

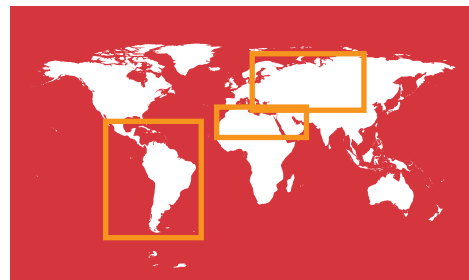
4º Diminuir o calor

Confrontando o novo
padrão climático



4° Diminuir o calor

Confrontando o novo
padrão climático



© 2014 International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank

1818 H Street NW, Washington DC 20433

Telephone: 202-473-1000; Internet: www.worldbank.org

Some rights reserved

1 2 3 4 17 16 15 14

This work was prepared for The World Bank by the Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analytics. The findings, interpretations, and conclusions expressed in this work do not necessarily reflect the views of The World Bank, its Board of Executive Directors, or the governments they represent. The World Bank does not guarantee the accuracy of the data included in this commissioned work. The boundaries, colors, denominations, and other information shown on any map in this work do not imply any judgment on the part of The World Bank concerning the legal status of any territory or the endorsement or acceptance of such boundaries.

Nothing herein shall constitute or be considered to be a limitation upon or waiver of the privileges and immunities of The World Bank, all of which are specifically reserved.

Rights and Permissions



This work is available under the Creative Commons Attribution—NonCommercial—NoDerivatives 3.0 IGO license (CC BY-NC-ND 3.0 IGO) <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo>. Under the Creative Commons—NonCommercial—NoDerivatives license, you are free to copy, distribute, and transmit this work, for noncommercial purposes only, under the following conditions:

Attribution—Please cite the work as follows: World Bank. 2014. *Turn Down the Heat: Confronting the New Climate Normal*. Washington, DC: World Bank. License: Creative Commons Attribution—NonCommercial—NoDerivatives 3.0 IGO (CC BY-NC-ND 3.0 IGO).

Noncommercial—You may not use this work for commercial purposes.

No Derivative Works—You may not alter, transform, or build upon this work.

Third-party content—The World Bank does not necessarily own each component of the content contained within the work. The World Bank therefore does not warrant that the use of any third-party-owned individual component or part contained in the work will not infringe on the rights of those third parties. The risk of claims resulting from such infringement rests solely with you. If you wish to re-use a component of the work, it is your responsibility to determine whether permission is needed for that re-use and to obtain permission from the copyright owner. Examples of components can include, but are not limited to, tables, figures, or images.

All queries on rights and licenses should be addressed to the Publishing and Knowledge Division, The World Bank, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, USA; fax: 202-522-2625; e-mail: pubrights@worldbank.org.

The following items are used with permission and require further permission for reuse. Please refer to the caption or note corresponding to each item:

Figures 2.2, 2.4, 2.9, 3.10, 3.14, 3.15, 3.21, 4.13, 4.14, 4.19, 4.21, 4.22, 5.11, 5.12, 5.13, 5.14, 5.15, 5.16, 5.17, 5.18, 5.19, 5.20, 5.21.

ISBN: 978-1-4648-0437-3

Cover photos: photos 1, 2, 3, 5, and 7 © The World Bank Group; photo 4 (forestry), © istockphoto, used with permission, further permission for reuse; photos 6 and 8, © Erick Fernandes (floating houses in Peru and jaguar in Amazon)/The World Bank Group.

Cover design: Gregory Wlosinski/General Services Department—Printing and Multimedia, The World Bank Group.



América Latina e Caribe

A região da América Latina e Caribe abrange uma enorme diversidade de paisagens e ecossistemas. Ela é altamente heterogênea em termos de desenvolvimento econômico e história social e indígena. É também uma das regiões mais urbanizadas do mundo. As variações de temperatura e precipitação, os extremos de calor e o derretimento das geleiras terão efeitos adversos sobre a produtividade agrícola, os regimes hidrológicos e a biodiversidade na América Latina e no Caribe. No Brasil, na ausência de continuidade da adaptação, a produtividade agrícola pode diminuir entre 30% e 70% no caso da soja e até 50% no caso do trigo diante de um aumento de 2°C na temperatura. A acidificação dos oceanos, o aumento do nível do mar e a intensificação dos ciclones tropicais afetarão os meios de subsistência costeiros e a segurança alimentar e hídrica, sobretudo no Caribe. A segurança alimentar local também está seriamente ameaçada pela projeção de queda no potencial pesqueiro. Reduções e mudanças na disponibilidade hídrica seriam gravíssimas para as cidades andinas. A floresta amazônica pode estar em risco de degradação em larga escala, o que contribui para o aumento da concentração de dióxido de carbono na atmosfera e mudanças hidrológicas locais e regionais.

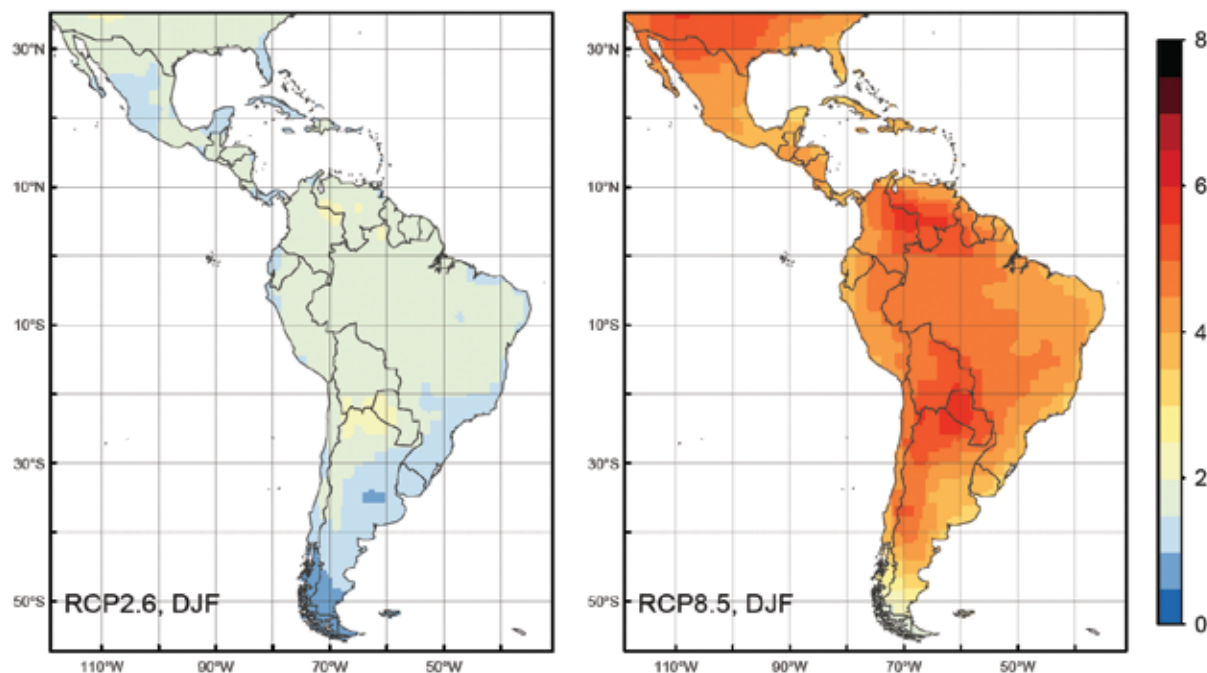


1.1 Síntese regional

A região da América Latina e Caribe é altamente heterogênea em termos de desenvolvimento econômico e história social e indígena, com uma população de 588 milhões (2013), da qual cerca de 80% é urbana. O produto interno bruto (PIB) atual está estimado em US\$ 5,655 trilhões, e a renda nacional bruta (RNB) per capita equivale a US\$ 9.314 (dados de 2013). Em 2012, cerca de 25% da população vivia na pobreza, e 12% na miséria, o que representa uma clara diminuição em relação aos anos anteriores. Por exemplo, a subnutrição na região recuou de 14,6% em 1990 para 8,3% em 2012. Apesar do considerável progresso econômico e social nas últimas décadas, a desigualdade de renda na região permanece elevada.

A região é altamente suscetível a ciclones tropicais e ocorrências intensas do El Niño, bem como à elevação do nível do mar, derretimento das geleiras andinas, aumento da temperatura e variação nos regimes de precipitação. As populações rurais carentes que dependem de uma base de recursos naturais são bastante vulneráveis aos impactos do clima na agricultura de subsistência e nos serviços ecossistêmicos; as populações urbanas carentes que vivem no litoral, em várzeas e em encostas íngremes apresentam especial vulnerabilidade às ocorrências extremas de precipitação e aos impactos de extremos de calor sobre a saúde. Os sistemas agrícolas intensivos de produção de grãos na porção sul da região

Figura 1.1: Anomalia da temperatura média multimodelo para a América Latina e o Caribe referente a RCP2.6 (aumento global de 2°C, à esquerda) e RCP8.5 (aumento global de 4°C, à direita) para os meses do verão austral (dezembro, janeiro e fevereiro).



Calcula-se a média das anomalias de temperatura em graus Celsius ao longo do período 2071-2099 em comparação com o período 1951-1980.

são, em sua maioria, de sequeiro e, em consequência, ficam suscetíveis à variação da precipitação e da temperatura. Nas regiões andinas, casas construídas em terrenos normalmente íngremes ficam seriamente expostas a fluxos de tempestade superficiais, irrupções de lagos glaciais e deslizamentos de terra. As populações costeiras, sobretudo na região do Caribe, enfrentam os riscos de perda de serviços ecossistêmicos e meios de subsistência decorrentes da degradação de ecossistemas marinhos, perda da proteção física em decorrência da degradação dos arrecifes e inundações costeiras, bem como de danos à infraestrutura essencial (principalmente o segmento do turismo costeiro) e ameaças à água doce representadas pela intrusão da água do mar devido à elevação do nível dos oceanos.

1.1.1 Regimes regionais de mudança climática

1.1.1.1 Extremos de temperatura e calor

Até 2100, as temperaturas do verão na região aumentarão cerca de 1,5°C segundo o cenário de baixas emissões (aumento global de 2°C) e cerca de 5,5°C no cenário de altas emissões (aumento global de 4°C) em comparação com o cenário de referência do período 1951-1980 (Figura 1.1). Ao longo da costa atlântica do Brasil, Uruguai e Argentina, o aquecimento projetado ficará abaixo da média mundial, variando entre 0,5 e 1,5°C no cenário de aquecimento global de 2°C, entre 2°C e 4°C na hipótese de elevação de 4°C. Na região sul-americana central que compreende o Paraguai, norte da Argentina e sul da Bolívia, o aquecimento deverá ser mais acentuado, de até 2,5°C diante de um aumento

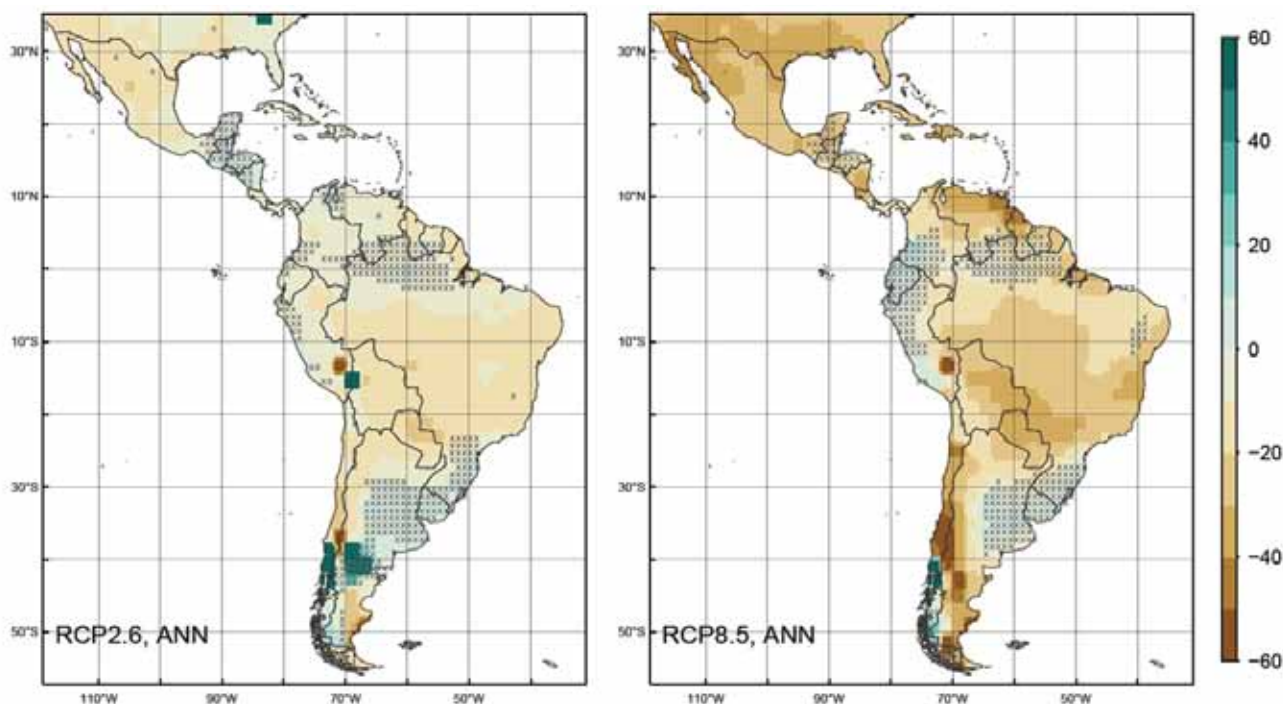
global de 2°C, e de até 6°C admitindo-se um aumento global de 4°C até o período 2071-2099. Há projeções de níveis semelhantes de aquecimento para a região equatorial, inclusive para o leste da Colômbia e o sul da Venezuela. As projeções indicam que, diante de um aumento global de 4°C, a quase totalidade da superfície (cerca de 90%) será afetada por extremos de calor *altamente incomuns*¹ no verão e mais da metade da superfície (aproximadamente 70%), por extremos de calor *sem precedentes*.

1.1.1.2 Precipitações, secas e aridez

Em geral, com um aumento global de 2°C, as variações na precipitação são relativamente pequenas (+/- 10%) e os modelos apresentam discordância expressiva quanto ao sentido da variação na maioria das regiões terrestres. Havendo um aumento global de 4°C, as projeções dos modelos convergem na maioria das regiões, mas a incerteza entre modelos permanece em algumas áreas (como no norte da Argentina e no Paraguai) (Figura 3.2). Prevê-se um aumento de cerca de 30% na precipitação média anual nos países tropicais da costa do Pacífico (Peru, Equador e Colômbia). Da mesma forma, o Uruguai, na costa atlântica (e regiões fronteiriças com o Brasil e Argentina), ficará mais úmido. Entre as regiões com projeções de aumento da aridez estão a Patagônia (sul da Argentina e Chile), México e Brasil central. Esses padrões indicam que, sob os efeitos da mudança climática, a maioria das regiões áridas ficará ainda mais seca, e maioria das regiões úmidas ficará mais úmida. A exceção é a região central do Brasil.

¹ Neste relatório, extremos de calor *altamente incomuns* referem-se a fenômenos 3-sigma e extremos de calor *sem precedentes* a fenômenos 5-sigma (ver Anexo).

Figura 1.2: Média multimodelo da variação percentual do índice de aridez em RCP2.6 (aumento global de 2°C, à esquerda) e RCP8.5 (aumento global de 4°C, à direita) para a América Latina e o Caribe até 2071-2099 em relação a 1951-1980.



As áreas tracejadas indicam resultados incertos, com dois ou mais dos cinco modelos divergindo em relação ao sentido da variação. Observe que uma variação negativa corresponde a uma mudança para condições mais áridas.²

Projeta-se que a precipitação média anual do país sofra queda de 20% se o aumento global alcançar 4°C até o fim do século. Em geral, aumenta a probabilidade de precipitações extremas mais intensas e frequentes.

Com um aumento global de 4°C, prevê-se que a bacia amazônica, a totalidade da superfície terrestre brasileira, exceto o litoral sul, o sul do Chile, o Caribe, a América Central e o norte do México, fiquem expostos a duras condições de seca extrema em relação ao clima atual até o fim do século XXI. Para a superfície terrestre total classificada como hiperárida, árida ou semiárida, há projeções de crescimento de cerca de 33% no período 1951-1980 para 36% se houver um aumento global de 2°C, e de 41% se o aumento for de 4°C.

1.1.1.3 Ciclones tropicais

Observações ao longo dos últimos 20 ou 30 anos mostram tendências positivas na frequência de ciclones tropicais e na intensidade sobre o Atlântico Norte, mas não sobre a porção oriental do Pacífico Norte. Embora os ciclones tropicais atlânticos sejam reprimidos

pela fase de Oscilação Sul do El Niño (OSEN), eles se intensificam na região oriental do Pacífico Norte. Exposta a mais mudanças do clima antropogênicas, em geral projeta-se que a frequência de ciclones tropicais aumente ao longo da porção ocidental do Atlântico Norte em 40%, admitindo-se um aquecimento global na faixa de 1,5-2,5°C e 80% com um aumento global de 4°C. O aquecimento global em torno de 3°C está associado a um aumento médio de 10% na intensidade da precipitação média ao longo de um raio de 200 km do centro de um ciclone tropical. Embora estudos de vários modelos apresentem indícios de uma projeção de aumento na frequência dos ciclones tropicais ao longo da costa do Pacífico da América Central, as projeções gerais nessa região são inconclusivas no momento. Contudo, apesar da incerteza dessas projeções, qualquer aumento nas tempestades no Pacífico e no Atlântico (não necessariamente ciclones) que atinjam simultaneamente a costa poderia acarretar impactos mais prejudiciais do que o aumento na frequência de qualquer ciclone do Atlântico ou Pacífico isoladamente.

1.1.2 Elevação do nível do mar em termos regionais

Segundo projeções, o nível do mar deve elevar-se mais na costa do Atlântico do que na costa do Pacífico. Projeta-se que a cidade de Valparaíso (mediana da estimativa: 0,55m diante de um aumento global de 4°C) seja favorecida pela intensificação dos

² Algumas células da grade apresentam valores visivelmente diferentes de seus vizinhos diretos (por ex.: na fronteira entre Peru e Bolívia). Isso se deve ao fato de o índice de aridez ser definido como uma fração da precipitação anual total dividida pelo potencial de evapotranspiração (ver Anexo). Portanto, como o índice se comporta de forma extremamente não linear, as flutuações anuais podem ser consideráveis. Como as médias são calculadas com base em um número relativamente pequeno de simulações-modelo, isso pode acarretar esses saltos locais.

ventos alísios de sudeste sobre o Pacífico Sul e pela respectiva ressurgência de águas frias que ocasione uma elevação do nível do mar termostérica abaixo da média (em função do aumento da temperatura oceânica). Em contraste, projeta-se que a costa atlântica do Brasil sofra uma elevação do nível do mar acima da média (Recife: mediana da estimativa: 0,63 m; estimativa baixa: 0,63 m; estimativa alta: 1,14 m; Rio de Janeiro: mediana da estimativa: 0,62 m; estimativa baixa: 0,46 m; estimativa alta: 1,11 m). O aumento do nível do mar é intensificado em baixas latitudes devido ao aumento da captação do calor oceânico e do padrão das placas de gelo e geleiras induzido pela gravidade. A título de exemplo, a cidade equatorial de Guayaquil, situada na costa do Pacífico, tem previsões de 0,62 m (estimativa baixa: 0,46 m; estimativa alta: 1,04 m) de elevação do nível do mar admitindo-se um aumento global de 4°C. Já Puerto Williams (Chile), no extremo sul do continente sul-americano, tem projeções de aumento de apenas 0,46 m (estimativa baixa: 0,38 m; estimativa alta: 0,65 m). Prevê-se que Porto Príncipe (Haiti) registre 0,61 m (estimativa baixa: 0,41 m; estimativa alta: 1,04 m) de elevação do nível do mar em um cenário de aumento global de 4°C (Figure 3.11); trata-se de um exemplo típico de elevação do nível do mar que serve para outras ilhas do Caribe.

1.1.3 Impactos setoriais e temáticos

1.1.3.1 Alterações nas geleiras e blocos de neve

A recessão glacial da América do Sul tem sido significativa. Mais especificamente, as geleiras tropicais dos Andes Centrais perderam grandes parcelas de seu volume no decorrer do século XX. Uma clara tendência de recuo também fica evidente nas geleiras do sul dos Andes, que perderam cerca de 20% de seu volume.

A recessão das geleiras tropicais na porção central dos Andes continuará no ritmo das últimas décadas. Mesmo para os cenários de emissões baixas ou intermediárias que induzem um aquecimento global na faixa de 2-3°C acima dos níveis pré-industriais, dois estudos abrangentes sistematicamente projetam uma perda de volume das geleiras entre 78% e 97%. Ambos os estudos preveem uma deglaciação quase completa (93% a 100%) no cenário de aumento global de 4°C. Outros estudos são um pouco menos drásticos; seja qual for a evolução da temperatura nas próximas décadas, contudo, grande parte das geleiras dos Andes tropicais desaparecerá bem antes do fim do século. No sul dos Andes, o modelo de propagação do aquecimento global de 2°C a 3°C varia entre 22% e 59% de perda de volume de geleira, o que dificulta a comparação de cenários isolados. Pressupondo o aumento global de 4°C, os modelos projetam um recuo de volume das geleiras na faixa de 44% a 74% até 2100.

O monitoramento da cobertura de neve nas altitudes elevadas do Chile e Argentina desde 1950 não mostra tendências significativas (é difícil identificar possíveis tendências nos registros, uma vez que a variabilidade interanual é grande e claramente modulada pela OSEN). A falta de projeções confiáveis para a variação dos blocos de neve e cobertura de neve nos Andes constitui uma importante lacuna nos estudos.

1.1.3.2 Recursos hídricos, segurança hídrica e inundações

Embora a magnitude das alterações varie, é forte o consenso quanto à diminuição do escoamento superficial médio anual e

das vazões na América Central. O estresse hídrico pode aumentar, principalmente em áreas áridas com alta densidade demográfica e durante a estação seca. No Caribe, as projeções de escoamento superficial são de baixa confiança devido à falta de dados. No entanto, a disponibilidade de água doce pode diminuir por vários motivos, como a elevação do nível do mar que provoca a intrusão da água do mar em aquíferos costeiros. No nível regional, é elevado o risco de inundações e deslizamentos de terra com altas taxas de mortalidade. Embora as inundações muitas vezes pareçam estar ligadas à mudança no uso da terra, inundações mais graves também podem ocorrer no contexto da mudança climática.

Há projeções de aumento da variabilidade das vazões sazonais nos Andes tropicais. A diminuição da vazão durante a estação seca já foi observada e pode diminuir ainda mais como resultado do atual recuo dos geleiras. Entretanto, as vazões durante a estação chuvosa podem aumentar. A região andina pode sofrer um maior risco de inundação em um cenário de aquecimento global de 4°C (por conta da aceleração do derretimento das geleiras, por exemplo). Na bacia amazônica, há divergências entre as projeções de escoamento superficial e vazões para a maior parte desse sistema. Para a parte ocidental da bacia, prevê-se um provável aumento de vazão, escoamento superficial, zona de inundação e tempo de inundação. No extremo sul da América do Sul, projeta-se uma diminuição do escoamento médio.

Embora a região da América Latina e Caribe tenha abundância de recursos de água doce, muitas cidades dependem dos rios, aquíferos, lagos e geleiras locais que podem ser afetados pela mudança climática, e as fontes de água doce podem não ser suficientes para atender à demanda. Por exemplo, prevê-se que Guadalajara (México) e muitas cidades andinas enfrentem o aumento do estresse hídrico e, se a demanda atual se mantiver, os segmentos de baixa renda que já não têm acesso adequado à água ficarão em situação ainda mais difícil.

1.1.3.3 Impactos da mudança climática sobre a agricultura, pecuária e segurança alimentar

Os resultados das projeções do impacto da mudança climática sobre a produtividade agrícola diferem entre os estudos, mas a maioria dos autores concorda que a mudança climática muito provavelmente diminuirá a produtividade de culturas alimentares importantes na região da América Latina e Caribe. Uma exceção é o aumento previsto na produtividade de arroz irrigado/inundado em algumas regiões. Os poucos estudos disponíveis acerca dos impactos da mudança climática sobre a pecuária indicam que a produção de carne e leite diminuirá diante do aumento da temperatura, tendo em vista que o estresse térmico é um importante fator que influencia a produtividade do gado. As ovelhas parecem lidar melhor com condições mais quentes e secas do que os rebanhos bovinos e suínos.

1.1.3.4 Impactos da mudança climática sobre a biodiversidade

Os efeitos negativos induzidos pela mudança climática sobre a biodiversidade, desde a diminuição das áreas de ocorrência até extinções, são muito prováveis se houver elevação global de 2°C. Como é difícil projetar ou quantificar a capacidade de adaptação de espécies e ecossistemas afetados, os modelos precisam adotar abordagens simplificadas conforme visto em modelos de envelopes bioclimáticos, modelos de distribuição de espécies e modelos dinâmicos da vegetação global.

Uma tendência evidente em relação aos níveis de aquecimento futuros é que, quanto maiores as projeções de aumento da temperatura, mais a diversidade das espécies é afetada. Prevê-se que as regiões montanhosas dos trópicos (por ex., as florestas nebulosas) se tornarão muito vulneráveis em função do elevado número de espécies endêmicas e altamente especializadas que podem sofrer extinção nas áreas de topo de montanha. A maioria dos modelos desconsidera as interações bióticas (por ex., interações da cadeia alimentar, competição entre as espécies) e as limitações de recursos. Portanto, o nicho ecológico realizado das espécies de um ecossistema pode se tornar muito menor do que é possível de acordo com as condições climáticas e outras condições ambientais, levando a mudanças nas zonas ecológicas.

1.1.3.5 Degradação, desaparecimento e ponto de inflexão da floresta amazônica

No geral, os estudos mais recentes sugerem que o desaparecimento da Amazônia é um futuro improvável, mas possível, para a região amazônica. A precipitação futura projetada e os efeitos da fertilização por CO₂ sobre o crescimento de árvores tropicais continuam a ser os processos de maior incerteza. As mudanças provocadas pelo clima na duração da estação seca e recorrência de anos de seca extrema, bem como o impacto das queimadas sobre a degradação florestal, são somados à lista de incógnitas cujos efeitos combinados estão por ser investigados em um estudo integrador de toda a Amazônia. Um ponto de inflexão decisivo foi identificado em cerca de 40% do desmatamento, quando a alteração da realimentação da água e da energia entre remanescentes das florestas tropicais e clima podem acarretar a diminuição das precipitações.

O desaparecimento das florestas de toda a bacia amazônica causado por realimentações entre o clima e o ciclo global do carbono constitui um possível ponto de inflexão de alto impacto se as temperaturas regionais aumentarem mais de 4°C e as temperaturas médias globais aumentarem mais de 3°C até o fim do século XXI. Contudo, análises recentes rebaixaram essa probabilidade de 21% para 0,24% admitindo-se o nível de aquecimento regional de 4°C, quando os modelos acoplados carbono-clima são ajustados para melhor representar a variabilidade interanual de temperaturas tropicais e as respectivas emissões de CO₂. Contudo, isso somente se aplica quando o efeito da fertilização por CO₂ é observado conforme implementado nos atuais modelos de vegetação. Além disso, a degradação florestal em larga escala decorrente do aumento da seca pode prejudicar os serviços e funções ecossistêmicas, inclusive o ciclo hidrológico regional, mesmo sem o desaparecimento das florestas.

1.1.3.6 Áreas pesqueiras e recifes de coral

Juntamente com a acidificação e hipóxia dos oceanos, que muito provavelmente se tornarão mais evidentes em cenários de altas emissões, a possibilidade de ocorrências mais extremas do El Niño apresenta riscos substanciais para as bases pesqueiras mais ricas do mundo. Independentemente de fenômenos isolados, o aquecimento gradual das águas dos oceanos já foi observado e deve afetar ainda mais as áreas de pesca (sobretudo no nível local).

Geralmente, os cardumes de peixes migram rumo aos polos, em busca de águas mais frias. As projeções indicam um aumento no potencial de pesca de até 100% no sul da América Latina. Ao largo da costa do Uruguai, no extremo sul da Baixa Califórnia e no sul do Brasil, o potencial de pesca máximo deverá cair mais de

50%. As águas do Caribe e partes da costa atlântica da América Central poderão registrar quedas na faixa de 5% a 50%. Ao longo da costa do Peru e do Chile, projeta-se que pesca diminuirá em até 30%, mas há aumentos previstos para o sul.

Independentemente do limiar de sensibilidade selecionado e do cenário de emissões, até 2040 os recifes de coral do Caribe devem sofrer ocorrências anuais de branqueamento. Embora algumas espécies e locais específicos pareçam mais resistentes a esses fenômenos, está claro que os ecossistemas marinhos do Caribe estão enfrentando alterações em larga escala, com profundas consequências para as respectivas atividades de subsistência, bem como para a proteção costeira fornecida pelos recifes de coral saudáveis.

1.1.3.7 Saúde

A região da América Latina e Caribe enfrenta um aumento dos riscos de morbidade e mortalidade causadas por doenças infecciosas e fenômenos climáticos extremos. Padrões observados de transmissão de doenças ligados às diferentes partes do ciclo de OSEN oferecem pistas de como as alterações na temperatura e precipitações podem afetar a incidência de uma determinada doença em um determinado local. Não há muita concordância entre as projeções de como a incidência da malária na região pode ser afetada pela mudança climática ao longo do restante do século, com alguns estudos apontando para o aumento da incidência e outros, para sua diminuição. Essa incerteza também caracteriza os estudos sobre a relação entre mudança climática e malária em nível mundial e reflete a complexidade dos fatores ambientais que influenciam a doença.

1.1.3.8 Migração e segurança

Embora a migração não seja um fenômeno novo na região, prevê-se que se acelere na presença da mudança climática. Muitas áreas da América Latina e Caribe são propensas a fenômenos extremos, inclusive secas, inundações, deslizamentos de terra e ciclones tropicais; todos esses fenômenos extremos podem induzir a migração.

Exemplos indicam que a migração induzida pela seca já está ocorrendo em algumas regiões. É provável que o maior nível de migração causada pelo clima ocorra em áreas onde fatores não ambientais (por ex., má governança, perseguição política, pressões demográficas e pobreza) já estejam presentes e exercendo pressões migratórias sobre as populações locais.

Considera-se que região apresenta baixo risco de conflito armado. Entretanto, em um contexto de alta desigualdade social e econômica e fluxos migratórios entre os países, as disputas pelo acesso a recursos, terra e riquezas persistem. A mudança climática pode aumentar o risco de conflito na região devido ao aumento da escassez de recursos, da migração, da instabilidade e da frequência e intensidade dos desastres naturais.

1.1.3.9 Infraestrutura costeira

Até 2050, as inundações costeiras com um aumento do nível do mar de 20 cm pode gerar uma média de US\$ 940 milhões em prejuízos ao ano, nas 22 maiores cidades costeiras da região da América Latina e Caribe, e US\$ 1,2 bilhão com um aumento do nível do mar de 40 cm. A região do Caribe é particularmente vulnerável à mudança climática devido às suas áreas de baixa altitude e dependência da população das atividades econômicas costeiras e marinhas. Em um cenário que conduz a um aumento global de 4°C e com elevação do nível do mar entre 0,89 m e 1,4 m, só os ciclones tropicais no Caribe poderiam acarretar danos

de infraestrutura e tempestades, além de prejuízos no turismo, no valor adicional de US\$ 22 bilhões até 2050 (e US\$ 46 bilhões até 2100), em comparação com um cenário de aumento global de 2°C. O possível aumento na intensidade dos ciclones tropicais poderia aumentar o tempo de inatividade dos navios nos portos e, portanto, aumentar os custos de embarque. O turismo litorâneo está muito exposto aos fatores de estresse diretos e indiretos da mudança climática, inclusive à elevação do nível do mar, alteração dos regimes de tempestades tropicais, intensificação das marés de tempestades e erosão costeira. Os resorts turísticos na costa possivelmente estão duas a três vezes mais expostos a fatores de estresse relacionados à mudança climática do que os de outras localidades.

1.1.3.10 Energia

A avaliação da bibliografia atual acerca dos impactos da mudança climática sobre a energia na América Latina e no Caribe mostra que existem apenas alguns poucos estudos, a maioria dos quais com fortes suposições sobre questões-chave como a sazonalidade do abastecimento de água para a energia hidrelétrica. Esses estudos são mais qualitativos do que quantitativos, e persistem lacunas importantes. Faltam também estudos em relação aos impactos da mudança climática sobre as energias renováveis.

Em geral, os impactos da mudança climática sobre a demanda de energia não são tão bem estudados como aqueles sobre a oferta de energia — embora, oferta e demanda interajam de forma dinâmica. Por exemplo, o aumento concomitante na demanda de energia durante os extremos de calor e a diminuição da oferta de energia por meio da redução da vazão e baixas eficiências dos rios podem pressionar cada vez mais os sistemas energéticos no futuro.

1.1.4 Visão geral das narrativas de desenvolvimento regional

O Quadro 1.1 oferece uma visão geral dos principais riscos climáticos da região. As narrativas de desenvolvimento baseiam-se nos impactos da mudança climática analisados no relatório principal (ver Tabela 3.15, seção 3.5). Os impactos da mudança climática têm múltiplas implicações diretas e indiretas para o desenvolvimento da região. Esses impactos ocorrem em um processo contínuo da zona rural para a urbana; além de haver muitos impactos do

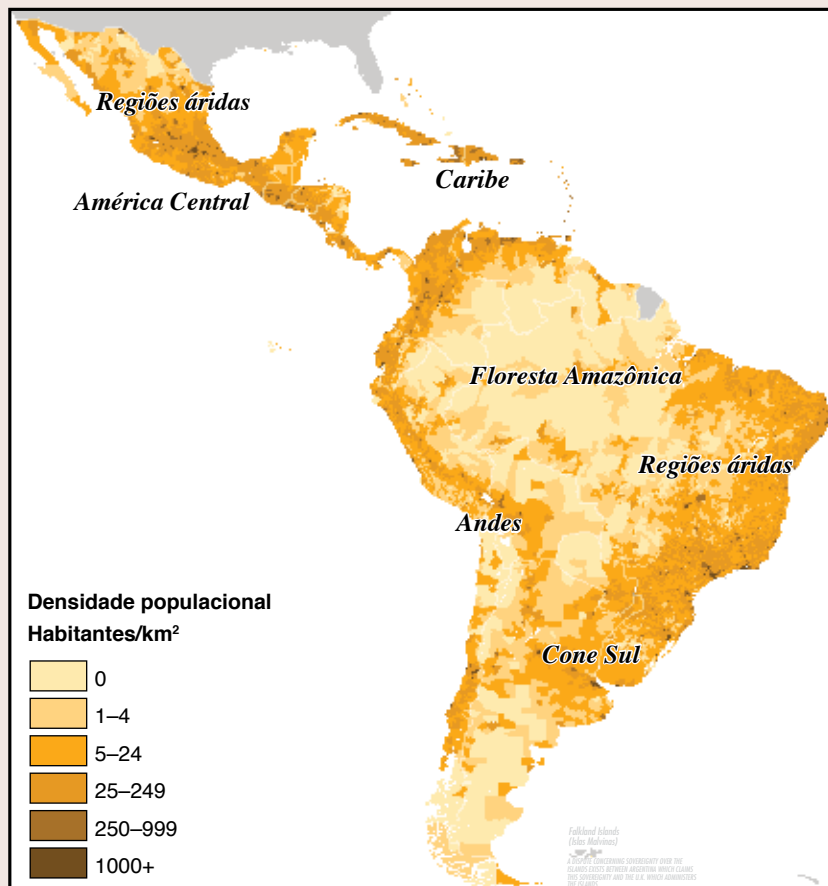
clima que afetam diretamente as áreas rurais e levam, por exemplo, à redução da produtividade agrícola ou alteração dos regimes hidrológicos, esses impactos também afetam as áreas urbanas por meio da alteração dos serviços ecossistêmicos, fluxos migratórios, etc. O desenvolvimento será igualmente afetado à medida que os desafios da mudança climática se intensifiquem e interajam com os fatores socioeconômicos. Em particular, o derretimento glacial e a alteração da vazão dos rios, os fenômenos extremos e os riscos para os sistemas de produção de alimentos pressionarão os meios de subsistência humana.

Os impactos da mudança climática afetam e continuarão a afetar o desenvolvimento da região de várias maneiras. Em primeiro lugar, as mudanças no ciclo hidrológico ameaçam a estabilidade da disponibilidade de água doce e dos serviços ecossistêmicos. A alteração do sistema hidrológico provocada pela mudança do escoamento superficial, derretimento glacial e mudanças nos blocos de neve afetará os serviços ecossistêmicos dos quais a população rural depende, o abastecimento de água doce nas cidades, além de grandes atividades econômicas como a mineração e a geração de energia hidrelétrica. Em segundo lugar, a mudança climática põe em risco tanto a produção agrícola em grande escala para exportação como a agricultura de pequena escala para a produção regional de alimentos. Em terceiro lugar, uma prevalência maior de fenômenos extremos afeta as comunidades rurais e urbanas, sobretudo nas regiões costeiras.

No nível sub-regional, as interações entre clima e desenvolvimento a seguir são de grande importância. Na América Central e no Caribe, os fenômenos extremos ameaçam os meios de subsistência e causam danos à infraestrutura. Nos Andes, alterações na disponibilidade de recursos hídricos afetam as populações carentes rurais e urbanas. Na Amazônia, os riscos de um ponto de inflexão, degradação florestal e perda de biodiversidade ameaçam as comunidades locais. As alterações hidrológicas podem afetar a região como um todo. O Cone Sul enfrenta riscos para a exportação de *commodities* devido à perda de produção da agricultura intensiva. Nas regiões subtropicais áridas do México e no nordeste do Brasil, a escalada do estresse da seca ameaça os meios de subsistência rural e a saúde.

Um resumo dos impactos previstos da mudança climática em setores-chave para a região é apresentado no Quadro 1.2.

Quadro 1.1 Riscos sub-regionais para o desenvolvimento na América Latina e Caribe (ALC) na hipótese de aquecimento de 4°C em 2100 em comparação com temperaturas pré-industriais



Fontes dos dados: Este mapa foi reproduzido pela Unidade de Produção de Mapas do Grupo Banco Mundial. Os limites, cores, denominações e demais informações mostrados neste mapa não implicam, por parte do Grupo Banco Mundial, qualquer tipo de juízo sobre a situação jurídica de um território nem o endosso ou aceitação desses limites. O mapa da densidade populacional apresentado se baseia em: Center for International Earth Science Information Network, Columbia University, Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO) e Centro Internacional de Agricultura Tropical - (2005). Gridded Population of the World, Versão 3 (GPWv3): Population Count Grid. Palisades, NY: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC).

América Central e Caribe

Frequência mais alta da OSEN e ciclones tropicais, extremos de precipitação, seca e ondas de calor. Riscos de redução da disponibilidade hídrica, da produtividade agrícola, segurança alimentar e segurança na costa.

Populações carentes expostas a deslizamentos de terra, erosão costeira com risco de elevação das taxas de mortalidade e migração, impactos negativos sobre o PIB onde a participação do turismo costeiro é alta.

Floresta Amazônica

Elevação do calor extremo e da aridez, risco de incêndios florestais, degradação e perda de biodiversidade.

Risco de a floresta transformar-se em fonte de carbono. Mudanças das zonas agrícolas pode levar a conflitos de terra. Riscos de extinção de espécies ameaçam os meios de subsistência tradicionais e geram perdas culturais.

Andes

Derretimento glacial, alterações nos blocos de neve, risco de inundações e falta de água doce.

Nas altitudes elevadas, mulheres, crianças e povos indígenas são especialmente vulneráveis, e a agricultura corre risco. Nas áreas urbanas, os pobres vivem em encostas mais acentuadas e estão mais expostos a inundações.

Regiões áridas

Aumento da seca e da ocorrência de extremos de calor leva à morte do gado, recuo da produtividade agrícola e desafios em termos do volume de água doce.

Risco de fome localizada entre as comunidades indígenas afastadas, problemas de saúde relacionados à água. Pressão sobre os recursos pode levar a conflitos e migração para cidades.

Cone Sul

Queda da produtividade agrícola e das pastagens, migração das zonas agroecológicas para o norte.

Riscos para as condições de nutrição dos pobres. Riscos de alta dos preços dos alimentos e impactos em cascata além da região devido à exportação de boa parte dos produtos agrícolas.

Quadro 1.2. Impactos previstos da mudança climática em setores essenciais na região da América Latina e Caribe

Os níveis de aquecimento são relativos às temperaturas pré-industriais. Os impactos mostrados aqui são um subconjunto dos impactos sintetizados na Tabela 3.15 do relatório principal. As setas indicam tão somente o intervalo de níveis de aquecimento avaliados nos estudos subjacentes, mas não implicam nenhuma graduação de risco, salvo indicação nesse sentido. Além disso, os impactos observados ou impactos que ocorrem em níveis mais baixos ou mais altos de aquecimento não abrangidos pelos estudos-chave destacados aqui não são apresentados (por ex., o branqueamento de corais já ocorre antes da elevação de 1,5°C na temperatura, mas os estudos aqui apresentados começam apenas a partir de 1,5°C). As medidas de adaptação não são avaliadas aqui, embora possam ser cruciais para atenuar os impactos da mudança climática. A diagramação da figura é uma adaptação de Parry (2010). O texto sobrescrito em caixa baixa indica as referências pertinentes para cada impacto.³ Não havendo letras, os resultados são baseados em análises adicionais feitas para este relatório.

	1°C	1,5°C	2°C	3°C	4°C	5°C
Calor e Seca	Superfície terrestre afetada por calor altamente incomum					
	10%	30%	30-40%	65%	90%	
	Dias a mais de seca ^(a)	1-4 dias		2-8 dias	8-17 dias	
Geleiras	Perda de volume de geleiras tropicais ^(b)					
			78-94%	66-97%	91-100%	
	Perda de volume das geleiras do sul dos Andes ^(b)					
			21-52%	27-59%	44-72%	
Mar	20-40% 60-80%					
	Probabilidade de branqueamento dos recifes de corais no Caribe (risco elevado de extinção) ^(c)					
	Elevação do nível do mar 0,27 m-0,39 m, max. 0,65 m 0,46 m-0,66 m, max. 1,4 m					
	Potencial pesqueiro ^(d) Até +100% no Sul; até -50% no Caribe					
Água	Diminuição de 10% a 30% do escoamento médio na América Central ^(e)					
	Vazão média dos rios no Nordeste brasileiro diminui ^(f)					
Florestas e Biodiversidade	Aumento da perda de biomassa e carbono na Amazônia ^(g)					
	Aumento das alterações/reduções na variedade de espécies e/ou extinção de mamíferos, marsupiais, aves, plantas, anfíbios ^(h)					
Alimentos	Produção de arroz e cana possivelmente aumenta, mas cai a alta produtividade do trigo e milho ⁽ⁱ⁾					
	Número de cabeças de gado para corte no Paraguai ^(j)					
			-16%	-27%		
Saúde	+5-13% Risco de doenças diarreicas ^(k) +14-36%					
	+12-22% Aumento da dengue (México) ^(l) +40%					
	Crescimento da malária nas regiões extratropicais e altiplanos e diminuição nos trópicos ^(m)					

³ a) Sillmann et al. (2013b); b) Marzeion et al. (2012); Giesen e Oerlemans (2013); Radic et al. (2013); c) Meissner et al. (2012); d) Cheung et al. (2010); e) Hidalgo et al. (2013); f) Döll e Schmied (2012); g) diversos estudos que não consideram a fertilização pelo CO₂, ver Tabela 3.1; h) diversos estudos, ver Tabela 3.1; i) diversos estudos, ver Tabela 3.1; j) CEPAL (2010); k) Kolstad e Johansson (2011); l) Colon Gonzalez et al. (2013); m) Beguin et al. (2011); Caminade et al. (2014); Van Lieshout et al. (2004).



Oriente Médio e África Setentrional

A região do Oriente Médio e África Setentrional é uma das mais diversas do mundo em termos econômicos, com o PIB per capita anual variando de US\$ 1.000 no Iêmen até mais de US\$ 20.000 nos Estados árabes do Golfo. Em consequência disso, a capacidade de adaptação e vulnerabilidade aos riscos climáticos varia consideravelmente na região. A região será gravemente afetada, tanto com a elevação de 2°C como 4°C, sobretudo por causa do grande aumento nas projeções de extremos de calor, da imensa redução da disponibilidade hídrica e das consequências previstas para a segurança alimentar regional. Em alguns países, a produtividade agrícola pode diminuir até 30% na faixa de aumento de 1,5°C a 2°C, e quase 60% a 3°C a 4°C em partes da região. A deterioração dos meios de subsistência rural pode contribuir para a migração interna e internacional, aumentando ainda mais o estresse sobre a infraestrutura urbana em especial, com os respectivos riscos para saúde dos migrantes carentes. A migração e a pressão sobre os recursos relacionada ao clima podem aumentar o risco de conflito.

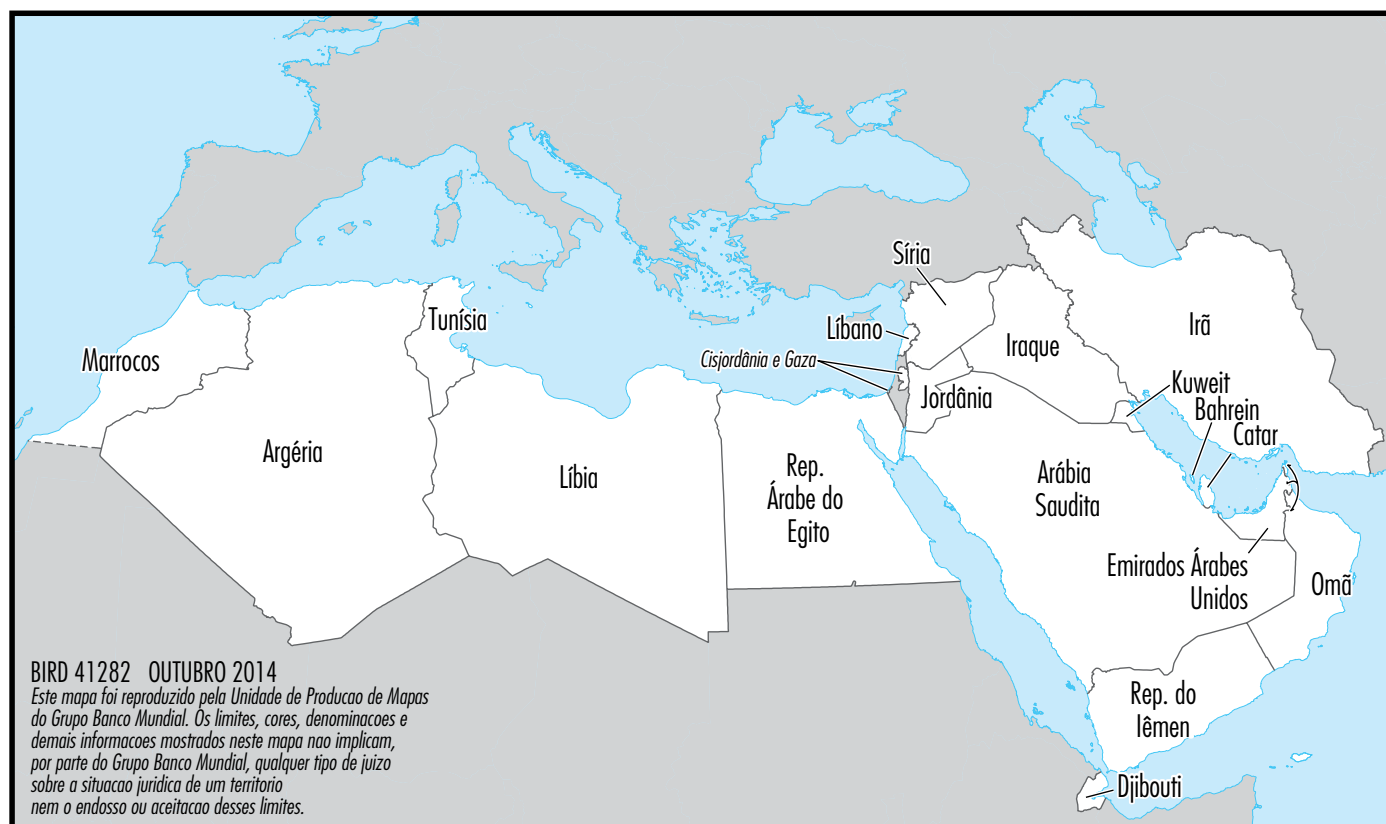
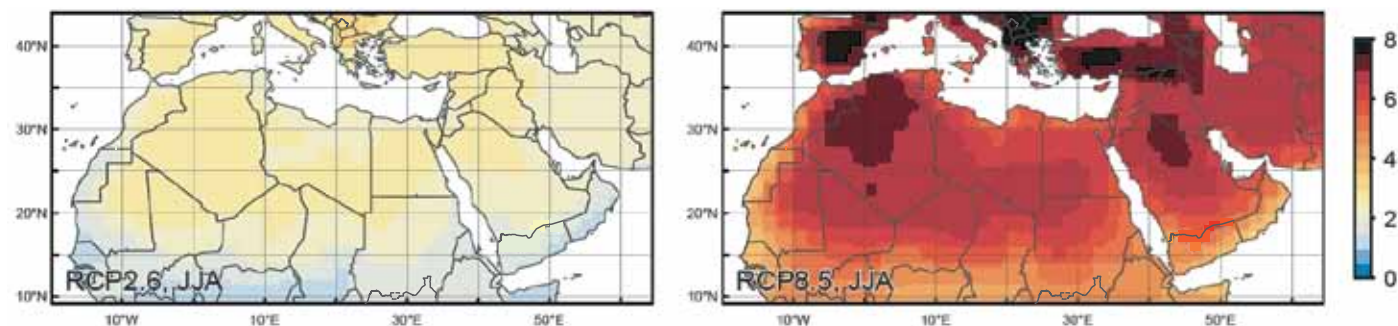


Figura 2.1: Anomalia da temperatura média multimodelo no caso do RCP2.6 (aumento global de 2°C, à esquerda) e RCP8.5 (aumento global de 4°C, à direita) para os meses de junho, julho e agosto na região do Oriente Médio e África Setentrional



Calcula-se a média das anomalias de temperatura em graus Celsius ao longo do período 2071-2099 em comparação com o período 1951-1980.

2.1 Síntese regional

Projeta-se que a população do Oriente Médio e África Setentrional dobrará até 2050, o que, juntamente com as projeções dos impactos do clima, gera uma enorme pressão sobre a região em termos de água e outros recursos. A região já é altamente dependente da importação de alimentos. Cerca de 50% do consumo regional de trigo e cevada, 40% do consumo de arroz e quase 70% do consumo de milho é suprido pelas importações. A região vem lidando com sua típica escassez de água de várias formas: captação de águas subterrâneas, dessalinização e estratégias desenvolvidas pela comunidade local para enfrentar o problema. Apesar de sua extrema escassez de água, os países do Golfo usam mais água per capita do que a média global, com os mercados árabes de água e energia residenciais entre os mais fortemente subsidiados do mundo. A região é muito diversificada em termos de condições socioeconômicas e políticas. Assim, a capacidade de adaptação e a vulnerabilidade aos riscos climáticos variam muito, sobretudo entre os Estados árabes do Golfo e os demais países da região.

O Oriente Médio e a África Setentrional são altamente dependentes da agricultura como fonte de alimentos e renda, não apenas no “crescente fértil” de importância histórica da região do Tigres e Eufrates, mas também na costa do Mediterrâneo e no Nilo. Ao mesmo tempo, grande parte da região é coberta por terras áridas e desertos. Atualmente, 70% da produção agrícola da região vem do sistema de sequeiro, o que deixa a região altamente vulnerável a mudanças de temperatura e precipitação, bem como às respectivas consequências para a segurança alimentar, segurança social e meios de subsistência rurais. Tudo isso, agravado pelas mudanças sociais e fortes taxas de urbanização, indica um futuro muito vulnerável para o Oriente Médio e África Setentrional, sobretudo para as populações urbanas e rurais carentes. Todos os países da região enfrentam uma grave e crescente contração de recursos, principalmente em relação à escassez severa de água e terras. Como a região é muito diversificada em termos de condições socioeconômicas e políticas, a capacidade de adaptação e a vulnerabilidade aos riscos climáticos variam muito, principalmente entre os Estados árabes do Golfo e os demais países.

2.1.1 Regimes regionais de mudança climática

2.1.1.1 Extremos de temperatura e calor

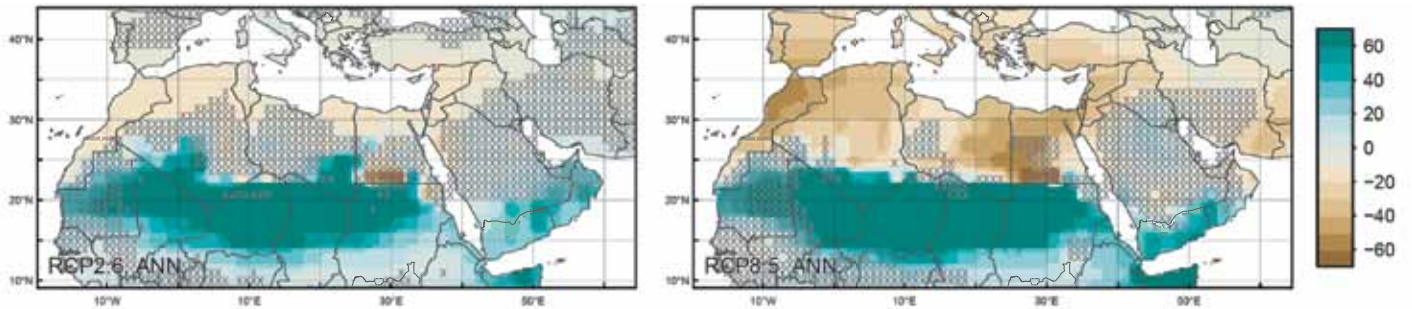
Foi observado um aquecimento de cerca de 0,2°C por década na região no período 1961-1990, e uma aceleração desse ritmo desde então, o que corrobora o aumento da frequência de temperaturas extremas. Geograficamente, o aquecimento mais intenso deverá ocorrer perto da costa do Mediterrâneo. Nessa área, mas também no interior da Argélia, Líbia e grande parte do Egito, projeta-se um aumento de 3°C em um cenário de aquecimento global de 2°C até o fim do século. Na hipótese de aumento global de 4°C, as temperaturas médias no verão deverão aumentar em até 8°C em partes da Argélia, Arábia Saudita e Iraque até o fim do século (ver Figura 2.1).

Até o fim do século, admitindo um aumento global de 2°C, extremos de calor *altamente incomuns*⁴ ocorrerão em cerca de 30% dos meses do verão em quase toda a região do Oriente Médio e África Setentrional. Isso sugere que, em média, um dos meses de verão a cada ano registrará temperaturas superiores a três desvios-padrão além da média de referência. Contudo, extremos de calor *sem precedentes* continuarão em grande parte ausentes em um cenário de aquecimento global de 2°C, exceto em algumas regiões costeiras isoladas, como a costa mediterrânea do Egito, e no Iêmen, Djibuti e Omã. Nesse caso, há previsões de que esses fenômenos serão relativamente raros em um cenário de aquecimento global de 2°C, mas, mesmo assim, devem ocorrer na faixa de 5% a 10% dos meses de verão.

Apesar da previsão de que o aumento da frequência de extremos de calor se estabilize até meados do século na hipótese de aquecimento global de 2°C, em um cenário de 4°C continuará aumentando até o fim do século. Diante do aquecimento global de 4°C, projeta-se que 80% dos meses de verão sejam mais quentes do que o 5-sigma (extremos de calor *sem precedentes*) até 2100, e cerca de 65% devem ser mais quentes do que o 5-sigma durante o período 2071-2099.

⁴ Neste relatório, extremos de calor *altamente incomuns* referem-se a fenômenos 3-sigma e extremos de calor *sem precedentes*, a fenômenos 5-sigma (ver Anexo).

Figura 2.2: Média multimodelo da variação percentual do índice de aridez em um cenário de aquecimento global de 2°C (à esquerda) e um cenário de 4°C (à direita) para o Oriente Médio e África Setentrional até o período 2071-2099 em relação a 1951-1980.



As áreas tracejadas indicam resultados incertos, com dois ou mais dos cinco modelos divergindo em relação ao sentido da variação. Observe que uma variação *negativa* corresponde a uma mudança para condições *mais áridas* (ver Anexo).⁵

2.1.1.2 Precipitações e aridez

Futuros deslocamentos da umidade do ar para o norte associados à intensificação da anomalia da Oscilação do Atlântico Norte (OAN) devem reduzir a pluviosidade na África Setentrional, Magrebe e Mashrek. Diante de um cenário de aquecimento global de 4°C, os países ao longo da costa do Mediterrâneo, sobretudo o Marrocos, a Argélia e o Egito, deverão receber um volume muito menor de chuvas. No entanto, uma projeção de deslocamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) em direção ao norte aponta para um aumento do volume de umidade na parte sul da região (que já está sob a influência de sistemas de monção), em particular no sul da Península Arábica (Iêmen, Omã). Consequentemente, projeções da variação da precipitação média anual mostram um claro padrão de dipolo norte-sul, com regiões ao norte de 25°N tornando-se relativamente mais áridas e regiões ao sul tornando-se mais úmidas. No entanto, o aumento absoluto da precipitação nas regiões do sul será muito pequeno, pois essas regiões (à exceção do Iêmen) já estão muito secas atualmente. Ademais, o efeito de um aumento na precipitação sobre a disponibilidade hídrica deve ser contrabalançado por um aumento simultâneo da temperatura, resultando na elevação da taxa de evaporação. Por fim, um aumento da precipitação na parte sul da região pode estar associado a ocorrências de precipitação mais intensas e extremas.

Há uma estreita correspondência entre o regime de variação do índice de aridez médio anual (IA) e as projeções das variações na precipitação. As alterações na aridez são ocasionadas, sobretudo, por variações de precipitação, com condições mais úmidas ao sul de 25°N e na maior parte do sul da Península Arábica, causando uma queda na aridez, e condições de maior secura ao norte de 25°N, causando o aumento da aridez. Na região da costa do

Mediterrâneo, o aumento relativo da aridez é mais acentuado do que se poderia prever com base na queda da precipitação, visto que há um aumento expressivo na evapotranspiração devido à intensificação do aquecimento.

2.1.2 Elevação do nível do mar em termos regionais

Na área do Mediterrâneo, os mareógrafos registraram elevação do nível do mar abaixo da média durante o século XX, com aumento médio na faixa de 1,1 mm a 1,3 mm ao ano (mais lento do que a média global de 1,8 mm por ano). Contudo, houve variabilidade interdecadal significativa, com um aumento gradual lento no período 1960-1990, e aumento acelerado (acima da média) após 1990.

Uma análise do século XXI indica um aumento ligeiramente abaixo da média na bacia do Mediterrâneo, principalmente como resultado da influência gravitacional da placa de gelo da Groenlândia. Prevê-se que em Túnis, na costa do Mar Mediterrâneo, a mediana da elevação do nível do mar seja de 0,56 m (com um máximo de 0,96 m) até o fim do século, admitindo-se o aquecimento global de 4°C. Isso fica 8 cm abaixo do valor para Muscat, na costa do Mar Árabe, onde se projeta que a mediana da elevação do nível do mar seja de 0,64m (estimativa baixa: 0,44 m; estimativa alta: 1,04 m). Na costa do Atlântico, prevê-se uma elevação de 0,58 m do nível do mar para Tânger (estimativa baixa: 0,39 m; estimativa alta: 0,98 m). Admitindo-se um aquecimento global de 1,5°C, a mediana das projeções de elevação do nível do mar é 0,34 m, 0,35 m e 0,39 m para Túnis, Tânger e Muscat.

2.1.3 Impactos setoriais e temáticos

2.1.3.1 O nexa agricultura—água—segurança alimentar

A região do Oriente Médio e África Setentrional sofre de escassez hídrica, e a maior parte da superfície recebe menos de 300 mm de precipitação anual (a faixa de 200 mm a 300 mm representa o limite inferior da agricultura de sequeiro). Cinturões semiáridos

⁵ Algumas células da grade apresentam valores visivelmente diferentes de seus vizinhos diretos (por ex., na costa do Mar Negro da Turquia segundo o RCP8.5). Isso se deve ao fato de o índice de aridez ser definido como uma fração da precipitação anual total dividida pelo potencial de evapotranspiração (ver Anexo). Portanto, como o índice se comporta de forma extremamente não linear, as flutuações anuais podem ser consideráveis. Como as médias são calculadas com base em um número relativamente pequeno de simulações-modelo, isso pode acarretar saltos locais.

ao longo das costas e montanhas são as únicas áreas de mananciais e oferecem terras produtivas para a agricultura de sequeiro. A disponibilidade anual de recursos hídricos renováveis na maioria dos países é inferior a 1.000 m³ per capita (exceto no Iraque, Omã, Síria e Líbano) e fica em 50 m³ per capita no caso do Kuwait. Essa escassez hídrica impede os países de produzir internamente todos os alimentos necessários e torna a região dependente da importação de alimentos. A julgar pela situação atual de escassez grave de recursos hídricos e terras cultiváveis, tanto o cenário de aumento de 2°C como o de 4°C exerceriam ainda mais pressão sobre os recursos hídricos e a agricultura.

- **Áreas de cultivo:** Prevê-se que o clima mais quente e mais seco desloque as zonas de vegetação e agrícolas para o norte (por ex., 75 km para o período 2090-2099 em relação a 2000-2009 em um cenário de aumento global de 4°C).
- **Duração dos períodos de cultivo:** A redução das precipitações e a elevação das temperaturas encurtará, em cerca de duas semanas, a duração dos períodos de cultivo do trigo em grandes áreas da região até meados do século (2031-2050). O período de cultivo do trigo na Tunísia tem previsões de encurtamento em 10 dias diante de um aumento de 1,3°C; em 16 dias no caso de 2°C; em 20 dias no caso de 2,5°C e em 30 dias se a temperatura subir 4°C.
- **Produtividade agrícola:** A produtividade deverá diminuir em 30% dentro da faixa de aquecimento de 1,5°C a 2°C, e em até 60% diante de uma elevação de 3°C a 4°C, com variações regionais e sem considerar a adaptação. Há previsões de redução da produtividade de 1,5% a 24% para o Magrebe Ocidental e 4% a 30% em algumas partes do Mashrek até meados do século. As leguminosas e o milho deverão ser os mais afetados em ambas as áreas, pois são cultivados durante o verão.
- **Pecuária:** A mudança climática terá diversos impactos na produção pecuária, inclusive alterações na quantidade e qualidade das rações disponíveis, mudanças na duração da estação de pastejo, o estresse térmico adicional, redução da água potável e mudanças em doenças e vetores de doenças do gado.

A incerteza nas projeções se deve às diferentes abordagens, aos diferentes modelos climáticos e à persistência dos efeitos do CO₂, pois a elevação da concentração do CO₂ na atmosfera pode aumentar a eficiência do uso da água pelas plantas (e, portanto, a produtividade das culturas).

Como resultado do aquecimento regional e de alterações nos regimes de precipitação, projeta-se que a disponibilidade hídrica diminua na maior parte da região ao longo do século XXI. Por exemplo, nas montanhas da Anatólia Oriental (cabecreira dos rios Tigre e Eufrates), projeta-se uma diminuição do escoamento superficial de 25% a 55% no cenário de aquecimento de 4°C.

Zonas montanhosas do Marrocos, Argélia, Líbano, Síria, Iraque, Irã e Turquia desempenham um papel importante no abastecimento de água da região, visto que armazenam uma parcela da precipitação na forma de neve. Com a redução prevista na queda de neve e armazenamento da água da neve, os fluxos de pico de água de degelo se deslocarão para meses anteriores, com impactos negativos sobre os sistemas fluviais a jusante e sobre a disponibilidade hídrica em regiões distantes. Por exemplo, há projeções de redução de 40% dos blocos de neve da bacia do alto Nahr El Kalb, no Líbano, com 2°C de aquecimento, e

70% diante de um aquecimento de 4°C. Assim, os períodos de seca ocorreriam entre 15 e 20 dias antes no cenário de aquecimento de 2°C, e mais de um mês antes na hipótese de aquecimento de 4°C.

2.1.3.2 Desertificação, salinização e tempestades de areia

A importância da mudança climática para a desertificação varia dependendo das condições locais, e as interações entre os fatores determinantes podem ser multifacetadas. O aumento da temperatura e evapotranspiração, a alteração do regime de precipitação e a intensificação ou alteração da frequência de fenômenos extremos podem desencadear diretamente ou intensificar os processos de desertificação. Coberta, em sua maior parte, por terras áridas, a região é frequentemente ameaçada por tempestades de areia, causando danos e transtornos para as pessoas, a agricultura e a economia. Embora não existam estudos de projeções diretas das tempestades de areia na região, é possível projetar o vento como um fator determinante com base em modelos climáticos. No entanto, ainda não existem estudos regionais sobre a mudança dos regimes de vento na presença da mudança climática na região, e as tendências futuras precisam ser derivadas com base nos estudos globais.

Ocorre um aumento da salinização em todos os recursos hídricos da região diante da mudança climática. As áreas costeiras densamente povoadas da região são as mais afetadas pela salinização induzida pela mudança climática (intrusão de água salgada), que é acelerada pela elevação do nível do mar induzida pelo clima. A salinização dos rios, por sua vez, está documentada em estudos do Tigre e Eufrates, Jordão e Nilo.

Contudo, o processo de salinização é complexo, e a mudança climática é apenas um fator importante entre outros (como a irrigação, a captação de água e a subsidência de terras). A mudança climática e, em particular, as condições projetadas de ressecamento da região devem exacerbar esses outros fatores (por ex., a agricultura vai precisar de mais irrigação).

2.1.3.3 Saúde humana

A região está enfrentando o ressurgimento de diversas doenças transmitidas por vetores e doenças virais que estavam em declínio até então. A mudança climática pode agravar o desafio de administrar essas doenças, inclusive doenças vetoriais como a malária, a filaríose linfática e a leishmaniose. Além disso, surtos de cólera (que são correlacionados com as altas temperaturas e podem acompanhar fenômenos climáticos extremos que desestabilizam o abastecimento de água) nos últimos anos causaram mortes no Iraque, na República Islâmica do Irã e na República do Iêmen.

A região do Oriente Médio e África Setentrional já é caracterizada por temperaturas muito elevadas no verão, tornando as populações da região altamente suscetíveis a novos aumentos de temperatura. Em um cenário de aquecimento global de 2°C, prevê-se que o número anual de dias quentes com temperaturas excepcionalmente elevadas e alto desconforto térmico aumente em várias capitais, de 4 para 62 dias em Amã (Jordânia), de 8 para 90 dias em Bagdá (Iraque) e de 1 para 71 dias em Damasco (Síria). O maior aumento está previsto para Riad (Arábia Saudita), onde o número de dias quentes deverá passar de 3 para 132 dias por ano. Na hipótese de aquecimento global de 4°C, o número médio de dias quentes deve ultrapassar os 115 ao ano em todas essas cidades.

2.1.3.4 Migração e segurança

O exame da bibliografia revelou um elo entre mudança climática e migração na região. Prevê-se que as opções de migração sejam mais limitadas no cenário de aquecimento global. A migração interna continuará a ser importante, mas os padrões tradicionais de mobilidade podem ser rompidos. Muitas pessoas serão forçadas a se deslocar, ao passo que outras, presas na pobreza, serão obrigadas a permanecer. Isso indica que a migração induzida pelo clima deve ser abordada não apenas no contexto da mudança climática, mas também dentro das perspectivas econômica, cultural, tecnológica e política.

A mudança climática pode atuar como um multiplicador de ameaças na região por meio da intensificação da pressão sobre recursos já escassos e do reforço de ameaças pré-existentes, como a instabilidade política, a pobreza e o desemprego. Isso pode criar condições para revoltas sociais e conflitos violentos. Estabelecer um elo direto entre a mudança climática e conflitos é difícil por causa de conclusões e métodos contraditórios. Em alguns casos, os resultados se baseiam em um único fenômeno extremo; outros empregam a variabilidade da precipitação ou da temperatura como indicadores de alterações no longo prazo; e alguns examinam o aquecimento de curto prazo. Mais estudos são necessários para investigar e determinar o elo entre a mudança climática e os conflitos, bem como para relacionar a mudança climática de longo prazo, em vez de riscos climatológicos isolados, à migração e aos conflitos.

2.1.3.5 Infraestrutura e turismo costeiros

Os países do Oriente Médio e África Setentrional são vulneráveis aos impactos da elevação do nível do mar. A população em situação de risco nas cidades costeiras totalizava cerca de 60 milhões em 2010; prevê-se que esse número suba para 100 milhões até 2030. Isolando os fatores socioeconômicos da vulnerabilidade dos efeitos da elevação do nível do mar, um estudo envolvendo 136 cidades costeiras identificou Alexandria, Bengasi e Argel como particularmente vulneráveis a uma elevação de 0,2 m no nível do mar até 2050. O estudo prevê que, em caso de falha das defesas contra inundações, os efeitos da elevação do nível do mar aumentariam os danos de US\$ 16,5 bilhões para US\$ 50,5 bilhões em Alexandria, de US\$ 1,2 bilhão para US\$ 2 bilhões em Bengasi, e de 0,3 bilhão para US\$ 0,4 bilhão em Argel. Os prejuízos anuais subiriam para US\$ 58 bilhões, US\$ 2,7 bilhões e US\$ 0,6 bilhão com 0,4 m de elevação do nível do mar nessas três cidades, respectivamente. Um metro de elevação do nível do mar pode afetar 10% da população do Egito e 5% de sua área urbana, além de reduzir o PIB do país em 6%. Um estudo estimou que uma elevação do nível do mar de 0,30 m (projetado para 2025 neste estudo) inundaria 30% da região metropolitana de Alexandria, obrigando cerca de 545 mil pessoas a abandonar suas casas e terras, e causando a perda de 70.500 empregos. Com um aumento do nível do mar de 0,5 m, projetado para 2050, o mesmo estudo calculou que cerca de 1,5 milhão de pessoas seriam deslocadas e aproximadamente 195.500 empregos seriam perdidos.

Não há clareza quanto aos impactos da mudança climática sobre o turismo devido a outros aspectos não climáticos do turismo, como alterações nos custos de viagem, demanda e opções de destinos turísticos.

2.1.3.6 Sistemas energéticos

Três tipos de fatores de estresse relacionados à mudança climática podem afetar a geração de energia hidrelétrica e térmica: 1) o aumento das temperaturas atmosféricas pode reduzir a eficiência da conversão térmica; 2) alterações no regime hídrico e nas temperaturas da água podem diminuir o volume disponível e reduzir a eficiência da água para a refrigeração; e 3) fenômenos climáticos extremos podem afetar as plantas produtivas e os sistemas de distribuição. Parece haver uma carência de estudos regionais publicados em inglês que quantificam os impactos da mudança climática sobre a geração de termoeletricidade no Oriente Médio e na África Setentrional. Para a África Setentrional, o estudo projeta que a produção de energia hidrelétrica sofrerá uma redução de quase 0,5% diante da elevação de 2°C, em comparação com os níveis de produção de 2005, em decorrência de alterações no escoamento dos rios. O mesmo estudo prevê que a produção diminuirá 1,4% no Oriente Médio.

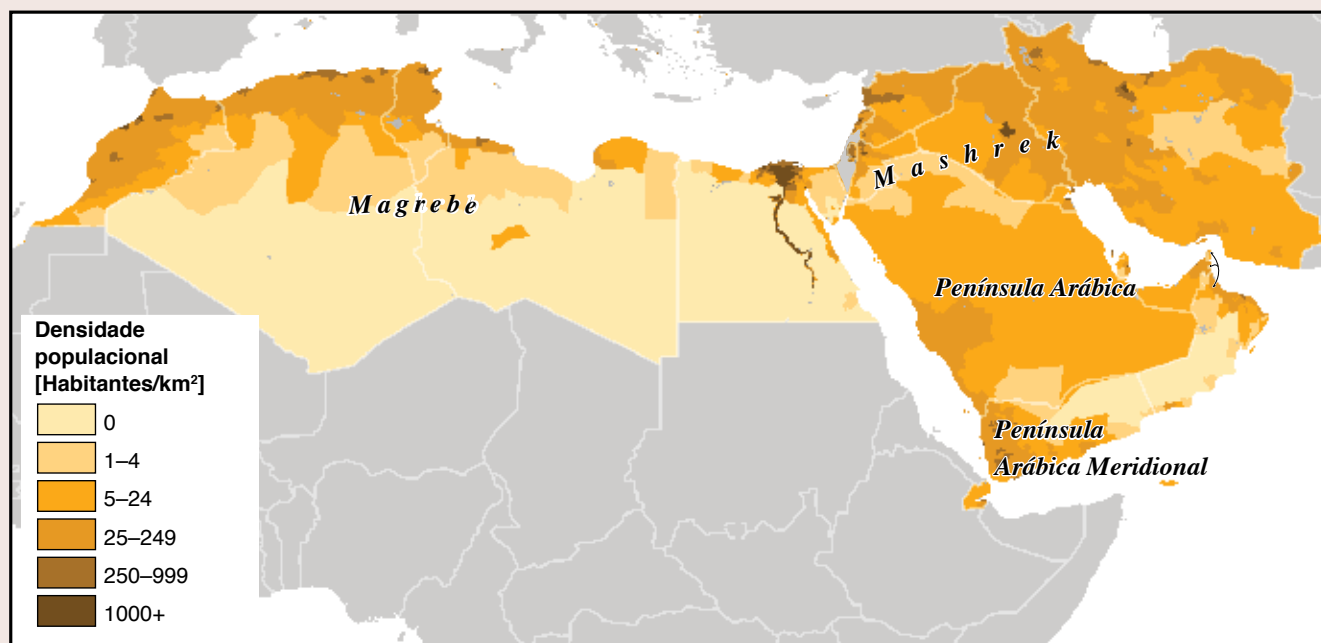
2.1.4 Visão geral das narrativas de desenvolvimento regional

O Quadro 2.1 oferece uma visão geral dos principais riscos climáticos da região. As narrativas de desenvolvimento baseiam-se nos impactos da mudança climática analisados no relatório principal (ver Tabela 4.10, seção 4.5). O Oriente Médio e a África Setentrional formam uma das regiões do mundo mais vulneráveis ao clima. Com sua dependência elevada e crescente das importações, a região sofre de uma vulnerabilidade especial aos impactos agrícolas nacionais e internacionais e aos respectivos picos nos preços dos alimentos. Embora nunca sejam monocausais, esses sinais de mercado relacionados ao clima podem ampliar o potencial de instabilidade social e migração, e têm um efeito duradouro sobre a pobreza na região. A população carente das zonas rurais e urbanas seria duramente atingida pelos impactos agrícolas, pois os agricultores carentes em áreas rurais são muito vulneráveis à fome e à desnutrição, e as populações urbanas carentes são duramente atingidas pela elevação dos preços dos alimentos.

Embora os impactos biofísicos variem apenas ligeiramente na região, constata-se também uma divisão clara de vulnerabilidades e impactos socioeconômicos entre os Estados árabes do Golfo ricos (em petróleo) e outros países da região. Aqueles dispõem de meios financeiros para arcar com as opções de adaptação, como tecnologia de dessalinização e importação de alimentos.

O Quadro 2.2 apresenta um resumo dos impactos previstos da mudança climática em setores-chave para a região.

Quadro 2.1 Riscos sub-regionais para o desenvolvimento no Oriente Médio e África Setentrional (OMAS) na hipótese de aquecimento de 4°C em 2100 em comparação com temperaturas pré-industriais



Magrebe

Forte aquecimento, redução da precipitação anual, aumento do estresse hídrico e queda da produtividade agrícola. Grandes cidades costeiras expostas à elevação do nível do mar.

Os riscos da mudança climática terão sérias implicações para os meios de subsistência dos agricultores, as economias nacionais e a segurança alimentar. A exposição de ativos cruciais no litoral teria um impacto sobre a economia, inclusive o turismo. Existe o risco de aceleração dos fluxos migratórios para áreas urbanas e de conflitos sociais.

Mashrek e Porção Oriental da OMAS

Calor altamente incomum e diminuição da precipitação anual aumentarão a aridez e diminuirão o armazenamento da água da neve e o escoamento de rios como o Jordão, Tigres e Eufrates. Consequências adversas para a agricultura, em sua maior parte de sequeiro, e para a produção de alimentos

Os riscos da mudança climática terão sérias implicações para os meios de subsistência dos agricultores, as economias nacionais e a segurança alimentar. Existe o risco de aceleração dos fluxos migratórios para áreas urbanas e de conflitos sociais.

Península Árábica

Extremos de calor altamente incomuns na Península Árábica. Precipitação anual terá aumento relativo na porção sul, porém sua tendência será incerta na porção central. Elevação do nível do Mar Árábico provavelmente será superior nas costas do Mediterrâneo e do Atlântico, com risco de alteração dos regimes de tempestades e consequências adversas para a infraestrutura.

Mais extremos de calor devem aumentar o desconforto térmico, ameaçando a produtividade do trabalho e a saúde.

Fontes dos dados: Este mapa foi reproduzido pela Unidade de Produção de Mapas do Grupo Banco Mundial. Os limites, cores, denominações e demais informações mostrados neste mapa não implicam, por parte do Grupo Banco Mundial, qualquer tipo de juízo sobre a situação jurídica de um território nem o endosso ou aceitação desses limites. O mapa da densidade populacional apresentado se baseia em: Center for International Earth Science Information Network, Columbia University, Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO) e Centro Internacional de Agricultura Tropical – (2005). Gridded Population of the World, Versão 3 (GPWv3): Population Count Grid. Palisades, NY: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC).

Quadro 2.2 Impactos previstos da mudança climática em setores essenciais na região do Oriente Médio e África Setentrional

Os níveis de aquecimento são relativos às temperaturas pré-industriais. Os impactos mostrados aqui são um subconjunto dos impactos sintetizados na Tabela 4.10 do relatório principal. As setas indicam tão somente o intervalo de níveis de aquecimento avaliados nos estudos subjacentes, mas não implicam nenhuma graduação de risco, salvo indicação nesse sentido. Além disso, os impactos observados ou impactos que ocorrem em níveis mais baixos ou mais altos de aquecimento não abrangidos pelos estudos-chave destacados aqui não são apresentados (por ex., o aumento da seca e aridez já é observado, mas o respectivo estudo não avalia os impactos inferiores a 1,5°C). As medidas de adaptação não são avaliadas aqui, embora possam ser cruciais para atenuar os impactos da mudança climática. A diagramação da figura é uma adaptação de Parry (2010). O texto sobrescrito em caixa baixa indica as referências pertinentes para cada impacto.⁶ Não havendo letras, os resultados são baseados em análises adicionais feitas para este relatório.

	1°C	1,5°C	2°C	3°C	4°C	5°C
Calor	Superfície terrestre afetada pelo calor altamente incomum					
	5%	25%	30%	75%	quase toda	
Secas e Aridez	Seca moderada no Magrebe e Mashrek					
	Área classificada como hiperárida ou árida		< 0,5 meses por ano		~1,5 meses por ano	
			84%		87%	
Nível do Mar	Elevação do nível do mar acima do presente					
	0,20 m-0,64 m				0,38 m-1,04 m	
Alimentos	Perda de terras para a agricultura de sequeiro ^(a)					
	mais de 8.500 km ²		mais de 170 mil km ²			
	Redução da produtividade agrícola ^(b)		até 30%		até 57%	
Água	Diminuição do derretimento da neve afeta a bacia do Tigres e Eufrates ^(c)					
	até 55%		até 77% a 85%		até 87%	
	redução de 17% no escoamento diário dos tributários do Rio Jordão ^(d)					
Saúde	Risco do aumento de doenças diarreicas em 6% a 15% ^(g)		Aumento do desconforto térmico em 35 a 70 dias ^(e)			
	Mais pessoas sujeitas ao risco de contrair malária ^(f)		Risco do aumento de doenças diarreicas em 16% a 41% ^(g)			
			20 milhões a 34 milhões		39 milhões a 62 milhões	
Costa	Pessoas afetadas por inundações ^(h)					
	Egito: 1,9 milhão				Egito: 3,6 milhões	
	Marrocos: 1,8 milhão				Marrocos: 2,1 milhões	
	Perda de 25% da superfície terrestre do Delta do Nilo ⁽ⁱ⁾					

⁶ a) Evans (2008); b) diversos estudos, ver Tabela 4.1; c) Bozkurt e Sen (2013); d) Samuels et al. (2010); e) Giannakopoulos et al. (2013); f) van Lieshout et al. (2004); g) Kolstad e Johansson (2011); h) Brown et al. (2011); i) Dasgupta et al. (2009).

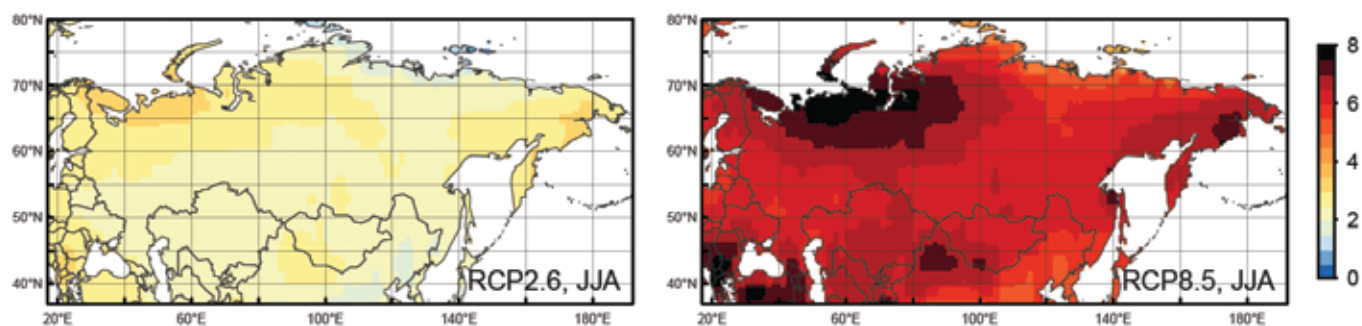


Europa e Ásia Central

A região da Europa e Ásia Central (EAC) abrange um amplo leque de características geográficas que vão das montanhas e litorais dos Balcãs Ocidentais até as vastas planícies da Ásia Central e as florestas boreais da Rússia. Nos Balcãs Ocidentais e Ásia Central, os extremos de calor e a redução da disponibilidade hídrica tornam-se uma ameaça com a escalada das temperaturas para 4°C, o que inclui o derretimento de geleiras ocorrido anteriormente na Ásia Central e mudanças na dinâmica temporal das vazões, além de um maior risco de seca nos Balcãs Ocidentais, com possíveis quedas na produtividade agrícola, saúde urbana e geração de energia. Na Macedônia, por exemplo, há projeções de perdas de produtividade de até 50% nas culturas do milho, trigo, verduras e uvas na hipótese de 2°C de aquecimento. Está previsto que os riscos de inundação aumentem ligeiramente ao longo dos rios Danúbio, Sava e Tisza, além de uma ligeira diminuição na ocorrência de inundações de 100 anos na região sul dos Balcãs Ocidentais. No cenário de elevação de 2°C, as emissões de metano oriundas do derretimento de *permafrost* poderiam aumentar entre 20% e 30% na Rússia em meados do século 21.



Figura 3.1: Anomalia da temperatura média multimodelo no caso do RCP2.6 (aumento global de 2°C, à esquerda) e RCP8.5 (aumento global de 4°C, à direita) para os meses de junho, julho e agosto na região da Europa e Ásia Central



Calcula-se a média das anomalias de temperatura em graus Celsius ao longo do período 2071-2099 em comparação com o período 1951-1980.

3.1 Síntese regional

Neste relatório, a região da Europa e Ásia Central abrange 12 países⁷ no âmbito da Ásia Central, Balcãs Ocidentais e Federação Russa. A região engloba uma ampla gama de características geográficas que vão desde Balcãs Ocidentais montanhosos e parcialmente costeiros até as vastas planícies da Ásia Central e as florestas boreais da Rússia. A região tem 226 milhões de habitantes, mas essa população está distribuída de forma desigual: o Cazaquistão tem apenas seis habitantes por quilômetro quadrado, enquanto o Kosovo tem nada menos que 166 habitantes por quilômetro quadrado. A taxa de urbanização gira em torno de 50%. Prevê-se uma ligeira queda na população da Rússia e dos Balcãs Ocidentais, ao passo que há projeções de aumento acentuado da população da Ásia Central até 2050.

A importância da região tem estreita relação com a sua riqueza em recursos naturais, como reservas de petróleo e gás e estoques de carbono nas florestas boreais (cuja extração e manutenção afetam as metas mundiais de mitigação climática). Devido à exposição geográfica, bem como à participação relativamente elevada da agricultura no PIB regional, aos índices de pobreza que vêm para nos últimos anos, às desigualdades e aos serviços sociais e infraestruturas públicas relativamente deficientes, as regiões são altamente vulneráveis aos impactos da mudança climática.

Em termos climáticos, tem-se um claro dipolo: as regiões do sudoeste ficam mais secas e as regiões do nordeste ficam mais úmidas à medida que a temperatura do planeta avança 4°C. Essas condições de aquecimento levam a um alto risco de seca na parte ocidental e geram dificuldades para as reservas de água doce estáveis na parte oriental, onde alterações na precipitação se combinam com o derretimento glacial para afetar a sazonalidade da vazão dos rios.

⁷ Neste relatório, a região da Europa e Ásia Central abrange os seguintes países: Albânia, antiga República Iugoslava da Macedônia, Bósnia-Herzegovina, Cazaquistão, Federação Russa, Kosovo, Montenegro, República do Quirguistão, Sérvia, Tadjiquistão, Turcomenistão e Uzbequistão.

3.1.1 Regimes regionais de mudança climática

3.1.1.1 Temperatura

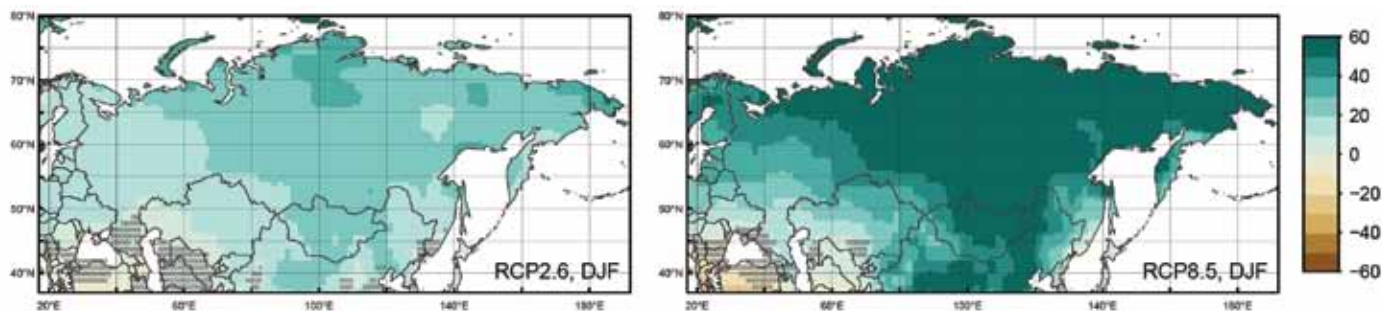
Prevê-se que o aquecimento na Europa e Ásia Central fique acima da média global do aquecimento terrestre. Em um cenário de aquecimento global de 2°C, a média do aquecimento multimodelo até o fim do século fica em torno de 2,5°C acima do período de base de 1951-1980. Esse nível de aquecimento é atingido até meados do século e depois permanece constante até o fim do século, pressupondo um aquecimento de 2°C. Em contraste, na hipótese de elevação de 4°C na temperatura global, o aquecimento de verão continua quase linearmente até o fim do século, atingindo cerca de 8,5°C acima da linha de base de 1951-1980 até 2100 em relação à superfície terrestre da região (Figura 3.1). O aquecimento mais expressivo deve ocorrer no norte da Rússia, na região de fronteira com o Mar de Barents-Kara, margeando o Mar Negro (inclusive os Balcãs), e na China setentrional e Mongólia. Nessas áreas, as temperaturas médias do verão até o período 2071-2099 aumentarão cerca de 3,5°C diante do aquecimento global de 2°C, e em torno de 7,5°C se o aquecimento for de 4°C.

3.1.1.2 Extremos de calor

Um dos mais claros sinais da mudança climática é o forte aumento nos extremos de calor superiores ao limiar⁸ na região em torno do Mar Negro, (e, em particular, nos Balcãs). Nesse caso, mesmo admitindo-se um aquecimento global de 2°C, extremos de calor *altamente incomuns*, com temperaturas superiores a três desvios-padrão além da média da referência, ocorrerão em cerca de 20% a 30% dos meses de verão até 2100, e extremos de calor *sem precedentes* ocorrerão entre 5% e 10% dos meses de verão. Na região como um todo, cerca de 15% da superfície terrestre deve ser afetada por extremos de calor *altamente incomuns* diante de uma elevação global de 2°C até o fim do século, ao passo que praticamente não haverá extremos de calor *sem*

⁸ Neste relatório, extremos de calor *altamente incomuns* referem-se a fenômenos 3-sigma e extremos de calor *sem precedentes*, a fenômenos 5-sigma (ver Anexo).

Figura 3.2: Média multimodelo da variação percentual do índice de aridez (IA) no caso do RCP2.6 (aquecimento global de 2°C) (à esquerda) e RCP8.5 (aquecimento global de 4°C) (à direita) para a Europa e Ásia Central até o período 2071-2099 em relação a 1951-1980.



As áreas tracejadas indicam resultados incertos, com dois ou mais dos cinco modelos divergindo em relação ao sentido da variação. Observe que uma variação negativa corresponde a uma mudança para condições mais áridas.⁹

precedentes. Em contraste, na expectativa de aquecimento global de 4°C, prevê-se que, até 2100, 85% da superfície terrestre da região seja afetada por extremos de calor *altamente incomuns* e que 55% da superfície seja afetada por extremos de calor *sem precedentes*. A maioria dos extremos de calor ocorrerá ao sul de aproximadamente 50°N, estendendo-se dos Balcãs até o Japão. Há previsões de aumento do número de noites tropicais ao sul de aproximadamente 50°N na faixa de 20 a 30 dias no cenário de aquecimento global de 2°C, e de 50 a 60 dias se a elevação for de 4°C.

3.1.1.3 Precipitação

O conceito básico do “árido que fica mais árido e úmido que fica mais úmido” na presença da mudança climática é uma boa estimativa de primeira ordem para a Europa e Ásia Central. A umectação relativa do Nordeste, (ou seja, da Sibéria) é o sinal mais acentuado, possivelmente associado a um deslocamento na trajetória das tempestades. O aumento da precipitação é bem mais pronunciado no inverno do que no verão.

Apesar de uma tendência geral negativa nas ocorrências extremas de precipitação, as projeções regionais e sazonais para os Balcãs permanecem inconclusivas no cenário de aquecimento global de 2°C. No entanto, há projeções de redução na faixa de 20% a 30% caso o aquecimento global alcance 4°C. Embora as projeções de precipitação para os países da Ásia Central apresentem profundas incertezas do modelo, a tendência geral para a grande intensidade de precipitação fica abaixo da média global.

A Sibéria Central e Oriental é uma das regiões que devem registrar o aumento mais expressivo nas ocorrências de precipitação intensa. Tais ocorrências com tempo de retorno de 20 anos devem se intensificar em mais de 30% nessa região, e o tempo de retorno desses extremos do período de referência de 20 anos (1986-2005) diante de um cenário de aquecimento global de 4°C deve cair para menos cinco anos até o fim do século XXI. As alterações são muito mais fracas (aumento superior a 10% na intensidade e tempos de retorno na faixa de 10 a 15 anos) se a elevação da temperatura global ficar em 2°C.

3.1.1.4 Secas e aridez

Em um cenário de aquecimento global de 2°C, cerca de 5% mais terras da região serão afetadas pela aridez; supondo que o aquecimento chegue a 4°C, a superfície terrestre classificada como hiperárida, árida ou semiárida aumentará em mais de 30% (Figura 3.2). Os Balcãs Ocidentais devem sofrer com o agravamento das condições de seca. Embora as variações na precipitação anual sejam inexpressivas, prevê-se que os Balcãs e a região em torno do Mar Cáspio fiquem mais áridos por causa do ressecamento induzido pelo aquecimento.

As projeções de seca também reproduzem a tendência global de um clima mais úmido. Algumas projeções chegam a mostrar uma variação negativa no risco de secas na Sibéria Oriental se o aumento da temperatura global chegar a 4°C. Entretanto, as projeções para a Rússia Central e Oriental não são conclusivas.

3.1.2 Elevação do nível do mar em termos regionais

Os países da região da EAC considerados aqui (exceto a Rússia) abrangem uma faixa litorânea relativamente curta que é afetada pela elevação do nível do mar. A elevação do nível do mar na região deve atingir 0,52 m em média (0,37 a 0,9m) supondo um cenário de aquecimento global de 4°C no período 2081-2100 acima da referência de 1986-2005, com taxas de crescimento de 10,1 mm ao ano (5,9 mm a 19,6 mm/ano) no período 2081-2100. Esse valor é ligeiramente inferior à média global. Um dos litorais mais vulneráveis da região é o delta do rio Drini-Mati, na Albânia. O nível do Mar Cáspio, que está completamente isolado dos oceanos do mundo, deve cair 4,5 m até o fim deste século devido ao aumento da evaporação.

⁹ Algumas células da grade apresentam valores visivelmente diferentes de seus vizinhos diretos. Isso se deve ao fato de o índice de aridez ser definido como uma fração da precipitação anual total dividida pelo potencial de evapotranspiração (ver Anexo). Portanto, como o índice se comporta de forma extremamente não linear, as flutuações anuais podem ser consideráveis. Como as médias são calculadas com base em um número relativamente pequeno de simulações-modelo, isso pode acarretar saltos locais.

3.1.3 Impactos setoriais e temáticos

3.1.3.1 Geleiras e neve

A intensificação do escoamento superficial das geleiras deve continuar ao longo do século XXI. As projeções de alteração das geleiras adotam diferentes cenários aplicados a diferentes regiões geográficas para diferentes períodos de referência, dificultando sobremaneira as comparações de cenários diretos. Contudo, em todas as projeções as geleiras perdem mais da metade de seu volume até 2100. A perda de água armazenada implica aumento do escoamento superficial nas próximas décadas, seguido de uma escassez significativa até o completo esgotamento do estoque.

O fator primordial por trás da alteração do volume das geleiras e da cobertura de neve é a temperatura atmosférica. As projeções mostram cerca de 50% (31% a 66%) de perda de volume das geleiras na Ásia Central em um cenário de aquecimento global de 2°C, e cerca de 67% (50% a 78%) de perda de volume das geleiras na hipótese de aquecimento global de 4°C. Uma elevação da temperatura acima de 1,1°C fará com que as pequenas geleiras dos Balcãs (Alpes albaneses e Durmitor montenegrino) derretam por completo dentro de algumas décadas.

3.1.3.2 Recursos hídricos

Em termos gerais, as vazões dos rios da Ásia Central serão menores durante os meses de verão, quando a vegetação estiver presente, ao passo que o escoamento no inverno poderá aumentar. É provável que a mudança climática na região tenha consequências para a sazonalidade do escoamento, e pode-se esperar uma mudança nas vazões de pico do verão para a primavera em função do derretimento antecipado da neve. Isso pode aumentar o estresse hídrico no verão, mais especificamente em áreas de captação não reguladas. O volume anual de água nos rios não deve diminuir consideravelmente, pelo menos até meados do século, quando o esgotamento das geleiras causará uma diminuição distinta no volume de água dos rios da Ásia Central. No curto prazo, a intensificação das taxas de derretimento das geleiras propiciará um influxo de mais água para os rios, ainda que, no futuro mais remoto, quando houver o encolhimento das geleiras, seu efeito de proteção desapareça. Esse efeito será mais evidente no caso de Amu Darya, por causa de sua parcela efetiva maior da água de degelo das geleiras, do que no caso do Syr Darya.

Há pouquíssimos estudos científicos acerca dos impactos regionais sobre os recursos hídricos e os níveis de escoamento dos rios para os países dos Balcãs Ocidentais; a maioria das projeções se refere ao nível europeu mais amplo. Especificamente, há uma falta de dados hidrológicos em toda a área, sobretudo a partir dos anos 1990. Supõe-se que a disponibilidade hídrica durante os meses do verão nos Balcãs diminua consideravelmente até o fim do século. Na região norte dos Balcãs, o risco de inundação das margens dos rios na primavera e inverno pode aumentar. Os resultados de um estudo mundial mostram graves reduções na vazão anual dos Balcãs Ocidentais de mais de 45% no cenário de elevação global de 4°C.

3.1.3.3 Agricultura

O setor agrícola da Ásia Central é altamente dependente da disponibilidade de água para irrigação, de modo que será considerável o impacto da mudança climática na agricultura tanto na Ásia Central como nos Balcãs Ocidentais. A mudança dos

regimes de precipitação, a redução do escoamento nas principais bacias hidrográficas e o aumento das temperaturas intensificarão a pressão sobre os recursos hídricos disponíveis (e, ao mesmo tempo, aumentarão a demanda de água na agricultura). Períodos prolongados de temperaturas acima da média agravarão o estresse térmico de culturas agrícolas, levando à diminuição da produtividade vegetal. Já as secas têm grande probabilidade de aumentar a desertificação na República do Quirguistão e no Cazaquistão.

- **Produtividade.** A produtividade de algumas culturas, como a alfafa e o trigo, assim como das pastagens, deve aumentar em partes da região. Entretanto, a esmagadora maioria dos resultados aponta para a diminuição da produtividade agrícola. A mudança climática também é susceptível de aumentar o estresse térmico e alterar o escoamento dos rios, reduzindo a produtividade agrícola no longo prazo. Nos Balcãs Ocidentais, a crescente ocorrência de secas será uma grande ameaça para a produção agrícola com a mudança climática; do mesmo modo, as ocorrências crescentes de chuvas torrenciais e inundações terão o mesmo efeito.
- **Pecuária.** O aumento da temperatura e a redução da disponibilidade hídrica afetarão negativamente a produção pecuária. Prevê-se que as taxas de crescimento e regeneração das pastagens diminuam em áreas da Ásia Central. Se os produtores reagirem às mudanças aumentando o número de cabeças de gado, as pastagens podem sofrer um risco ainda maior de sobrepastoreio e erosão. Nas áreas com projeção de aumento da produtividade da alfafa e das pastagens (por ex., no Uzbequistão), o efeito indireto da mudança climática sobre a produção pecuária pode ser positivo.
- **Segurança alimentar.** A população rural da Ásia Central corre o risco específico da insegurança alimentar, e houve casos recentes de uma ameaça direta da fome. O aumento dos preços dos alimentos que poderá decorrer de quedas na produção afetará os segmentos mais carentes da população (ou seja, as pessoas que gastam uma grande parcela de sua renda com a alimentação). No entanto, há oportunidades para aumentar a eficiência da produção agrícola regional, por exemplo, por meio da melhoria das políticas e instituições agrícolas, bem como do aperfeiçoamento da infraestrutura e tecnologia de produção. Por fim, embora o acesso aos mercados internacionais de alimentos possa propiciar o aumento da segurança alimentar e a redução dos preços, a região não está bem integrada às redes internacionais de comércio.

3.1.3.4 Saúde humana

Uma série de doenças e condições adversas de saúde já se faz sentir em toda a Europa Oriental e Ásia Central, e a previsão é que algumas delas serão afetadas por mudanças climáticas como o aumento das temperaturas e a ocorrência de chuvas e secas mais frequentes e intensas. Contudo, a falta de certeza quanto aos mecanismos de atuação da mudança climática sobre a incidência de doenças impede declarações convincentes sobre as tendências futuras. De modo geral, porém, a elevação das temperaturas tem correlação com a intensificação da ocorrência de encefalite transmitida por carrapatos e malária e dengue transmitidas por mosquitos. A malária é endêmica no Tajiquistão; desde a década de 1990, reincidiu no Uzbequistão, República do Quirguistão e

Turcomenistão. Ademais, há evidências que apontam para fortes indícios de um maior risco de dengue nos Bálcãs Ocidentais.

Observações históricas mostram que o aumento das temperaturas, bem como fenômenos climáticos extremos, como as inundações, podem provocar a contaminação da água potável, salmonelose, cólera, febre tifoide e disenteria. Evidências da Albânia e Macedônia, nos Bálcãs Ocidentais, bem como do Tajiquistão e Cazaquistão, na Ásia Central, revelam um aumento da vulnerabilidade aos acidentes vasculares cerebrais e mortalidade relacionados ao calor. Inundações extremas, como as ocorridas nos últimos anos na Sérvia, assim como irrupções de geleiras nas montanhas do Tajiquistão, Uzbequistão e Quirguistão, aumentam a vulnerabilidade a lesões e ao afogamento.

3.1.3.5 Energia

A mudança climática terá um forte impacto sobre o setor de energia da região. Na Ásia Central, a demanda de eletricidade deverá aumentar como consequência do crescimento demográfico e do crescimento econômico atual e projetado. A energia hidrelétrica pode desempenhar um papel importante na matriz energética futura dos países da Ásia Central, pois apenas 8% do potencial hidrelétrico da região foi explorado. As mudanças climáticas e o derretimento das geleiras geralmente significam que a quantidade de água disponível para a geração de energia pode aumentar, mas o novo regime de distribuição intra-anual do escoamento significa que haverá menos água para a geração de energia no verão. Mudanças na gestão dos reservatórios e a necessidade de equilibrar as necessidades de água para a agricultura também podem ter um impacto negativo sobre a disponibilidade de energia durante os meses de verão.

Devido a mudanças na temperatura das águas e nas vazões dos rios, a capacidade das usinas nucleares e usinas movidas a combustíveis fósseis no sul e leste da Europa poderá diminuir de 6,3% para 1,9% na Europa no período 2031-2060 em comparação com os níveis de produção observados em 1971-2000. Além disso, devido ao aumento da incidência de secas e baixas vazões extremas dos rios, o número médio de dias em que a produção de energia elétrica será reduzida em mais de 90% deve triplicar; de 0,5 dia ao ano (nos dias atuais) para 1,5 dia por ano no período 2031-2060 na hipótese de aquecimento global de 1,5°C. O desafio de suprir as crescentes demandas de energia nos Bálcãs Ocidentais será intensificado ainda mais pela redução na geração de energia hidrelétrica em decorrência da diminuição dos níveis de precipitação.

3.1.3.6 Segurança e migração

Os impactos da mudança climática se intensificarão na Ásia Central e contribuirão para o aumento da insegurança física, econômica e ambiental da população de modo geral. Uma vulnerabilidade importante é a alta exposição da região do Vale Fergana, que é densamente povoada e conta com produção agrícola, a inundações catastróficas e lama como resultado de irrupções de lagos glaciais.

A previsão de padrões de migração é um desafio por conta da complexidade desses fenômenos e da baixa confiabilidade e lacunas significativas dos conjuntos de dados existentes, sobretudo no que diz respeito a informações sobre problemas ambientais (inclusive desastres) e migração induzida por fatores ambientais.

Os Bálcãs Ocidentais, sobretudo os países com fronteira marítima, devem enfrentar uma elevação do nível do mar e das

temperaturas; prevê-se que isso resulte em um número crescente de pessoas que se deslocarão das zonas costeiras para zonas montanhosas mais frescas. A migração dos Bálcãs Ocidentais já provocou alterações demográficas graves que, juntamente com o envelhecimento da população, devem ocasionar o aumento da sensibilidade à mudança climática no nível regional em decorrência da diminuição da capacidade de adaptação.

Na Ásia Central, a maioria da população vive em pontos críticos relacionados ao clima, com a previsão de aumento da intensidade e frequência de fenômenos extremos (por ex., queimadas, ondas de calor, inundações). A população rural figura entre as mais vulneráveis, o que permite prever o aumento da migração da zona rural para a urbana. As mulheres são especialmente vulneráveis, pois geralmente ficam para trás no campo, para cuidar da casa, enquanto os homens migram para as áreas urbanas. A julgar pelas tendências de urbanização na Ásia Central, a vulnerabilidade das cidades a catástrofes pode aumentar.

3.1.3.7 Florestas da Federação Russa

As florestas da Rússia cobrem uma grande área com um enorme volume de carbono armazenado no solo e na vegetação. Projeções futuras evidenciam alterações na produtividade (tanto aumentos como reduções, dependendo da espécie, região, local, etc.) e na composição da vegetação, que normalmente será mais resistente no cenário de aquecimento global de 4°C do que no cenário de 2°C. Alterações da composição das árvores no sentido de uma melhor adaptação das espécies podem amenizar as perdas de produtividade, mas também acarretarão uma mudança na estrutura das florestas e na biodiversidade.

A região inclui uma grande área florestal afetada pelo *permafrost*, que contém um grande estoque de carbono e metano. Em geral, alterações nos fluxos de carbono, água e energia das florestas russas podem afetar fortemente a disponibilidade de recursos florestais locais, regionais e globais, o funcionamento dos ecossistemas, serviços como o armazenamento de carbono e a biodiversidade, e até mesmo a realimentação do sistema climático global. Os estudos apresentam lacunas consideráveis, por exemplo, acerca do efeito de perturbações como queimadas e ataques de insetos na cobertura vegetal ou estoques de carbono, e de como a mudança climática modificará a produtividade florestal na presença de mudanças concomitantes das condições de crescimento, regimes de perturbação e práticas de manejo florestal.

3.1.4 Visão geral das narrativas de desenvolvimento regional

O Quadro 3.1 oferece uma visão geral dos principais riscos climáticos da região. As narrativas de desenvolvimento baseiam-se nos impactos da mudança climática analisados no relatório principal (ver Tabela 5.7, seção 5.5). O aumento da variabilidade do clima e da mudança climática devem ameaçar a produção agrícola e energética na região, alterando a neve hidrológica e os regimes glaciais. Ademais, a mudança climática, em interação com alterações na vegetação e queimadas, ameaça a produtividade florestal e o armazenamento de carbono nas florestas da Eurásia. A exposição à mudança climática, aliada aos padrões de vulnerabilidade social regionais, pode ter consequências negativas sobre tendências de desenvolvimento importantes.

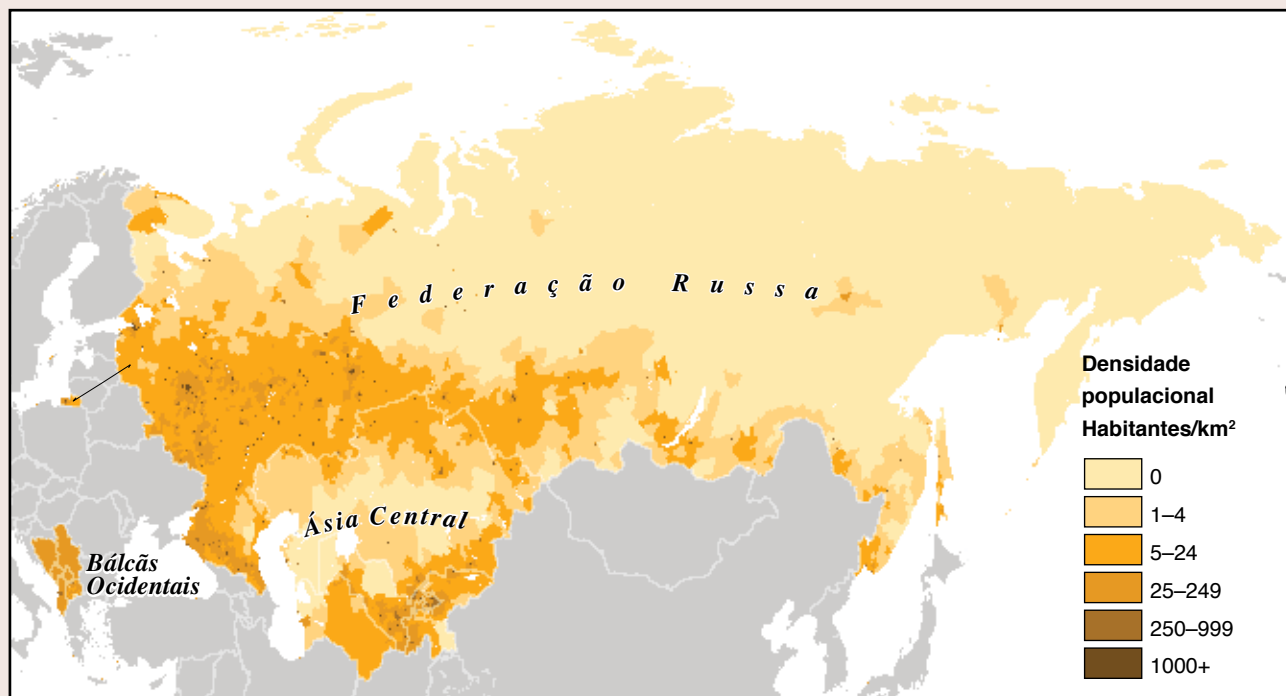
- **Projeta-se que os recursos hídricos da Ásia Central aumentarão durante a primeira metade do século e diminuirão a partir de então, exacerbando o desafio de conciliar demandas concorrentes de água para a produção agrícola e para a geração de energia hidrelétrica.** A dinâmica das vazões dos rios deverá se deslocar do verão para a primavera, com consequências adversas para a disponibilidade hídrica em períodos cruciais de cultivo. A intensificação da variabilidade do escoamento deve aumentar em todas as bacias hidrográficas da região. É possível prever, portanto, a intensificação da concorrência por recursos hídricos entre os setores-chave (por ex., agricultura e energia), bem como entre os usuários da água a montante e a jusante. Até 2030, a contribuição da água do derretimento glacial para o escoamento dos rios poderá acarretar o aumento no escoamento e compensar parcialmente a variabilidade do escoamento. Contudo, na segunda metade do século, a geração de escoamento da água de derretimento nas áreas montanhosas das bacias hidrográficas provavelmente diminuirá de forma expressiva. O crescimento da população, seguido do aumento da demanda de água e energia, intensificará a pressão sobre recursos escassos. O aperfeiçoamento do manejo hídrico da irrigação, o aumento da eficiência da infraestrutura de irrigação, os avanços institucionais e técnicos na agricultura, o manejo integrado de rios transfronteiriços e novas oportunidades de emprego fora da agricultura podem contrabalançar os impactos negativos dessas mudanças ambientais.
- **Os extremos climáticos nos Bálcãs Ocidentais representam grandes riscos para os sistemas agrícolas, a geração de energia e a saúde humana.** A vulnerabilidade dos Bálcãs Ocidentais à mudança climática está relacionada, principalmente,

à produção agrícola de sequeiro e à elevada parcela da população que depende da renda da agricultura. No entanto, há projeções que mostram o aumento da produção de culturas irrigadas em partes da região (por ex., culturas de verão C4 e tubérculos na Sérvia). A elevação das temperaturas, bem como as secas e as vazões extremas dos rios podem trazer novos desafios para a produção de energia. As recentes inundações e deslizamentos de terra ilustram as ameaças de fenômenos extremos para a saúde e o bem-estar humanos. Além disso, as condições climáticas da região estão se tornando cada vez mais propícias à dengue e outras doenças transmitidas por vetores.

- **As respostas do *permafrost* e das florestas boreais da Rússia à mudança climática têm consequências para a produtividade madeireira e para os estoques de carbono globais.** Alterações nos fluxos de carbono em resposta ao aumento das temperaturas, mudanças nos regimes de precipitação e interações com regimes de perturbação nas áreas florestais e de *permafrost* na região podem ter repercussões profundas, afetando o estoque de carbono global e causando um efeito sobre o albedo no hemisfério norte. Embora a mudança climática possa aumentar a produtividade de certas espécies de árvores, as ondas de calor, o estresse hídrico, as queimadas e o aumento da incidência de pragas e doenças arborícolas podem contrabalançar eventuais efeitos positivos. A melhoria do manejo florestal e da extração sustentável da madeira são de importância fundamental, assim como o manejo sustentável e de longo alcance dos ecossistemas florestais russos, passando pela solução de lacunas importantes nos estudos.

Um resumo dos impactos previstos da mudança climática em setores-chave para a região é apresentado no Quadro 3.2.

Quadro 3.1 Riscos sub-regionais para o desenvolvimento na Europa e Ásia Central (EAC) na hipótese de aquecimento de 4°C em 2100 em comparação com temperaturas pré-industriais



Bálcãs Ocidentais

Aumento das secas, extremos de calor incomuns e inundações. Riscos elevados para a agricultura, a saúde humana e a geração estável de hidreletricidade.

Riscos para a saúde humana, segurança alimentar e energética.

Ásia Central

Aumento do derretimento glacial altera escoamento dos rios. Riscos de irrupção de lagos glaciais, inundações e falta sazonal de água. Aumento da concorrência por recursos hídricos devido à elevação da demanda de água para a agricultura e para a geração de energia.

Riscos para os pobres decorrentes da alta dos preços dos alimentos, afetando, em especial, mulheres, crianças e os pobres nas áreas urbanas. Riscos para a saúde humana devido ao alastramento de doenças, ondas de calor e inundações.

Florestas boreais da Federação Russa

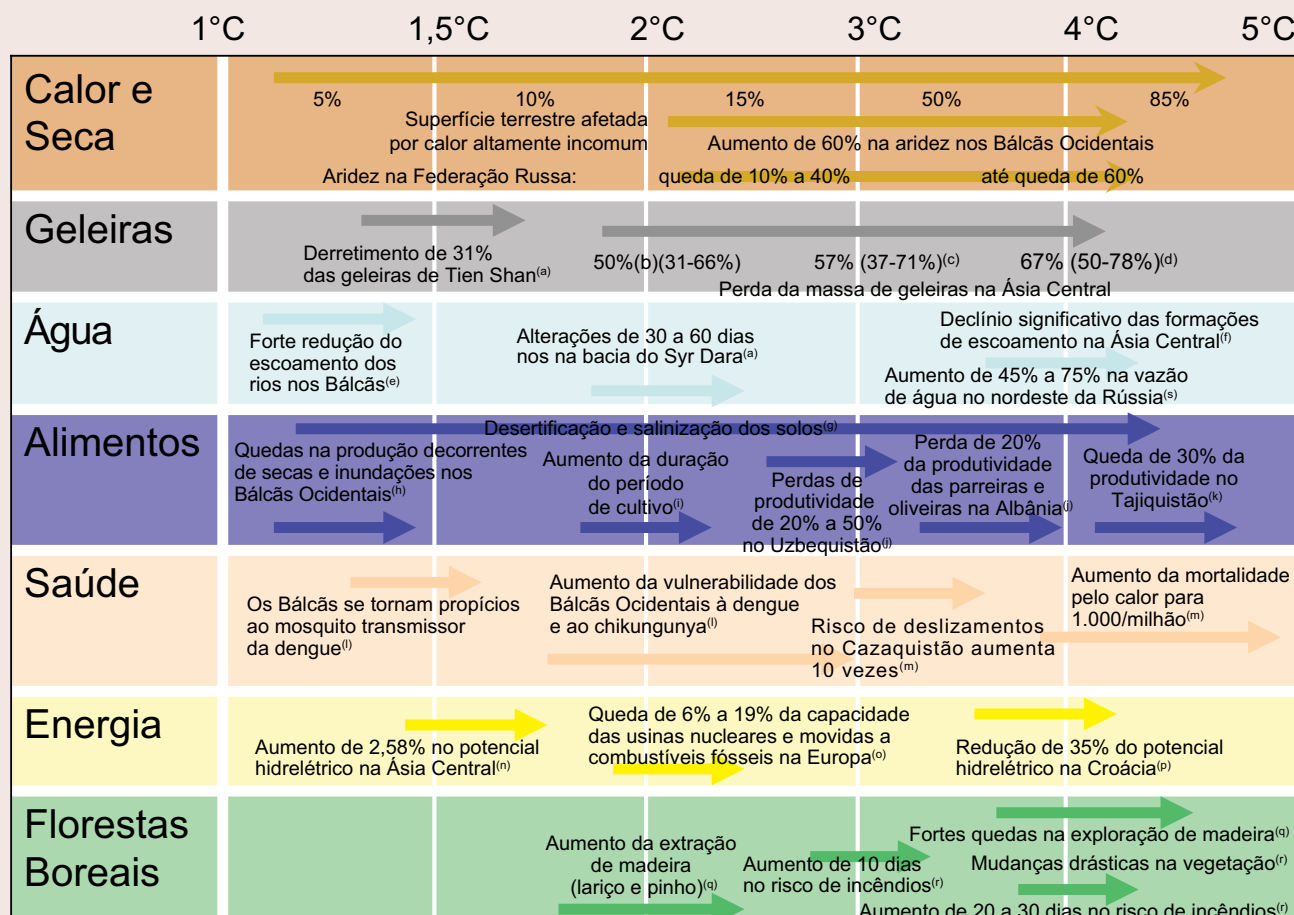
Extremos de calor incomuns e aumento da precipitação anual, elevação dos riscos de incêndios florestais e alastramento de pragas causando a morte de árvores e a redução da produtividade das florestas. Possibilidade de deslocamento da linha de árvores para o norte e alterações na composição por espécies. Riscos de derretimento do *permafrost* e liberação de metano.

Risco para a produção madeireira e os serviços ecossistêmicos, como a captura de carbono. Riscos de emissões substanciais de carbono e metano.

Fontes dos dados: Este mapa foi reproduzido pela Unidade de Produção de Mapas do Grupo Banco Mundial. Os limites, cores, denominações e demais informações mostrados neste mapa não implicam, por parte do Grupo Banco Mundial, qualquer tipo de juízo sobre a situação jurídica de um território nem o endosso ou aceitação desses limites. O mapa da densidade populacional apresentado se baseia em: Center for International Earth Science Information Network, Columbia University, Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO) e Centro Internacional de Agricultura Tropical – (2005). Gridded Population of the World, Versão 3 (GPWv3): Population Count Grid. Palisades, NY: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC).

Quadro 3.2. Impactos previstos da mudança climática em setores essenciais na região da Europa e Ásia Central

Os níveis de aquecimento são relativos às temperaturas pré-industriais. Os impactos mostrados aqui são um subconjunto dos impactos sintetizados na Tabela 5.7 do relatório principal. As setas indicam tão somente o intervalo de níveis de aquecimento avaliados nos estudos subjacentes, mas não implicam nenhuma graduação de risco, salvo indicação nesse sentido. Além disso, os impactos observados ou impactos que ocorrem em níveis mais baixos ou mais altos de aquecimento não abrangidos pelos estudos-chave destacados aqui não são apresentados (por ex., o aumento no derretimento da geleira de Tien Shan já é observado, mas o respectivo estudo não avalia os impactos observados). As medidas de adaptação não são avaliadas aqui, embora possam ser cruciais para atenuar os impactos da mudança climática. A diagramação da figura é uma adaptação de Parry (2010). O texto sobrescrito em caixa baixa indica as referências pertinentes para cada impacto.¹⁰ Não havendo letras, os resultados são baseados em análises adicionais feitas para este relatório.



¹⁰ a) Siegfried et al. (2012); b) Bliss et al. (2014); c) Giesen e Oerlemans (2013); d) Radic et al. (2013); e) Dimkic e Despotovic (2012); f) Hagg et al. (2013); g) Thurmann (2011); Banco Mundial (2013f); Banco Mundial (2013d); Banco Mundial (2013a); h) Maslac (2012); PNUD (2014); i) Sutton et al. (2013a); Sommer et al. (2013); j) Sutton et al. (2013a); k) Banco Mundial (2013m); l) Caminade et al. (2012); m) BMU e OMS-Europa (2009); n) Hamududu e Killingtveit (2012); o) van Vilet et al. (2012); p) Pasicko et al. (2012); q) Lutz et al. (2013b); r) Tchebakova et al. (2009); s) Schewe et al. (2013).

Abreviaturas e siglas

°C	graus Celsius	IA	Índice de Aridez
ACNUR	Alto Comissariado das Nações Unidas para Refugiados	IAM	Modelo de Avaliação Integrada
AIE	Agência Internacional de Energia	IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática
ALC	América Latina e Caribe	ISI-MIP	Projeto de Intercomparação de Modelos de Impacto Intersetorial
AR4	Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática	JJA	Junho, julho e agosto (estação de verão no hemisfério norte; também chamada de verão boreal)
AR5	Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática	MAGICC	Modelo de Avaliação da Mudança Climática Induzida pelo Gás Estufa
BAU	Cenário tendencial (“Business as Usual”)	MCG	Modelo de Circulação Geral
CAT	Climate Action Tracker	MCGOA	Modelo de Circulação Geral Acoplado Oceano-Atmosfera
CaCO₃	Carbonato de Cálcio	MCR	Modelo Climático Regional
CMIP5	Projeto de Intercomparação de Modelos Acoplados - Fase 5	MCS	Modelo Climático Simples
CO₂	Dióxido de Carbono	MGIC	Geleiras montanhosas e calotas de gelo
CQNUMC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima	NDVI	Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (usado como indicador da produção terrestre primária bruta)
DGVM	Modelo de Vegetação Global Dinâmico	OAN	Oscilação do Atlântico Norte
DIVA	Avaliação Dinâmica e Interativa da Vulnerabilidade	OCDE	Organização para a Cooperação e OMAS Oriente Médio e África Setentrional
DJF	Dezembro, janeiro e fevereiro (estação de inverno no hemisfério norte)	OMS	Organização Mundial da Saúde
EAC	Europa e Ásia Central	OSEN	Oscilação Sul do El Niño
ECS	Sensibilidade Climática de Equilíbrio	PDSI	Índice Palmer de Gravidade da Seca
ENM	Elevação do nível do mar	PPC	Paridade do Poder de Compra (moeda ponderada com base no preço de uma cesta de produtos básicos, normalmente expressa em dólares dos EUA)
FAO	Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação	PPL	Produção Primária Líquida
FPU	Unidades de Produtividade de Alimentos		Desenvolvimento Econômico
GFDRR	Fundo Global para Redução e Recuperação de Desastres	ppm	Partes por milhão
GLOF	Inundação provocada pela irrupção de lagos glaciais	PgC	Petagramas de carbono (1 PgC = 1 bilhão de
GTI	Grupo de Trabalho I (também: GTII, GTIII)		
HCS	Sistema da Corrente de Humboldt		
HN	Hemisfério Norte		

	toneladas de carbono)	TgC	Teragramas de carbono (1 TgC = 1 milhão de toneladas de carbono)
PIB	Produto Interno Bruto	UNCCD	Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação Meio Ambiente
PMD	Países Menos Desenvolvidos	US\$	dólar dos Estados Unidos
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento	USAID	Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional
ppm	Partes por milhão	WBG	Grupo Banco Mundial
RMCM	Região Metropolitana da Cidade do México	ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
RCP	Via de Concentração Representativa		
SRES IPCC	Relatório Especial sobre Cenários de Emissões		
SREX IPCC	Relatório Especial sobre a Gestão dos Riscos de Eventos Extremos e Desastres para o Avanço da Adaptação à Mudança Climática		

Glossário

Água virtual: Indicador do uso de recursos hídricos na produção de *commodities* agrícolas. O comércio internacional dessas *commodities* implica, assim, uma transferência dos recursos de água virtual de um país para outro embutidos nos produtos.

Altamente incomum e sem precedentes: Neste relatório, extremos de calor altamente incomuns e sem precedentes são definidos por meio de limiares com base na variabilidade histórica do clima local atual. O nível absoluto do limiar depende da variabilidade natural anualizada no período-base (1951-1980), que é registrada pelo desvio padrão (sigma). Os extremos de calor altamente incomuns são definidos como fenômenos 3-sigma. No que se refere às distribuições normais, os fenômenos 3-sigma têm período de retorno de 740 anos. A onda de calor ocorrida nos Estados Unidos em 2012 e a onda de calor na Rússia em 2010 são classificadas como 3-sigma e, portanto, são fenômenos altamente incomuns. Já os extremos de calor sem precedentes são definidos como fenômenos 5-sigma. Seu período de retorno é de vários milhões de anos. Os dados de temperatura mensais não seguem necessariamente uma distribuição normal (por ex., a distribuição pode ter caudas longas, aumentando assim a probabilidade de ocorrências de calor) e os períodos de retorno podem ser diferentes dos previstos em uma distribuição normal. Ainda assim, os fenômenos 3-sigma são extremamente improváveis, e os fenômenos 5-sigma quase certamente nunca ocorreram durante a vida útil dos principais ecossistemas e infraestruturas humanas.

Bioma: Grande área geográfica de grupos de plantas e animais distintos, integrante de um conjunto limitado de grandes habitats classificados por tipos de clima e vegetação predominante. Os biomas abrangem, por exemplo, pastagens, desertos, florestas perenes ou decíduas e tundra. Em acepção ampla, cada bioma abriga diversos ecossistemas, e todos compartilham o conjunto limitado de condições climáticas e ambientais dentro desse bioma.

CAT: A Climate Action Tracker é uma avaliação científica independente que acompanha os compromissos de emissões e as medidas de cada país. As estimativas de emissões futuras deduzidas com base nessa avaliação servem para analisar os possíveis cenários de aquecimento resultantes da política atual: (i) CAT Reference BAU [BAU de Referência de CAT]: cenário tendencial de referência inferior que abarca as políticas climáticas existentes, mas não os compromissos de redução de emissões; e (ii) CAT Current Pledges

[Promessas atuais no CAT]: cenário que também incorpora reduções atualmente prometidas em âmbito internacional pelos países.

CMIP5: O Projeto de Intercomparação de Modelos Acoplados – Fase 5 (CMIP5) reuniu 20 grupos de MCG de ponta, o que gerou um grande conjunto de dados de projeção climática comparáveis. O projeto proporcionou uma estrutura para experimentos coordenados sobre mudança climática e abrange simulações para avaliação no âmbito do IPCC-AR5.

Elemento de inflexão: De acordo com Lenton et al. (2008), o termo “elemento de inflexão” descreve os componentes de larga escala do sistema terrestre que possivelmente estão passando por um ponto de inflexão. O ponto de inflexão “normalmente se refere a um limiar crucial em que uma perturbação mínima pode alterar o estado ou o desenvolvimento de um sistema em termos qualitativos” (Lenton et al. 2008). As consequências dessas alterações para as sociedades e os ecossistemas tendem a ser graves.

Fertilização por CO₂: O efeito da fertilização por CO₂ refere-se ao efeito do aumento dos níveis de CO₂ atmosférico sobre o crescimento das plantas. Pode elevar a taxa de fotossíntese, principalmente nas plantas C3, e aumentar a eficiência do uso da água, gerando assim o crescimento da produtividade agrícola em massa e/ou número de grãos. Esse efeito pode, em certa medida, compensar os impactos negativos da mudança climática sobre a produtividade agrícola, embora o teor proteico dos grãos possa diminuir. Os efeitos no longo prazo são incertos, pois dependem fortemente da possibilidade de aclimação fisiológica de longo prazo ao CO₂ elevado e outros fatores limitantes, como nutrientes do solo, água e luz. (Ver também o Quadro 2.4 acerca do efeito da fertilização por CO₂ sobre a produtividade agrícola.)

Grave e extremo: Esses termos indicam consequências incomuns (negativas). Costumam estar associados a um qualificador adicional, como “altamente incomum” ou “sem precedentes”, que tem um significado quantificado específico.

Hiperaridez: Refere-se a áreas terrestres com Índice de Aridez (IA) baixíssimo, geralmente coincidindo com os grandes desertos. Não existe um valor universalmente padronizado para a hiperaridez, de modo que os valores entre 0 e 0,05 são classificados como hiperáridos no presente relatório.

IPCC-AR4, -AR5: O Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC) é o órgão de referência no que tange a avaliações globais da mudança climática. É composto por centenas de cientistas de destaque de todo o mundo e periodicamente publica relatórios de avaliação que oferecem um panorama abrangente das mais recentes informações científicas, técnicas e socioeconômicas sobre a mudança climática e suas implicações. O Quarto Relatório de Avaliação (AR4) foi publicado em 2007. O Quinto Relatório de Avaliação (AR5) foi publicado entre 2013 e 2014.

ISI-MIP: O primeiro Projeto de Intercomparação de Modelos de Impacto Intersetorial (ISI-MIP) é um trabalho de modelagem voltado para a comunidade que gera avaliações do impacto global intersectorial com base nas Vias de Concentração Representativa do clima e cenários socioeconômicos recém-elaborados. Mais de 30 modelos abrangendo cinco setores (agricultura, recursos hídricos, biomas, saúde e infraestrutura) foram incorporados a este exercício de modelagem.

Índice de Aridez: O Índice de Aridez (IA) é um indicador para a identificação de regiões estruturalmente áridas, ou seja, regiões com déficit de precipitação média no longo prazo. O IA é definido como a precipitação anual total dividida pela possível evapotranspiração, sendo esta última um indicador da quantidade de água que um tipo de cultura representativa precisaria para crescer em função de condições locais como temperatura, radiação recebida e velocidade do vento ao longo de um ano, o que constitui uma medida padronizada da demanda hídrica.

MCG: Um Modelo de Circulação Geral é o tipo mais avançado de modelo climático empregado para projetar mudanças no clima devido ao aumento das concentrações de gases de efeito estufa, aerossóis e forças externas (como alterações na atividade solar e erupções vulcânicas). Esses modelos contêm representações numéricas de processos físicos na atmosfera, oceanos, criosfera e superfície terrestre em uma grade tridimensional global; a geração atual de MCGs apresenta uma resolução horizontal típica na faixa de 100 km a 300km.

Narrativas de desenvolvimento: As narrativas de desenvolvimento destacam as implicações dos impactos da mudança climática sobre o desenvolvimento regional. A série de relatórios *Turn Down the Heat* /Diminuir o Calor e, em especial, este relatório tratam dos possíveis impactos da mudança climática sobre grupos com grande vulnerabilidade seguindo linhas de argumentação distintas: as chamadas narrativas de desenvolvimento. Tais narrativas foram criadas para cada região, em estreita colaboração com especialistas regionais do Banco Mundial include space. Oferecem uma análise integrada, muitas vezes intersectorial, dos impactos da mudança climática e das implicações para o desenvolvimento no nível sub-regional ou regional. Além disso, contribuem para o relatório ao permitir a incorporação das evidências científicas dos impactos físicos e biofísicos em argumentos de desenvolvimento robustos visando a caracterizar os cenários plausíveis de riscos e oportunidades, mostrando assim a interface entre ciência e políticas.

Nível pré-industrial (o que a presença do aquecimento de 0,8°C representa): O nível pré-industrial refere-se ao nível de aquecimento antes/no advento da industrialização. Os registros instrumentais de temperatura mostram que o valor médio em 20 anos da temperatura atmosférica próxima da superfície média global no período 1986-2005 ficou cerca de 0,6°C acima do valor médio registrado no período 1851-1879. Entretanto, há consideráveis variações e incertezas nos dados de um ano para outro. Ademais, o aquecimento médio de 20 anos no período 1986-2005

não é necessariamente representativo do aquecimento atual. A incorporação de uma tendência linear ao longo do período 1901-2010 dá um aquecimento de 0,8°C desde os “primórdios da industrialização”. As temperaturas atmosféricas próximas da superfície médias globais nos registros instrumentais da temperatura atmosférica na superfície remonta ao ano de 1850 aproximadamente. O número de estações de mensuração nos primeiros anos é pequeno e aumenta rapidamente com o tempo. A industrialização já estava bem avançada em 1850 e 1900, o que implica a adoção de 1851-1879 como o período-base, ou 1901 como o ponto de partida para a análise de tendência linear pode levar a uma subestimativa do aquecimento atual e futuro. Contudo, as emissões globais de gases de efeito estufa no fim do século XIX ainda eram pequenas, e as incertezas nas reconstituições da temperatura antes desse período são consideravelmente maiores.

PIB: Entende-se por Produto Interno Bruto a soma do valor bruto agregado por todos os produtores residentes em uma economia, acrescido de eventuais impostos sobre produtos e deduzidos eventuais subsídios não incluídos no valor do produto. É calculado sem deduções relativas à depreciação de ativos fabricados ou do esgotamento e degradação dos recursos naturais.

Plantas C3/C4: C3 e C4 referem-se a dois tipos de vias bioquímicas fotossintéticas. As plantas C3 abrangem mais de 85 por cento da flora (por ex., a maioria das árvores, trigo, arroz, inhame e batata), e respondem bem a condições de umidade e ao CO₂ adicional na atmosfera. As plantas C4 (por ex., gramíneas de savana, milho, sorgo, milheto e cana) são mais eficientes no uso da água e energia, e rendem melhor que as plantas C3 em condições de calor e secura.

PPC do PIB: Trata-se do PIB em função da paridade do poder de compra dividido pela população. Embora as estimativas de PPC dos países da OCDE sejam bastante confiáveis, as estimativas de PPC dos países em desenvolvimento muitas vezes são meras aproximações.

RCP: As Vias de Concentração Representativa são baseadas em cenários cuidadosamente selecionados para o trabalho de modelagem da avaliação integrada, modelagem do clima e modelagem e análise de impactos. Esse trabalho reflete quase uma década de novos dados econômicos, informações sobre tecnologias emergentes e observações desses fatores ambientais, como o uso da terra e a mudança na cobertura da terra. Em vez de começar com argumentos socioeconômicos detalhados no intuito de gerar cenários de emissões, as RCPs são conjuntos coesos de projeções apenas dos componentes do forçamento radiativo (a alteração no equilíbrio entre a radiação de entrada e de saída para a atmosfera causada, sobretudo, por alterações na composição atmosférica) destinadas a servir como insumos para a modelagem do clima. Essas trajetórias de forçamento radiativo não estão associadas a cenários socioeconômicos ou de emissões exclusivos; antes, podem resultar de diferentes combinações de futuros econômicos, tecnológicos, demográficos, institucionais e de políticas. RCP2.6, RCP4.5, RCP6 e RCP8.5 referem-se, respectivamente, ao forçamento radiativo de +2,6 W/m², +4,5 W/m², +6 W/m² e +8,5 W/m² no ano 2100 em relação às condições pré-industriais.

RCP2.6: RCP2.6 indica um cenário representativo da bibliografia especializada sobre cenários de mitigação com o objetivo de limitar o aumento da temperatura mediana global a 2°C acima dos níveis pré-industriais. Este caminho de emissões é usado por muitos estudos que têm sido avaliados para o 5º Relatório de Avaliação do IPCC, e é o cenário de baixas emissões subjacente

para os impactos avaliados em outras partes deste relatório. Neste relatório, entende-se o RCP2.6 como o cenário de aquecimento global de 2°C (à exceção da elevação do nível do mar, onde o subconjunto do modelo adotado na verdade leva ao aumento de 1,5°C no nível global; ver Quadro 2.1, Definição de Níveis de Aquecimento e Período-Base neste relatório).

RCP8.5: RCP8.5 refere-se a um cenário com uma linha de referência em que não há políticas para o clima e o nível de emissões de gases de efeito estufa é relativamente alto, usado por muitos estudos avaliados para o Quinto Relatório de Avaliação do IPCC (AR5). Este também é o cenário de altas emissões subjacente para os impactos avaliados em outras partes deste relatório. Neste relatório, o RCP8.5 é referido como a hipótese de aquecimento global de 4°C acima do período de referência pré-industrial.

SRES: O Relatório Especial sobre Cenários de Emissões, publicado pelo IPCC em 2000, forneceu as projeções climáticas para o Quarto Relatório de Avaliação (AR4) do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática. Os cenários não incluem premissas de mitigação. O estudo SRES levou em consideração 40 cenários diferentes, cada qual adotando diferentes premissas sobre as forças motrizes que determinam as emissões futuras de gases de efeito estufa.

Os cenários foram agrupados em quatro famílias (A1FI, A2, B1 e B2), correspondendo a uma variada gama de cenários de alta e de baixa emissão.

SREX: O IPCC publicou o Relatório Especial sobre a Gestão dos Riscos de Eventos Extremos e Desastres para o Avanço da Adaptação à Mudança Climática (SREX) em 2012. Esse relatório traz uma avaliação dos fatores físicos e sociais que moldam a vulnerabilidade aos desastres relacionados ao clima e oferece um panorama do potencial para a gestão eficaz dos riscos de desastres.

WGI, WGII, WGIII: O Grupo de Trabalho I (WGI) do IPCC avalia os aspectos científicos físicos do sistema climático e da mudança climática. O Grupo de Trabalho II (WGII) do IPCC avalia a vulnerabilidade dos sistemas socioeconômicos e naturais à mudança climática, as consequências negativas e positivas dessa mudança e as opções de adaptação. O Grupo de Trabalho III (WGIII) do IPCC avalia as opções de mitigação da mudança climática por meio da limitação ou prevenção das emissões de gases de efeito estufa, e da intensificação das atividades que os eliminam da atmosfera.

