais, das capacidades e da disponibilidade de capital. (*alta confiança*) {2.3.4, 2.4.3, 4.2.1, Tabela 4.1, 4.3.3, 4.5.2}.
- C.2.5 Encontram-se em todas as trajetórias que limitam o aquecimento global a 1,5°C, sem ou com *overshoot* limitado, as transições no uso da terra em nível global e regional, mas sua escala depende do portfólio de mitigação implementado. As trajetórias modeladas que limitam o aquecimento global a 1,5°C sem ou com *overshoot* limitado projetam que terras agrícolas alocadas para produção de alimentos e rações podem reduzir 4 milhões de km<sup>2</sup> ou até aumentar 2,5 milhões de km<sup>2</sup>, e apresentar redução de 0,5 a 11 milhões de km<sup>2</sup> nas áreas de pastagens, que deverão ser convertidas em um aumento de 0 a 6 milhões de km<sup>2</sup> de terras agrícolas alocadas para fins de produção energética, além de uma redução de 2 milhões de km<sup>2</sup> para um aumento de 9,5 milhões de km<sup>2</sup> em florestas até 2050 em relação a 2010 (*confiança média*).<sup>16</sup> Transições de uso da terra de magnitude similar podem ser observadas em trajetórias modeladas de 2°C (*confiança média*). Essas grandes transições apresentam desafios profundos para o manejo sustentável dos diversos usos de terra para assentamentos humanos, alimentos, alimentação animal, fibras, bioenergia, armazenamento de carbono, biodiversidade e outros serviços ecossistêmicos (*alta confiança*). As opções de mitigação que limitam a demanda por terra incluem a intensificação sustentável de práticas de uso da terra, restauração de ecossistemas e mudanças para dietas menos intensivas em recursos (*alta confiança*). A implementação de opções de mitigação baseadas na terra exigiria a superação das barreiras socioeconômicas, institucionais, tecnológicas, financeiras e ambientais que diferem entre as regiões (*alta confiança*). {2.4.4, Figura 2.24, 4.3.2, 4.3.7, 4.5.2, Caixa 7 do Capítulo Transversal no Capítulo 3}
- C.2.6 Investimentos médios anuais adicionais relacionados à energia para o período de 2016 a 2050 em trajetórias que limitam o aquecimento a 1,5°C, comparados com trajetórias sem novas políticas climáticas além das atuais, são estimados em cerca de US\$<sub>2010</sub> 830 bilhões (variação de US\$<sub>2010</sub> 150 bilhões a US\$<sub>2010</sub> 1.700 bilhões de dólares em seis modelos<sup>17</sup>). Isso comparado ao total anual de investimentos em fornecimento de energia em trajetórias de 1,5°C de US\$<sub>2010</sub> 1.460 a US\$<sub>2010</sub> 3.510 bilhões, e investimentos médios totais anuais em demanda de energia de 640 a 910 bilhões (US\$<sub>2010</sub>) para o período de 2016 a 2050. Os investimentos totais relacionados à energia aumentam em cerca de 12% (intervalo de 3% a 24%) em trajetórias de 1,5°C em relação às de 2°C. Os investimentos anuais em tecnologias de baixo carbono e eficiência energética são ampliados em aproximadamente um fator de seis (intervalo de fator de 4 a 10) até 2050 comparado com 2015 (*confiança média*). {2.5.2, Caixa 4.8, Figura 2.27}
- C.2.7 Trajetórias modeladas que limitam o aquecimento global a 1,5°C, sem *overshoot* ou com *overshoot* limitado, projetam uma ampla faixa de custos marginais médios globais de abatimento descontados ao longo do século XXI. Eles são aproximadamente 3-4 vezes mais altos em trajetórias que limitam o aquecimento global abaixo de 2°C (*alta confiança*). A literatura econômica distingue os custos marginais de abatimento dos custos totais de mitigação na economia. A literatura sobre os custos totais de mitigação das trajetórias de 1,5°C é limitada e não foi avaliada neste relatório. As lacunas de conhecimento permanecem na avaliação integrada de custos e benefícios de mitigação alinhados com as trajetórias que limitam o aquecimento a 1,5°C. {2.5.2; 2.6; Figura 2.26}

<sup>16</sup> As mudanças projetadas de uso da terra apresentadas não são implantadas em seus limites superiores simultaneamente em uma única trajetória.

<sup>17</sup> Incluindo duas trajetórias que limitam o aquecimento a 1,5°C, sem *overshoot* ou com *overshoot* limitado, e quatro trajetórias com *overshoot* alto.

- C.3 Todas as trajetórias que limitam o aquecimento global a 1,5°C sem *overshoot* ou com *overshoot* limitado projetam o uso de Remoção de Dióxido de Carbono (*Carbon Dioxide Removal* – CDR), na ordem de 100–1000 GtCO<sub>2</sub> ao longo do século XXI. O CDR seria usado para compensar as emissões residuais, e, em muitos casos, chegar a valores líquidos negativos de emissões para retornar ao aquecimento global de 1,5°C (*alta confiança*). O uso de CDR de centenas de GtCO<sub>2</sub> está sujeito a limitações diversas de viabilidade e sustentabilidade (*alta confiança*). Reduções significativas nas emissões no curto prazo e medidas para reduzir a demanda de energia e terra podem limitar a implantação de CDRs a algumas centenas de GtCO<sub>2</sub> sem depender da bioenergia, com captura e armazenamento de carbono (BECCS) (*alta confiança*). {2.3, 2.4, 3.6.2, 4.3, 5.4}**
- C.3.1 As medidas potenciais e as já existentes de CDR incluem florestamento, reflorestamento, restauração da terra e sequestro de carbono no solo, BECCS, captura e armazenagem de carbono diretamente do ar (DACCS), intemperismo intenso e alcalinização dos oceanos. Elas diferem amplamente em termos de maturidade, potenciais, custos, riscos, cobenefícios e *trade-offs* (*alta confiança*). Até o momento, apenas algumas trajetórias publicadas incluem medidas de CDR além do reflorestamento e BECCS. {2.3.4, 3.6.2, 4.3.2, 4.3.7}
- C.3.2 Nas trajetórias que limitam o aquecimento global a 1,5°C sem *overshoot* ou com *overshoot* limitado, projeta-se que a aplicação de BECCS varie entre 0–1, 0–8, e 0–16 GtCO<sub>2</sub> ano<sup>-1</sup> em 2030, 2050, e 2100, respectivamente, enquanto as medidas relacionadas a CDR no setor de Agricultura, Floresta e Outros Usos da Terra (AFOLU) projetam remover 0–5, 1–11, e 1–5 GtCO<sub>2</sub> ano<sup>-1</sup> nesses mesmos anos (*confiança média*). O limite superior dessas faixas de implantação em meados do século excede o potencial de BECCS de até 5 GtCO<sub>2</sub> ano<sup>-1</sup> e o potencial de reflorestamento de até 3,6 GtCO<sub>2</sub> ano<sup>-1</sup> avaliado com base na literatura recente (*confiança média*). Algumas trajetórias evitam a completa implantação de BECCS por meio de medidas do lado da demanda e maior confiança nas medidas de CDR relacionadas a AFOLU (*confiança média*). O uso da bioenergia pode ser alto ou até mais alto quando BECCS é excluído, comparado a quando é incluído devido ao seu potencial para substituir os combustíveis fósseis intersetorialmente (*alta confiança*). (Figura SPM.3b) {2.3.3, 2.3.4, 2.4.2, 3.6.2, 4.3.1, 4.2.3, 4.3.2, 4.3.7, 4.4.3, Tabela 2.4}
- C.3.3 Trajetórias com *overshoot* de 1,5°C de aquecimento global recorrem ao CDR excedendo as emissões residuais de CO<sub>2</sub> no final do século para retornar abaixo de 1,5°C até 2100, com maiores *overshoots* exigindo maiores quantidades de CDR (Figura SPM.3b) (*alta confiança*). Limitações no ritmo, escala e aceitabilidade social da implantação de CDR, portanto, determinam a capacidade de retornar o aquecimento global para abaixo de 1,5°C após um *overshoot*. O entendimento do ciclo de carbono e do sistema climático ainda é limitado no que se refere à eficácia das emissões negativas líquidas para reduzir as temperaturas após o pico (*alta confiança*). {2.2, 2.3.4, 2.3.5, 2.6, 4.3.7, 4.5.2, Tabela 4.11}
- C.3.4 A maioria das medidas atuais e potenciais de CDR poderia ter impactos significativos sobre a terra, energia, água ou nutrientes, se implementadas em larga escala (*alta confiança*). O reflorestamento e a bioenergia podem competir com outros usos da terra e podem ter impactos significativos nos sistemas agrícolas e alimentares, na biodiversidade e em outras funções e serviços ecossistêmicos (*alta confiança*). É preciso uma governança eficaz para limitar tais *trade-offs* e garantir a permanência da remoção de carbono em reservatórios terrestres, geológicos e oceânicos (*alta confiança*). A viabilidade e sustentabilidade do uso de CDR poderiam ser aprimoradas por um portfólio de opções utilizadas em escalas significativas, porém menores, em vez de uma única opção em escala maior (*alta confiança*). (Figura SPM.3b). {2.3.4, 2.4.4, 2.5.3, 2.6, 3.6.2, 4.3.2, 4.3.7, 4.5.2, 5.4.1, 5.4.2; Capítulo Transversal Quadros 7 e 8 no Capítulo 3, Tabela 4.11, Tabela 5.3, Figura 5.3}
- C.3.5 Algumas medidas de CDR ligadas a AFOLU, tais como recuperação de ecossistemas naturais e sequestro de carbono do solo podem oferecer cobenefícios como a melhoria da biodiversidade, qualidade do solo, e segurança alimentar local. Se implementadas em larga escala, exigiriam sistemas de governança que possibilitassem o manejo sustentável da terra para conservar e proteger os estoques de carbono da terra e outras funções e serviços ecossistêmicos. (*confiança média*). (Figura SPM.4) {2.3.3, 2.3.4, 2.4.2, 2.4.4, 3.6.2, 5.4.1, Capítulo Transversal Quadros 3 no Capítulo 1 e 7 Capítulo 3, 4.3.2, 4.3.7, 4.4.1, 4.5.2, Tabela 2.4}

## D. Fortalecendo a resposta global no contexto do desenvolvimento sustentável e dos esforços para erradicar a pobreza

**D.1 As estimativas do resultado das emissões globais das atuais ambições de mitigação nacionalmente declaradas, submetidas no Acordo de Paris, levariam a emissões globais de gases de efeito estufa<sup>18</sup> em 2030 de 52–58 GtCO<sub>2</sub>eq ano<sup>-1</sup> (*confiança média*). Trajetórias que refletem essas ambições não limitariam o aquecimento global a 1,5°C, mesmo se suplementados por aumentos muito desafiadores na escala e na ambição de reduções de emissões após 2030 (*alta confiança*). Evitar o *overshoot* e a dependência na futura implantação em larga escala da remoção de dióxido de carbono (CDR) só pode ser alcançada se as emissões globais de CO<sub>2</sub> começarem a diminuir bem antes de 2030 (*alta confiança*). {1.2, 2.3, 3.3, 3.4, 4.2, 4.4, Capítulo Transversal Quadro 11 no Capítulo 4}**

D.1.1 Trajetórias que limitam o aquecimento global a 1,5°C sem *overshoot* ou com *overshoot* limitado mostram claramente reduções de emissões até 2030 (*alta confiança*). Com exceção de uma trajetória, todas mostram um declínio nas emissões globais de GEE abaixo de 35 GtCO<sub>2</sub>eq ano<sup>-1</sup> em 2030, e metade das trajetórias disponíveis apresentam intervalo de 25–30 GtCO<sub>2</sub>eq ano<sup>-1</sup> (intervalo interquartil), que representa uma redução de 40–50% em relação aos níveis de 2010 (*alta confiança*). Trajetórias que refletem a corrente ambição de mitigação declarada nacionalmente até 2030 são amplamente consistentes com trajetórias custo-efetivas que resultam em um aquecimento global de aproximadamente 3°C até 2100, com o aquecimento continuando depois disso (*confiança média*). {2.3.3, 2.3.5, Capítulo Transversal Quadro 11 no Capítulo 4, 5.5.3.2}

D.1.2 Trajetórias com *overshoot* resultam em impactos maiores e desafios associados comparados com trajetórias que limitam o aquecimento global a 1,5°C sem *overshoot* ou com *overshoot* limitado (*alta confiança*). A reversão do aquecimento após um *overshoot* igual ou maior que 0,2°C durante este século exigiria aumento de escala e implantação de CDR em taxas e volumes que podem não ser alcançáveis, devido aos consideráveis desafios de implementação (*confiança média*). {1.3.3, 2.3.4, 2.3.5, 2.5.1, 3.3, 4.3.7, Capítulo Transversal Quadro 8 em Capítulo 3, Capítulo Transversal Quadro 11 em Capítulo 4}

D.1.3 Quanto menores as emissões em 2030, menor é o desafio de limitar o aquecimento global a 1,5°C após 2030 sem *overshoot* ou com *overshoot* limitado (*alta confiança*). Os desafios de retardar ações para reduzir as emissões de GEE incluem o risco de escalonamento de custos, aprisionamento tecnológico na infraestrutura emissora de carbono, ativos ociosos e flexibilidade reduzida nas futuras opções de resposta no médio a longo prazo (*alta confiança*). Isso pode aumentar impactos distributivos desiguais entre países em diferentes estágios de desenvolvimento (*confiança média*). {2.3.5, 4.4.5, 5.4.2}

**D.2 Os impactos evitados da mudança do clima sobre o desenvolvimento sustentável, a erradicação da pobreza e a redução das desigualdades seriam maiores se o aquecimento global for limitado a 1,5°C em vez de 2°C, se as sinergias entre mitigação e adaptação fossem maximizadas enquanto os *trade-offs* fossem minimizados (*alta confiança*). {1.1, 1.4, 2.5, 3.3, 3.4, 5.2, Tabela 5.1}**

D.2.1 Os impactos e respostas à mudança do clima estão intimamente vinculados ao desenvolvimento sustentável, que equilibra o bem-estar social, a prosperidade econômica e a proteção ambiental. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (ODS), adotados em 2015, proporcionam uma estrutura estabelecida para avaliar os vínculos entre o aquecimento global de 1,5°C ou 2°C e as metas de desenvolvimento que incluem erradicação da pobreza, redução de desigualdades e ação climática (*alta confiança*) {Capítulo Transversal Quadro 4 no Capítulo 1, 1.4, 5.1}

D.2.2 A consideração de ética e equidade pode ajudar a abordar a distribuição desigual de impactos adversos associados a 1,5°C e níveis mais altos de aquecimento global, bem como aqueles de mitigação e adaptação, particularmente para populações pobres e desfavorecidas, em todas as sociedades (*alta confiança*). {1.1.1, 1.1.2, 1.4.3, 2.5.3, 3.4.10, 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, Capítulo Transversal Quadro 4 no Capítulo 1, Capítulo Transversal Quadros 6 e 8 no Capítulo 3, e Capítulo Transversal Quadro 12 no Capítulo 5}

D.2.3 A mitigação e a adaptação consistentes com a limitação do aquecimento global a 1,5°C são sustentadas por condições favoráveis, avaliadas nesse relatório nas dimensões geofísica, ambiental-ecológica, tecnológica, econômica, sociocultural e institucional da viabilidade. Governança multinível fortalecida, capacidade institucional, instrumentos de política, inovação tecnológica e

<sup>18</sup> As emissões de GEE foram agregadas aos valores de GWP de 100 anos, conforme apresentado no Segundo Relatório de Avaliação do IPCC.

transferência e mobilização de financiamento e mudanças no estilo de vida e comportamento humano são condições facilitadoras que aumentam a viabilidade de opções de mitigação e adaptação para transições de sistemas consistentes com 1,5°C (*alta confiança*) {1.4, Capítulo Transversal Quadro 3 nos Capítulos 1, 4.4, 4.5, 5.6}

### **D.3 As opções de adaptação específicas aos contextos nacionais, se cuidadosamente selecionadas juntamente com as condições favoráveis, trarão benefícios para o desenvolvimento sustentável e a redução da pobreza com aquecimento global de 1,5°C, embora *trade-offs* sejam possíveis (*alta confiança*). {1.4, 4.3, 4.5}**

- D.3.1 As opções de adaptação que reduzem a vulnerabilidade dos sistemas humanos e naturais têm muitas sinergias com o desenvolvimento sustentável, se bem gerenciadas, tais como garantir a segurança alimentar e hídrica, reduzir os riscos de desastres, melhorar as condições de saúde, manter os serviços ecossistêmicos e reduzir a pobreza e a desigualdade (*alta confiança*). O aumento do investimento em infraestrutura física e social é uma condição fundamental para melhorar a resiliência e as capacidades adaptativas das sociedades. Esses benefícios podem ocorrer na maioria das regiões com adaptação a 1,5°C de aquecimento global (*alta confiança*). {1.4.3, 4.2.2, 4.3.1, 4.3.2, 4.3.3, 4.3.5, 4.4.1, 4.4.3, 4.5.3, 5.3.1, 5.3.2}
- D.3.2 A adaptação ao aquecimento global de 1,5°C também pode resultar em *trade-offs* ou más adaptações com impactos adversos para o desenvolvimento sustentável. Por exemplo, se mal desenhados ou implementados, os projetos de adaptação em vários setores podem aumentar as emissões de gases de efeito estufa e o uso da água, aumentar a desigualdade social e de gênero, minar as condições de saúde e interferir nos ecossistemas naturais (*alta confiança*). Esses *trade-offs* podem ser reduzidos por adaptações que incluem atenção à pobreza e ao desenvolvimento sustentável (*alta confiança*). {4.3.2, 4.3.3, 4.5.4, 5.3.2; Capítulo Transversal Quadros 6 e 7 no Capítulo 3}
- D.3.3 Uma combinação de opções de adaptação e mitigação para limitar o aquecimento global a 1,5°C, implementado de forma participativa e integrada, pode permitir transições sistêmicas rápidas em áreas urbanas e rurais (*alta confiança*). Elas são mais efetivas quando alinhadas com o desenvolvimento econômico e sustentável, e quando governos locais e regionais e os tomadores de decisão são apoiados pelos governos nacionais (*confiança média*) {4.3.2, 4.3.3, 4.4.1, 4.4.2}
- D.3.4 As opções de adaptação que também mitigam emissões podem apresentar sinergias e economia de custos na maioria dos setores e de sistemas de transição, como quando a gestão de terras reduz as emissões e o risco de desastres, ou quando as edificações de baixo carbono também são projetadas para refrigeração eficiente. Os *trade-offs* entre mitigação e adaptação, ao limitar o aquecimento global a 1,5°C, como quando cultivos bioenergéticos, reflorestamento ou florestamento invadem terras necessárias à adaptação agrícola, podem minar a segurança alimentar, meios de subsistência, funções e serviços ecossistêmicos e outros aspectos do desenvolvimento sustentável. (*alta confiança*) {3.4.3, 4.3.2, 4.3.4, 4.4.1, 4.5.2, 4.5.3, 4.5.4}

### **D.4 As opções de mitigação consistentes com as trajetórias de 1,5°C estão associadas a múltiplas sinergias e *trade-offs* com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Embora o número total de sinergias possíveis exceda o número de *trade-offs*, seu efeito líquido dependerá do ritmo e da magnitude das mudanças, da composição do portfólio de mitigação e da gestão da transição. (*alta confiança*) (Figura SPM.4) {2.5, 4.5, 5.4}**

- D.4.1 As trajetórias de 1,5°C têm sinergias robustas, particularmente com os ODS 3 (saúde), 7 (energia limpa), 11 (cidades e comunidades), 12 (consumo e produção responsável) e 14 (oceanos) (*confiança muito alta*). Algumas trajetórias de 1,5°C mostram potenciais *trade-offs* com mitigação para os ODS 1 (pobreza), 2 (fome), 6 (água) e 7 (acesso à energia), se não forem cuidadosamente gerenciados (*alta confiança*). {5.4.2; Figura 5.4, Capítulo Transversal Quadros 7 e 8 no Capítulo 3, Figura SPM.}
- D.4.2 As trajetórias de 1,5°C que incluem baixa demanda de energia (por exemplo, ver P1 na Figura SPM.3a e SPM.3b), baixo consumo material e baixo consumo de alimentos intensivo em GEE, têm as sinergias mais pronunciadas e o menor número de *trade-offs* com respeito ao desenvolvimento sustentável e os ODS (*alta confiança*). Tais trajetórias reduziriam a dependência de CDR. Nas trajetórias modeladas, o desenvolvimento sustentável, a erradicação da pobreza e a redução da desigualdade podem ajudar a limitar o aquecimento a 1,5°C (*alta confiança*). (Figura SPM.3b, Figura SPM.4) {2.4.3, 2.5.1, 2.5.3, Figura 2.4, Figura 2.28, 5.4.1, 5.4.2, Figura 5.4}

## Vínculos indicativos entre opções de mitigação e desenvolvimento sustentável usando ODS

(Os vínculos não mostram custos e benefícios)

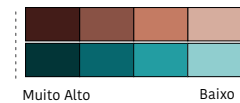
As opções de mitigação implementadas em cada setor podem ser associadas a potenciais efeitos positivos (sinergias) ou negativos (*trade-offs*) com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). O grau em que esse potencial é percebido dependerá do portfólio de opções de mitigação selecionado, do desenho da política de mitigação e do contexto e circunstâncias locais. Particularmente nos setores demandantes de energia, o potencial para sinergias é maior que para *trade-offs*. O grupo de barras avaliou individualmente as opções de mitigação por nível de confiança e levou em consideração a força relativa das conexões mitigação-ODS avaliadas.

O comprimento mostra a força da conexão

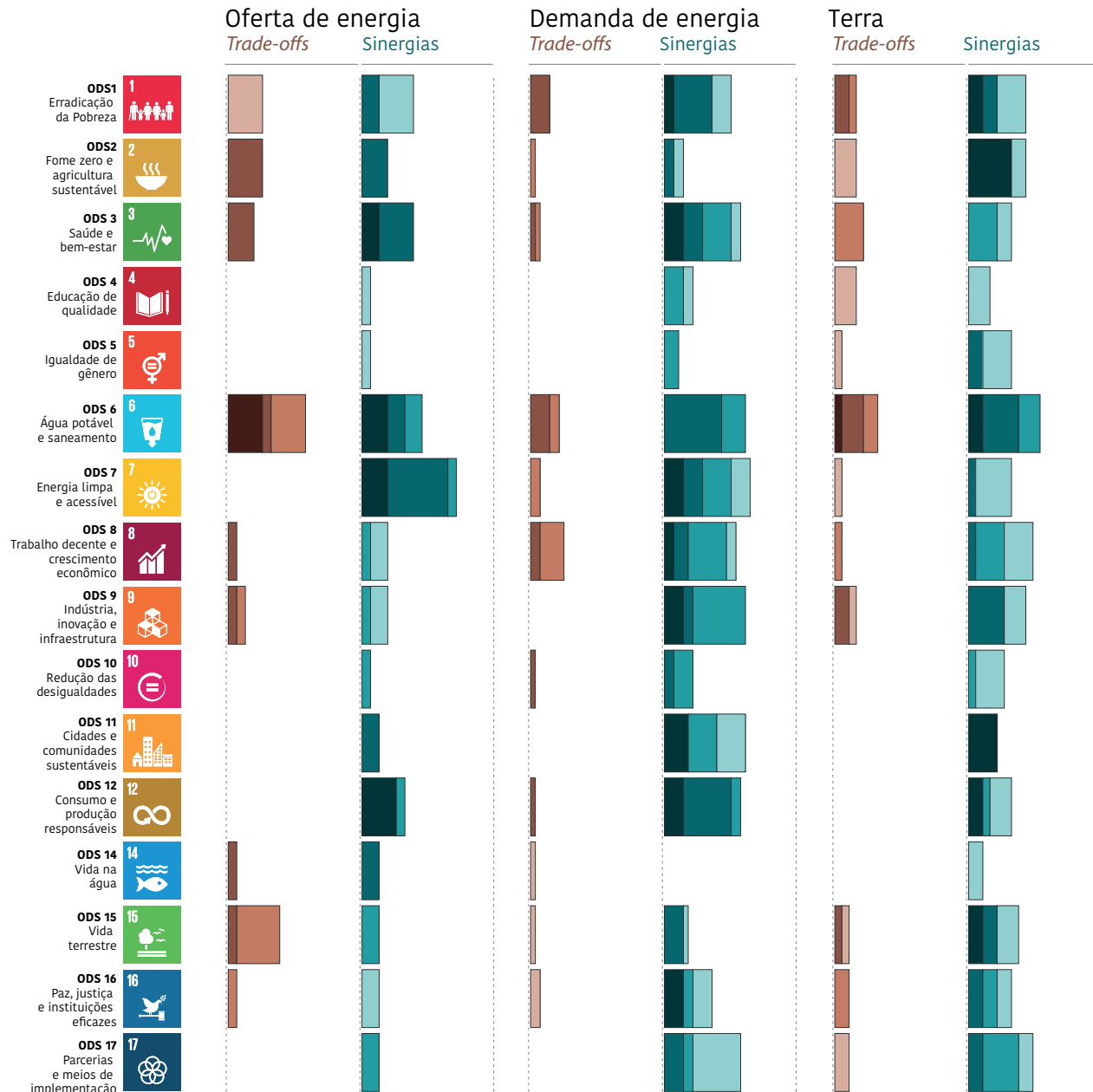


O tamanho total das barras coloridas representa o relativo para sinergias e trade-offs entre as opções setoriais de mitigação e os ODS.

Tonalidades mostram o nível de confiança



As tonalidades representam o nível de confiança do potencial avaliado para Sinergias ou Trade-offs.





**Figura SPM.4:** Potenciais sinergias e *trade-offs* entre o portfólio setorial das opções de mitigação da mudança do clima e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Os ODS servem como uma estrutura analítica para a avaliação das diferentes dimensões do desenvolvimento sustentável, as quais se estendem além do período das metas de 2030 dos ODS. A avaliação é baseada na literatura sobre opções de mitigação consideradas relevantes para 1,5°C. A força avaliada das interações de ODS é baseada na avaliação qualitativa e quantitativa das opções individuais de mitigação listadas na Tabela 5.2. Para cada opção de mitigação, a força de conexão-ODS, bem como a confiança associada da literatura subjacente (tons de verde e vermelho) foi avaliada. A força de conexões positivas (sinergias) e conexões negativas (*trade-offs*) em todas as opções individuais dentro de um setor (veja a Tabela 5.2) são agregadas em potenciais setoriais para todo o portfólio de mitigação. As áreas (brancas) fora das barras, que indicam ausência de interações, têm *baixa confiança* devido à incerteza e ao número limitado de estudos que exploram efeitos indiretos. A força da conexão considera apenas o efeito da mitigação e não inclui benefícios de impactos evitados. O ODS 13 (ação climática) não está listado porque a mitigação está sendo considerada em termos de interações com os ODS e não vice-versa. As barras denotam a força da conexão e não consideram a força do impacto sobre os ODS. Ao nível da demanda de energia se consideram respostas comportamentais, troca de combustível e opções de eficiência no transporte, na indústria e no setor de edificações, bem como opções de captura de carbono no setor industrial. As opções avaliadas ao nível dos setores ofertantes de energia compreendem renováveis de biomassa e não-biomassa, nuclear, CCS com bioenergia e CCS com combustíveis fósseis. Opções no setor da terra compreendem opções agrícolas e florestais, dietas sustentáveis e redução do desperdício de alimentos, sequestro no solo, manejo de gado e esterco, redução do desmatamento, florestamento e reflorestamento, abastecimento responsável. Além desta figura, opções no setor oceânico são discutidas no relatório subjacente. {5.4, Tabela 5.2, Figura 5.2}

Informações sobre os impactos líquidos da mitigação no desenvolvimento sustentável em trajetórias de 1,5°C estão disponíveis apenas para um número limitado de ODS e opções de mitigação. Apenas um número limitado de estudos avaliou os benefícios dos impactos evitados da mudança do clima em trajetórias de 1,5°C para os ODS, e os coefeitos da adaptação para a mitigação e os ODS. A avaliação dos potenciais indicativos de mitigação na Figura SPM.4 está um passo além do AR5 em direção a uma avaliação mais abrangente e integrada no futuro.

- D.4.3 As trajetórias modeladas de 1,5°C e 2°C frequentemente dependem da implantação de medidas de larga escala relacionadas à terra, como reflorestamento e oferta de bioenergia, as quais, se mal manejadas, podem competir com a produção de alimentos e assim aumentar as preocupações relativas à segurança alimentar (*alta confiança*). Os impactos das opções de remoção de dióxido de carbono (CDR) nos ODS dependem do tipo de opções e das escalas de implantação (*alta confiança*). Se mal implementadas, as opções de CDR tais como BECCS e AFOLU podem levar a *trade-offs*. O projeto e a implementação relevantes ao contexto exigem a consideração das necessidades das pessoas, da biodiversidade e de outras dimensões do desenvolvimento sustentável (*confiança muito alta*). {Figura SPM.4, 5.4.1.3, Capítulo Transversal Quadro 7 no Capítulo 3}
- D.4.4 A mitigação consistente com as trajetórias de 1,5°C cria riscos para o desenvolvimento sustentável em regiões com alta dependência de combustíveis fósseis para geração de renda e emprego (*alta confiança*). Políticas que promovam a diversificação da economia e do setor de energia podem enfrentar os desafios associados (*alta confiança*). {5.4.1.2, Quadro 5.2}
- D.4.5 Políticas redistributivas em todos os setores e populações que protegem os pobres e vulneráveis podem resolver os *trade-offs* para uma série de ODS, particularmente fome, pobreza e acesso à energia. As necessidades de investimento para essas políticas complementares são apenas uma pequena fração dos investimentos totais de mitigação nas trajetórias de 1,5°C. (*alta confiança*) {2.4.3, 5.4.2, Figura 5.5}
- D.5 Limitar os riscos do aquecimento global de 1,5°C no contexto do desenvolvimento sustentável e erradicação da pobreza implica transições de sistemas que podem ser viabilizadas por um aumento de investimentos em adaptação e mitigação, instrumentos de políticas, aceleração da inovação tecnológica e mudanças de comportamento (*alta confiança*). {2.3, 2.4, 2.5, 3.2, 4.2, 4.4, 4.5, 5.2, 5.5, 5.6}**
- D.5.1 Direcionar o financiamento para investimentos em infraestrutura para mitigação e adaptação poderia fornecer recursos adicionais. Isto poderia envolver a mobilização de fundos privados por investidores institucionais, gestores de ativos e bancos de desenvolvimento ou de investimento, bem como a provisão de fundos públicos. Políticas governamentais que diminuam o risco de investimentos em baixa emissão e adaptação podem facilitar a mobilização de fundos privados e aumentar a eficácia de outras políticas públicas. Estudos indicam uma série de desafios, incluindo o acesso ao financiamento e à mobilização de fundos (*alta confiança*) {2.5.2, 4.4.5}
- D.5.2 O financiamento da adaptação consistente com o aquecimento global de 1,5°C é difícil de quantificar e comparar com o de 2°C. As lacunas de conhecimento incluem dados insuficientes para calcular investimentos específicos que aumentem a resiliência climática, a partir da provisão de infraestrutura básica atualmente subinvestida. As estimativas dos custos de adaptação podem ser menores

para o aquecimento global de 1,5°C que para o 2°C. As necessidades de adaptação têm sido apoiadas tipicamente por recursos do setor público, tais como orçamentos governamentais subnacionais e nacionais, e nos países em desenvolvimento, juntamente com o apoio da assistência ao desenvolvimento, bancos de desenvolvimento multilaterais e os canais da UNFCCC (*confiança média*). Mais recentemente, há uma compreensão crescente da escala e do aumento do financiamento de ONGs e fundos privados em algumas regiões (*confiança média*). As barreiras incluem a escala de financiamento da adaptação, a capacidade limitada e o acesso ao financiamento para adaptação. (*confiança média*). {4.4.5, 4.6}

D.5.3 Trajetórias oriundas de modelos globais projetam que limitar o aquecimento global a 1,5°C envolve necessidades médias anuais de investimentos no sistema energético de aproximadamente US\$<sub>2010</sub> 2,4 trilhões entre 2016 e 2035, o que representa cerca de 2,5% do PIB mundial (*confiança média*). {2.5.2, 4.4.5, Quadro 4.8}

D.5.4 Instrumentos de políticas podem ajudar a mobilizar recursos adicionais, inclusive por meio de uma mudança em investimentos e poupanças globais, e por meio de instrumentos de mercado e não-mercado, bem como medidas de acompanhamento que garantam a equidade da transição, reconhecendo os desafios relacionados à implementação, incluindo aqueles de custos de energia, depreciação de ativos e impactos sobre a concorrência internacional, e usando as oportunidades para maximizar cobenefícios (*alta confiança*) {1.3.3, 2.3.4, 2.3.5, 2.5.1, 2.5.2, Capítulo Transversal Quadro 8 no Capítulo 3 e 11 no Capítulo 4, 4.4.5, 5.5.2}

D.5.5 As transições de sistemas consistentes com a adaptação e a limitação do aquecimento global a 1,5°C incluem a adoção generalizada de novas e disruptivas tecnologias, e possivelmente inovação orientada pelo clima. Isso implica capacidades aprimoradas de inovação tecnológica, inclusive na indústria e nas finanças. Ambas políticas nacionais de inovação e cooperação internacional podem contribuir para o desenvolvimento, a comercialização e a adoção generalizada de tecnologias de mitigação e adaptação. Políticas de inovação podem ser mais efetivas quando combinam apoio público para pesquisa e desenvolvimento com políticas mistas que fornecem incentivos para difusão tecnológica. (*alta confiança*) {4.4.4, 4.4.5}.

D.5.6 As abordagens em educação, informação e comunidade, incluindo aquelas que são baseadas no conhecimento indígena e no conhecimento local, podem acelerar as mudanças de comportamento em larga escala, consistentes com a adaptação e limitação do aquecimento global a 1,5°C. Essas abordagens são mais efetivas quando combinadas com outras políticas, e personalizadas às motivações, capacidades e recursos de atores e contextos específicos (*alta confiança*). A aceitabilidade pública pode permitir ou inibir a implementação de políticas e medidas para limitar o aquecimento global a 1,5°C e para adaptar às consequências. A aceitação pública depende da avaliação individual das consequências políticas esperadas, da percepção de que a distribuição dessas consequências é justa e da percepção de que os procedimentos de decisão são justos. (*alta confiança*). {1.1, 1.5, 4.3.5, 4.4.1, 4.4.3, Quadro 4.3, 5.5.3, 5.6.5}

**D.6 O desenvolvimento sustentável apoia, e quase sempre permite, as transições e transformações sociais e de sistema fundamentais que ajudam a limitar o aquecimento global a 1,5°C. Tais mudanças facilitam a busca por trajetórias de desenvolvimento resilientes ao clima, que atinjam os objetivos ambiciosos de mitigação e adaptação juntamente com os de erradicação da pobreza e os esforços de redução de desigualdades (*alta confiança*). {Quadro 1.1, 1.4.3, Figura 5.1, 5.5.3, Quadro 5.3}**

D.6.1 A justiça social e a equidade são aspectos fundamentais das trajetórias de desenvolvimento resilientes ao clima que visam limitar o aquecimento global a 1,5°C ao enfrentarem desafios e *trade-offs* inevitáveis, ampliarem as oportunidades e garantirem que opções, visões e valores sejam deliberados, entre e dentro de países e comunidades, sem fazer com que as condições dos mais pobres e desfavorecidos piorem (*alta confiança*). {5.5.2, 5.5.3, Quadro 5.3, Figura 5.1, Figura 5.6, Capítulo Transversal Quadros 12 e 13 no Capítulo 5}

D.6.2 O potencial para as trajetórias de desenvolvimento resilientes ao clima difere entre e dentro de regiões e nações, devido a diferentes contextos de desenvolvimento e vulnerabilidades sistêmicas (*confiança muito alta*). Esforços ao longo de tais trajetórias até o momento têm sido limitados (*confiança média*) e esforços intensificados envolveriam ações fortalecidas e oportunas de todos os países e atores não estatais (*alta confiança*). {5.5.1, 5.5.3, Figura 5.1}

D.6.3 Trajetórias que são consistentes com o desenvolvimento sustentável mostram menos desafios de mitigação e adaptação e estão associadas a menores custos de mitigação. A grande maioria dos estudos de modelagem não pôde construir trajetórias caracterizadas pela falta de cooperação internacional, pela desigualdade e pobreza que pudessem limitar o aquecimento a 1,5°C. (*alta confiança*) {2.3.1, 2.5.3, 5.5.2}

- D.7 O fortalecimento das capacidades para ação climática das autoridades nacionais e subnacionais, da sociedade civil, do setor privado, dos povos indígenas e das comunidades locais pode apoiar a implementação de ações ambiciosas que impliquem em limitar o aquecimento global a 1,5°C (*alta confiança*). A cooperação internacional pode proporcionar um ambiente propício para que isso seja alcançado em todos os países e para todos os povos, no contexto do desenvolvimento sustentável. A cooperação internacional é um catalisador crítico para países em desenvolvimento e regiões vulneráveis (*alta confiança*). {1.4, 2.3, 2.5, 4.2, 4.4, 4.5, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5, Quadro 4.1, Quadro 4.2, Quadro 4.7, Quadro 5.3, Capítulo Transversal Quadro 9 no Capítulo 4, Capítulo Transversal Quadro 13 no Capítulo 5}**
- D.7.1 Parcerias envolvendo atores privados e públicos não estatais, investidores institucionais, o sistema bancário, a sociedade civil e instituições científicas facilitarão ações e respostas consistentes com a limitação do aquecimento global a 1,5°C (*confiança muito alta*). {1.4, 4.4.1, 4.2.2, 4.4.3, 4.4.5, 4.5.3, 5.4.1, 5.6.2, Quadro 5.3}.
- D.7.2 A cooperação em governança multinível responsável e fortalecida, que inclua atores não estatais, tais como indústria, sociedade civil e instituições científicas, políticas setoriais e intersetoriais coordenadas em vários níveis de governança, políticas sensíveis ao gênero, finanças incluindo financiamento inovador e cooperação no desenvolvimento e transferência de tecnologia, pode garantir participação, transparência, capacitação e aprendizado entre diferentes atores (*alta confiança*). {2.5.2, 4.2.2, 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3, 4.4.4, 4.5.3, Capítulo Transversal Quadro 9 no Capítulo 4, 5.3.1, 4.4.5, 5.5.3, Capítulo Transversal Quadro 13 nos Capítulos 5, 5.6.1, 5.6.3}
- D.7.3 A cooperação internacional é um catalisador crítico para os países em desenvolvimento e regiões vulneráveis fortalecerem suas ações para a implementação de respostas climáticas consistentes com 1,5°C, inclusive por meio do aumento do acesso ao financiamento e à tecnologia e da melhoria das capacidades domésticas, levando em consideração as circunstâncias e necessidades nacionais e locais (*alta confiança*). {2.3.1, 4.4.1, 4.4.2, 4.4.4, 4.4.5, 5.4.1 5.5.3, 5.6.1, Quadro 4.1, Quadro 4.2, Quadro 4.7}.
- D.7.4 Esforços coletivos em todos os níveis, de forma a refletir as diferentes circunstâncias e capacidades, na busca pela limitação do aquecimento global a 1,5°C, levando em consideração a igualdade, bem como a eficácia, podem facilitar o fortalecimento da resposta global à mudança do clima, resultando em desenvolvimento sustentável e erradicação de pobreza (*alta confiança*). {1.4.2, 2.3.1, 2.5.2, 4.2.2, 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3, 4.4.4, 4.4.5, 4.5.3, 5.3.1, 5.4.1, 5.5.3, 5.6.1, 5.6.2, 5.6.3}

## Quadro SPM.1: Conceitos Fundamentais Centrais para este Relatório Especial

**Temperatura média global da superfície (GMST):** Média global estimada das temperaturas do ar próximo da superfície sobre a terra e o gelo marinho, e as temperaturas da superfície do mar sobre regiões oceânicas sem gelo, com alterações normalmente expressas como saídas de um valor ao longo de um período de referência especificado. Ao estimar as mudanças na GMST, as temperaturas do ar próximas da superfície sobre a terra e os oceanos também são usadas. <sup>19</sup>{1.2.1.1}

**Pré-industrial:** Período de vários séculos antes do início da atividade industrial em grande escala, por volta de 1750. O período de referência 1850–1900 é usado para aproximar a GSMT do período pré-industrial. {1.2.1.2}

**Aquecimento global:** O aumento estimado na GMST médio ao longo de um período de 30 anos, ou do período de 30 anos centrado em um determinado ano ou década, expresso em relação aos níveis pré-industriais, a menos que especificado de outra forma. Para períodos de 30 anos que se estendem por anos passados e futuros, presume-se que a atual tendência de aquecimento multidecadal continue. {1.2.1}

**Valor líquido zero de emissões de CO<sub>2</sub>:** Chega-se a emissões líquidas zero de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) quando as emissões antrópicas de CO<sub>2</sub> são equilibradas globalmente pelas remoções antrópicas de CO<sub>2</sub> durante um período específico.

**Remoção de Dióxido de Carbono (CDR):** Atividades antrópicas de remoção de CO<sub>2</sub> da atmosfera, armazenando-o de forma durável em reservatórios geológicos, terrestres ou oceânicos, ou em produtos. Inclui aumento antrópico existente e potencial de sumidouros biológicos ou geoquímicos e captura e armazenamento direto de ar, mas exclui a absorção natural de CO<sub>2</sub> não causada diretamente pelas atividades humanas.

**Orçamento total de carbono:** Estimativa cumulativa de emissões antrópicas globais líquidas de CO<sub>2</sub> do período pré-industrial até o momento em que as emissões antrópicas de CO<sub>2</sub> atingem valor líquido zero, que resultaria, com alguma probabilidade, na limitação do aquecimento global a um dado nível, contabilizando o impacto de outras emissões antrópicas. {2.2.2}

**Orçamento remanescente de carbono:** Estimativa cumulativa de emissões antrópicas globais líquidas de CO<sub>2</sub> a partir de uma determinada data até o momento em que as emissões antrópicas de CO<sub>2</sub> atingem valor líquido zero, que resultaria, com alguma probabilidade, na limitação do aquecimento global a um dado nível, contabilizando o impacto de outras emissões antrópicas. {2.2.2}

**Overshoot de temperatura:** A superação temporária de um nível específico de aquecimento global.

**Trajatória de emissões:** Neste Sumário para Formuladores de Políticas, as trajetórias modeladas das emissões globais antrópicas ao longo do século XXI são denominadas trajetórias de emissão. As trajetórias de emissão são classificadas pela sua trajetória de temperatura ao longo do século XXI: as trajetórias com pelo menos 50% de probabilidade, com base no conhecimento atual, de limitar o aquecimento global a menos de 1,5°C são classificadas como “sem *overshoot*”; as que limitam o aquecimento a menos de 1,6°C e voltam a 1,5°C até 2100 são classificadas como de “*overshoot* limitado a 1,5°C”; enquanto aquelas que ultrapassam 1,6°C, mas retornam a 1,5°C até 2100, são classificadas como “*overshoot* mais alto”.

**Impactos:** Efeitos da mudança do clima sobre os sistemas humanos e naturais. Os impactos podem ter resultados benéficos ou adversos para meios de subsistência, saúde e bem-estar, ecossistemas e espécies, serviços, infraestrutura e ativos econômicos, sociais e culturais.

**Risco:** O potencial de consequências adversas de um perigo relacionado ao clima para os sistemas humano e natural, resultante de interações entre esse perigo, vulnerabilidade e exposição do sistema afetado. O risco integra a probabilidade de exposição ao perigo e a magnitude de seu impacto. O risco também pode descrever o potencial de consequências adversas das respostas de adaptação ou mitigação à mudança do clima.

**Trajórias de desenvolvimento resilientes ao clima (CRDPs):** Trajetórias que fortalecem o desenvolvimento sustentável em múltiplos esforços e escalas para erradicar a pobreza por meio de transformações e transições sistêmicas e sociais equitativas, reduzindo a ameaça da mudança do clima por meio de ambiciosa mitigação, adaptação e resiliência climática.

<sup>19</sup> Relatórios anteriores do IPCC, refletindo a literatura, usaram uma variedade de métricas aproximadamente equivalentes de mudança de GMST.