

Mudança do clima e terra

Relatório especial do IPCC sobre mudança do clima,
desertificação, degradação da terra, manejo sustentável da
terra, segurança alimentar, e fluxos de gases de efeito estufa
em ecossistemas terrestres

Sumário para Formuladores de Políticas



Mudança do clima e terra

Um relatório especial do IPCC sobre mudança do clima, desertificação, degradação da terra, manejo sustentável da terra, segurança alimentar, e fluxos de gases de efeito estufa em ecossistemas terrestres

Sumário para Formuladores de Políticas

Editado por

Valérie Masson-Delmotte

Vice-Coordenador Grupo de Trabalho I

Hans-Otto Pörtner

Vice-Coordenador Grupo de Trabalho II

Jim Skea

Vice-Coordenador Grupo de Trabalho III

Eduardo Calvo Buendía

Vice-Coordenador do TFI

Panmao Zhai

Vice-Coordenador Grupo de Trabalho I

Debra Roberts

Vice-Coordenador Grupo de Trabalho II

Priyadarshi R. Shukla

Vice-Coordenador Grupo de Trabalho III

Raphael Slade

Chefe do TSU (Ciência)

Sarah Connors

Diretora de Ciência Sênior

Renée van Diemen

Cientista

Marion Ferrat

Chefe de Comunicações

Eamon Haughey

Cientista Sênior

Sigourney Luz

Gerente de Comunicações

Suvadip Neogi

Cientista

Minal Pathak

Cientista Sênior

Jan Petzold

Diretor de Ciência

Joana Portugal Pereira

Cientista Sênior

Purvi Vyas

Diretor de Ciência

Elizabeth Huntley

Chefe do TSU (Operações)

Katie Kissick

Chefe do TSU (Operações)

Malek Belkacemi

Gerente de TI/Web

Juliette Malley

Administradora Sênior

Fotografia da página frontal: Paisagem agrícola entre Ankara e Hattusha, Anatólia, Turquia (40°00'N–33°35'E)
www.yannarthusbertrand.org | www.goodplanet.org. ©Yann Arthus-Bertrand

Original revisado pelo IPCC em janeiro 2020.

Esta tradução foi realizada pelo Governo do Brasil, e não é uma tradução oficial do IPCC.

© 2020 Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima.

Cópias eletrônicas do Sumário para Formuladores de Políticas original estão disponíveis no website do IPCC www.ipcc.ch

www.ipcc.ch ISBN 978-92-9169-154-8

Informações sobre a versão traduzida à língua portuguesa

Tradutora

Mariane Arantes Rocha de Oliveira

Revisão

Andréa Nascimento de Araújo

Giovanna Lunkomoss de Christo

Marcondes Moreira de Araújo

Régis Rathmann

Roberta Zecchini Cantinho

Thelma Krug

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 do Rascunho:

Almut Arneth (Alemanha), Humberto Barbosa (Brasil), Tim Benton (Reino Unido), Katherine Calvin (Estados Unidos da América), Eduardo Calvo (Peru), Sarah Connors (Reino Unido), Annette Cowie (Austrália), Edouard Davin (França/Suíça), Fatima Denton (Gâmbia), Renée van Diemen (Holanda/Reino Unido), Fatima Driouech (Marrocos), Aziz Elbehri (Marrocos), Jason Evans (Austrália), Marion Ferrat (França), Jordan Harold (Reino Unido), Eamon Haughey (Irlanda), Mario Herrero (Austrália/Costa Rica), Joanna House (Reino Unido), Mark Howden (Austrália), Margot Hurlbert (Canadá), Gensuo Jia (China), Tom Gabriel Johansen (Noruega), Jagdish Krishnaswamy (Índia), Werner Kurz (Canadá), Christopher Lennard (África do Sul), Soojeong Myeong (República da Coreia), Nagmeldin Mahmoud (Sudão), Valérie Masson-Delmotte (França), Cheikh Mbow (Senegal), Pamela McElwee (Estados Unidos da América), Alisher Mirzabaev (Alemanha/Uzbequistão), Angela Morelli (Noruega/Itália), Wilfran Moufouma-Okia (França), Dalila Nedjraoui (Argélia), Suvadip Neogi (Índia), Johnson Nkem (Camarões), Nathalie De Noblet-Ducoudré (França), Lennart Olsson (Suécia), Minal Pathak (Índia), Jan Petzold (Alemanha), Ramón Pichs-Madruga (Cuba), Elvira Poloczanska (Reino Unido/Austrália), Alexander Popp (Alemanha), Hans-Otto Pörtner (Alemanha), Joana Portugal Pereira (Reino Unido), Prajal Pradhan (Nepal/Alemanha), Andy Reisinger (Nova Zelândia), Debra C. Roberts (África do Sul), Cynthia Rosenzweig (Estados Unidos da América), Mark Rounsevell (Reino Unido/Alemanha), Elena Shevliakova (Estados Unidos da América), Priyadarshi R. Shukla (Índia), Jim Skea (Reino Unido), Raphael Slade (Reino Unido), Pete Smith (Reino Unido), Youba Sokona (Mali), Denis Jean Sonwa (Camarões), Jean-Francois Soussana (França), Francesco Tubiello (Estados Unidos da América/Itália), Louis Verchot (Estados Unidos da América/Colômbia), Koko Warner (Estados Unidos da América/Alemanha), Nora M. Weyer (Alemanha), Jianguo Wu (China), Nouredine Yassaa (Argélia), Panmao Zhai (China), Zinta Zommers (Letônia).

Esta tradução foi realizada pelo Governo do Brasil, e não é uma tradução oficial do IPCC.

O Sumário para Formuladores de Políticas original deve ser citado como:

IPCC, 2019: Summary for Policymakers. In: *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems* [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.- O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)]. In press.

Agradecimentos

O Relatório Especial sobre Mudança do clima e terra foi um marco inovador para o IPCC. Foi o primeiro relatório do Painel a ser produzido pelos três Grupos de Trabalho em colaboração com a Força-Tarefa de Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa (TFI na sigla em inglês), além de ter sido o primeiro relatório do IPCC com mais autores de países em desenvolvimento do que países desenvolvidos. Foi marcado por um grau inspirador de colaboração e interdisciplinaridade, refletindo o amplo escopo do mandato conferido pelo Painel aos autores. Reuniu autores não apenas das comunidades científicas tradicionais do IPCC, mas também de organizações irmãs da ONU, incluindo a Plataforma Intergovernamental Científico-Política sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES), a interface Ciência-Política da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD) e a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO).

Devemos homenagear os 107 Autores-Líderes Coordenadores, Autores Líderes e Editores de Revisão, de 52 países, responsáveis pelo relatório. Eles dedicaram inúmeras horas de seu tempo, de forma voluntária, e participaram das quatro reuniões de Autores Líderes em locais dispersos pelo globo. A interação construtiva entre os autores, que redigem o relatório, e os Editores de Revisão, que garantem que todos os comentários sejam respondidos, ajudou muito neste processo. Durante todo o processo, todos demonstraram rigor científico ao mesmo tempo em que mantiveram o bom humor e o espírito de verdadeira colaboração. Fizeram isso com um cronograma muito apertado, sem margem para desliz. Eles contaram com o apoio das contribuições de 96 Autores Colaboradores.

Gostaríamos de agradecer, em especial, o apoio dos Cientistas dos Capítulos, que reservaram um tempo em suas carreiras em ascensão para auxiliar a produção do relatório. Obrigado Yuping Bai, Aliyu Barau, Erik Contreras, Abdoul Aziz Diouf, Baldur Janz, Frances Manning, Dorothy Nampanzira, Chuck Chuan Ng, Helen Paulos, Xiyan Xu e Thobekile Zikhali. Esperamos que esta experiência os ajude em suas futuras carreiras e que seu papel fundamental seja reconhecido a contento.

A produção deste relatório foi orientada por um Comitê Diretor escolhido dentre o quadro do Bureau do IPCC. Gostaríamos de agradecer nossos colegas que participaram desse comitê, entre eles: os Co-Presidentes dos Grupos de Trabalho e TFI: Priyadarshi Shukla, Jim Skea, Valérie Masson-Delmotte, Panmao Zhai, Hans-Otto Pörtner, Debra Roberts, Eduardo Calvo Buendía; Vice-Presidentes dos Grupos de Trabalhos: Mark Howden, Nagmeldin Mahmoud, Ramón Pichs-Madruga, Andy Reisinger, Noureddine Yassaa; e Youba Sokona, Vice-Presidente do IPCC. Youba Sokona foi um paladino deste relatório e sua sabedoria foi valorizada por todos. Recebemos apoio também dos seguintes membros do Bureau do IPCC: Edvin Aldrian, Fatima Driouech, Gregory Flato, Jan Fuglestedt, Muhammad Tariq e Carolina Vera (Grupo de Trabalho I); Andreas Fischlin, Carlos Méndez, Joy Jacqueline Pereira, Roberto A. Sánchez-Rodríguez, Sergey Semenov, Pius Yanda e Taha M. Zatari (Grupo de Trabalho II); e Amjad Abdulla, Carlo Carraro, Diriba Korecha Dadi e Diana Ürgé-Vorsatz (Grupo de Trabalho III).

Diversos governos e outras agências sediaram e apoiaram a reunião de escopo, as quatro reuniões de Autores Líderes e a Plenária final do IPCC. Foram eles: o Governo da Noruega e a Agência Ambiental Norueguesa, o Governo da Nova Zelândia e Universidade de Canterbury, o Governo da Irlanda e a Agência de Proteção Ambiental Irlandesa, o Governo da Colômbia e o Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), o Governo da Suíça e a Organização Meteorológica Mundial.

A equipe do Secretariado do IPCC com sede em Genebra ofereceu um amplo apoio, pelo qual gostaríamos de agradecer a Abdalah Mokssit, Secretário do IPCC, e seus colegas: Kerstin Stendahl, Jonathan Lynn, Sophie Schlingemann, Jesbin Baidya, Laura Biagioni, Annie Courtin, Oksana Ekzarkho, Judith Ewa, Joelle Fernandez, Andrea Papucides Bach, Nina Peeva, Mxolisi Shongwe, e Werani Zabula. Agradecemos também a Elhousseine Gouaini, que foi a oficial de conferência da 50ª Sessão do IPCC.

Várias pessoas deram suporte para os elementos visuais do relatório e sua comunicação. Gostaríamos de destacar Jordan Harold da Universidade de East Anglia, Susan Escott da Escott Hunt Ltd, Angela Morelli e Tom Gabriel Johansen do Info Design Lab, e Polly Jackson, Ian Blenkinsop, Autumn Forecast, Francesca Romano e Alice Woodward da Soapbox Communications Ltd.

A gestão do relatório foi feita pela Unidade de Suporte Técnico do Grupo de Trabalho III do IPCC, que conta com o apoio financeiro generoso do Conselho de Pesquisa de Engenharia e Ciências Físicas do Reino Unido (EPSRC na sigla em inglês) e do Governo do Reino Unido por meio de seu Departamento de Negócios, Energia e Estratégia Industrial (BEIS na sigla em inglês). Além disso, a Agência de Proteção Ambiental Irlandesa ofereceu apoio com o destacamento de duas pessoas à Unidade de Suporte Técnico do GT III, enquanto a Agência Ambiental Norueguesa possibilitou um conjunto expandido de atividades de comunicação. Sem o apoio de todas essas agências, este relatório não teria sido possível.

Agradecemos particularmente às Unidades de Suporte Técnico dos Grupos de Trabalho cuja dedicação incansável, profissionalismo e entusiasmo levaram à produção deste Relatório Especial. Este Relatório não poderia ter sido preparado sem o comprometimento dos membros da Unidade de Suporte Técnico do Grupo de Trabalho III, todos novos no IPCC, que enfrentaram o desafio sem precedentes do Sexto Relatório de Avaliação e foram essenciais em todos os aspectos da preparação do Relatório: Raphael Slade, Lizzie Huntley, Katie Kissick, Malek Belkacemi, Renée van Diemen, Marion Ferrat, Eamon Haughey, Bhushan Kankal, Géninha Lisboa, Sigourney Luz, Juliette Malley, Suvadip Neogi, Minal Pathak, Joana Portugal Pereira e Purvi Vyas. Agradecemos também o apoio colegiado e colaborativo de Sarah Connors, Melissa Gomis, Robin Matthews, Wilfran Moufouma-Okia, Clotilde Péan, Roz Pidcock, Anna Pirani, Tim Waterfield and Baiquan Zhou da Unidade de Suporte Técnico do GT I, e Jan Petzold, Bard Rama, Maike Nicolai, Elvira Poloczanska, Melinda Tignor e Nora Weyer da Unidade de Suporte Técnico do GT II.

E um agradecimento final aos familiares e amigos que indiretamente apoiaram o trabalho, tolerando os períodos que os autores passaram longe de casa, as longas horas e a sua dedicação ao processo de elaboração deste relatório.

ASSINADO



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



Eduardo Calvo Buendía

Vice-Coordenador do TFI



Priyadarshi R. Shukla

Vice-Coordenador Grupo de Trabalho III

Introdução

Este Relatório Especial sobre Mudança do clima e terra¹ é uma resposta à decisão de 2016 do Painel de preparar três Relatórios Especiais² durante o Sexto Ciclo de Avaliação, levando em conta propostas de governos e organizações observadoras³. O presente relatório abordará fluxos de gases de efeito estufa (GEE) em ecossistemas terrestres, uso da terra e manejo sustentável da terra⁴ em relação à adaptação e mitigação à mudança do clima, desertificação⁵, degradação da terra⁶ e segurança alimentar⁷. Ele acompanha a publicação de outros relatórios recentes, como o Relatório Especial do IPCC sobre o Aquecimento Global de 1,5°C (SR15), a avaliação temática da Plataforma Intergovernamental [de Ciência-Política] sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES) sobre Degradação e Recuperação da Terra, a *Avaliação Global sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos do IPBES*, e o *Panorama Terrestre Global* da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD). Este relatório oferece uma avaliação atualizada do estado atual do conhecimento⁸ ao mesmo tempo em que busca coerência e complementaridade com outros relatórios recentes.

Este Sumário para Formuladores de Políticas (SPM) está dividido em quatro partes: *A) Povos, terra e clima em um mundo em aquecimento; B) Opções de respostas para adaptação e mitigação; C) Possibilitando opções de respostas; e D) Ações no curto prazo.*

A confiança nas principais constatações é indicada utilizando a linguagem de calibração do IPCC⁹; a base científica subjacente de cada resultado principal é indicada por referências ao relatório principal.

¹ A porção terrestre da biosfera que abrange os recursos naturais (solo, ar próximo da superfície, vegetação e outra biota e água), os processos ecológicos, topografia, e assentamentos humanos e infraestrutura que operam dentro desse sistema.

² Os três relatórios especiais são: "Aquecimento Global de 1,5°C. Relatório especial do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (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."; "Mudança do clima e terra: Relatório especial do IPCC sobre mudança do clima, desertificação, degradação da terra, manejo sustentável da terra, segurança alimentar, e fluxos de gases de efeito estufa em ecossistemas terrestres"; "O Oceano e a Criosfera em um Clima em Mudança".

³ As propostas foram: mudança do clima e desertificação; desertificação com aspectos regionais; degradação do solo – uma avaliação das interligações e estratégias integradas de mitigação e adaptação; agricultura, florestas e outros usos da terra; alimentos e agricultura; segurança alimentar e mudança do clima.

⁴ Neste relatório, define-se manejo sustentável da terra como "administração e uso dos recursos da terra, incluindo solos, água, animais e plantas, para atender às mudanças das necessidades humanas, garantindo simultaneamente o potencial produtivo desses recursos a longo prazo e a manutenção de suas funções ambientais".

⁵ Neste relatório, define-se desertificação como "degradação da terra em áreas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultantes de muitos fatores, incluindo variações climáticas e atividades humanas".

⁶ Neste relatório, define-se degradação da terra como "uma tendência negativa na condição da terra, causada por processos humanos induzidos, diretos ou indiretos, incluindo mudança do clima de natureza antrópica, tendência essa expressa como redução de longo prazo e como perda de pelo menos um dos seguintes itens: produtividade biológica, integridade ecológica ou valor para os seres humanos".

⁷ Neste relatório, define-se segurança alimentar como "uma situação que existe quando todas as pessoas, em todos os momentos, têm acesso físico, social e econômico a alimentos suficientes, seguros e nutritivos que atendem às suas necessidades e preferências alimentares para uma vida ativa e saudável".

⁸ A avaliação abrange a literatura aceita para publicação até 7 de abril de 2019.

⁹ Cada conclusão é baseada na avaliação de evidências e acordos. Níveis de confiança são expressos com o uso de 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 consistente com o AR5 do IPCC.

A. Povos, terra e clima em um mundo em aquecimento

A.1 A terra é a principal base para o sustento e o bem-estar humano, incluindo o suprimento de alimentos, de água doce, e de vários outros serviços ecossistêmicos, bem como a biodiversidade. O uso humano afeta diretamente mais de 70% (provavelmente 69–76%) da superfície terrestre global sem gelo (*confiança alta*). A terra também desempenha um papel importante no sistema climático. (Figura SPM.1) {1.1, 1.2, 2.3, 2.4}

- A.1.1 As pessoas usam atualmente entre um quarto e um terço do potencial líquido de produção primária da terra¹⁰ para alimentos, ração animal, fibras, madeira e energia. A terra é a base para muitas outras funções e serviços ecossistêmicos¹¹, incluindo serviços culturais e reguladores, essenciais para a humanidade (*confiança alta*). Em uma abordagem econômica, os serviços dos ecossistemas terrestres globais são avaliados anualmente como sendo equivalentes a aproximadamente o Produto Interno Bruto global anual¹² (*confiança média*). (Figura SPM.1) {1.1, 1.2, 3.2, 4.1, 5.1, 5.5}
- A.1.2 A terra é tanto fonte quanto sumidouro de gases de efeito estufa (GEE) e tem um papel fundamental na troca de energia, água e aerossóis entre a superfície terrestre e a atmosfera. Ecossistemas terrestres e a biodiversidade são vulneráveis à mudança do clima em curso, e a extremos de tempo e clima, em diferentes níveis. O manejo sustentável da terra pode contribuir para reduzir os impactos negativos de diversos estressores, incluindo a mudança do clima, sobre os ecossistemas e a sociedade (*confiança alta*). (Figura SPM.1) {1.1, 1.2, 3.2, 4.1, 5.1, 5.5}
- A.1.3 Dados disponíveis desde 1961¹³ mostram que o crescimento populacional global e as mudanças no consumo per capita de alimentos, ração animal, fibras, madeira e energia resultaram em níveis sem precedentes de uso da terra e de água doce (*confiança muito alta*), sendo que a agricultura é responsável atualmente por cerca de 70% do uso da água doce do mundo (*confiança média*). A expansão de áreas de uso agrícola e floresta¹⁴, inclusive produção comercial, e a maior produtividade da agricultura e floresta favoreceram o consumo e a disponibilidade de alimentos para uma população em crescimento (*confiança alta*). Com grande variação regional, essas mudanças contribuíram para aumentar as emissões líquidas de GEE (*confiança muito alta*), a perda de ecossistemas naturais (como florestas, savanas, campos naturais e áreas alagadas) e a diminuição da biodiversidade (*confiança alta*). (Figura SPM.1) {1.1, 1.3, 5.1, 5.5}
- A.1.4 Dados disponíveis desde 1961 mostram que a oferta per capita de óleos vegetais e carne mais que dobrou, e a oferta de calorias alimentares per capita aumentou em cerca de um terço (*confiança alta*). Atualmente, 25–30% do total de alimentos produzidos é perdido ou desperdiçado (*confiança média*). Esses fatores estão relacionados às emissões adicionais de GEE (*confiança alta*). As mudanças nos padrões de consumo contribuíram para que, hoje, cerca de dois bilhões de adultos estejam acima do peso ou obesos (*confiança alta*). Cerca de 821 milhões de pessoas estão ainda malnutridas (*confiança alta*). (Figura SPM.1) {1.1, 1.3, 5.1, 5.5}
- A.1.5 Cerca de um quarto da área sem gelo do planeta está sujeita a degradação induzida pelo homem (*confiança média*). Estima-se que a erosão do solo em campos agrícolas seja atualmente de 10 a 20 vezes (sem plantio direto) a mais de 100 vezes (preparo convencional) superior à taxa de formação do solo (*confiança média*). A mudança do clima agrava a degradação da terra, especialmente em áreas costeiras mais baixas, deltas dos rios, terras áridas e em áreas de *permafrost* (*confiança alta*). Durante o período de 1961 a 2013, a área anual de terras áridas em situação de seca aumentou, em média, pouco mais de 1% ao ano, com uma grande variabilidade interanual. Em 2015, cerca de 500 (380–620) milhões de pessoas viviam em áreas que sofreram desertificação entre os anos 1980 e 2000. Os maiores contingentes de pessoas afetadas estão na Ásia Meridional e Oriental, na região ao redor do Saara, incluindo o Norte da África, e o Oriente Médio, incluindo a Península Arábica (*confiança baixa*). Outras regiões de terra árida também passaram por desertificação. Os povos que vivem em áreas já degradadas ou desertificadas são cada vez mais afetados negativamente pela mudança do clima (*confiança alta*). (Figura SPM.1) {1.1, 1.2, 3.1, 3.2, 4.1, 4.2, 4.3}

¹⁰ Neste relatório, define-se o potencial de produção primária líquida (sigla em inglês NPP) da terra como a quantidade de carbono acumulada por meio da fotossíntese menos a quantidade perdida pela respiração da planta durante um período especificado que prevaleceria na ausência do uso da terra.

¹¹ Em sua estrutura conceitual, o IPBES usa “a contribuição da natureza às pessoas”, em que inclui os bens e serviços ecossistêmicos.

¹² Ou seja, estimados em \$75 trilhões em 2011, com base no dólar americano em 2007.

¹³ Esta afirmação tem como base os dados de estatísticas nacionais mais abrangentes do FAOSTAT, que começam em 1961. Isso não implica que as mudanças tenham iniciado em 1961. As mudanças no uso da terra vêm ocorrendo muito antes do período pré-industrial até o presente.

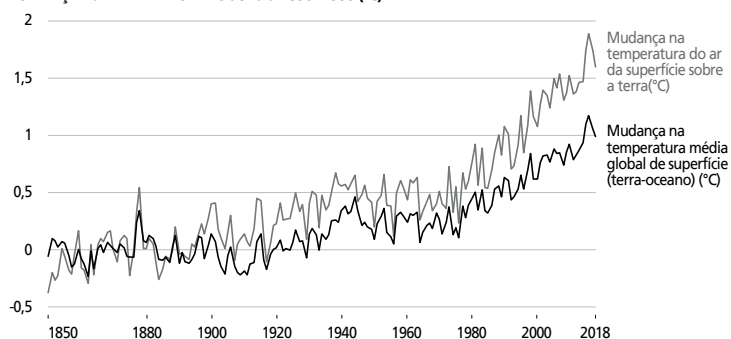
¹⁴ N. da T. Optou-se pela tradução floresta para o termo em inglês *forestry* no contexto deste relatório, que inclui silvicultura, florestas plantadas e seus produtos.

Uso da terra e mudança do clima observada

A. Mudança observada de temperatura relativa a 1850–1900

Desde o período pré-industrial (1850–1900), a temperatura média observada do ar próximo à superfície da terra aumentou consideravelmente mais do que a temperatura média global de superfície (terra-oceano) (GMST).

MUDANÇA na TEMPERATURA relativa a 1850–1900 (°C)



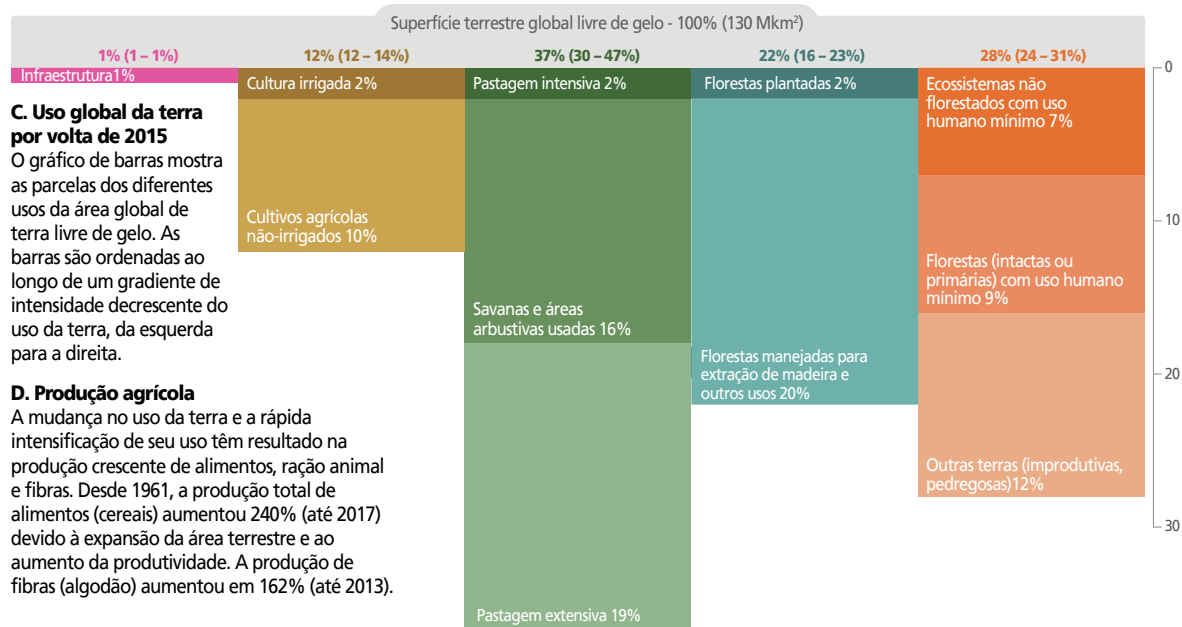
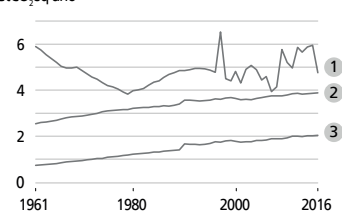
B. Emissões de GEE

Estima-se que 23% do total de emissões antrópicas de gases de efeito estufa(2007–2016) derivam da agricultura, silvicultura e outros usos da terra (AFOLU).

MUDANÇA nas emissões desde 1961

- 1 Emissões líquidas de CO₂ de FOLU (GtCO₂ ano⁻¹)
- 2 Emissões de CH₄ da Agricultura (GtCO₂eq ano⁻¹)
- 3 Emissões de N₂O da Agricultura (GtCO₂eq ano⁻¹)

GtCO₂eq ano⁻¹



C. Uso global da terra por volta de 2015

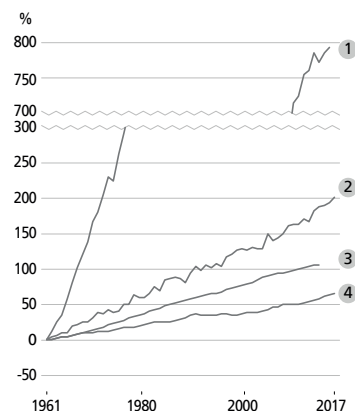
O gráfico de barras mostra as parcelas dos diferentes usos da área global de terra livre de gelo. As barras são ordenadas ao longo de um gradiente de intensidade decrescente do uso da terra, da esquerda para a direita.

D. Produção agrícola

A mudança no uso da terra e a rápida intensificação de seu uso têm resultado na produção crescente de alimentos, ração animal e fibras. Desde 1961, a produção total de alimentos (cereais) aumentou 240% (até 2017) devido à expansão da área terrestre e ao aumento da produtividade. A produção de fibras (algodão) aumentou em 162% (até 2013).

MUDANÇA percentual em relação a 1961

- 1 Uso de fertilizante N inorgânico
- 2 Produtividade de cereais
- 3 Volume de água para irrigação
- 4 Número total de animais ruminantes

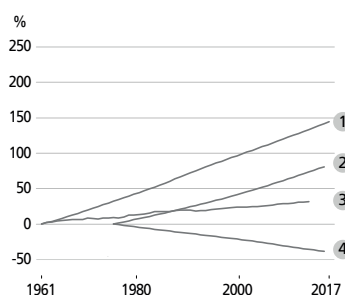


E. Demanda por alimento

Aumentos na produção estão associados a mudanças no consumo.

MUDANÇA percentual em relação a 1961 e 1975

- 1 População
- 2 Prevalência de pessoas com sobrepeso + obesas
- 3 Total de calorias per capita
- 4 Prevalência de pessoas abaixo do peso



F. Desertificação e degradação da terra

Mudança do uso da terra, intensificação do uso da terra e mudança do clima contribuem para desertificação e degradação da terra.

MUDANÇA percentual em relação a 1961 e 1970

- 1 População em áreas em processo de desertificação
- 2 Áreas áridas anualmente secas
- 3 Extensão de áreas úmidas interiores

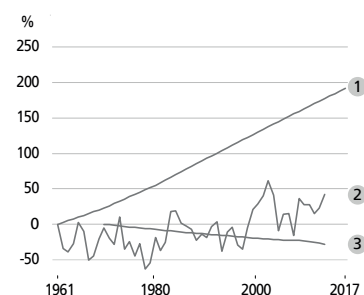


Figura SPM.1 Uso da terra e mudança do clima observadas | Uma representação do uso da terra e da mudança do clima incluídos neste relatório de avaliação. Os painéis A-F mostram a situação e as tendências de uso da terra selecionadas e variáveis climáticas que representam muitos dos tópicos centrais abordados neste relatório. As séries temporais anuais em B e D-F são baseadas em dados de estatísticas nacionais mais abrangentes e disponíveis, a maior parte na FAOSTAT, que começa em 1961. Os eixos Y nos painéis D-F são relativos ao ano inicial da série temporal (re-baseados em zero). Fontes dos dados e notas: **A:** As curvas de aquecimento são médias de quatro conjuntos de dados (2.1; Figura 2.2; Tabela 2.1) **B:** N_2O e CH_4 da agricultura são oriundos do FAOSTAT; Emissões líquidas de CO_2 de FOLU usando a média de dois modelos de contabilização (inclusive emissões de incêndios de turfa desde 1997). Todos os valores expressos em unidades de CO_2eq baseiam-se nos valores do Potencial de Aquecimento Global do horizonte de 100 anos do AR5 sem feedbacks clima-carbono ($N_2O=265$; $CH_4=28$). (Tabela SPM.1) {1.1, 2.3} **C:** Representa parcelas de diferentes usos da área global de terra sem gelo para o ano de 2015 aproximadamente, ordenadas ao longo de um gradiente decrescente de intensidade de uso da terra da esquerda para a direita. Cada barra representa uma categoria ampla de cobertura da terra; os números no topo são a porcentagem total da área livre de gelo coberta, com variação da incerteza entre colchetes. A pastagem intensiva é definida como tendo uma densidade de rebanho superior a 100 animais/km². A área de “floresta manejada para madeira e outros usos” foi calculada como a área total da floresta menos a área da floresta “primária/intacta”. {1.2, Tabela 1.1, Figura 1.3} **D:** Observe que o uso de fertilizantes é mostrado em um eixo dividido. A grande mudança percentual no uso de fertilizantes reflete o baixo nível de uso em 1961 e se refere ao aumento do aporte de fertilizantes por área, bem como à expansão de cultivo agrícola e de campo fertilizados para aumentar a produção de alimentos. {1.1, Figura 1.3} **E:** A população com sobrepeso é definida como aquela que tem Índice de Massa Corporal (IMC) > 25 kg m⁻²; baixo peso é definido como IMC < 18,5 kg m⁻². {5.1, 5.2} **F:** As áreas áridas foram estimadas usando a precipitação e o potencial evapotranspiração do *TerraClimate* (1980–2015) para identificar as áreas onde o Índice de Aridez é menor que 0,65. Os dados populacionais são do banco de dados HYDE3.2. As áreas em seca baseiam-se no acúmulo de 12 meses do Índice de Seca do Centro de Clima de Precipitação Global. A extensão das áreas alagadas interiores (incluindo turfeiras) baseia-se em dados agregados de mais de 2000 séries temporais que reportam alterações na área alagada local ao longo do tempo. {3.1, 4.2, 4.6}

A.2 Desde o período pré-industrial, a temperatura do ar na superfície da terra aumentou quase o dobro da temperatura média global (confiança alta). A mudança do clima, incluindo aumentos na frequência e intensidade dos extremos, impactaram negativamente a segurança alimentar e os ecossistemas terrestres, além de ter contribuído para a desertificação e degradação da terra em muitas regiões (confiança alta). {2.2, 3.2, 4.2, 4.3, 4.4, 5.1, 5.2, Capítulo Sumário Executivo 7, 7.2}

- A.2.1** Desde o período pré-industrial (1850–1900) a temperatura média do ar observada na superfície da terra aumentou consideravelmente mais que a temperatura média global da superfície (terra e oceano) (GMST) (confiança alta). De 1850–1900 a 2006–2015, a temperatura média do ar na superfície da terra aumentou 1,53°C (com variação *provável* de 1,38°C a 1,68°C), enquanto a GMST aumentou 0,87°C (com variação *provável* de 0,75°C a 0,99°C). (Figura SPM.1) {2.2.1}
- A.2.2** O aquecimento resultou em aumentos na frequência, intensidade e duração de eventos relacionados ao calor, incluindo ondas de calor¹⁵ na maioria das regiões terrestres (confiança alta). A frequência e intensidade de secas aumentou em algumas regiões (incluindo o Mediterrâneo, Oeste Asiático, muitas partes da América do Sul, muitos locais na África, e Nordeste Asiático) (confiança média) e houve um aumento na intensidade de eventos de chuvas pesadas em escala global (confiança média). {2.2.5, 4.2.3, 5.2}
- A.2.3** Observações de satélites¹⁶ mostraram o verdejamento da vegetação¹⁷ nas últimas três décadas em partes da Ásia, Europa, América do Sul, parte central da América do Norte, e sudeste da Austrália. As causas do verdejamento incluem combinações de uma estação de crescimento prolongada, deposição de nitrogênio, fertilização por dióxido de carbono (CO_2)¹⁸, e manejo da terra (confiança alta). O escurecimento da vegetação¹⁹ foi observado em algumas regiões, incluindo norte da Eurásia, partes da América do Norte, Ásia Central e Bacia do Congo, em grande parte como resultado de estresse hídrico (confiança média). Globalmente, o verdejamento da vegetação ocorreu em uma área maior que o escurecimento (confiança alta). {2.2.3, Quadro 2.3, 2.2.4, 3.2.1, 3.2.2, 4.3.1, 4.3.2, 4.6.2, 5.2.2}

¹⁵ Uma onda de calor é definida neste relatório como “um período anormal de calor”. Ondas de calor e períodos de calor têm definições variadas, que em alguns casos se justapõem.

¹⁶ A interpretação das observações de satélite pode ser afetada por validação insuficiente no solo e calibração do sensor. Além disso, sua resolução espacial pode dificultar a resolução de mudanças em pequena escala.

¹⁷ Neste relatório, define-se verdejamento da vegetação como “um aumento da biomassa das plantas fotossinteticamente ativa, inferido a partir de observações de satélite.”

¹⁸ Neste relatório, define-se fertilização por CO_2 como “a melhora no crescimento das plantas como resultado do aumento da concentração atmosférica de dióxido de carbono (CO_2)”. A magnitude da fertilização por CO_2 depende dos nutrientes e da disponibilidade de água.

¹⁹ Neste relatório, define-se escurecimento da vegetação como “uma diminuição da biomassa das plantas fotossinteticamente ativa, que é inferida a partir de observações de satélite”.

- A.2.4 A frequência e a intensidade de tempestades de areia aumentaram nas últimas décadas devido a mudanças no uso e na cobertura da terra e fatores relacionados ao clima em muitas áreas áridas, resultando em impactos negativos na saúde humana, em regiões como a Península Arábica e no grande Oriente Médio, Ásia Central (*confiança alta*).²⁰ {2.4.1, 3.4.2}
- A.2.5 Em algumas áreas áridas, o aumento da temperatura do ar na superfície da terra e da evapotranspiração e a diminuição da quantidade de precipitação, em interação com a variabilidade climática e com as atividades humanas, contribuíram para a desertificação. Essas áreas incluem a África Subsaariana, partes da Ásia Oriental e Central e Austrália (*confiança média*). {2.2, 3.2.2, 4.4.1}
- A.2.6 O aquecimento global acarretou mudanças em zonas climáticas em muitas regiões do mundo, incluindo a expansão das zonas climáticas áridas e a contração das zonas climáticas polares (*confiança alta*). Como consequência, muitas espécies de plantas e animais experimentaram mudanças em seus alcances, abundâncias e alterações em suas atividades sazonais (*confiança alta*). {2.2, 3.2.2, 4.4.1}
- A.2.7 A mudança do clima pode exacerbar os processos de degradação da terra (*confiança alta*) inclusive por meio de aumentos na intensidade das chuvas, enchentes, frequência e severidade das secas, estresse térmico, estiagens, ventos, aumento do nível do mar e das ações das ondas, derretimento do *permafrost* com resultados sendo modulados pelo manejo da terra. A erosão costeira em curso está se intensificando e atingindo mais regiões com o aumento do nível do mar, aumentando a pressão do uso da terra em algumas regiões (*confiança média*). {4.2.1, 4.2.2, 4.2.3, 4.4.1, 4.4.2, 4.9.6, Tabela 4.1, 7.2.1, 7.2.2}
- A.2.8 A mudança do clima já afetou a segurança alimentar devido ao aquecimento, mudança nos padrões de precipitação, e maior frequência de alguns eventos extremos (*confiança alta*). Estudos que separam mudança do clima de outros fatores que afetam a produção de culturas agrícolas demonstraram que, em muitas regiões de baixa altitude, a produtividade de algumas culturas (p. ex., milho e trigo) foi afetada negativamente pelas mudanças do clima observadas, enquanto em muitas regiões de alta altitude, a produtividade de algumas culturas (p. ex., milho, trigo e beterraba) foi afetada positivamente em décadas recentes (*confiança alta*). A mudança do clima resultou em menores taxas de crescimento animal e de produtividade em sistemas pastoris na África (*confiança alta*). Há evidências robustas de que pragas e doenças agrícolas já responderam à mudança do clima resultando tanto em aumentos como em reduções de infestações (*confiança alta*). Com base no conhecimento local e indígena, a mudança do clima afeta a segurança alimentar em terras áridas, particularmente na África e nas regiões montanhosas altas da Ásia e da América do Sul.²¹ {5.2.1, 5.2.2, 7.2.2}
- A.3 Atividades de Agricultura, Floresta e Outros Usos da Terra (AFOLU) foram responsáveis por cerca de 13% das emissões de CO₂, 44% das de metano (CH₄), e 81% das de óxido nitroso (N₂O) provenientes de atividades humanas em todo o mundo entre os anos de 2007–2016, representando 23% (12,0 ± 2,9 GtCO₂eq ano⁻¹) do total de emissões antrópicas líquidas de GEE²² (*confiança média*). A resposta natural da terra às mudanças ambientais induzidas pelo homem resultou em um sumidouro líquido de cerca de 11,2 GtCO₂ ano⁻¹ durante os anos de 2007–2016 (equivalente a 29% do total de emissões de CO₂) (*confiança média*); a permanência desse sumidouro é incerta, devido à mudança do clima (*confiança alta*). Caso as emissões associadas às atividades de pré e pós-produção no sistema alimentar global²³ sejam incluídas, as emissões serão estimadas em 21–37% do total de emissões antrópicas líquidas de GEE (*confiança média*). {2.3, Tabela 2.2, 5.4}**

²⁰ A evidência relativa a essas tendências de tempestades de areia e impactos na saúde em outras regiões é limitada na literatura avaliada neste relatório.

²¹ A avaliação abrangeu literatura cujas metodologias incluíram entrevistas e pesquisas com povos indígenas e comunidades locais.

²² Esta avaliação incluiu apenas CO₂, CH₄ e N₂O.

²³ Neste relatório, sistema alimentar global é definido como “todos os elementos (meio ambiente, pessoas, suprimentos, processos, infraestruturas, instituições, etc.) e atividades que se relacionam com a produção, processamento, distribuição, preparação, e consumo de alimentos, e o produto dessas atividades, incluindo resultados socioeconômicos e ambientais em nível global”. Esses dados de emissões não são diretamente comparáveis aos dos inventários nacionais preparados de acordo com as Diretrizes 2006 do IPCC para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa.

- A.3.1 A terra é ao mesmo tempo uma fonte e um sumidouro de CO₂ devido tanto a forçantes naturais quanto antrópicas, dificultando a separação entre fluxos naturais e antropogênicos (*confiança muito alta*). Modelos globais estimam emissões líquidas de CO₂ de $5,2 \pm 2,6$ GtCO₂ ano⁻¹ (variação *provável*) provenientes do uso da terra e da mudança no uso da terra durante os anos de 2007–2016. Essas emissões líquidas devem-se em grande parte ao desmatamento, parcialmente compensadas por florestamento/reflorestamento, e emissões e remoções por outras atividades de uso da terra (*confiança muito alta*)²⁴. Não há uma tendência clara nas emissões anuais desde 1990 (*confiança média*) (Figura SPM.1, Tabela SPM.1). {1.1, 2.3, Tabela 2.2, Tabela 2.3}
- A.3.2 A resposta natural da terra às mudanças ambientais induzidas pelo homem tais como aumento da concentração atmosférica de CO₂, deposição de nitrogênio, e mudança do clima, resultou em remoções globais líquidas de $11,2 \pm 2,6$ GtCO₂ ano⁻¹ (variação *provável*) durante os anos de 2007–2016. A soma das remoções líquidas devido a essa resposta e das emissões líquidas de AFOLU resulta em um fluxo terra-atmosfera líquido total que removeu $6,0 \pm 3,7$ GtCO₂ ano⁻¹ durante período de 2007–2016 (variação *provável*). Futuros aumentos líquidos de emissões de CO₂ da vegetação e de solos devidos à mudança do clima são projetados a neutralizar remoções aumentadas devido à fertilização por CO₂ e às estações de crescimento mais longas (*confiança alta*). O equilíbrio entre esses processos é uma fonte importante de incerteza para determinar o futuro do sumidouro de carbono terrestre. Projeta-se que o degelo do *permafrost* aumente a perda de carbono do solo (*confiança alta*). Durante o século XXI, o crescimento da vegetação nessas áreas pode compensar, em parte, essa perda (*confiança baixa*). (Tabela SPM.1) {Quadro 2.3, 2.3.1, 2.5.3, 2.7, Tabela 2.3}
- A.3.3 Modelos globais e inventários nacionais de GEE usam métodos diferentes para estimar as emissões e remoções antrópicas de CO₂ para o setor da terra. Ambos produzem estimativas que estão em estreita concordância quanto à mudança do uso da terra envolvendo florestas (p. ex., desmatamento, florestamento), e diferem em relação à floresta manejada. Os modelos globais consideram floresta manejada aquelas terras que estão sujeitas à colheita, enquanto, de acordo com as diretrizes do IPCC, os inventários nacionais de GEE definem floresta manejada de maneira mais ampla. Nessa área maior, os inventários também podem considerar as respostas naturais da terra às mudanças ambientais induzidas pelo homem como antrópicas, enquanto a abordagem do modelo global (Tabela SPM.1) considera essa resposta como parte de um sumidouro não antrópico. Por exemplo, de 2005 a 2014, a soma das estimativas das emissões líquidas dos inventários nacionais de GEE é de $0,1 \pm 1,0$ GtCO₂ ano⁻¹, enquanto a média de dois modelos globais de contabilização é de $5,2 \pm 2,6$ GtCO₂ ano⁻¹ (variação *provável*). A consideração das diferenças entre os métodos pode melhorar o entendimento das estimativas de emissões líquidas do setor terra e suas aplicações. {2.4.1, 2.7.3, Figura 2.5, Quadro 2.2}

²⁴ O fluxo antrópico líquido de CO₂ dos modelos de “contabilização” ou de “contabilização de carbono” é composto por dois fluxos brutos opostos: as emissões brutas (cerca de 20 GtCO₂ ano⁻¹) são provenientes de desmatamento, cultivo de solos e oxidação de produtos madeireiros; as remoções brutas (cerca de 14 GtCO₂ ano⁻¹) resultam principalmente do crescimento da floresta após a exploração de madeira e o abandono de terra agrícola (*confiança média*).

Emissões antrópicas líquidas provenientes de Agricultura, Floresta, e outros Usos da Terra (AFOLU) e não-AFOLU (Painel 1) e sistemas alimentares globais (média para 2007–2016)¹ (Painel 2). Valor positivo representa emissões; valor negativo representa remoções.

		Antropico Direto								
Gás		Unidades	Emissões antrópicas líquidas provenientes da Agricultura, Floresta, e Outros Usos da Terra (AFOLU)			Emissões de GEE antrópicas não-AFOLU ⁶	Total de emissões antrópicas (AFOLU + não-AFOLU) por gás	AFOLU como uma % do total de emissões antrópicas líquidas, por gás	Resposta natural da terra à mudança ambiental induzida pelo homem ⁷	Fluxo terra-atmosfera líquido de todas as terras
Painel 1: Contribuição de AFOLU										
			FOLU		Agricultura	Total				
			A	B	C = B + A	D	E = C + D	F = (C/E)*100		A + G
CO ₂										
		GtCO ₂ ano ⁻¹	5,2 ± 2,6	Sem dados ¹¹	5,2 ± 2,6	33,9 ± 1,8	39,1 ± 3,2	13%	-11,2 ± 2,6	-6,0 ± 3,7
CH ₄ ^{3,8}		MtCH ₄ ano ⁻¹	19,2 ± 5,8	142 ± 42	161 ± 43	201 ± 101	362 ± 109			
		GtCO ₂ eq ano ⁻¹	0,5 ± 0,2	4,0 ± 1,2	4,5 ± 1,2	5,6 ± 2,8	10,1 ± 3,1	44%		
N ₂ O ^{3,8}		MtN ₂ O ano ⁻¹	0,3 ± 0,1	8,3 ±2,5	8,7 ± 2,5	2,0 ± 1,0	10,6 ± 2,7			
		GtCO ₂ eq ano ⁻¹	0,09 ± 0,03	2,2 ± 0,7	2,3 ± 0,7	0,5 ± 0,3	2,8 ± 0,7	81%		
Total (GEE)		GtCO ₂ eq ano ⁻¹	5,8 ± 2,6	6,2 ± 1,4	12,0 ± 2,9	40,0 ± 3,4	52,0 ± 4,5	23%		
Painel 2: Contribuição do sistema alimentar global										
			Mudança no uso da terra	Agricultura		Pré e pós-produção de outros setores não-AFOLU ⁵	Total de emissões do sistema alimentar global			
CO ₂										
Mudança no uso da terra ⁴		GtCO ₂ ano ⁻¹	4,9 ± 2,5							
CH ₄ ^{3,8,9}		GtCO ₂ eq ano ⁻¹		4,0 ± 1,2						
N ₂ O ^{3,8,9}		GtCO ₂ eq ano ⁻¹		2,2 ± 0,7						
CO ₂ outros setores ⁵		GtCO ₂ ano ⁻¹				2,6 – 5,2				
Total ¹⁰		GtCO ₂ eq ano ⁻¹	4,9 ± 2,5	6,2 ± 1,4		2,6 – 5,2	10,8 – 19,1			

Tabela SPM.1 | Fontes de dados e notas:

¹ Estimativas são apresentadas até 2016, última data com dados disponíveis para todos os gases.

² O fluxo antrópico líquido de CO₂ devido a alterações na cobertura da terra, como desmatamento e reflorestamento, e manejo da terra, incluindo colheita de madeira e rebrota, bem como queima de turfeiras, com base em dois modelos de contabilidade usados no Orçamento Global de Carbono e no AR5. A mudança do estoque de carbono no solo agrícola sob o mesmo uso da terra não é considerada nesses modelos. (2.3.1.2.1, Tabela 2.2, Quadro 2.2)

³ Estimativas representam a média e incerteza avaliada de dois bancos de dados, FAOSTAT e USEPA 2012 (2.3; Tabela 2.2)

⁴ Com base no FAOSTAT. As categorias incluídas neste valor são “conversão líquida de florestas” (desmatamento líquido), drenagem de solos orgânicos (cultivo agrícola e campo), queima de biomassa (florestas tropicais úmidas, outras florestas, solos orgânicos). Exclui “terra florestal” (manejo florestal mais expansão líquida da floresta), que é principalmente um sumidouro devido ao reflorestamento. Nota: as emissões totais de FOLU do FAOSTAT são de 2,8 (± 1,4) GtCO₂ ano⁻¹ para o período 2007–2016. (Tabela 2.2, Tabela 5.4)

⁵ Emissões de CO₂ induzidas por atividades não incluídas no setor AFOLU, principalmente de atividades dos setores energia (p. ex. secagem de grãos), transporte (p. ex. comércio internacional) e indústria (p. ex., síntese de fertilizantes inorgânicos) parte de sistemas alimentares, incluindo atividades de produção agrícola (p. ex., aquecimento em estufas), pré-produção (p. ex., fabricação de insumos agrícolas) e pós-produção (p. ex., processamento agroalimentar). Essa estimativa é baseada na terra e, portanto, exclui as emissões da pesca. Inclui emissões de fibras e outros produtos agrícolas não alimentares, já que essas emissões não são separadas do uso de alimentos nas bases de dados. As emissões de CO₂ relacionadas ao sistema alimentar em outros setores além do AFOLU são de 6 a 13% do total de emissões antrópicas de CO₂. Essas emissões são tipicamente baixas na agricultura de subsistência para pequenos agricultores. Quando adicionada às emissões de AFOLU, a participação estimada dos sistemas alimentares nas emissões antrópicas globais é de 21 a 37%. (5.4.5, Tabela 5.4)

⁶ O total de emissões não-AFOLU foi calculado como a soma dos valores totais de emissões de CO₂eq para energia, fontes industriais, resíduos e outras emissões com dados do Projeto Global de Carbono para CO₂, incluindo aviação e transporte internacional e do banco de dados PRIMAP para a média de CH₄ e N₂O no período 2007–2014, apenas porque foi nesse período que os dados estavam disponíveis (2.3; Tabela 2.2).

⁷ Por resposta natural da terra às mudanças ambientais induzidas pelo homem entende-se a resposta da vegetação e dos solos às mudanças ambientais, como o aumento da concentração de CO₂ atmosférico, deposição de nitrogênio e mudança do clima. A estimativa demonstrada representa a média a partir dos Modelos Dinâmicos de Vegetação Global (2.3.1.2.4, Quadro 2.2, Tabela 2.3)

⁸ Todos os valores expressos em unidades de CO₂eq são baseados nos valores do Potencial de Aquecimento Global (GWP) de 100 anos do AR5 sem *feedbacks* clima-carbono (N₂O = 265; CH₄ = 28). Note que o GWP foi usado para combustíveis fósseis e fontes biogênicas de metano. Caso um GWP maior para combustível fóssil CH₄ (30 por AR5) fosse utilizado, as emissões antrópicas totais de CH₄ expressas em CO₂eq seriam 2% mais altas.

⁹ Esta estimativa é baseada na terra e, portanto, exclui as emissões da pesca e as da aquicultura (exceto emissões de ração produzida em terra e usada na aquicultura) e também inclui o uso não alimentar (p. ex., fibra e bioenergia), uma vez que não são separados do uso de alimentos nos bancos de dados. Exclui as emissões não-CO₂ associadas à mudança no uso da terra (categoria FOLU), por serem provenientes de incêndios em florestas e turfeiras.

¹⁰ As emissões associadas a perda de alimentos e resíduos estão incluídas implicitamente, já que as emissões do sistema alimentar estão ligadas ao alimento produzido, incluindo alimentos consumidos para nutrição e perdas alimentares e resíduos. O último é estimado em 8–10% do total de emissões antrópicas em CO₂eq. (5.2.5)

¹¹ Não há dados globais disponíveis para as emissões de CO₂ agrícolas.

A.3.4 As emissões globais de metano de AFOLU no período 2007–2016 foram $161 \pm 43 \text{ MtCH}_4 \text{ ano}^{-1}$ ($4,5 \pm 1,2 \text{ GtCO}_2\text{eq ano}^{-1}$) (*confiança média*). A concentração atmosférica global média de CH₄ mostra um aumento contínuo entre meados de 1980 e início de 1990, e um crescimento mais lento a partir daí até 1999, um período sem crescimento entre 1999–2006, seguido de uma retomada de crescimento em 2007 (*confiança alta*). Fontes biogênicas formam uma proporção de emissões maior do que antes de 2000 (*confiança alta*). Os ruminantes e a expansão do cultivo de arroz são fatores importantes que contribuem com esse aumento de concentração (*confiança alta*). (Figura SPM.1) {Tabela 2.2, 2.3.2, 5.4.2, 5.4.3}

A.3.5 As emissões antrópicas de N₂O em AFOLU estão aumentando, tendo atingido $8,7 \pm 2,5 \text{ MtN}_2\text{O ano}^{-1}$ ($2,3 \pm 0,7 \text{ GtCO}_2\text{eq ano}^{-1}$) durante o período 2007–2016. As emissões antrópicas de N₂O {Figura SPM.1, Tabela SPM.1} pelos solos ocorrem principalmente pela aplicação de nitrogênio, incluindo ineficiências (aplicação excessiva ou mal sincronizada com os tempos de demanda das culturas) (*confiança alta*). Solos de cultivo agrícola emitiram cerca de $3 \text{ MtN}_2\text{O ano}^{-1}$ (cerca de $795 \text{ MtCO}_2\text{eq ano}^{-1}$) no período 2007–2016 (*confiança média*). Houve um grande aumento nas emissões de pastagens manejadas devido ao aumento da deposição de esterco (*confiança média*). O gado em pastagens manejadas e campos naturais pastejados foi responsável por mais da metade das emissões antrópicas totais de N₂O da agricultura em 2014 (*confiança média*). {Tabela 2.1, 2.3.3, 5.4.2, 5.4.3}

A.3.6 O total de emissões líquidas de GEE de AFOLU representa $12,0 \pm 2,9 \text{ GtCO}_2\text{eq ano}^{-1}$ durante 2007–2016. Isso representa 23% do total das emissões antrópicas líquidas {Tabela SPM.1}.²⁵ Outras abordagens, como a do sistema alimentar global, incluem emissões da agricultura e da mudança no uso da terra (p.ex., desmatamento e degradação de turfas), bem como emissões de fora da porteira da fazenda, como energia, transporte, e setores industriais de produção alimentícia. Emissões de dentro da porteira da fazenda e da expansão da terra agrícola que contribui para o sistema alimentar global representam 16–27% do total de emissões antrópicas (*confiança média*). Emissões de fora da fazenda representam 5–10% do total de emissões antrópicas (*confiança média*). Devido à diversidade dos sistemas alimentares, há grandes diferenças regionais nas contribuições de diferentes componentes do sistema alimentar (*confiança muito alta*). Projeta-se que as emissões da produção agrícola aumentem (*confiança alta*), impulsionadas pelo crescimento da população e da renda e pelas mudanças nos padrões de consumo (*confiança média*). {5.5, Tabela 5.4}

²⁵ Este relatório inclui somente CO₂, CH₄ e N₂O.

A.4 Mudanças nas condições da terra,²⁶ devido ao uso da terra ou à mudança do clima, afetam os climas global e regional (*confiança alta*). Na escala regional, a mudança nas condições da terra pode reduzir ou acentuar o aquecimento e afetar a intensidade, frequência e duração de eventos extremos. A magnitude e a direção dessas mudanças variam de acordo com a localização e a estação (*confiança alta*). {Sumário Executivo Capítulo 2, 2.3, 2.4, 2.5, 3.3}

- A.4.1 Desde o período pré-industrial, mudanças na cobertura da terra causadas pelas atividades humanas provocaram tanto uma liberação líquida de CO₂, contribuindo para o aquecimento global (*confiança alta*), quanto um aumento de albedo terrestre global²⁷ causando o resfriamento da superfície (*confiança média*). Durante o período histórico, estima-se que o efeito líquido resultante na temperatura média global de superfície seja pequeno (*confiança média*). {2.4, 2.6.1, 2.6.2}
- A.4.2 A probabilidade, a intensidade e a duração de muitos eventos extremos podem ser modificadas significativamente por alterações nas condições da terra, incluindo eventos relacionados ao calor, como ondas de calor (*confiança alta*) e eventos de precipitação intensa (*confiança média*). Mudanças nas condições da terra podem afetar a temperatura e a chuva em regiões a centenas de quilômetros de distância (*confiança alta*). {2.5.1, 2.5.2, 2.5.4, 3.3, Quadro 4 do Capítulo Transversal em Capítulo 2}
- A.4.3 Projeta-se que a mudança do clima altere as condições da terra com reflexos no clima regional. Nas regiões boreais onde a linha das árvores migra para o norte ou a estação de crescimento se alonga, o aquecimento no inverno será aumentado devido à diminuição da cobertura de neve e do albedo, enquanto o aquecimento será reduzido durante a estação de crescimento devido ao aumento da evapotranspiração (*confiança alta*). Nas áreas tropicais onde se projeta um aumento da chuva, um maior crescimento da vegetação reduzirá o aquecimento regional (*confiança média*). Solos mais secos resultantes da mudança do clima podem aumentar a severidade das ondas de calor, enquanto condições de solos mais úmidos têm o efeito oposto (*confiança alta*). {2.5.2, 2.5.3}
- A.4.4 A desertificação intensifica o aquecimento global por meio da liberação de CO₂ relacionada à diminuição da cobertura vegetal (*confiança alta*). Essa diminuição da cobertura vegetal tende a aumentar o albedo local, levando ao resfriamento da superfície (*confiança alta*). {3.3}
- A.4.5 Mudanças na cobertura florestal, por exemplo, como resultado de florestamento, reflorestamento e desmatamento, afetam diretamente a temperatura da superfície em escala regional por meio das trocas de água e energia (*confiança alta*).²⁸ Onde há um aumento da cobertura florestal em regiões tropicais, o resfriamento resulta do aumento da evapotranspiração (*confiança alta*). O aumento da evapotranspiração pode resultar em dias mais frescos durante a estação de crescimento (*confiança alta*) e pode reduzir a amplitude de eventos relacionados ao calor (*confiança média*). Em regiões com cobertura de neve sazonal, como as regiões boreais e algumas regiões temperadas, o aumento da cobertura de árvores e arbustos também tem uma influência de aquecimento no inverno devido à redução do albedo da superfície (*confiança alta*).²⁹ {2.3, 2.4.3, 2.5.1, 2.5.2, 2.5.4}
- A.4.6 Tanto o aquecimento global quanto a urbanização podem aumentar o aquecimento nas cidades e seus arredores (efeito ilha de calor), especialmente durante os eventos relacionados ao calor, incluindo ondas de calor (*confiança alta*). As temperaturas noturnas são mais afetadas por esse efeito que as temperaturas diurnas (*confiança alta*). O aumento da urbanização também pode intensificar eventos extremos de chuva sobre as cidades ou a favor do vento nas áreas urbanas (*confiança média*). {2.5.1, 2.5.2, 2.5.3, 4.9.1, Quadro 4 do Capítulo Transversal em Capítulo 2}

²⁶ Por condições da terra entende-se mudanças na cobertura da terra (p.ex., desmatamento, reflorestamento, urbanização), no uso da terra (p.ex., irrigação) e no estado da terra (p.ex., grau de umidade, grau de esverdeamento, quantidade de neve, quantidade de *permafrost*)

²⁷ Terras com albedo alto refletem mais radiação solar recebida do que terras com baixo albedo.

²⁸ A literatura indica que as mudanças da cobertura florestal também podem afetar o clima por meio de mudanças nas emissões de gases reativos e aerossóis {2.4, 2.5}.

²⁹ Literaturas emergentes mostram que os aerossóis relacionados à floresta boreal podem neutralizar pelo menos parcialmente o efeito de aquecimento do albedo da superfície {2.4.3}.

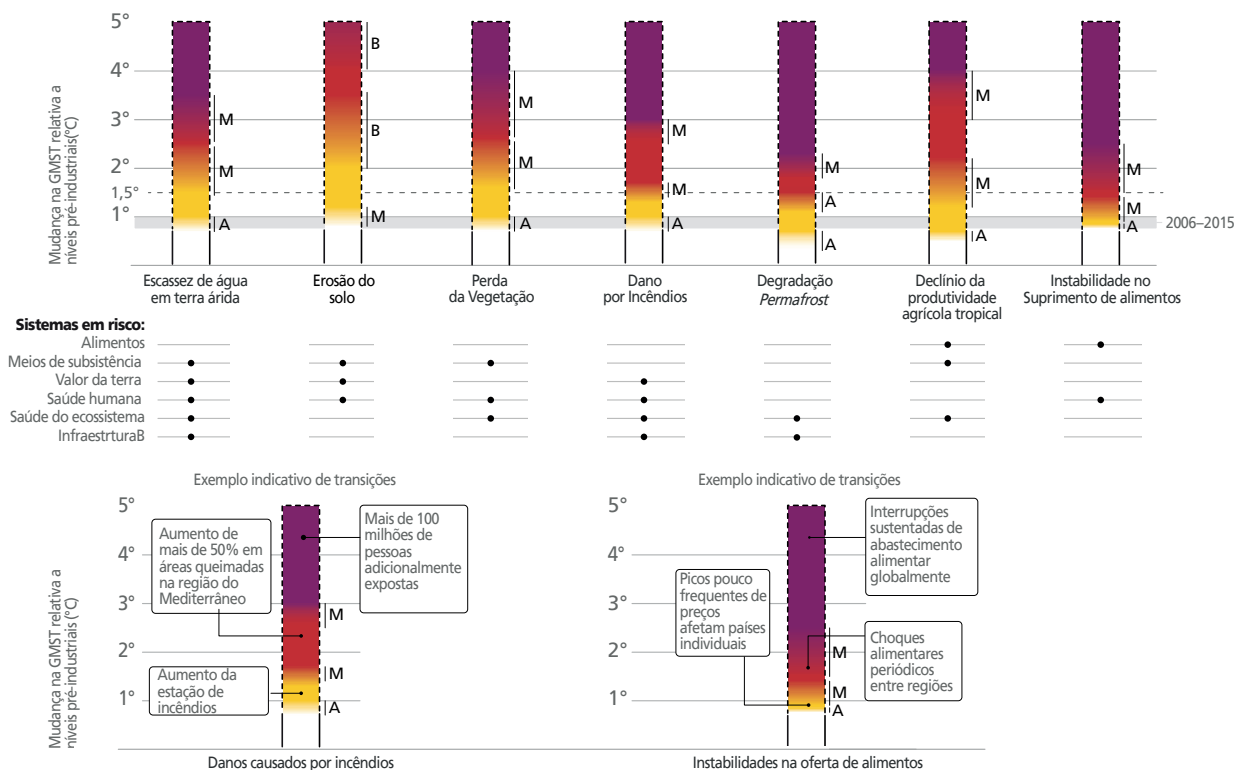
Quadro SPM. 1 | Trajetórias socioeconômicas compartilhadas (SSPs)

Neste relatório, exploram-se as implicações do desenvolvimento socioeconômico futuro para mitigação e adaptação à mudança do clima e uso da terra a partir de trajetórias socioeconômicas compartilhadas (SSPs na sigla em inglês). As SSPs abrangem uma variedade de desafios para a mitigação e adaptação à mudança do clima.

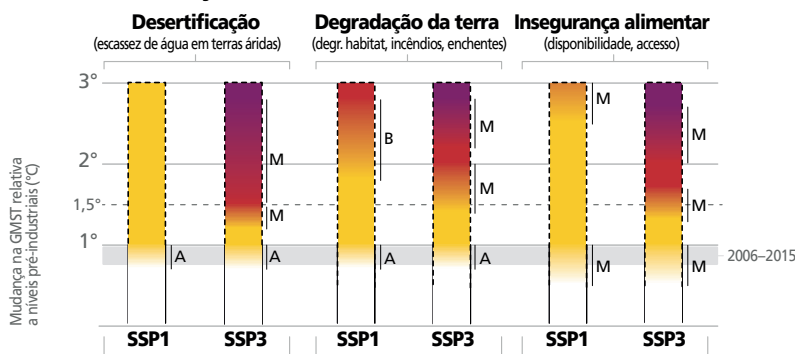
- A SSP1 inclui um pico e um declínio populacional (~7 bilhões em 2100), alta renda e desigualdades reduzidas, regulamentação efetiva do uso da terra, consumo menos intensivo de recursos, incluindo alimentos produzidos em sistemas de baixa emissão de GEE e menor desperdício de alimentos, livre comércio, e tecnologias e estilos de vida ambientalmente sustentáveis. Em relação a outras trajetórias, a SSP1 apresenta baixos desafios para mitigação e adaptação (ou seja, alta capacidade adaptativa).
- A SSP2 inclui crescimento populacional médio (~9 bilhões em 2100), renda média, progresso tecnológico, padrões de produção e o consumo continuam seguindo as tendências passadas, e ocorre apenas uma redução gradual da desigualdade. Em relação a outras trajetórias, a SSP2 tem desafios médios para mitigação e para adaptação (ou seja, capacidade adaptativa média).
- A SSP3 inclui alto crescimento populacional (~13 bilhões em 2100), baixa renda e desigualdades contínuas, consumo e produção intensivos em recursos, barreiras ao comércio e taxas lentas de mudanças tecnológicas. Em relação a outras trajetórias, a SSP3 tem altos desafios para mitigação e adaptação (ou seja, baixa capacidade adaptativa).
- A SSP4 inclui crescimento populacional médio (~9 bilhões em 2100), renda média, mas desigualdade significativa dentro das regiões, e entre elas. Em relação a outras trajetórias, a SSP4 apresenta baixos desafios à mitigação, porém altos desafios à adaptação (ou seja, baixa capacidade adaptativa).
- A SSP5 inclui um pico e um declínio populacional (~7 bilhões em 2100), alta renda, desigualdades reduzidas e livre comércio. Essa trajetória inclui produção, consumo e estilos de vida intensivos em materiais e recursos. Em relação a outras trajetórias, a SSP5 tem altos desafios para mitigação, mas baixos desafios para adaptação (ou seja, alta capacidade adaptativa).
- As SSPs podem ser combinadas com as Trajetórias Representativas de Concentração (da sigla em inglês RCPs), que implicam em diferentes níveis de mitigação, com implicações para a adaptação. Portanto, as SSPs podem ser consistentes com diferentes níveis de aumento da temperatura média global da superfície, conforme projetado por diferentes combinações SSP-RCP. No entanto, algumas combinações SSP-RCP não são possíveis; por exemplo, RCP2.6 e níveis mais baixos de aumento da temperatura média global da superfície futura (por exemplo, 1,5°C) não são possíveis na SSP3 em trajetórias modeladas. {1.2.2, 6.1.4, Quadro 1 do Capítulo Transversal em Capítulo 1, Quadro 9 do Capítulo Transversal em Capítulo 6}

A. Riscos para humanos e ecossistemas por mudanças provocadas pela mudança do clima em processos baseados no uso da terra

Aumentos da temperatura média global de superfície (GMST) relativos aos níveis pré-industriais afetam os processos envolvidos em **desertificação** (escassez de água), **degradação da terra** (erosão do solo, perda de vegetação, incêndios, derretimento de permafrost) e **segurança alimentar** (instabilidades nas colheitas e oferta de alimentos). Mudanças nesses processos geram riscos aos sistemas alimentares, meios de subsistência, valor da terra, e saúde humana e dos ecossistemas. Mudanças em um processo (p. ex., incêndio ou escassez de água) podem resultar em riscos combinados. Os riscos são local específicos, e diferem por região.



B. Diferentes trajetórias socioeconômicas afetam níveis de riscos relacionados ao clima



As escolhas socioeconômicas podem reduzir ou exacerbar os riscos relacionados ao clima, bem como influenciar a taxa de aumento da temperatura. A trajetória **SSP1** ilustra um mundo com baixo crescimento populacional, alta renda e desigualdades reduzidas, alimentos produzidos em sistemas de baixa emissão de GEE, regulamentação efetiva do uso da terra e alta capacidade adaptativa. A trajetória **SSP3** mostra tendências opostas. Para um mesmo nível de aumento da GMST, os riscos são menores em SSP1 quando comparados a SSP3.

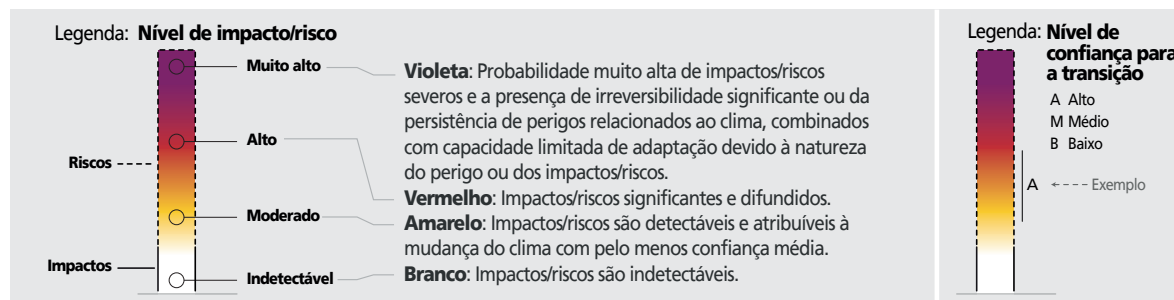


Figura SPM.2: Riscos aos sistemas humanos relacionados à terra e ecossistemas derivados da mudança global do clima, do desenvolvimento socioeconômico das escolhas de mitigação nos ecossistemas terrestres. | Assim como em relatórios anteriores do IPCC, a literatura foi usada para que especialistas pudessem fazer uma avaliação dos níveis de aquecimento global nos quais os níveis de risco são indetectáveis, moderados, altos ou muito altos, conforme descrito mais adiante no Capítulo 7 e em outras partes deste relatório. A Figura indica os riscos avaliados em níveis de aquecimento aproximados que podem ser influenciados por uma variedade de fatores, incluindo respostas de adaptação. A avaliação considera a capacidade de adaptação condizente com as trajetórias SSP, conforme descrito abaixo. **Painel A:** Riscos para elementos selecionados do sistema ambiental terrestre como uma função da temperatura média global da superfície {2.1, Quadro 2.1, 3.5, 3.7.1.1, 4.4.1.1, 4.4.1.2, 4.4.1.3, 5.2.2, 5.2.3, 5.2.4, 5.2.5, 7.2, 7.3, Tabela SM7.1}. Relações com sistemas mais amplos são ilustrativos e não têm a intenção de serem abrangentes. Os níveis de risco são estimados sob a hipótese de exposição média e vulnerabilidade impulsionada por tendências moderadas em condições socioeconômicas amplamente condizentes com uma trajetória SSP2. {Tabela SM7.4} **Painel B:** Riscos associados à desertificação, degradação da terra, e segurança alimentar devidos à mudança do clima e padrões de desenvolvimento socioeconômico. Riscos maiores relacionados à desertificação incluem população exposta e vulnerável a escassez de água em terras áridas. Os riscos relacionados à degradação da terra incluem maior degradação do habitat, população exposta a incêndios e inundações e os custos das enchentes. Os riscos à segurança alimentar incluem disponibilidade e acesso a alimentos, incluindo população em risco de fome, aumentos nos preços dos alimentos e aumentos nos anos de vida ajustados por incapacidade atribuíveis devido ao baixo peso infantil. Os riscos são avaliados por duas trajetórias socioeconômicas contrastadas (SSP1 e SSP3 {Quadro SPM.1}) excluindo os efeitos das políticas de mitigação direcionadas. {3.5, 4.2.1.2, 5.2.2, 5.2.3, 5.2.4, 5.2.5, 6.1.4, 7.2, Tabela SM7.5} Os riscos não são mencionados além dos 3°C porque a SSP1 não excede esse nível de mudança de temperatura. **Todos os painéis:** Como parte da avaliação, a literatura foi compilada e os dados reunidos em uma tabela-sumário. Um protocolo formal para eliciação de especialista (com base na técnica Delphi modificada e o *Sheffield Elicitation Framework*) foi seguido para identificar limites de transição de risco. Isso incluiu um processo de eliciação múltipla com duas rodadas de julgamento de limite anônimo e independente, e uma discussão final de consenso. Mais informações sobre métodos e literatura subjacente podem ser encontradas no Capítulo 7 Material Suplementar.

A.5 A mudança do clima cria um estresse adicional sobre a terra, exacerbando os riscos existentes para os meios de subsistência, a biodiversidade, a saúde humana e dos ecossistemas, a infraestrutura e os sistemas alimentares (confiança alta). Projeta-se impactos maiores sobre a terra em todos os cenários de emissão futura de GEE (confiança alta). Algumas regiões enfrentarão riscos mais altos, enquanto outras enfrentarão riscos não previstos anteriormente (confiança alta). Riscos em cascata com impactos em múltiplos sistemas e setores também variam entre as regiões (confiança alta). (Figura SPM.2) {2.2, 3.5, 4.2, 4.4, 4.7, 5.1, 5.2, 5.8, 6.1, 7.2, 7.3, Quadro 9 do Capítulo Transversal em Capítulo 6}

- A.5.1 Com o aumento do aquecimento, projeta-se que a frequência, intensidade e duração dos eventos relacionados ao calor, incluindo ondas de calor, continuem a aumentar ao longo do século XXI (*confiança alta*). Projeta-se que a frequência e a intensidade das secas aumentem particularmente na região do Mediterrâneo e na África Austral (*confiança média*). Projeta-se que a frequência e a intensidade de eventos extremos de chuva aumentem em muitas regiões (*confiança alta*). {2.2.5, 3.5.1, 4.2.3, 5.2}
- A.5.2 Com o aumento do aquecimento, projeta-se que as zonas climáticas sejam ainda mais deslocadas em direção aos polos nas latitudes médias e altas (*confiança alta*). Nas regiões de alta altitude, projeta-se que o aquecimento aumente os distúrbios em florestas boreais, entre eles a seca, incêndios, e surtos de doenças (*confiança alta*). Nas regiões tropicais, em cenários de emissões médias e altas de GEE, projeta-se que o aquecimento resulte no surgimento de condições climáticas sem precedentes³⁰ a partir de meados do século XXI (*confiança média*). {2.2.4, 2.2.5, 2.5.3, 4.3.2}
- A.5.3 Os níveis atuais de aquecimento global são associados a riscos moderados de aumento da escassez de água em terra árida, erosão do solo, perda de vegetação, danos causados por incêndios, degelo do *permafrost*, degradação costeira e declínio da produtividade das culturas tropicais (*confiança alta*). Projeta-se que os riscos, inclusive os riscos em cascata, sejam cada vez mais severos com o aumento das temperaturas. Projeta-se que, em torno de 1,5°C de aquecimento global, os riscos de escassez de água em terra árida, de danos causados por incêndios, de degradação do *permafrost* e de instabilidades no suprimento de alimentos tornem-se altos (*confiança média*). Em torno de 2°C de aquecimento global, projeta-se que os riscos de degradação do *permafrost* e instabilidades no suprimento de alimentos tornem-se muito altos (*confiança média*). Ademais, em torno de 3°C de aquecimento global, projeta-se que os riscos de perda de vegetação, de danos causados por incêndios florestais, e de escassez de água em terra árida também se tornem muito altos (*confiança média*). Os riscos advindos das secas, estresse hídrico, eventos relacionados ao calor, como ondas de calor e degradação do habitat, aumentam simultaneamente entre 1,5°C e 3°C de aquecimento (*confiança baixa*). (Figura SPM.2) {7.2.2, Quadro 9 do Capítulo Transversal em Capítulo 6, Capítulo 7 Material Suplementar}

³⁰ Condições climáticas sem precedentes são definidas neste relatório como "condições que não tenham ocorrido em nenhum lugar durante o século XX". Elas são caracterizadas por alta temperatura com forte sazonalidade e mudanças na precipitação. Na literatura avaliada, não foram considerados os efeitos de variáveis climáticas além de temperatura e precipitação.

- A.5.4 Projeta-se que a estabilidade no suprimento de alimentos³¹ diminua à medida que aumenta a magnitude e a frequência dos eventos climáticos extremos que perturbam as cadeias alimentares (*confiança alta*). Níveis elevados de CO₂ atmosférico também podem diminuir a qualidade nutricional das culturas agrícolas (*confiança alta*). Na SSP2, modelos globais econômicos e de culturas agrícolas projetam um aumento médio de 7,6% (variação de 1 a 23%) nos preços dos cereais em 2050 devido à mudança do clima (RCP6.0), levando a preços mais altos dos alimentos e aumento do risco de insegurança alimentar e fome (*confiança média*). As pessoas mais vulneráveis serão as mais severamente afetadas (*confiança alta*). {5.2.3, 5.2.4, 5.2.5, 5.8.1, 7.2.2.2, 7.3.1}
- A.5.5 Em terras áridas, projeta-se que a mudança do clima e a desertificação causem reduções na produtividade de culturas e pecuária (*confiança alta*), modifiquem o mix de espécies de plantas e reduzam a biodiversidade (*confiança média*). De acordo com a SSP2, projeta-se que a população que vive em área árida vulnerável a estresse hídrico, secas intensas e degradação do habitat chegue a 178 milhões de pessoas até 2050 com o aquecimento de 1,5°C, chegando a 220 milhões de pessoas se o aquecimento for de 2°C, e 277 milhões com um aquecimento de 3°C (*confiança baixa*). {3.5.1, 3.5.2, 3.7.3}
- A.5.6 Projeta-se que a Ásia e a África³² apresentem o maior número de povos vulneráveis ao aumento da desertificação. As Américas do Norte e do Sul, Mediterrâneo, África Meridional e Ásia Central podem ser cada vez mais afetadas por incêndios. Projeta-se que os trópicos e subtropicais sejam os mais vulneráveis ao declínio das culturas. Projeta-se que a degradação da terra resultante da combinação do aumento do nível do mar e dos ciclones mais intensos comprometa vidas e meios de subsistência em áreas propensas a ciclones (*confiança muito alta*). Nas populações, mulheres, jovens, idosos e pobres estão em maior risco (*confiança alta*). {3.5.1, 3.5.2, 4.4, Tabela 4.1, 5.2.2, 7.2.2, Quadro 3 do Capítulo Transversal em Capítulo 2}
- A.5.7 Mudanças no clima podem amplificar a migração induzida pelo ambiente, tanto dentro dos países quanto através das fronteiras (*confiança média*), refletindo múltiplas forças de mobilidade e disponibilidade de medidas de adaptação (*confiança alta*). Condições climáticas e de tempo extremas ou eventos de início lento podem levar a um aumento do deslocamento, a interrupções nas cadeias alimentares, a ameaças aos meios de subsistência (*confiança alta*), e contribuir para tensões exacerbadas por conflitos (*confiança média*). {3.4.2, 4.7.3, 5.2.3, 5.2.4, 5.2.5, 5.8.2, 7.2.2, 7.3.1}
- A.5.8 O manejo não sustentável da terra causou impactos econômicos negativos (*confiança alta*). Projeta-se que a mudança do clima exacerbe esses impactos (*confiança alta*). {4.3.1, 4.4.1, 4.7, 4.8.5, 4.8.6, 4.9.6, 4.9.7, 4.9.8, 5.2, 5.8.1, 7.3.4, 7.6.1, Quadro 10 do Capítulo Transversal em Capítulo 7}
- A.6 O nível de risco imposto pela mudança do clima depende do nível de aquecimento e de como população, consumo, produção, desenvolvimento tecnológico, e os padrões de manejo da terra evoluem (*confiança alta*). Trajetórias com maiores demandas por alimentos, ração e água, consumo e produção mais recurso-intensivos, e melhorias tecnológicas mais limitadas nas colheitas agrícolas resultam em riscos maiores de escassez de água em terras áridas, de degradação da terra, e de insegurança alimentar (*confiança alta*). (Figura SPM.2b) {5.1.4, 5.2.3, 6.1.4, 7.2, Quadro 9 do Capítulo Transversal no Capítulo 6}**
- A.6.1 Aumentos projetados em população e renda, combinados com mudanças nos padrões de consumo, resultam em maior demanda por alimentos, ração, e água em 2050 em todas as SSPs (*confiança alta*). Essas mudanças, combinadas com práticas de manejo da terra, têm implicações para mudança no uso da terra, insegurança alimentar, escassez de água, emissões terrestres de GEE, potencial de sequestro de carbono, e biodiversidade (*confiança alta*). As trajetórias de desenvolvimento nas quais a renda aumenta e a demanda por conversão de terra é reduzida, seja por meio de menor demanda agrícola ou melhora na produtividade, podem levar à redução da insegurança alimentar (*confiança alta*). Todas as trajetórias socioeconômicas futuras avaliadas resultam em aumentos na demanda por água e escassez de água (*confiança alta*). SSPs com maior expansão do cultivo agrícola resultam em declínios maiores na biodiversidade (*confiança alta*). {6.1.4}

³¹ Neste relatório, o suprimento de alimentos é definido como "abrangendo disponibilidade e acesso (incluindo preço)". A instabilidade no suprimento de alimentos refere-se à variabilidade que influencia a segurança alimentar por meio da redução do acesso.

³² A África Ocidental possui um grande número de povos vulneráveis ao aumento da desertificação e ao declínio da produção. A África Setentrional é vulnerável à escassez de água.

- A.6.2 Riscos relacionados a escassez de água em terras áridas são menores nas trajetórias com pouco crescimento populacional, menor aumento na demanda por água, e alta capacidade adaptativa, como na SSP1 {Quadro SPM.1}. Nesses cenários, o risco de escassez de água em terras áridas é moderado, mesmo com aquecimento global de 3°C (*confiança baixa*). Por outro lado, os riscos relacionados à escassez de água em terras áridas são maiores para trajetórias com crescimento populacional alto, vulnerabilidade alta, maior demanda de água e baixa capacidade adaptativa, como o SSP3. Na SSP3, a transição de risco moderado para alto ocorre entre 1,2°C e 1,5°C (*confiança média*). (Figura SPM.2b, Quadro SPM.1) {7.2}
- A.6.3 Os riscos relacionados à degradação da terra causada pela mudança do clima são mais altos em trajetórias com população mais alta, aumento na mudança do uso da terra, baixa capacidade adaptativa e outras barreiras à adaptação (p. ex., SSP3). Esses cenários resultam em mais pessoas expostas à degradação do ecossistema, incêndios e inundações costeiras (*confiança média*). Para a degradação da terra, a transição projetada de risco moderado para alto ocorre para o aquecimento global entre 1,8°C e 2,8°C na SSP1 (*confiança baixa*) e entre 1,4°C e 2°C na SSP3 (*confiança média*). A transição projetada de risco alto para muito alto ocorre entre 2,2°C e 2,8°C para SSP3 (*confiança média*). (Figura SPM.2b) {4.4, 7.2}
- A.6.4 Os riscos relacionados à segurança alimentar são maiores nas trajetórias com menor renda, aumento da demanda por alimentos, aumento dos preços dos alimentos resultantes da competição por terras, comércio mais limitado e outros desafios à adaptação (p. ex., SSP3) (*confiança alta*). Para segurança alimentar, a transição de risco moderado para alto ocorre para aquecimento global entre 2,5°C e 3,5°C na SSP1 (*confiança média*) e entre 1,3°C e 1,7°C na SSP3 (*confiança média*). A transição de risco alto para muito alto ocorre entre 2°C e 2,7°C para SSP3 (*confiança média*). (Figura SPM.2b) {7.2}
- A.6.5 Projeta-se que a expansão urbana leve à conversão de cultivo agrícola levando a perdas na produção de alimentos (*confiança alta*). Isso pode resultar em riscos adicionais para o sistema alimentar. As estratégias para reduzir esses impactos podem incluir a produção urbana e periurbana de alimentos e o gerenciamento da expansão urbana, bem como a infraestrutura verde urbana que pode reduzir os riscos climáticos nas cidades.³³ (*confiança alta*). (Figura SPM.3) {4.9.1, 5.5, 5.6, 6.3, 6.4, 7.5.6}

³³ Os sistemas ambientais terrestres considerados neste relatório não incluem a dinâmica do ecossistema urbano em detalhes. As áreas urbanas, a expansão urbana e outros processos urbanos e sua relação com os processos relacionados à terra são extensos, dinâmicos e complexos. Várias questões abordadas neste relatório, como população, crescimento, renda, produção e consumo de alimentos, segurança alimentar e dietas, têm relações estreitas com esses processos urbanos. As áreas urbanas também são o cenário de muitos processos relacionados à dinâmica de mudanças no uso da terra, incluindo a perda de funções e serviços ecossistêmicos, que podem levar ao aumento do risco de desastres. Algumas questões urbanas específicas são avaliadas neste relatório.

B. Opções de respostas para Adaptação e Mitigação

B.1 Muitas respostas relacionadas à terra que contribuem para a mitigação e adaptação à mudança do clima também podem combater a desertificação e a degradação da terra e melhorar a segurança alimentar. O potencial de respostas relacionadas à terra e a ênfase relativa na adaptação e mitigação são contexto-específicas, incluindo as capacidades adaptativas das comunidades e regiões. Embora as opções de resposta relacionadas à terra possam dar importantes contribuições à adaptação e mitigação, existem algumas barreiras para adaptação e limites à sua contribuição para a mitigação global. (*confiança muito alta*) (Figura SPM.3) {2.6, 4.8, 5.6, 6.1, 6.3, 6.4}

B.1.1 Algumas ações relacionadas à terra que contribuem para mitigação, adaptação à mudança do clima, e desenvolvimento sustentável já estão em curso. As opções de resposta foram avaliadas em termos de adaptação, mitigação, combate à desertificação e degradação do solo, segurança alimentar e desenvolvimento sustentável, e um conjunto seletivo de opções atende a todos esses desafios. Essas opções incluem, entre outras, produção sustentável de alimentos, manejo florestal aprimorado e sustentável, manejo de carbono orgânico no solo, conservação de ecossistemas e restauração da terra, redução do desmatamento e da degradação, e redução de perda e desperdício de alimentos (*confiança alta*). Essas opções de resposta exigem a integração de fatores biofísicos, socioeconômicos e outros facilitadores. {6.3, 6.4.5, 7.5.6, Quadro 10 do Capítulo Transversal no Capítulo 7}

B.1.2 Enquanto algumas opções de resposta têm impactos imediatos, outras levam décadas para produzir resultados mensuráveis. Exemplos de opções de resposta com impactos imediatos incluem a conservação de ecossistemas com alto conteúdo de carbono, como turfeiras, áreas alagadas, campos naturais pastejados, manguezais e florestas. Exemplos que fornecem vários serviços e funções ecossistêmicos, mas levam mais tempo para produzir resultados, incluem florestamento e reflorestamento, além da restauração de ecossistemas de alto conteúdo de carbono, agrofloresta e recuperação de solos degradados (*confiança alta*). {6.4.5, 7.5.6, Quadro 10 do Capítulo Transversal no Capítulo 7}

B.1.3 A implementação bem-sucedida das opções de resposta depende de considerações sobre as condições ambientais e socioeconômicas locais. Algumas opções, como o manejo de carbono do solo, são potencialmente aplicáveis a uma ampla gama de tipos de uso da terra, enquanto a eficácia das práticas de manejo da terra relacionadas a solos orgânicos, turfeiras e áreas alagadas, e aquelas vinculadas a recursos de água doce depende de condições agroecológicas específicas (*confiança alta*). Dada a natureza local específica dos impactos da mudança do clima nos componentes do sistema alimentar e as grandes variações nos agroecossistemas, as opções de adaptação e mitigação e suas barreiras estão relacionadas ao contexto ambiental e cultural em níveis regional e local (*confiança alta*). Atingir a neutralidade da degradação do solo depende da integração de múltiplas respostas nas escalas local, regional e nacional, em múltiplos setores, incluindo agricultura, pastagem, floresta e água (*confiança alta*). {4.8, 6.2, 6.3, 6.4.4, 7.5.6}

B.1.4 As opções baseadas na terra que resultam em sequestro de carbono no solo ou na vegetação, como florestamento, reflorestamento, agrofloresta, manejo do carbono do solo em solos minerais, ou armazenamento de carbono em produtos madeireiros colhidos, não continuam a sequestrar carbono indefinidamente (*confiança alta*). No entanto, as turfeiras podem continuar a sequestrar carbono por séculos (*confiança alta*). Quando a vegetação amadurece ou quando os reservatórios de carbono da vegetação e do solo atingem a saturação, a remoção anual de CO₂ da atmosfera diminui para zero, enquanto os estoques de carbono podem ser mantidos (*confiança alta*). No entanto, o carbono acumulado na vegetação e nos solos está em risco de perda futura (ou reversão de sumidouro) desencadeada por distúrbios como enchentes, secas, incêndios, pragas ou futura má gestão (*confiança alta*). {6.4.1}

B.2 A maioria das opções de resposta avaliadas contribui positivamente para o desenvolvimento sustentável e outros objetivos da sociedade (*confiança alta*). Muitas opções de resposta podem ser aplicadas sem competir pela terra e têm o potencial de oferecer múltiplos co-benefícios (*confiança alta*). Um conjunto adicional de opções de resposta tem o potencial de reduzir a demanda por terras, aumentando, assim, o potencial de outras opções de resposta para cada mitigação e adaptação à mudança do clima, combatendo a desertificação e a degradação da terra, e melhorando a segurança alimentar (*confiança alta*). (Figura SPM.3) {4.8, 6.2, 6.3.6, 6.4.3}

B.2.1 Algumas opções de manejo da terra, como melhor manejo do cultivo agrícola e de áreas de pastoreio, manejo florestal melhorado e sustentável e aumento do teor de carbono orgânico do solo, não exigem mudança no uso da terra e não criam demanda por mais conversão de terra (*confiança alta*). Além disso, algumas opções de resposta, como o aumento da produtividade de alimentos, escolhas

de dieta alimentar, perdas de alimentos e redução de desperdício, podem reduzir a demanda por conversão de terra, potencialmente liberando terra e criando oportunidades para uma implementação aprimorada de outras opções de resposta (*confiança alta*). As opções de resposta que reduzem a competição por terra são possíveis e aplicáveis em diferentes escalas, da fazenda ao nível regional (*confiança alta*). (Figura SPM.3) {4.8, 6.3.6, 6.4}

- B.2.2 Uma ampla gama de respostas de adaptação e mitigação, p. ex., preservação e restauração de ecossistemas naturais, como turfeiras, terras e florestas costeiras, conservação da biodiversidade, redução da competição por terra, manejo de incêndios, manejo de solos, e a maioria das opções de gestão de riscos (p. ex., uso de sementes locais, gestão de riscos de desastres, instrumentos de compartilhamento de riscos) têm o potencial de contribuir positivamente para o desenvolvimento sustentável, a melhoria das funções e serviços ecossistêmicos, e outros objetivos da sociedade (*confiança média*). A adaptação baseada em ecossistemas pode, em alguns contextos, promover a conservação da natureza e ao mesmo tempo remediar a pobreza e até mesmo oferecer co-benefícios pela remoção de GEE e proteção dos meios de subsistência (p. ex., manguezais) (*confiança média*). {6.4.3, 7.4.6.2}
- B.2.3 A maioria das opções de resposta baseadas no manejo da terra que não aumentam a competição pela terra e quase todas as opções baseadas no manejo da cadeia de valor (p. ex., escolhas de dieta alimentar, redução de perdas pós-colheita, redução de desperdício de alimentos) e no gerenciamento de riscos podem contribuir para erradicar a pobreza e eliminar a fome, promovendo boa saúde e bem-estar, água potável e saneamento, ação climática e vida em terra (*confiança média*). {6.4.3}

B.3 Embora a maioria das opções de resposta possa ser usada sem competir por terra disponível, algumas podem aumentar a demanda por conversão de terra (*confiança alta*). Na escala de implantação de muitos GtCO₂ ano⁻¹, esse aumento da demanda por conversão de terra pode levar a efeitos colaterais negativos para adaptação, desertificação, degradação de terra e segurança alimentar (*confiança alta*). Se implementadas em uma parcela pequena da área total de terra e integradas a paisagens manejadas sustentáveis, haverá menos efeitos colaterais negativos e alguns co-benefícios positivos poderão ser percebidos (*confiança alta*). (Figura SPM.3) {4.5, 6.2, 6.4, Quadro 7 do Capítulo Transversal em Capítulo 6}

- B.3.1 Se implementados em escalas suficientes para remover várias GtCO₂ ano⁻¹ de CO₂ da atmosfera, o florestamento, o reflorestamento e o uso da terra para produção de matéria-prima para bioenergia, com ou sem captura e armazenamento de carbono, ou para o biocarvão (*biochar*), podem aumentar de forma significativa a demanda por conversão de terra (*confiança alta*). A integração a paisagens manejadas de forma sustentável em escalas apropriadas pode amenizar os impactos negativos (*confiança média*). A redução de conversão de campo em cultivos agrícolas, a restauração e a redução de conversão de turfeiras e a restauração e a redução de conversão de áreas alagadas costeiras afetam menores áreas de terra em todo o mundo, e os impactos na mudança do uso da terra dessas opções são menores ou mais variáveis (*confiança alta*). (Figura SPM.3) {6.4, Quadro 7 do Capítulo Transversal em Capítulo 6}
- B.3.2 Embora a contribuição da terra à mitigação da mudança do clima seja relevante, há limites para a implantação de medidas de mitigação baseadas na terra, como cultivos agrícolas bioenergéticos ou florestamento. Seu uso generalizado, na extensão de vários milhões de km² em todo o mundo, pode aumentar os riscos para desertificação, degradação da terra, segurança alimentar e desenvolvimento sustentável (*confiança média*). Quando aplicadas em uma parcela limitada da área de terra total, medidas de mitigação baseadas na terra que substituem outros usos da terra têm menos efeitos colaterais negativos e podem ter co-benefícios positivos para adaptação, desertificação, degradação da terra, ou segurança alimentar. (*confiança alta*) (Figura SPM.3) {4.2, 4.5, 6.4; Quadro 7 do Capítulo Transversal em Capítulo 6}
- B.3.3 A produção e uso de biomassa para bioenergia pode ter co-benefícios, efeitos colaterais negativos, e riscos para degradação da terra, insegurança alimentar, emissões de GEE, e outros objetivos de desenvolvimento sustentável e ambientais (*confiança alta*). Esses impactos são contexto-específicos e dependem da escala de implantação, do uso inicial da terra, do tipo de terra, da matéria-prima para bioenergia, de estoques de carbono iniciais, da região climática, e do regime de manejo; e outras opções de resposta que demandem terra podem ter uma gama de consequências semelhantes (*confiança alta*). O uso de resíduos e restos orgânicos como matéria-prima para bioenergia pode mitigar as pressões por mudança no uso da terra associada à implantação de bioenergia, mas os resíduos são limitados, e sua remoção, que de outra forma poderia ser mantida no solo, pode levar à degradação do solo (*confiança alta*). (Figura SPM.3) {2.6.1.5, Quadro 7 do Capítulo Transversal em Capítulo 6}

B.3.4 Para trajetórias socioeconômicas projetadas com baixa densidade populacional, regulamentação efetiva do uso da terra, alimentos produzidos em sistemas com baixas emissões de GEE e menor perda e desperdício de alimentos (SSP1), a transição de risco baixo para moderado para a segurança alimentar, degradação da terra e escassez de água em terras secas ocorre entre 1 e 4 milhões de km² de terra para bioenergia ou para bioenergia com captura e armazenamento de carbono (BECCS na sigla em inglês) (*confiança média*). Em contrapartida, em trajetórias com alta densidade populacional, baixa renda e taxas lentas de mudança tecnológica (SSP3), a transição de risco baixo para moderado ocorre entre 0,1 e 1 milhão km² (*confiança média*). (Quadro SPM.1) {Tabela SM7.6, Quadro 7 do Capítulo Transversal em Capítulo 6, 6.4}

B.4 Muitas atividades de combate à desertificação podem contribuir para a adaptação à mudança do clima com co-benefícios para mitigação, bem como para deter a perda de biodiversidade com co-benefícios de desenvolvimento sustentável para a sociedade (*confiança alta*). Evitar, reduzir e reverter a desertificação aumentaria a fertilidade dos solos, aumentaria o armazenamento de carbono em solos e biomassa, enquanto beneficiaria a produtividade agrícola e a segurança alimentar (*confiança alta*). Evitar a desertificação é preferível a tentar restaurar a terra já degradada, por conta do potencial para riscos residuais e resultados desadaptativos (*confiança alta*). {3.6.1, 3.6.2, 3.6.3, 3.6.4, 3.7.1, 3.7.2}

B.4.1 Soluções que ajudam a adaptar e mitigar a mudança do clima e ao mesmo tempo que contribuem para combater a desertificação são local-específicas, e incluem, entre outras: captação de água e microirrigação, restauração de terras degradadas com o uso de plantas apropriadas, ecologicamente resistentes à seca; agrofloresta e outras práticas de adaptação agroecológicas e baseadas no ecossistema (*confiança alta*). {3.3, 3.6.1, 3.7.2, 3.7.5, 5.2, 5.6}

B.4.2 Reduzir as tempestades de poeira e areia e o movimento de dunas de areia pode diminuir os efeitos negativos da erosão pelo vento e melhorar a qualidade do ar e a saúde (*confiança alta*). Dependendo da disponibilidade de água e das condições do solo, florestamento, plantio de árvores e programas de restauração de ecossistema, que visam à criação de quebra-ventos na forma de “paredes verdes” e “barragens verdes” usando espécies de árvores nativas e outras resilientes ao clima e com pouca necessidade de água, podem reduzir as tempestades de areia, evitar a erosão pelo vento e contribuir para sumidouros de carbono, ao tempo em que melhoram microclimas, nutrientes do solo e retenção de água (*confiança alta*). {3.3, 3.6.1, 3.7.2, 3.7.5}

B.4.3 Medidas de combate à desertificação podem promover o sequestro de carbono pelo solo (*confiança alta*). A restauração de vegetação natural e o plantio de árvores em terras degradadas enriquecem, a longo prazo, o carbono no solo superficial e no subsolo (*confiança média*). Taxas modeladas de sequestro de carbono após a adoção de práticas agrícolas de conservação em terras áridas dependem das condições locais (*confiança média*). Se o carbono do solo for perdido, pode levar um período prolongado para a recuperação dos estoques de carbono. {3.1.4, 3.3, 3.6.1, 3.6.3, 3.7.1, 3.7.2}

B.4.4 A erradicação da pobreza e a garantia da segurança alimentar podem se beneficiar da aplicação de medidas que promovam a neutralidade da degradação da terra (incluindo evitar, reduzir e reverter a degradação da terra) em campos naturais pastejados, cultivos agrícolas e florestas, os quais contribuem para o combate à desertificação, enquanto mitigam e adaptam-se à mudança do clima no âmbito do desenvolvimento sustentável. Essas medidas incluem evitar desmatamento e adotar práticas localmente adequadas, incluindo o manejo de campos naturais pastejados e incêndios florestais (*confiança alta*). {3.4.2, 3.6.1, 3.6.2, 3.6.3, 4.8.5}

B.4.5 Atualmente há uma lacuna no conhecimento dos limites da adaptação e da má-adaptação potencial aos efeitos combinados da mudança do clima e da desertificação. Na ausência de novas ou melhores opções de adaptação, o potencial para riscos residuais e resultados desadaptativos é alto (*confiança alta*). Mesmo quando há soluções disponíveis, as restrições sociais, econômicas e institucionais podem representar barreiras à sua implementação (*confiança média*). Algumas opções de adaptação podem se tornar desadaptativas devido a seus impactos ambientais, como a irrigação que provoca salinização do solo ou extração excessiva que leva ao esgotamento das águas subterrâneas (*confiança média*). Formas extremas de desertificação podem levar à completa perda de produtividade da terra, limitando as opções de adaptação ou atingindo os limites para adaptação (*confiança alta*). {Sumário Executivo Capítulo 3, 3.6.4, 3.7.5, 7.4.9}

B.4.6 Desenvolver, viabilizar e promover o acesso a fontes de energia e tecnologias mais limpas podem contribuir para a mitigação e adaptação à mudança do clima e combater a desertificação e a degradação de florestas por meio da diminuição do uso da biomassa tradicional para energia, enquanto aumenta a diversidade da oferta de energia (*confiança média*). Isso pode trazer benefícios socioeconômicos e para a

saúde, especialmente para mulheres e crianças (*confiança alta*). A eficiência das infraestruturas de energia eólica e solar é reconhecida; essa eficiência pode ser afetada em algumas regiões por tempestades de poeira e areia (*confiança alta*). {3.5.3, 3.5.4, 4.4.4, 7.5.2, Quadro 12 do Capítulo Transversal em Capítulo 7}

B.5 O manejo sustentável da terra³⁴, inclusive o manejo sustentável das florestas³⁵, pode prevenir e reduzir a degradação da terra, manter sua produtividade e, por vezes, reverter os impactos adversos da mudança do clima (*confiança muito alta*). Também pode contribuir para mitigação e adaptação (*confiança alta*). Reduzir e reverter a degradação da terra, em escalas que vão desde fazendas individuais a bacias hidrográficas inteiras, podem fornecer benefícios custo-efetivos, imediatos e de longo prazo às comunidades e apoiar vários Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) com co-benefícios para adaptação (*confiança muito alta*) e mitigação (*confiança alta*). Mesmo com a implementação do manejo sustentável da terra, os limites para adaptação podem ser excedidos em algumas situações (*confiança média*). {1.3.2, 4.1.5, 4.8, 7.5.6, Tabela 4.2}

- B.5.1 A degradação da terra nos sistemas agrícolas pode ser tratada através do manejo sustentável da terra, com um enfoque ecológico e socioeconômico, com co-benefícios para a adaptação à mudança do clima. Opções de manejo que reduzam a vulnerabilidade dos solos à erosão e perda de nutrientes, incluem o cultivo de culturas para a adubação verde e de culturas de cobertura, retenção de resíduos da cultura, cultivo mínimo ou plantio direto e manutenção da cobertura do solo por meio da melhoria do manejo de áreas de pastagem. (*confiança muito alta*). {4.8}
- B.5.2 As seguintes opções também têm co-benefícios de mitigação. Os sistemas agrícolas, como agrofloresta, fases de pastagem perene e uso de grãos perenes, podem reduzir substancialmente a erosão e a lixiviação de nutrientes ao aumentar o estoque de carbono no solo. (*confiança alta*). O potencial global de sequestro de culturas de cobertura seria de cerca de $0,44 \pm 0,11 \text{ GtCO}_2 \text{ ano}^{-1}$ se aplicado a 25% do cultivo agrícola em todo o mundo (*confiança alta*). O uso de determinados biocarvões pode sequestrar carbono (*confiança alta*), e melhorar as condições do solo em alguns tipos de solo/climas (*confiança média*). {4.8.1.1, 4.8.1.3, 4.9.2, 4.9.5, 5.5.1, 5.5.4, Quadro 6 do Capítulo Transversal em Capítulo 5}
- B.5.3 Reduzir o desmatamento e a degradação florestal diminui as emissões de GEE (*confiança alta*), com um potencial estimado de mitigação técnica de $0,4\text{--}5,8 \text{ GtCO}_2 \text{ ano}^{-1}$. Por oferecer meios de subsistência de longo prazo para as comunidades, o manejo florestal sustentável pode reduzir a extensão da conversão de floresta para usos não-florestais (p. ex., cultivo agrícola ou assentamentos) (*confiança alta*). O manejo florestal sustentável, destinado a fornecer madeira, fibra, biomassa, recursos não-madeireiros e outras funções e serviços ecossistêmicos, pode reduzir as emissões de GEE e contribuir para a adaptação (*confiança alta*). {2.6.1.2, 4.1.5, 4.3.2, 4.5.3, 4.8.1.3, 4.8.3, 4.8.4}
- B.5.4 O manejo florestal sustentável pode manter ou aumentar os estoques de carbono florestal e pode manter os sumidouros de carbono florestal, inclusive pela transferência de carbono para produtos madeireiros, abordando, assim, a questão da saturação de sumidouros (*confiança alta*). Nos casos em que o carbono da madeira é transferido para produtos madeireiros, eles podem armazenar carbono por longo prazo e podem substituir materiais com altas emissões, reduzindo as emissões em outros setores (*confiança alta*). Onde a biomassa é usada para energia, p. ex., como estratégia de mitigação, o carbono é liberado mais rapidamente de volta à atmosfera (*confiança alta*). (Figura SPM.3) {2.6.1, 2.7, 4.1.5, 4.8.4, 6.4.1, Quadro 7 do Capítulo Transversal em Capítulo 6}
- B.5.5 A mudança do clima pode levar à degradação do solo, mesmo com a implementação de medidas destinadas a evitar, reduzir ou reverter a (*confiança alta*). Os limites para a adaptação são dinâmicos, local específicos e são determinados pela interação de alterações biofísicas com as condições sociais e institucionais (*confiança muito alta*). Em algumas situações, exceder os limites de adaptação pode desencadear perdas escalonadas ou resultar em mudanças transformacionais indesejáveis (*confiança média*), como migração forçada (*confiança*

³⁴ Neste relatório, manejo sustentável da terra é definido como "a administração e o uso dos recursos da terra, incluindo solos, água, animais e plantas, para atender à evolução das necessidades humanas, garantindo simultaneamente o potencial produtivo de longo prazo desses recursos e a manutenção de suas funções ambientais". Exemplos de opções incluem, entre outros, agroecologia (incluindo agrofloresta), práticas agrícolas e floresta de conservação, diversidade de culturas e espécies florestais, rotação apropriada de culturas e florestas, agricultura orgânica, manejo integrado de pragas, conservação de polinizadores, coleta de água da chuva, manejo de pastagens e campos naturais pastejados e sistemas de agricultura de precisão.

³⁵ Neste relatório, manejo florestal sustentável é definido como "a administração e o uso de florestas e terras florestais de uma maneira, e em uma taxa, que mantém sua biodiversidade, produtividade, capacidade de regeneração, vitalidade e seu potencial de cumprir, agora e no futuro, funções ecológicas, econômicas e sociais relevantes em níveis local, nacional e global, e que não causem danos a outros ecossistemas".

baixa), conflitos (*confiança baixa*) ou pobreza (*confiança média*). Exemplos de degradação da terra induzida pela mudança do clima que podem exceder os limites de adaptação incluem a erosão costeira exacerbada pelo aumento do nível do mar, onde a terra desaparece (*confiança alta*), degelo do *permafrost*, afetando infraestruturas e meios de subsistência (*confiança média*), e erosão extrema do solo que leva à perda de capacidade produtiva (*confiança média*). {4.7, 4.8.5, 4.8.6, 4.9.6, 4.9.7, 4.9.8}

B.6 Opções de resposta ao longo de todo o sistema alimentar, da produção ao consumo, incluindo perda e desperdício de alimentos, podem ser implantadas e escalonadas para avançar a adaptação e a mitigação (*confiança alta*). O potencial total de mitigação técnica das atividades agrícolas, pecuárias e agroflorestais é estimado em 2,3–9,6 GtCO₂eq ano⁻¹ até 2050 (*confiança média*). O potencial total de mitigação técnica de mudanças de dietas alimentares é estimado em 0,7–8 GtCO₂eq ano⁻¹ até 2050 (*confiança média*). {5.3, 5.5, 5.6}

B.6.1 As práticas que contribuem para a mitigação e adaptação à mudança do clima nas áreas de cultivo agrícola incluem o aumento da matéria orgânica do solo, controle de erosão, melhor manejo de fertilizantes, melhor manejo de culturas, por exemplo, manejo de arroz em casca e uso de variedades e melhoramentos genéticos para tolerância ao calor e à seca. Para a pecuária, as opções incluem melhor manejo de áreas de pastoreio, melhor manejo de esterco, ração de melhor qualidade, e uso de raças e melhoramento genético. Diferentes sistemas de criação e de pastoreio podem obter reduções na intensidade das emissões dos produtos animais. Dependendo dos sistemas de criação e de pastoreio e do nível de desenvolvimento, as reduções na intensidade das emissões dos produtos animais podem levar a reduções absolutas nas emissões de GEE (*confiança média*). Muitas opções relacionadas à pecuária podem melhorar a capacidade adaptativa das comunidades rurais, em particular, dos pequenos produtores e pastores. Existem sinergias significativas entre adaptação e mitigação, por exemplo, através de abordagens sustentáveis de manejo da terra (*confiança alta*). {4.8, 5.3.3, 5.5.1, 5.6}

B.6.2 A diversificação do sistema alimentar (p. ex., implementação de sistemas integrados de produção, recursos genéticos de ampla base e dietas) podem reduzir os riscos da mudança do clima (*confiança média*). Dietas balanceadas, com alimentos à base de plantas, cereais, legumes, frutas e vegetais, nozes e sementes e alimentos de origem animal produzidos em sistemas resilientes, sustentáveis e com baixa emissão de GEE, apresentam grandes oportunidades para adaptação e mitigação ao mesmo tempo em que geram co-benefícios significativos em termos de saúde humana (*confiança alta*). Até 2050, mudanças de dietas alimentares podem liberar diversos milhões de km² (*confiança média*) de terra e fornecer um potencial de mitigação técnica de 0,7 a 8,0 GtCO₂eq ano⁻¹, em relação às projeções *business as usual* (*confiança alta*). As transições para dietas com baixa emissão de GEE podem ser influenciadas por práticas de produção locais, barreiras técnicas e financeiras e meios de subsistência e hábitos culturais associados (*confiança alta*). {5.3, 5.5.2, 5.5, 5.6}

B.6.3 A redução de perda e desperdício de alimentos pode diminuir as emissões de GEE e contribuir para a adaptação por meio da redução da área de terra necessária para a produção de alimentos (*confiança média*). Entre 2010 e 2016, a perda e o desperdício global de alimentos contribuíram com 8 a 10% do total das emissões antrópicas de GEE (*confiança média*). Atualmente, de 25 a 30% do total de alimentos produzidos são perdidos ou desperdiçados (*confiança média*). Opções técnicas, como melhores técnicas de colheita, armazenamento em fazenda, infraestrutura, transporte, embalagem, varejo e educação, podem reduzir a perda e o desperdício de alimentos em toda a cadeia de suprimentos. As causas de perda e desperdício de alimentos diferem substancialmente entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, bem como entre regiões (*confiança média*). Até 2050, a redução de perda e desperdício de alimentos pode liberar diversos milhões de km² de terra (*confiança baixa*). {5.5.2, 6.3.6}

B.7 O uso futuro da terra depende, em parte, do resultado climático desejado e do portfólio de opções de resposta implantado (*confiança alta*). Todas as trajetórias modeladas avaliadas que limitam o aquecimento a 1,5°C ou bem abaixo de 2°C exigem mitigação e mudança no uso da terra, com a maioria incluindo diferentes combinações de reflorestamento, florestamento, redução do desmatamento e bioenergia (*confiança alta*). Um pequeno número de trajetórias modeladas atinge 1,5°C com redução da conversão da terra (*confiança alta*) e, portanto, menores consequências para desertificação, degradação da terra, e segurança alimentar (*confiança média*). (Figura SPM.4) {2.6, 6.4, 7.4, 7.6; Quadro 9 do Capítulo Transversal em Capítulo 6}

- B.7.1 Trajetórias modeladas que limitam o aquecimento global a 1,5°C³⁶ incluem mais mitigação baseada na terra que trajetórias com níveis mais altos de aquecimento (*confiança alta*), mas os impactos da mudança do clima nos sistemas ambientais terrestres nessas trajetórias são menos severos (*confiança média*). (Figura SPM.2, Figura SPM.4) {2.6, 6.4, 7.4, Quadro 9 do Capítulo Transversal em Capítulo 6}
- B.7.2 Trajetórias modeladas que limitam o aquecimento global a 1,5°C e 2°C projetam uma redução de 2 milhões de km² a um aumento de 12 milhões de km² em área florestal em 2050, em relação a 2010 (*confiança média*). Trajetórias de 3°C projetam áreas florestais menores, variando de uma redução de 4 milhões km² a um aumento de 6 milhões km² (*confiança média*). (Figura SPM.3, Figura SPM.4) {2.5, 6.3, 7.3, 7.5; Quadro 9 do Capítulo Transversal em Capítulo 6}
- B.7.3 A área de terra necessária para bioenergia em trajetórias modeladas varia significativamente dependendo da trajetória socioeconômica, do nível de aquecimento, e da matéria-prima e do sistema de produção usados (*confiança alta*). Trajetórias modeladas para limitar o aquecimento global a 1,5°C usam até 7 milhões de km² para bioenergia em 2050; a área de terra para bioenergia é menor nas trajetórias de 2°C (de 0,4 a 5 milhões de km²) e 3°C (0,1 a 3 milhões de km²) (*confiança média*). Trajetórias com altos níveis de conversão de terra podem implicar em efeitos colaterais negativos impactando escassez de água, biodiversidade, degradação da terra, desertificação, e segurança alimentar, se não forem manejadas adequadamente, enquanto que a implementação de melhores práticas em escalas apropriadas podem ter co-benefícios, como o manejo da salinidade em terra árida, maior biocontrole e biodiversidade e aumento do sequestro de carbono (*confiança alta*). (Figura SPM.3) {2.6, 6.1, 6.4, 7.2; Quadro 7 do Capítulo Transversal em Capítulo 6}
- B.7.4 A maior parte das trajetórias de mitigação inclui a implantação substancial de tecnologias de bioenergia. Um pequeno número de trajetórias modeladas limita o aquecimento a 1,5°C com dependência reduzida de bioenergia e BECCS (área <1 milhão km² em 2050) e outras opções de remoção de dióxido de carbono (CDR) (*confiança alta*). Essas trajetórias dependem ainda mais de transições rápidas e de longo alcance em energia, terra, sistemas urbanos e infraestrutura, além de mudanças comportamentais e de estilo de vida em comparação com outras trajetórias de 1,5°C. {2.6.2, 5.5.1, 6.4, Quadro 7 do Capítulo Transversal em Quadro 7 do Capítulo 6}
- B.7.5 Essas trajetórias modeladas não consideram os efeitos da mudança do clima na terra ou na fertilização de CO₂. Além disso, elas incluem apenas um subconjunto das opções de resposta avaliadas neste relatório (*confiança alta*); a inclusão de opções de resposta adicionais nos modelos poderia reduzir a necessidade projetada de bioenergia ou CDR que aumente a demanda por terra {6.4.4, Quadro 9 do Capítulo Transversal em Capítulo 6}

³⁶ Neste relatório, as referências a trajetórias que limitam o aquecimento global a um nível específico são baseadas em uma probabilidade de 66% de permanecer abaixo daquele nível de temperatura em 2100, usando o modelo MAGICC.

Contribuição potencial global das opções de resposta para mitigação, adaptação, combate à desertificação e degradação da terra, e aumento da segurança alimentar

O **Painel A** mostra opções de resposta que podem ser implementadas sem ou com competição limitada por terra, incluindo algumas que têm potencial para reduzir a demanda por terra. Co-benefícios e efeitos colaterais adversos são mostrados quantitativamente com base no limite superior da variação dos potenciais avaliados. As magnitudes das contribuições são categorizadas usando limites para impactos positivos ou negativos. As letras nas células indicam confiança na magnitude do impacto em relação aos limites usados (ver legenda). A confiança na direção da mudança é geralmente mais alta.

Opções de resposta baseadas em manejo da terra		Mitigação	Adaptação	Desertificação	Degradação da Terra	Segurança alimentar	Custo
Agricultura	Aumento da produtividade de alimentos	B	M	B	M	A	—
	Agrofloresta	M	M	M	M	B	●
	Melhor manejo de cultivo agrícola	M	B	B	B	B	●●
	Melhor manejo da pecuária	M	B	B	B	B	●●●
	Diversificação agrícola	B	B	B	M	B	●
	Melhor manejo de áreas pastáveis	M	B	B	B	B	—
	Gestão integrada de água	B	B	B	B	B	●●
	Redução da conversão de campo em cultivo agrícola	B	—	B	B	B	●
Florestas	Manejo florestal	M	B	B	B	B	●●
	Redução de desmatamento e degradação florestal	A	B	B	B	B	●●
Solos	Aumento do teor de carbono orgânico no solo	A	B	M	M	B	●●
	Redução da erosão do solo	↔ B	B	M	M	B	●●
	Redução da salinização do solo	—	B	B	B	B	●●
	Redução da compactação do solo	—	B	—	B	B	●
Outros ecossistemas	Manejo de incêndios	M	M	M	M	B	●
	Redução de deslizamentos de terra e riscos naturais	B	B	B	B	B	—
	Redução da poluição, incluindo acidificação	↔ M	M	B	B	B	—
	Restauração e redução da conversão de áreas alagadas	M	B	M	M	↔ B	—
	Restauração e redução da conversão de turfas	M	—	na	M	B	●
Opções de resposta baseadas na gestão da cadeia de valor		Mitigação	Adaptação	Desertificação	Degradação da Terra	Segurança alimentar	Custo
Demanda	Redução das perdas pós-colheita	A	M	B	B	A	—
	Mudança na dieta alimentar	A	—	B	A	A	—
	Redução de desperdício de alimentos (consumidor ou varejista)	A	—	B	M	M	—
Oferta	Fornecimento sustentável	—	B	—	B	B	—
	Melhor processamento e varejo de alimentos	B	B	—	—	B	—
	Melhor uso de energia nos sistemas alimentares	B	B	—	—	B	—
Opções de resposta baseadas na gestão de risco		Mitigação	Adaptação	Desertificação	Degradação da Terra	Segurança alimentar	Custo
Risco	Diversificação de meios de subsistência	—	B	—	B	B	—
	Gestão da expansão urbana	—	B	B	M	B	—
	Instrumentos de compartilhamento de risco	↔ B	B	—	↔ B	B	●●

As opções mostradas são aquelas para as quais existem dados disponíveis para avaliar o potencial global de três ou mais desafios da terra. As magnitudes são avaliadas de forma independente para cada opção e não são somadas.

Chave para critérios para definir magnitude do impacto de cada opção integrada de resposta						
		Mitigação Gt CO ₂ e/ano ¹	Adaptação Milhão de pessoas	Desertificação Milhão km ²	Degradação da Terra Milhão km ²	Segurança alimentar Milhão de pessoas
Positivo	Ampla	Mais de 3	Positivo para mais de 25	Positivo para mais de 3	Positivo para mais de 3	Positivo para mais de 100
	Moderada	0,3 a 3	1 a 25	0,5 a 3	0,5 a 3	1 a 100
	Pequena	Menos de 0,3	Menos de 1	Menos de 0,5	Menos de 0,5	Menos de 1
	Insignificante	Nenhum efeito	Nenhum efeito	Nenhum efeito	Nenhum efeito	Nenhum efeito
Negativo	Pequena	Menos de -0,3	Menos de 1	Menos de 0,5	Menos de 0,5	Menos de 1
	Moderada	-0,3 a -3	1 a 25	0,5 a 3	0,5 a 3	1 a 100
	Ampla	Mais de -3	Negativo para mais de 25	Negativo para mais de 3	Negativo para mais de 3	Negativo para mais de 100
↔ Variável: Pode ser positiva ou negativa		— não há dados	na não se aplica			

Nível de confiança
Indica a confiança na estimativa da magnitude da categoria.

A Alta confiança
M Média confiança
B Baixa confiança

Variação de custo
Veja a legenda técnica para variações de custo em US\$ tCO₂e¹ ou US\$ ha¹.

●●● Alto custo
●● Médio custo
● Baixo custo
— Não há dados

Potencial contribuição global das opções de resposta para mitigação, adaptação, combate à desertificação e degradação da terra, e aumento da segurança alimentar

O **Panel B** mostra opções de resposta que dependem de mudanças no uso da terra adicionais e podem ter implicações em três ou mais desafios da terra em diferentes contextos de implementação. Para cada opção, a primeira linha (alto nível de implementação) mostra uma avaliação quantitativa (como no Painel A) das implicações para a implementação global em escalas que oferecem remoções de CO₂ maiores que 3 GtCO₂ ano⁻¹ usando os limites de magnitude mostrados no Painel A. As células hachuradas em vermelho indicam uma pressão crescente, porém impacto não quantificado. Para cada opção, a segunda linha (melhor prática de implementação) mostra estimativas qualitativas de impacto se implementadas usando melhores práticas em sistemas paisagísticos manejados adequadamente, que permitem o uso eficiente e sustentável do recurso e apoiadas por mecanismos de governança apropriados. Nessas avaliações qualitativas, verde indica um impacto positivo, cinza indica uma interação neutra.

Bioenergia e BECCS



Alto nível: Os impactos na adaptação, desertificação, degradação da terra e segurança alimentar são impactos potenciais máximos, assumindo remoção de dióxido de carbono por BECCS na escala de 11,3 GtCO₂ ano⁻¹ em 2050, e observando que a bioenergia sem CCS também pode obter reduções de emissões de até várias GtCO₂ ano⁻¹ quando se trata de uma fonte de energia de baixo carbono (2.6.1; 6.3.1). Estudos que vinculam bioenergia à segurança alimentar estimam um aumento da população em risco de fome para até 150 milhões de pessoas nesse nível de implementação (6.3.5). As células hachuradas em vermelho para desertificação e degradação da terra indicam que, embora sejam necessários até 15 milhões de km² de terra adicional em 2100 em cenários de 2°C os quais irão aumentar a pressão pela desertificação e degradação da terra, a área real afetada por essa pressão adicional não é facilmente quantificada (6.3.3; 6.3.4).



Melhor prática: O sinal e a magnitude dos efeitos de bioenergia e BECCS dependem da escala de implantação, do tipo de matéria-prima da bioenergia, de quais outras opções de resposta estão incluídas e de onde a bioenergia é cultivada (incluindo uso prévio da terra e emissões indiretas da mudança do uso da terra). Por exemplo, limitar a produção de bioenergia a terras marginais ou cultivo agrícola abandonado teria efeitos insignificantes na biodiversidade, segurança alimentar, e potencialmente co-benefícios para a degradação da terra; no entanto, os benefícios da mitigação também poderiam ser menores (Tabela 6.58).

Reflorestamento e restauração florestal



Alto nível: Os impactos na adaptação, desertificação, degradação da terra e segurança alimentar são impactos potenciais máximos, pressupondo a implementação de reflorestamento e restauração florestal (parcialmente sobreposta à florestação) em uma escala de remoção de 10,1 GtCO₂ ano⁻¹ (6.3.1). O reflorestamento em larga escala pode causar aumento de 80% nos preços dos alimentos até 2050, e medidas de mitigação mais gerais no setor AFOLU podem se traduzir em um aumento da subnutrição de 80 a 300 milhões de pessoas; o impacto do reflorestamento é menor (6.3.5).



Melhor prática: Há co-benefícios do reflorestamento e restauração florestal em áreas anteriormente florestadas, assumindo a implantação em pequena escala usando espécies nativas e envolvendo as partes interessadas locais para fornecer uma rede de segurança para a segurança alimentar. Exemplos de implementação sustentável incluem, entre outros, reduzir a extração ilegal de madeira e deter a perda ilegal de florestas em áreas protegidas, reflorestar e restaurar florestas em terras degradadas e desertificadas (Quadro 6.1C; Tabela 6.6).

Florestamento



Alto nível: Os impactos na adaptação, desertificação, degradação da terra e segurança alimentar são impactos potenciais máximos, pressupondo a implementação de florestamento (parcialmente sobreposto ao reflorestamento e restauração florestal) em uma escala de remoção de 8,9 GtCO₂ ano⁻¹ (6.3.1). O florestamento em larga escala pode causar aumento de 80% nos preços dos alimentos até 2050, e medidas de mitigação mais gerais no setor AFOLU podem se traduzir em um aumento da subnutrição de 80 a 300 milhões de pessoas (6.3.5).

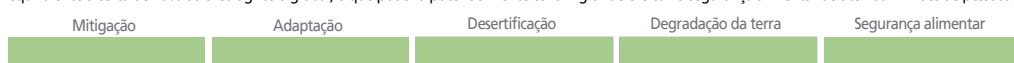


Melhor prática: O florestamento é usado para evitar a desertificação e combater a degradação da terra. As terras florestadas também oferecem benefícios em termos de oferta de alimentos, especialmente quando a floresta é estabelecida em terras degradadas, manguezais e outras terras que não podem ser usadas para a agricultura. Por exemplo, os alimentos das florestas representam uma rede de segurança durante períodos de insegurança alimentar e de renda (6.3.5).

Adição de biocarvão ao solo



Alto nível: Os impactos na adaptação, desertificação, degradação da terra e segurança alimentar são impactos potenciais máximos, pressupondo a implementação do biocarvão em uma escala de remoção de 6,6 GtCO₂ ano⁻¹ (6.3.1). Culturas de biomassa dedicadas, requeridas para a produção de matéria-prima, poderiam ocupar 0,4–2,6 Mkm² de terra, o equivalente a cerca de 20% da área agrícola global, o que poderia potencialmente ter um grande efeito na segurança alimentar de até 100 milhões de pessoas (6.3.5).



Melhor prática: Quando aplicado à terra, o biocarvão poderia fornecer benefícios moderados à segurança alimentar, melhorando a produtividade em 25% nos trópicos, mas com impactos mais limitados em regiões temperadas, ou por meio da melhoria da capacidade de retenção de água e da eficiência do uso de nutrientes. Cultivo agrícola abandonado poderia ser usado para suprir biomassa para o biocarvão, evitando assim a competição com a produção de alimentos; Estima-se que 5–9 Mkm² de terra estejam disponíveis para a produção de biomassa sem comprometer a segurança alimentar e a biodiversidade, considerando terras marginais e degradadas e terras liberadas pela intensificação de pastagens (6.3.5).

Figura SPM.3: Contribuição potencial global das opções de resposta para mitigação, adaptação, combate à desertificação e degradação da terra, e aumento da segurança alimentar.

Esta Figura baseia-se em uma agregação de informações de estudos com uma ampla variedade de premissas sobre como as opções de resposta são implementadas e os contextos em que elas ocorrem. Opções de resposta implementadas de maneira diferente em escalas de local a global podem levar a resultados diferentes. **Magnitude de potencial:** Para o painel A, as magnitudes são para o potencial técnico global das opções de resposta globalmente. Para cada desafio da terra, as magnitudes são definidas em relação a um nível de marcador como segue. Para mitigação, os potenciais são definidos em relação aos potenciais aproximados para as opções de resposta com os maiores impactos individuais (~3 GtCO₂-eq ano⁻¹). O limite para a categoria de magnitude “grande” é definido neste nível. Para adaptação, as magnitudes são definidas em relação aos 100 milhões de vidas estimadas a serem afetadas pela mudança do clima e por uma economia baseada em carbono entre 2010 e 2030. O limite para a categoria de magnitude “grande” representa 25% desse total. Para desertificação e degradação da terra, as magnitudes são definidas em relação à extremidade inferior das estimativas atuais de terra degradada, 10–60 milhões de km². O limite para a categoria de magnitude “grande” representa 30% da estimativa mais baixa. Para segurança alimentar, são estabelecidas magnitudes relativas a aproximadamente 800 milhões de pessoas que estão atualmente desnutridas. O limite para a categoria de magnitude “grande” representa 12,5% desse total. Para o painel B, para a primeira linha (alto nível de implementação) para cada opção de resposta, a magnitude e os limites são os definidos para o painel A. Na segunda linha (implementação de melhor prática) para cada opção de resposta, as avaliações qualitativas que estão indicadas em verde indicam impactos potenciais positivos e aqueles mostrados em cinza indicam interações neutras. Presume-se que o aumento da produção de alimentos seja alcançado por meio da intensificação sustentável, e não através da aplicação indevida de insumos externos adicionais, como agrotóxicos. **Níveis de confiança:** Confiança na categoria da magnitude (alta, média ou baixa) em que cada opção se enquadra para mitigação, adaptação, combate à desertificação e degradação da terra, e aumento da segurança alimentar. *Alta confiança* significa que há um alto nível de concordância e evidência na literatura que endossa a categorização como alta, média ou baixa magnitude. *Baixa confiança* denota que a categorização da magnitude é baseada em poucos estudos. *Média confiança* reflete evidência e concordância média na magnitude da resposta. **Faixas de custo:** As estimativas de custo baseiam-se na agregação de estudos frequentemente regionais e variam nos componentes dos custos que são incluídos. No painel B, as estimativas de custo não são fornecidas para a implementação da melhor prática. Uma moeda indica baixo custo (<USD10 tCO₂-eq⁻¹ ou <USD20 ha⁻¹), duas moedas indicam custo médio (USD10–USD100 tCO₂-eq⁻¹ ou USD20–USD200 ha⁻¹), e três moedas indicam custo alto (>USD100 tCO₂-eq⁻¹ ou >USD200 ha⁻¹). Os limites em USD ha⁻¹ são escolhidos para serem comparáveis, mas conversões precisas dependerão da opção de resposta. **Evidência de apoio:** Evidências de apoio para a magnitude do potencial quantitativo para opções de resposta baseadas no manejo da terra podem ser encontradas como segue: para mitigação, Tabelas 6.13 a 6.20, mais evidências na Seção 2.7.1; para adaptação, Tabelas 6.21 a 6.28; para combate à desertificação, Tabelas de 6.29 a 6.36, mais evidências no Capítulo 3; para combate à desertificação, Tabelas 6.37 a 6.44, mais evidências no Capítulo 4; para aumento da segurança alimentar, Tabelas 6.45 a 6.52, mais evidências no Capítulo 5. Outras sinergias e potenciais efeitos negativos (*trade-offs*) não mostrados aqui são discutidos no Capítulo 6. Evidências adicionais de apoio para as avaliações qualitativas na segunda linha de cada opção no painel B podem ser encontradas nas Tabelas 6.6, 6.55, 6.56 e 6.58, seção 6.3.5.1.3, e Quadro 6.1c

C. Possibilitando opções de respostas

- C.1 O desenho adequado de políticas, instituições e sistemas de governança em todas as escalas pode contribuir para a adaptação e mitigação relacionadas à terra, facilitando a busca de trajetórias de desenvolvimento adaptadas ao clima (*confiança alta*). Políticas climáticas e de manejo e uso da terra de apoio mútuo têm o potencial de economizar recursos, amplificar a resiliência social, apoiar a restauração ecológica e promover o engajamento e a colaboração entre várias partes interessadas (*confiança alta*). Figura SPM.1, Figura SPM.2, Figura SPM.3} {3.6.2, 3.6.3, 4.8, 4.9.4, 5.7, 6.3, 6.4, 7.2.2, 7.3, 7.4, 7.4.7, 7.4.8, 7.5, 7.5.5, 7.5.6, 7.6.6, Quadro 10 do Capítulo Transversal em Capítulo 7}**
- C.1.1 Zoneamento do uso da terra, planejamento espacial, planejamento de paisagem integrada, regulações, incentivos (como pagamento por serviços ecossistêmicos) e instrumentos voluntários ou persuasivos (como planejamento agrícola ambiental, padrões e certificação para produção sustentável, uso do conhecimento científico, local e indígena e ação coletiva) podem alcançar resultados positivos de adaptação e mitigação (*confiança média*). Eles também podem contribuir com receita e fornecer incentivos para a reabilitação de terras degradadas e a mitigação e a adaptação à mudança do clima em certos contextos (*confiança média*). Políticas que promovam a meta de neutralidade da degradação da terra também podem apoiar a segurança alimentar, o bem-estar humano e a mitigação e a adaptação à mudança do clima (*confiança alta*). (Figura SPM.2) {3.4.2, 4.1.6, 4.7, 4.8.5, 5.1.2, 5.7.3, 7.3, 7.4.6, 7.4.7, 7.5}
- C.1.2 A insegurança da posse da terra afeta a capacidade das pessoas, comunidades e organizações de fazer mudanças na terra que podem fazer avançar a adaptação e a mitigação (*confiança média*). O reconhecimento limitado do acesso habitual à terra e sua propriedade pode resultar em maior vulnerabilidade e menor capacidade adaptativa (*confiança média*). As políticas de manejo e uso da terra (incluindo o reconhecimento da posse habitual, mapeamento da comunidade, redistribuição, descentralização, cogestão, regulação dos mercados de aluguel) podem fornecer resposta de segurança e flexibilidade à mudança do clima (*confiança média*). {3.6.1, 3.6.2, 5.3, 7.2.4, 7.6.4, Quadro 6 do Capítulo Transversal em Capítulo 5}
- C.1.3 Atingir a neutralidade da degradação da terra envolverá um equilíbrio de medidas que evitem e reduzam a degradação da terra, por meio da adoção de um manejo sustentável da terra e medidas para reverter a degradação por meio da reabilitação e restauração da terra degradada. Muitas intervenções para alcançar a neutralidade da degradação da terra normalmente acarretam também benefícios de mitigação e adaptação à mudança do clima. A busca pela neutralidade da degradação da terra fornece ímpeto para enfrentar, simultaneamente, a degradação da terra e a mudança do clima (*confiança alta*). {4.5.3, 4.8.5, 4.8.7, 7.4.5}
- C.1.4 Devido à complexidade dos desafios e à diversidade de atores envolvidos no enfrentamento dos desafios relacionados à terra, uma combinação de políticas, em vez de abordagens políticas únicas, pode oferecer melhores resultados ao enfrentar os complexos desafios do manejo sustentável da terra e da mudança do clima (*confiança alta*). As combinações de políticas podem reduzir fortemente a vulnerabilidade e a exposição dos sistemas humano e natural à mudança do clima (*confiança alta*). Os elementos dessas combinações de políticas podem incluir seguro climático e de saúde, redes de proteção social e segurança adaptativa, financiamento contingente e fundos de reserva, acesso universal a sistemas de alerta precoce combinados com planos de contingência efetivos (*confiança alta*). (Figura SPM.4) {1.2, 4.8, 4.9.2, 5.3.2, 5.6, 5.6.6, 5.7.2, 7.3.2, 7.4, 7.4.2, 7.4.6, 7.4.7, 7.4.8, 7.5.5, 7.5.6, 7.6.4}
- C.2 As políticas que operam em todo o sistema alimentar, incluindo aquelas que reduzem a perda e o desperdício de alimentos e influenciam as escolhas alimentares, permitem um manejo do uso da terra mais sustentável, maior segurança alimentar e trajetórias de baixas emissões (*confiança alta*). Essas políticas podem contribuir para mitigação e adaptação à mudança do clima, reduzir degradação da terra, desertificação, e pobreza, bem como melhorar a saúde pública (*confiança alta*). A adoção do manejo sustentável da terra e a erradicação da pobreza podem ser alcançados por meio da melhoria no acesso a mercados, a garantia da posse da terra, internalizando custos ambientais nos alimentos, da realização de pagamentos por serviços ecossistêmicos e melhoria da ação coletiva local e comunitária (*confiança alta*). {1.1.2, 1.2.1, 3.6.3, 4.7.1, 4.7.2, 4.8, 5.5, 6.4, 7.4.6, 7.6.5}**

- C.2.1 Políticas que possibilitam e incentivam o manejo sustentável da terra para mitigação e adaptação à mudança do clima incluem melhorar o acesso aos mercados de insumos, produtos e serviços financeiros, empoderar mulheres e povos indígenas, aumentar a ação coletiva local e comunitária, reformar subsídios, e promover um sistema comercial favorável (*confiança alta*). Os esforços de restauração e reabilitação de terra podem ser mais eficazes quando políticas apoiam a gestão local de recursos naturais, fortalecendo a cooperação entre atores e instituições, inclusive em nível internacional. {3.6.3, 4.1.6, 4.5.4, 4.8.2, 4.8.4, 5.7, 7.2, 7.3}
- C.2.2 Valorar os custos ambientais das práticas agrícolas que degradam a terra pode incentivar um manejo mais sustentável da terra (*confiança alta*). Barreiras à valoração dos custos ambientais surgem de dificuldades técnicas para estimar esses custos e aqueles incorporados aos alimentos. {3.6.3, 5.5.1, 5.5.2, 5.6.6, 5.7, 7.4.4, Quadro 10 do Capítulo Transversal em Capítulo 7}
- C.2.3 A adaptação e maior resiliência a eventos extremos que afetam os sistemas alimentares podem ser facilitadas pelo gerenciamento abrangente de riscos, incluindo mecanismos de compartilhamento e transferência de riscos (*confiança alta*). A diversificação agrícola, a expansão do acesso ao mercado e a preparação para o aumento de rupturas na cadeia de suprimentos podem apoiar o escalonamento da adaptação nos sistemas alimentares (*confiança alta*). {5.3.2, 5.3.3, 5.3.5}
- C.2.4 Políticas públicas de saúde para melhorar a nutrição, como aumentar a diversidade de fontes de alimentos em compras públicas, seguro de saúde, incentivos financeiros, e campanhas de conscientização, podem potencialmente influenciar a demanda de alimentos, reduzir custos de saúde, contribuir para diminuir as emissões de GEE e aumentar a capacidade adaptativa (*confiança alta*). Influenciar a demanda por alimentos, por meio da promoção de dietas baseadas em diretrizes de saúde pública, pode permitir um manejo mais sustentável da terra e contribuir para alcançar diversos ODS (*confiança alta*). {3.4.2, 4.7.2, 5.1, 5.7, 6.3, 6.4}
- C.3 Reconhecer co-benefícios e potenciais efeitos negativos (*trade-offs*) ao elaborar políticas de manejo e uso da terra e de alimentos pode superar as barreiras à implementação (*confiança média*). A governança multinível, híbrida e transectorial fortalecida, bem como políticas desenvolvidas e adotadas de maneira iterativa, coerente, adaptável e flexível, podem maximizar os co-benefícios e minimizar os potenciais efeitos negativos, uma vez que as decisões de manejo da terra são tomadas do nível da fazenda para escalas nacionais, e as políticas climáticas e de manejo e uso da terra geralmente variam entre diversos setores, departamentos e agências (*confiança alta*). (Figura SPM.3) {4.8.5, 4.9, 5.6, 6.4, 7.3, 7.4.6, 7.4.8, 7.4.9, 7.5.6, 7.6.2}**
- C.3.1 Tratar desertificação, degradação da terra e segurança alimentar de maneira integrada, coordenada e coerente pode ajudar no desenvolvimento resiliente ao clima e oferecer inúmeros potenciais co-benefícios (*confiança alta*). {3.7.5, 4.8, 5.6, 5.7, 6.4, 7.2.2, 7.3.1, 7.3.4, 7.4.7, 7.4.8, 7.5.6, 7.5.5}
- C.3.2 Barreiras tecnológicas, biofísicas, socioeconômicas, financeiras e culturais podem limitar a adoção de muitas opções de resposta baseadas em ambientes terrestres, assim como a incerteza sobre os benefícios (*confiança alta*). Muitas práticas de manejo sustentável da terra não são amplamente adotadas devido à insegurança quanto à posse da terra, falta de acesso a recursos e serviços de consultoria agrícola, incentivos privados e públicos insuficientes e desiguais e falta de conhecimento e experiência prática (*confiança alta*). Discurso público, intervenções políticas cuidadosamente planejadas, incorporando aprendizagem social e mudanças de mercado podem ajudar a reduzir as barreiras à implementação (*confiança média*). {3.6.1, 3.6.2, 5.3.5, 5.5.2, 5.6, 6.2, 6.4, 7.4, 7.5, 7.6}
- C.3.3 Os setores da terra e de alimentos enfrentam desafios particulares de fragmentação institucional e muitas vezes sofrem com a falta de envolvimento entre partes interessadas em diferentes escalas e objetivos políticos de visão limitada. (*confiança média*). A coordenação com outros setores, como saúde pública, transporte, meio ambiente, água, energia e infraestrutura, pode aumentar os co-benefícios, como redução de riscos e melhoria da saúde (*confiança média*). {5.6.3, 5.7, 6.2, 6.4.4, 7.1, 7.3, 7.4.8, 7.6.2, 7.6.3}

- C.3.4 Algumas opções de resposta e políticas podem resultar em potenciais efeitos negativos, incluindo impactos sociais, danos às funções e serviços ecossistêmicos, esgotamento da água, ou altos custos, que podem não ser bem gerenciados, mesmo com as melhores práticas institucionais (*confiança média*). Abordar esses potenciais efeitos negativos ajuda a evitar a má-adaptação (*confiança média*). A antecipação e a avaliação de possíveis potenciais efeitos negativos e lacunas de conhecimento apoiam a elaboração de políticas baseadas em evidências para avaliar os custos e benefícios de respostas específicas para diferentes partes interessadas (*confiança média*). O gerenciamento bem-sucedido dos potenciais efeitos negativos geralmente inclui a maximização da participação das partes interessadas com processos estruturados de *feedback*, particularmente em modelos baseados na comunidade, uso de fóruns inovadores, como diálogos facilitados ou mapeamento explícito espacialmente, e gerenciamento adaptativo iterativo que permite reajustes contínuos na política à medida do surgimento de novas evidências. (*confiança média*). {5.3.5, 6.4.2, 6.4.4, 6.4.5, 7.5.6, Quadro 9 do Capítulo Transversal em Capítulo 7}

C.4 A eficácia da tomada de decisão e da governança é aumentada pelo envolvimento de partes interessadas locais (particularmente as mais vulneráveis à mudança do clima, incluindo povos indígenas e comunidades locais, mulheres e os pobres e marginalizados) na seleção, avaliação, implementação e monitoramento de instrumentos de políticas para mitigação e adaptação à mudança do clima baseadas em ambientes terrestres (*confiança alta*). A integração entre os setores e escalas aumenta a chance de maximizar co-benefícios e minimizar potenciais efeitos negativos (*confiança média*). {1.4, 3.1, 3.6, 3.7, 4.8, 4.9, 5.1.3, Quadro 5.1, 7.4, 7.6}

- C.4.1 A implementação bem-sucedida de práticas de manejo sustentável da terra exige levar em conta as condições ambientais e socioeconômicas locais (*confiança muito alta*). O manejo sustentável da terra no contexto da mudança do clima pode ser potencializado ao envolver todas as partes interessadas relevantes na identificação das pressões e impactos associados ao uso da terra (como declínio de biodiversidade, perda de solo, extração excessiva de água subterrânea, perda de habitat, mudança do uso da terra na agricultura, produção de alimentos e floresta), bem como prevenir, reduzir e restaurar terra degradada (*confiança média*). {1.4.1, 4.1.6, 4.8.7, 5.2.5, 7.2.4, 7.6.2, 7.6.4}
- C.4.2 A participação na medição, relato e verificação do desempenho de instrumentos de política pode apoiar o manejo sustentável da terra (*confiança média*). Envolver as partes interessadas na seleção de indicadores, coleta de dados climáticos, modelagem da terra e planejamento do uso da terra, permeia e facilita o planejamento de paisagem integrada e a escolha de políticas (*confiança média*). {3.7.5, 5.7.4, 7.4.1, 7.4.4, 7.5.3, 7.5.4, 7.5.5, 7.6.4, 7.6.6}
- C.4.3 As práticas agrícolas que incluem conhecimento indígena e conhecimento local podem contribuir para superar os desafios combinados da mudança do clima, segurança alimentar, conservação da biodiversidade e combate à desertificação e à degradação da terra. (*confiança alta*). A ação coordenada entre uma gama de atores, incluindo empresas, produtores, consumidores, gestores de terra e formuladores de políticas em parceria com povos indígenas e comunidades locais, cria as condições para a adoção de opções de resposta (*confiança alta*) {3.1.3, 3.6.1, 3.6.2, 4.8.2, 5.5.1, 5.6.4, 5.7.1, 5.7.4, 6.2, 7.3, 7.4.6, 7.6.4}
- C.4.4 O empoderamento das mulheres pode trazer sinergias e co-benefícios para a segurança alimentar das famílias e para o manejo sustentável da terra (*confiança alta*). Devido à vulnerabilidade desproporcional das mulheres aos impactos da mudança do clima, sua inclusão no manejo e posse da terra é limitada. As políticas que podem abordar os direitos à terra e as barreiras à participação das mulheres no manejo sustentável da terra incluem transferências financeiras para mulheres inscritas em programas contra a pobreza, gastos em saúde, educação, treinamento e capacitação feito para mulheres, crédito subsidiado e disseminação de programas por meio das organizações baseadas em comunidade de mulheres (*confiança média*). {1.4.1, 4.8.2, 5.1.3, Quadro 11 do Capítulo Transversal em Capítulo 7}

A. Trajetórias que relacionam desenvolvimento socioeconômico, respostas demitigação e terra

O desenvolvimento socioeconômico e o manejo da terra influenciam a evolução do sistema ambiental terrestre, incluindo a quantidade relativa de terras alocadas para **CULTIVO AGRÍCOLA**, **PASTAGEM**, **CULTIVO AGRÍCOLA BIOENERGÉTICO**, **FLORESTA**, e **TERRA NATURAL**. As linhas mostram a mediana entre os Modelos de Avaliação Integrada (IAMs) para três trajetórias socioeconômicas compartilhadas alternativas (**SSP1**, **SSP2** e **SSP5** no **RCP1.9**); áreas sombreadas mostram a variação entre os modelos. Observe que as trajetórias ilustram os efeitos da mitigação das mudanças climáticas, mas não os dos impactos ou adaptação a elas.

A. Foco em sustentabilidade (SSP1)

A sustentabilidade no manejo da terra, a intensificação agrícola, os padrões de produção e consumo resultam em menor necessidade de terras agrícolas, apesar do aumento de consumo de alimento per capita. Esta terra pode ser usada para reflorestamento, florestamento e bioenergia.

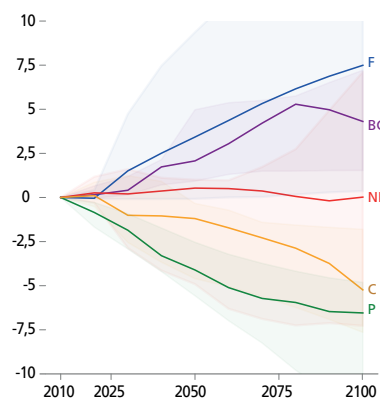
B. Meio do caminho (SSP2)

O desenvolvimento social e tecnológico segue padrões históricos. Demanda aumentada por opções de mitigação terrestre, como bioenergia, desmatamento reduzido ou florestamento, diminui a disponibilidade de terras agrícolas para alimentos, ração e fibras.

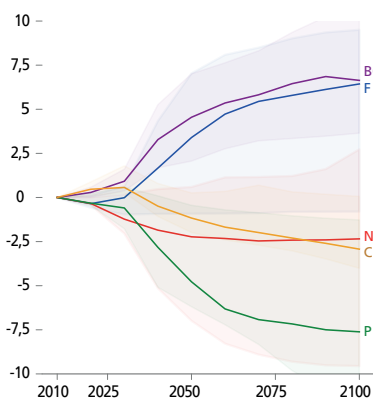
C. Intensivo em recursos (SSP5)

Padrões de produção e consumo intensivos em recursos resultam em linha de base com altas emissões. A mitigação se concentra em soluções tecnológicas incluindo bioenergia substancial e BECCS. A intensificação e usos da terra concorrentes contribuem para o declínio da terra agrícola.

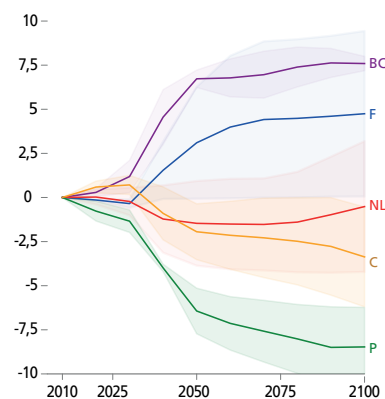
SSP1 Foco em Sustentabilidade
Mudança na terra desde 2010 (Mkm²)



SSP2 Meio do caminho
Mudança na terra desde 2010 (Mkm²)



SSP5 Intensivo em recursos
Mudança na terra desde 2010 (Mkm²)



■ CULTIVO AGRÍCOLA ■ PASTAGEM ■ CULTIVO AGRÍCOLA BIOENERGÉTICO ■ FLORESTA ■ TERRA NATURAL

B. Mudança no uso e cobertura da terra nas SSPs

Emdicadores quantitativos para as SSPs		Contagem de modelos emcluidos*	Mudança na Terra Natural desde 2010 Mkm ²	Mudança no Cultivo Agrícola Bioenergético desde 2010 Mkm ²	Mudança no Cultivo Agrícola desde 2010 Mkm ²	Mudança na Floresta desde 2010 Mkm ²	Mudança na Pastagem desde 2010 Mkm ²
SSP1	RCP1.9 em 2050	5/5	0,5 (-4,9, 1)	2,1 (0,9, 5)	-1,2 (-4,6, -0,3)	3,4 (-0,1, 9,4)	-4,1 (-5,6, -2,5)
	↳ 2100		0 (-7,3, 7,1)	4,3 (1,5, 7,2)	-5,2 (-7,6, -1,8)	7,5 (0,4, 15,8)	-6,5 (-12,2, -4,8)
	RCP2.6 em 2050	5/5	-0,9 (-2,2, 1,5)	1,3 (0,4, 1,9)	-1 (-4,7, 1)	2,6 (-0,1, 8,4)	-3 (-4, -2,4)
	↳ 2100		0,2 (-3,5, 1,1)	5,1 (1,6, 6,3)	-3,2 (-7,7, -1,8)	6,6 (-0,1, 10,5)	-5,5 (-9,9, -4,2)
	RCP4.5 em 2050	5/5	0,5 (-1, 1,7)	0,8 (0,5, 1,3)	0,1 (-3,2, 1,5)	0,6 (-0,7, 4,2)	-2,4 (-3,3, -0,9)
	↳ 2100		1,8 (-1,7, 6)	1,9 (1,4, 3,7)	-2,3 (-6,4, -1,6)	3,9 (0,2, 8,8)	-4,6 (-7,3, -2,7)
SSP2	Linha de base em 2050	5/5	0,3 (-1,1, 1,8)	0,5 (0,2, 1,4)	0,2 (-1,6, 1,9)	-0,1 (-0,8, 1,1)	-1,5 (-2,9, -0,2)
	↳ 2100		3,3 (-0,3, 5,9)	1,8 (1,4, 2,4)	-1,5 (-5,7, -0,9)	0,9 (0,3, 3)	-2,1 (-7, 0)
	RCP1.9 em 2050	4/5	-2,2 (-7, 0,6)	4,5 (2,1, 7)	-1,2 (-2, 0,3)	3,4 (-0,9, 7)	-4,8 (-6,2, -0,4)
	↳ 2100		-2,3 (-9,6, 2,7)	6,6 (3,6, 11)	-2,9 (-4, 0,1)	6,4 (-0,8, 9,5)	-7,6 (-11,7, -1,3)
	RCP2.6 em 2050	5/5	-3,2 (-4,2, 0,1)	2,2 (1,7, 4,7)	0,6 (-1,9, 1,9)	1,6 (-0,9, 4,2)	-1,4 (-3,7, 0,4)
	↳ 2100		-5,2 (-7,2, 0,5)	6,9 (2,3, 10,8)	-1,4 (-4, 0,8)	5,6 (-0,9, 5,9)	-7,2 (-8, 0,5)
SSP3	RCP4.5 em 2050	5/5	-2,2 (-2,2, 0,7)	1,5 (0,1, 2,1)	1,2 (-0,9, 2,7)	-0,9 (-2,5, 2,9)	-0,1 (-2,5, 1,6)
	↳ 2100		-3,4 (-4,7, 1,5)	4,1 (0,4, 6,3)	0,7 (-2,6, 3,1)	-0,5 (-3,1, 5,9)	-2,8 (-5,3, 1,9)
	Linha de base em 2050	5/5	-1,5 (-2,6, -0,2)	0,7 (0, 1,5)	1,3 (1, 2,7)	-1,3 (-2,5, -0,4)	-0,1 (-1,2, 1,6)
	↳ 2100		-2,1 (-5,9, 0,3)	1,2 (0,1, 2,4)	1,9 (0,8, 2,8)	-1,3 (-2,7, -0,2)	-0,2 (-1,9, 2,1)
	RCP1.9 em 2050	Inviável em todos os modelos avaliados		-	-	-	-
	↳ 2100		-	-	-	-	-
SSP4	RCP2.6 em 2050	Inviável em todos os modelos avaliados		-	-	-	-
	↳ 2100		-	-	-	-	-
	RCP4.5 em 2050	3/3	-3,4 (-4,4, -2)	1,3 (1,3, 2)	2,3 (1,2, 3)	-2,4 (-4, -1)	2,1 (-0,1, 3,8)
	↳ 2100		-6,2 (-6,8, -5,4)	4,6 (1,5, 7,1)	3,4 (1,9, 4,5)	-3,1 (-5,5, -0,3)	2 (-2,5, 4,4)
	Linha de base em 2050	4/4	-3 (-4,6, -1,7)	1 (0,2, 1,5)	2,5 (1,5, 3)	-2,5 (-4, -1,5)	2,4 (0,6, 3,8)
	↳ 2100		-5 (-7,1, -4,2)	1,1 (0,9, 2,5)	5,1 (3,8, 6,1)	-5,3 (-6, -2,6)	3,4 (0,9, 6,4)
SSP5	RCP1.9 em 2050	Inviável em todos os modelos avaliados**		-	-	-	-
	↳ 2100		-	-	-	-	-
	RCP2.6 em 2050	3/3	-4,5 (-6, -2,1)	3,3 (1,5, 4,5)	0,5 (-0,1, 0,9)	0,7 (-0,3, 2,2)	-0,6 (-0,7, 0,1)
	↳ 2100		-5,8 (-10,2, -4,7)	2,5 (2,3, 15,2)	-0,8 (-0,8, 1,8)	1,4 (-1,7, 4,1)	-1,2 (-2,5, -0,2)
	RCP4.5 em 2050	3/3	-2,7 (-4,4, -0,4)	1,7 (1, 1,9)	1,1 (-0,1, 1,7)	-1,8 (-2,3, 2,1)	0,8 (-0,5, 1,5)
	↳ 2100		-2,8 (-7,8, -2)	2,7 (2,3, 4,7)	1,1 (0,2, 1,2)	-0,7 (-2,6, 1)	1,4 (-1, 1,8)
SSP5	Linha de base em 2050	3/3	-2,8 (-2,9, -0,2)	1,1 (0,7, 2)	1,1 (0,7, 1,8)	-1,8 (-2,3, -1)	1,5 (-0,5, 2,1)
	↳ 2100		-2,4 (-5, -1)	1,7 (1,4, 2,6)	1,2 (1,2, 1,9)	-2,4 (-2,5, -2)	1,3 (-1, 4,4)
	RCP1.9 em 2050	2/4	-1,5 (-3,9, 0,9)	6,7 (6,2, 7,2)	-1,9 (-3,5, -0,4)	3,1 (-0,1, 6,3)	-6,4 (-7,7, -5,1)
	↳ 2100		-0,5 (-4,2, 3,2)	7,6 (7,2, 8)	-3,4 (-6,2, -0,5)	4,7 (0,1, 9,4)	-8,5 (-10,7, -6,2)
	RCP2.6 em 2050	4/4	-3,4 (-6,9, 0,3)	4,8 (3,8, 5,1)	-2,1 (-4, 1)	3,9 (-0,1, 6,7)	-4,4 (-5, 0,2)
	↳ 2100		-4,3 (-8,4, 0,5)	9,1 (7,7, 9,2)	-3,3 (-6,5, -0,5)	3,9 (-0,1, 9,3)	-6,3 (-9,1, -1,4)
SSP5	RCP4.5 em 2050	4/4	-2,5 (-3,7, 0,2)	1,7 (0,6, 2,9)	0,6 (-3,3, 1,9)	-0,1 (-1,7, 6)	-1,2 (-2,6, 2,3)
	↳ 2100		-4,1 (-4,6, 0,7)	4,8 (2, 8)	-1 (-5,5, 1)	-0,2 (-1,4, 9,1)	-3 (-5,2, 2,1)
	Linha de base em 2050	4/4	-0,6 (-3,8, 0,4)	0,8 (0, 2,1)	1,5 (-0,7, 3,3)	-1,9 (-3,4, 0,5)	-0,1 (-1,5, 2,9)
	↳ 2100		-0,2 (-2,4, 1,8)	1 (0,2, 2,3)	1 (-2, 2,5)	-2,1 (-3,4, 1,1)	-0,4 (-2,4, 2,8)

* Contagem de modelos incluídos / Contagem de modelos testados. Um modelo não forneceu dados da terra e foi excluído de todas as entradas.

** Um modelo poderia atingir RCP1.9 com SSP4, mas não forneceu dados de terra.

Figura SPM.4: Trajetórias que relacionam desenvolvimento socioeconômico, respostas de mitigação e uso da terra | Cenários futuros oferecem um quadro geral que possibilita entender as implicações da mitigação e da socioeconomia no setor terra. As Trajetórias Socioeconômicas Compartilhadas (SSPs, da sigla em inglês) abrangem uma série de diferentes premissas socioeconômicas (Quadro SPM.1). Elas são combinadas com Trajetórias Representativas de Concentração (RCPs, da sigla em inglês)³⁷ que implicam diferentes níveis de mitigação. As mudanças em cultivo agrícola, pastagem, cultivo agrícola bioenergético, florestas e terras naturais a partir de 2010 são mostradas. Para esta Figura: Cultivo Agrícola inclui toda a terra para alimentos, ração e forragens, bem como outras terras aráveis (área cultivada). Esta categoria inclui a cultura agrícola bioenergética não-florestal de 1ª geração (p. ex., milho para etanol, cana-de-açúcar para etanol, soja para biodiesel), mas exclui culturas bioenergéticas de 2ª geração. Pastagem inclui categorias de área de pasto, não apenas campos naturais pastejados de alta qualidade, e é baseada na definição da FAO de “prados e pastagens permanentes”. Cultivo Agrícola Bioenergético inclui terra dedicada às culturas agrícolas energéticas de 2ª geração (p. ex., gramíneas de crescimento rápido, capim elefante, espécies madeiras de crescimento rápido). Floresta inclui floresta manejada e não manejada. Terra natural inclui outros campos, savanas e vegetações arbustivas. **Painel A:** Este painel mostra os resultados do modelo de avaliação integrada (IAM)³⁸ para SSP1, SSP2 e SSP5 no RCP1.9.³⁹ Para cada trajetória, as áreas sombreadas mostram a variação em todos os IAMs; a linha indica a mediana entre os modelos. Para RCP1.9, os resultados de SSP1, SSP2 e SSP5 são de cinco, quatro e dois IAMs respectivamente. **Painel B:** Mudança do uso e da cobertura da terra são indicados para várias combinações SSP-RCP, mostrando mediana e variação multi-modelo (min., máx.). (Quadro SPM.1) {1.3.2, 2.7.2, 6.1, 6.4.4, 7.4.2, 7.4.4, 7.4.5, 7.4.6, 7.4.7, 7.4.8, 7.5.3, 7.5.6, Quadro 1 do Capítulo Transversal em Capítulo 1, Quadro 9 do Capítulo Transversal em Capítulo 6}

³⁷ Trajetórias Representativas de Concentração (RCPs) são cenários que incluem séries temporais de emissões e concentrações do conjunto completo de gases de efeito estufa (GEE) e aerossóis e gases quimicamente ativos, bem como uso da terra/cobertura da terra.

³⁸ Os Modelos de Avaliação Integrada (IAMs) integram o conhecimento de dois ou mais domínios em uma única estrutura. Nesta figura, os IAMs são usados para avaliar as relações entre o desenvolvimento econômico, social e tecnológico e a evolução do sistema climático.

³⁹ As trajetórias RCP1.9 avaliadas neste relatório têm 66% de chance de limitar o aquecimento a 1,5°C em 2100, mas algumas dessas rotas ultrapassam 1,5°C de aquecimento durante o século 21 em > 0,1°C.

D. Ação no curto prazo

D.1 Ações podem ser tomadas no curto prazo, com base no conhecimento existente, para enfrentar a desertificação, a degradação da terra e a segurança alimentar, fundamentando respostas de longo prazo que permitam mitigação e adaptação à mudança do clima. Isso inclui ações para construir a capacidade individual e institucional, acelerar a transferência de conhecimento, aumentar a transferência e a implantação de tecnologia, habilitar mecanismos financeiros, implementar sistemas de alerta precoce, realizar gerenciamento de riscos e solucionar lacunas na implementação e escalonamento (*confiança alta*). {3.6.1, 3.6.2, 3.7.2, 4.8, 5.3.3, 5.5, 5.6.4, 5.7, 6.2, 6.4, 7.3, 7.4, 7.6, Quadro 10 do Capítulo Transversal em Capítulo 7}

D.1.1 A capacitação, a transferência e implantação de tecnologia, e a habilitação de mecanismos financeiros no curto prazo podem fortalecer a adaptação e a mitigação no setor da terra. Conhecimento e transferência de tecnologia podem ajudar a aumentar o uso sustentável dos recursos naturais para a segurança alimentar em um clima em mudança (*confiança média*). Aumentar a conscientização, a capacitação e a educação sobre práticas de manejo sustentável da terra, extensão e serviços de consultoria agrícola e expansão do acesso aos serviços agrícolas a produtores e usuários da terra podem enfrentar de forma efetiva a degradação da terra (*confiança média*). {3.1, 5.7.4, 7.2, 7.3.4, 7.5.4}

D.1.2 Mensurar e monitorar a mudança no uso da terra, incluindo a degradação e a desertificação, são facilitados pelo uso ampliado de novas tecnologias de informação e comunicação (aplicativos de celular, serviços em nuvem, sensores no solo, imagens de drones), uso de serviços climáticos, e sensoriamento remoto da terra e informação climática sobre recursos terrestres (*confiança média*). Sistemas de alerta precoce para eventos de clima e tempo extremos são críticos para proteger vidas e propriedades e melhorar a gestão e a redução de riscos de desastres (*confiança alta*). Previsões sazonais e sistemas de alerta precoce são críticos para a segurança alimentar (fome) e monitoramento da biodiversidade, incluindo pragas e doenças e gestão adaptativa de riscos climáticos (*confiança alta*). Há altos retornos de investimentos em capacidades humanas e institucionais. Esses investimentos incluem acesso a sistemas de observação e alerta precoce e outros serviços derivados de dados e sistemas de monitoramento hidrometeorológico *in-situ* e baseados em sensoriamento remoto, observação em campo, inventário e pesquisa e uso ampliado de tecnologias digitais (*confiança alta*). {1.2, 3.6.2, 4.2.2, 4.2.4, 5.3.1, 5.3.6, 6.4, 7.3.4, 7.4.3, 7.5.4, 7.5.5, 7.6.4, Quadro 6 do Capítulo Transversal em Capítulo 3}

D.1.3 Enquadrar o manejo da terra em termos de gestão de riscos, específicos para terra, pode ter um papel importante na adaptação por meio de abordagens da paisagem, controle biológico de surtos de pragas e doenças e melhoria dos mecanismos de compartilhamento e transferência de riscos (*confiança alta*). O fornecimento de informações sobre riscos relacionados ao clima pode melhorar a capacidade dos gestores da terra e permitir tomadas de decisão oportunas (*confiança alta*). {5.3.2, 5.3.5, 5.6.2, 5.6.3, 5.6.5, 5.7.1, 5.7.2, 7.2.4, Quadro 6 do Capítulo Transversal em Capítulo 5}

D.1.4 O manejo sustentável da terra pode ser melhorado aumentando a disponibilidade de e a acessibilidade a dados e informações relacionados à eficácia, co-benefícios e riscos de opções de resposta emergentes e aumentando a eficiência do uso da terra (*confiança alta*). Algumas opções de resposta (p. ex., melhor manejo do carbono do solo) foram implementadas apenas em instalações de demonstração em pequena escala, e existem desafios e lacunas institucionais, financeiras e de conhecimento em relação ao escalonamento e à ampla implantação dessas opções (*confiança média*). {4.8, 5.5.1, 5.5.2, 5.6.1, 5.6.5, 5.7.5, 6.2, 6.4}

D.2 Ações de curto prazo para abordar mitigação e adaptação à mudança do clima, desertificação, degradação da terra e segurança alimentar podem trazer benefícios sociais, ecológicos, econômicos e ao desenvolvimento (*confiança alta*). Os co-benefícios podem contribuir para a erradicação da pobreza e meios de subsistência mais resilientes para aqueles que são vulneráveis (*confiança alta*). {3.4.2, 5.7, 7.5}

D.2.1 Ações de curto prazo para promover o manejo sustentável da terra ajudarão a reduzir as vulnerabilidades relacionadas à terra e aos alimentos, e podem criar meios de subsistência mais resilientes, reduzir a degradação e a desertificação da terra e a perda de biodiversidade. (*confiança alta*). Existem sinergias entre o manejo sustentável da terra, os esforços de erradicação da pobreza, o acesso ao mercado, os mecanismos não baseados em mercado e a eliminação de práticas de baixa produtividade. Maximizar essas sinergias pode levar a co-benefícios de desenvolvimento, adaptação e mitigação por meio da preservação das funções e

- serviços ecossistêmicos (*confiança média*). {3.4.2, 3.6.3, Tabela 4.2, 4.7, 4.9, 4.10, 5.6, 5.7, 7.3, 7.4, 7.5, 7.6, Quadro 12 do Capítulo Transversal em Capítulo 7}
- D.2.2 Investimentos em restauração da terra podem resultar em benefícios globais e em terras áridas podem ter relações custo-benefício entre três e seis em termos do valor econômico estimado dos serviços ecossistêmicos restaurados (*confiança média*). Muitas tecnologias e práticas de manejo sustentável da terra são rentáveis entre três e dez anos (*confiança média*). Embora possam exigir investimento inicial, ações para garantir o manejo sustentável da terra podem melhorar a produtividade agrícola e o valor econômico da pastagem. Medidas de restauração e reabilitação da terra melhoram os sistemas de subsistência e proporcionam retornos econômicos positivos a curto prazo e benefícios a longo prazo em termos de mitigação e adaptação à mudança do clima, biodiversidade e melhores funções e serviços ecossistêmicos (*confiança alta*). {3.6.1, 3.6.3, 4.8.1, 7.2.4, 7.2.3, 7.3.1, 7.4.6, Quadro 10 do Capítulo Transversal em Capítulo 7}
- D.2.3 Os investimentos iniciais em práticas e tecnologias de manejo sustentável da terra podem variar de aproximadamente US\$ 20 ha⁻¹ a US\$ 5.000 ha⁻¹, com uma mediana estimada em cerca de US\$ 500 ha⁻¹. O apoio do governo e o melhor acesso ao crédito podem ajudar a superar as barreiras à adoção dessas práticas e tecnologias, especialmente barreiras enfrentadas pelos pequenos agricultores mais pobres (*confiança alta*). Mudança de curto prazo para dietas balanceadas (SPM B6.2) pode reduzir a pressão sobre a terra e oferecer co-benefícios significativos à saúde por meio da melhora da nutrição (*confiança média*). {3.6.3, 4.8, 5.3, 5.5, 5.6, 5.7, 6.4, 7.4.7, 7.5.5, Quadro 9 do Capítulo Transversal em Capítulo 6}
- D.3 Reduções rápidas nas emissões antrópicas de GEE em todos os setores, seguindo trajetórias ambiciosas de mitigação, reduzem os impactos negativos da mudança do clima nos ecossistemas terrestres e nos sistemas alimentares (*confiança média*). Atrasar as respostas de mitigação e adaptação ao clima entre os setores levaria a impactos cada vez mais negativos sobre a terra e reduziria a perspectiva de desenvolvimento sustentável (*confiança média*). (Quadro SPM.1, Figura SPM.2) {2.5, 2.7, 5.2, 6.2, 6.4, 7.2, 7.3.1, 7.4.7, 7.4.8, 7.5.6, Quadro 9 do Capítulo Transversal em Capítulo 6, Quadro 10 do Capítulo Transversal em Capítulo 7}**
- D.3.1 Ações retardadas entre os setores leva a uma necessidade crescente de implantação generalizada de opções de adaptação e mitigação baseadas na terra e podem resultar em um potencial decrescente para o conjunto dessas opções na maioria das regiões do mundo e limitar sua eficácia atual e futura (*confiança alta*). Agir agora pode evitar ou reduzir riscos e perdas e gerar benefícios para a sociedade (*confiança média*). Ações imediatas de mitigação e adaptação ao clima, alinhadas ao manejo sustentável da terra e ao desenvolvimento sustentável, dependendo da região, podem reduzir o risco para milhões de pessoas de extremos climáticos, desertificação, degradação da terra e insegurança alimentar e de meios de subsistência (*confiança alta*). {1.3.5, 3.4.2, 3.5.2, 4.1.6, 4.7.1, 4.7.2, 5.2.3, 5.3.1, 6.3, 6.5, 7.3.1}
- D.3.2 Em cenários futuros, o adiamento das reduções de emissões de GEE implica em potenciais efeitos negativos, levando a custos e riscos significativamente mais altos associados ao aumento da temperatura (*confiança média*). O potencial para algumas opções de resposta, como o aumento do carbono orgânico do solo, diminui à medida que a mudança do clima se intensifica, pois os solos têm capacidade reduzida de atuar como sumidouros para o sequestro de carbono em temperaturas mais altas (*confiança alta*). Retardar a prevenção ou redução da degradação da terra e a promoção de impactos positivos de longo prazo no risco de restauração do ecossistema pode promover impactos de longo prazo, incluindo declínios rápidos na produtividade da agricultura e campos naturais pastejados, degradação do *permafrost* e dificuldades na re-inundação das turfeiras (*confiança média*). {1.3.1, 3.6.2, 4.8, 4.9, 4.9.1, 5.5.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3; Quadro 10 do Capítulo Transversal em Capítulo 7}
- D.3.3 Retardar as reduções de emissões de GEE em todos os setores implica em potenciais efeitos negativos, incluindo perda irreversível das funções e serviços dos ecossistemas terrestres necessários para alimentação, saúde, assentamentos habitáveis e produção, levando a impactos econômicos cada vez mais significativos em diversos países de muitas regiões do mundo (*confiança alta*). Retardar as ações de redução de emissões, como presumido em cenários de altas emissões poderia resultar em alguns impactos irreversíveis em alguns ecossistemas, o que, a longo prazo, tem o potencial de resultar em emissões adicionais de GEE significativas de ecossistemas, acelerando o aquecimento global (*confiança média*). {1.3.1, 2.5.3, 2.7, 3.6.2, 4.9, 4.10.1, 5.4.2.4, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, Quadro 9 do Capítulo Transversal em Capítulo 6, Quadro 10 do Capítulo Transversal em Capítulo 7}

