



Mudança do clima: Principais conclusões do 5º Relatório do IPCC

ILIDIA DA ASCENÇÃO GARRIDO MARTINS JURAS

Consultora Legislativa da Área XI

Meio Ambiente e Direito Ambiental, Organização Territorial,
Desenvolvimento Urbano e Regional

NOVEMBRO/2013

NOTA TÉCNICA

© 2014 Câmara dos Deputados.

Todos os direitos reservados. Este trabalho poderá ser reproduzido ou transmitido na íntegra, desde que citados(as) o(a) autor(a) e a Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados. São vedadas a venda, a reprodução parcial e a tradução, sem autorização prévia por escrito da Câmara dos Deputados.

Este trabalho é de inteira responsabilidade de seu(sua) autor(a), não representando necessariamente a opinião da Câmara dos Deputados.



Câmara dos Deputados
Praça dos Três Poderes
Consultoria Legislativa
Anexo III - Térreo
Brasília - DF

Mudança do clima: Principais conclusões do 5º Relatório do IPCC

É certo que a Terra tem passado, ao longo de toda a sua história geológica, por enormes variações climáticas. No entanto, há evidências científicas cada vez mais fortes de que as mudanças mais recentes não são variações naturais, mas estão relacionadas com um aumento na temperatura da Terra – o aquecimento global –, causado por atividades antrópicas, em especial pelo consumo de combustíveis fósseis, como carvão mineral, petróleo e gás natural, assim como pelos desmatamentos e queimadas.

O fenômeno, conhecido como efeito estufa, decorre do aumento da concentração de certos gases na atmosfera terrestre, entre os quais se destacam o gás carbônico (também chamado dióxido de carbono – CO₂), o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O). Esses compostos são conhecidos como gases de efeito estufa (GEE), pois permitem a passagem da luz solar e retêm o calor, da mesma forma que os vidros de um carro fechado ou o revestimento de uma estufa sob a incidência do sol.

Reconhecendo a necessidade de informações científicas confiáveis e atualizadas para os formuladores de políticas, a Organização Meteorológica Mundial (OMM) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) estabeleceram o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC) em 1988. O papel do IPCC é avaliar, de forma abrangente, objetiva, aberta e transparente, as informações científicas, técnicas e socioeconômicas relevantes para compreender os riscos das mudanças climáticas induzidas pelo homem, seus impactos potenciais e as opções para adaptação e mitigação¹.

O IPCC está aberto a todos os membros da Organização das Nações Unidas (ONU) e da OMM, e conta com a colaboração de mais de 2.500 cientistas de todo o mundo. Está constituído por uma Força Tarefa, responsável pelo Programa de Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa, e três grupos de trabalho: Grupo I – avalia os aspectos científicos do sistema climático e as mudanças do clima; Grupo II – avalia a vulnerabilidade dos sistemas naturais e socioeconômicos às mudanças do clima, as consequências negativas e positivas dessas mudanças e as opções para a

¹ IPCC. In: http://www.ipcc.ch/organization/organization.shtml#.Unkh83k_1c8, acesso em 05/11/2013.

adaptação a elas; Grupo III – avalia as opções para limitar as emissões de GEE e outras formas de mitigação das mudanças do clima.

O IPCC tem divulgado periodicamente relatórios de avaliação, o primeiro dos quais em 1990 e, o quarto (AR4)², em 2007. Este parece ter eliminado várias dúvidas anteriormente existentes. Em relação à concentração de GEE na atmosfera, o documento indicou que, desde a era pré-industrial até 2005, houve os seguintes aumentos: dióxido de carbono (CO₂): de 280 ppm (partes por milhão) a 379 ppm; metano: de 715 ppb (partes por bilhão) a 1.774 ppb; e óxido nitroso: de 270 ppb a 319 ppb. O documento conclui que é inequívoco o aquecimento global, como agora evidenciam as observações do aumento na temperatura média global do ar e dos oceanos, a ampliação do derretimento de gelo e neve e a elevação do nível do mar. Quanto à temperatura da superfície terrestre, o aumento entre os períodos de 1850-1899 a 2001-2005 foi de 0,76 (0,57 a 0,95)°C, e onze dos doze últimos anos (1995–2006) estão entre os doze mais quentes desde que as temperaturas começaram a ser registradas (1850).

Numerosas variações de longo prazo, nas escalas continental, regional e oceânica, têm sido observadas, incluindo mudanças nas temperaturas e no gelo do Ártico, na quantidade de precipitação, na salinidade oceânica, nos padrões de vento e em aspectos de eventos climáticos extremos, como secas, chuvas intensas, ondas de calor e intensidade de ciclones tropicais. Uma mudança importante em relação ao 3º Relatório foi o grau de certeza (de “provável” a “muito provável”) de que o aumento na temperatura média terrestre ocorrido no Século XX seja devido ao aumento observado nas concentrações de GEE. Deve-se notar que “provável” foi usado para indicar a probabilidade de ocorrência maior que 66%, e “muito provável”, uma probabilidade maior que 90%.

No final de setembro de 2013, foi apresentada a contribuição do Grupo I ao Quinto Relatório de Avaliação (AR5)³, cujas conclusões principais são apresentadas a seguir.

O AR5 reafirma que o aquecimento do sistema climático é inequívoco e, desde os anos 1950, muitas das mudanças observadas não têm precedentes em décadas ou milênios. A atmosfera e o oceano se aqueceram, a quantidade de gelo e neve diminuiu, o nível do mar se elevou e as concentrações de GEE aumentaram. Cada uma das últimas três décadas tem sido sucessivamente mais quente na superfície terrestre que qualquer década anterior desde 1850. No Hemisfério Norte, o período 1983–2012

² IPCC. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Paris, February 2007.

³ http://www.climatechange2013.org/images/uploads/WGIAR5-SPM_Approved27Sep2013.pdf.

constitui provavelmente⁴ os trinta anos mais quentes dos últimos 1.400 anos.

A média global de temperatura da terra e do oceano calculada por uma tendência linear mostra aumento de 0,85 [0,65 a 1,06] °C no período 1880–2012. O aumento total entre a média do período 1850–1900 e do período 2003–2012 é 0,78 [0,72 a 0,85] °C. Mudanças em muitos eventos extremos de tempo e clima têm sido observadas desde 1950. É muito provável⁵ que o número de dias e noites frios tenha diminuído e o número de dias e noites quentes tenha aumentado em escala global.

O aquecimento dos oceanos domina o aumento na energia armazenada no sistema climático, contribuindo com mais de 90% da energia acumulada entre 1971 e 2010. Em escala global, o aquecimento dos oceanos é maior próximo à superfície, sendo que a camada dos 75 m superiores se aqueceu em 0,11 [0,09 a 0,13] °C por década no período 1971–2010.

Nas duas últimas décadas, as camadas de gelo da Groenlândia e Antártida perderam massa, os glaciares continuaram a encolher por todo o mundo e o gelo do mar Ártico e a cobertura de neve do Hemisfério Norte continuaram a diminuir em extensão. A taxa média de perda de gelo da camada de gelo da Antártida provavelmente aumentou de 30 [–37 a 97] Gt/ano no período 1992–2001 a 147 [72 a 221] Gt/ano no período 2002–2011. Há confiança muito alta de que essas perdas ocorram principalmente no norte da Península Antártica e do mar de Amundsen, na parte oeste do continente.

É muito provável que a extensão média anual do mar Antártico tenha aumentado à taxa de 1,2% a 1,8% por década (variação de 0,13 a 0,20 milhão km² por década) entre 1979 e 2012. A taxa de aumento do nível do mar desde meados do Século XIX tem sido maior que a taxa média durante os dois milênios anteriores. No período 1901–2010, o nível do mar médio global aumentou em 0,19 [0,17 a 0,21] m. Os dados e aproximações do nível do mar indicam uma transição no final do Século XIX ao início do Século XX de taxas médias relativamente baixas de aumento em relação aos dois milênios anteriores a taxas maiores de aumento. É provável que a taxa média global de aumento do nível do mar tenha continuado a aumentar desde o início do Século XX. É muito provável que a taxa média do aumento global do nível do mar foi de 1,7 [1,5 a 1,9] mm/ano entre 1901 e 2010, 2,0 [1,7 a 2,3] mm/ano entre 1971 e 2010 e 3,2 [2,8 a 3,6] mm/ano entre 1993 e 2010.

As concentrações atmosféricas de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso aumentaram a níveis sem precedentes no mínimo nos últimos 800.000

⁴ “Provável” corresponde à probabilidade 66%–100%.

⁵ “Muito provável” corresponde à probabilidade 90%–100%.

anos. As concentrações de CO₂ aumentaram em 40% desde a época pré-industrial, primariamente de emissões de combustíveis fósseis e, secundariamente, das mudanças do uso da terra. O oceano tem absorvido cerca de 30% das emissões antropogênicas de dióxido de carbono, causando sua acidificação.

As concentrações atmosféricas dos GEE dióxido de carbono, metano e óxido nitroso aumentaram todas desde 1750 devido à atividade humana. Em 2011, as concentrações desses três gases foram 391 ppm, 1.803 ppb e 324 ppb, e excederam os níveis pré-industriais em 40%, 150% e 20%, respectivamente.

As concentrações de CO₂, CH₄ e N₂O agora excedem substancialmente as mais altas concentrações registradas nos testemunhos de gelo durante os últimos 800.000 anos. As taxas médias de aumento nas concentrações atmosféricas no século passado não têm precedente nos últimos 22.000 anos.

As emissões anuais de CO₂ da combustão de combustíveis fósseis e da produção de cimento foram em média de 8,3 [7,6 a 9,0] GtC⁶/ano no período 2002–2011 e de 9,5 [8,7 a 10,3] GtC/ano em 2011, 54% superiores ao nível de 1990. As emissões anuais líquidas de CO₂ de alterações do uso da terra pelo homem foram em média de 0,9 [0,1 a 1,7] GtC/ano de 2002 a 2011.

De 1750 a 2011, as emissões de CO₂ da combustão de combustíveis fósseis e da produção de cimento liberaram 365 [335 a 395] GtC para a atmosfera, enquanto o desmatamento e outras mudanças no uso da terra liberaram 180 [100 a 260] GtC. Isso resulta em emissões antropogênicas cumulativas de 545 [460 a 630] GtC. Dessas emissões antropogênicas cumulativas de CO₂, 240 [230 a 250] GtC se acumularam na atmosfera, 155 [125 a 185] GtC foram absorvidas pelo oceano e 150 [60 a 240] GtC se acumularam nos ecossistemas terrestres naturais.

A acidificação do oceano é quantificada pelo decréscimo no pH. O pH da água de superfície do oceano decresceu em 0,1 desde o início da era industrial, correspondendo a 26% de aumento na concentração do íon de hidrogênio.

A influência humana no sistema climático é clara, o que é evidenciado a partir do aumento das concentrações de GEE na atmosfera, do forçamento radiativo positivo, do aquecimento observado e da compreensão do sistema climático.

Foi detectada influência humana no aquecimento da atmosfera e do oceano, em alterações no ciclo global da água, em reduções no gelo e neve, na elevação do nível médio do mar e em mudanças em alguns eventos climáticos extremos. Essa evidência da influência humana cresceu desde o 4º Relatório. É extremamente

⁶ GtC: Gigatoneladas de Carbono.

provável⁷ que a influência humana tenha sido a causa dominante do aquecimento observado desde meados do Século XX.

As emissões continuadas de GEE causarão mais aquecimento e alterações em todos os componentes do sistema climático. Para limitar as mudanças do clima, é necessário que haja reduções substanciais e sustentadas de emissões de GEE.

É provável que a variação da temperatura global de superfície no final do Século XXI exceda 1,5°C em relação a 1850-1900 para todos os cenários exceto um (RCP2.6). É provável que exceda 2°C em dois cenários (RCP6.0 e RCP8.5), e mais provável que não exceda 2°C em um cenário (RCP4.5). O aquecimento continuará além de 2100 em todos os cenários exceto um (RCP2.6). O aquecimento continuará a exibir variabilidade interanual a decenal e não será uniforme regionalmente.

A variação na temperatura média global de superfície para o período 2016–2035 em relação a 1986–2005 estará provavelmente na faixa de 0,3°C a 0,7°C. O aumento projetado na temperatura média global de superfície para o período 2081–2100 em relação a 1986–2005 estará provavelmente nas faixas de 0,3°C a 1,7°C (RCP2.6), 1,1°C a 2,6°C (RCP4.5), 1,4°C a 3,1°C (RCP6.0) ou 2,6°C a 4,8°C (RCP8.5). A variação projetada na temperatura global de superfície no final do Século XXI relativamente à média do período 1850-1900 provavelmente excederá 1,5°C em três cenários (RCP4.5, RCP6.0 e RCP8.5). É provável que o aquecimento exceda 2°C em dois cenários (RCP6.0 e RCP8.5), mais provável que não exceda 2°C em um cenário (RCP4.5), mas improvável⁸ que exceda 2°C em outro cenário (RCP2.6). É improvável que o aquecimento exceda 4°C em três cenários (RCP2.6, RCP4.5 e RCP6.0) e tanto provável como não⁹ que exceda 4°C em um cenário (RCP8.5).

Alterações no ciclo global da água em resposta ao aquecimento no Século XXI não serão uniformes. O contraste na precipitação entre regiões úmidas e secas e entre estações úmidas e secas aumentará, embora possa haver exceções regionais. Em muitas regiões secas de média latitude e subtropicais, a precipitação média provavelmente irá diminuir, enquanto em muitas regiões úmidas de média latitude a precipitação provavelmente aumentará no final deste século de acordo com um cenário (RCP8.5). Eventos de precipitação extrema sobre a maior parte das massas de terra das médias latitudes e sobre regiões tropicais úmidas muito provavelmente se tornarão mais intensos e mais frequentes no final deste século, à medida que a temperatura média global de superfície aumenta.

⁷ “Extremamente provável” corresponde à probabilidade 95%–100%.

⁸ “Improvável” corresponde à probabilidade 0%–33%.

⁹ “Tanto provável como não” corresponde à probabilidade 33%–66%.

O oceano continuará a se aquecer em termos globais durante o Século XXI. O calor penetrará da superfície até as águas mais profundas, afetando a circulação oceânica. O nível global médio do mar continuará a subir durante o Século XXI. Em todos os cenários, a taxa de aumento do nível do mar muito provavelmente excederá a observada no período 1971–2010, devido ao aumento do aquecimento do oceano e do aumento da perda de glaciares e camadas de gelo. O aumento do nível global médio do mar para 2081–2100 em relação a 1986–2005 estará provavelmente nas faixas de 0,26 a 0,55 m (RCP2.6), 0,32 a 0,63 m (RCP4.5), 0,33 a 0,63 m (RCP6.0) e 0,45 a 0,82 m (RCP8.5). No cenário RCP8.5, o aumento no ano 2100 será de 0,52 a 0,98 m, com taxa de 8 a 16 mm/ano no período 2081–2100.

A mudança do clima afetará os processos do ciclo do carbono de tal forma que exacerbará o aumento de CO₂ na atmosfera. A absorção adicional de carbono pelo oceano irá aumentar sua acidificação. As emissões cumulativas de CO₂ serão fortemente determinantes para o aquecimento médio global de superfície pelo Século XXI e além dele. A maior parte dos aspectos da mudança do clima persistirá por muitos séculos, ainda que as emissões de CO₂ sejam interrompidas, o que representa um comprometimento multissecular substancial de mudança do clima criado pelas emissões de CO₂ passadas, atuais e futuras.

Para limitar o aquecimento causado apenas pelas emissões antropogênicas de CO₂ em menos que 2°C desde o período 1861–1880, com probabilidade >33%, >50% e >66%, é necessário que as emissões cumulativas de CO₂ de todas as fontes antropogênicas fiquem entre 0 e cerca de 1.560 GtC, 0 e cerca de 1.210 GtC e 0 e cerca de 1.000 GtC, respectivamente, desde aquele período. Até 2011, já foram emitidas 531 [446 a 616] GtC. Uma meta de aquecimento menor ou uma maior probabilidade de ficar abaixo de uma meta específica de aquecimento requerem que as emissões cumulativas de CO₂ sejam menores.

Grande parte da mudança do clima antropogênica resultante das emissões de CO₂ é irreversível numa escala de tempo multissecular a milenar, exceto no caso de remoção líquida de CO₂ da atmosfera num período sustentado. As temperaturas de superfície permanecerão aproximadamente constantes em níveis elevados por muitos séculos após a completa interrupção de emissões antropogênicas líquidas de CO₂. Devido a grandes escalas de tempo de transferência de calor da superfície do oceano para águas profundas, o aquecimento do oceano continuará por séculos. Dependendo do cenário, cerca de 15% a 40% do CO₂ emitido continuará na atmosfera por mais de 1.000 anos.

Em síntese, o AR5 reafirma que o aquecimento do sistema climático é inequívoco, sendo que muitas das mudanças observadas desde os anos 1950

não têm precedentes em décadas ou milênios. O aquecimento médio global da terra e do oceano foi de 0,85°C no período 1880–2012. O número de dias e noites frios muito provavelmente diminuiu e o número de dias e noites quentes aumentou. Mais de 90% da energia acumulada entre 1971 e 2010 foi absorvida pelos oceanos.

O nível do mar médio global aumentou em 0,19 m no período 1901–2010, mas a taxa média desse aumento tem crescido: de 1,7 mm/ano entre 1901 e 2010, 2,0 mm/ano entre 1971 e 2010 e 3,2 mm/ano entre 1993 e 2010.

As concentrações atmosféricas dos principais GEE aumentaram a níveis sem precedentes no mínimo nos últimos 800.000 anos. Cerca de 30% das emissões de CO₂ têm sido absorvidas pelo oceano, o que causa sua acidificação.

Desde o 4º Relatório, cresceu a evidência de que a influência humana seja a causa dominante do aquecimento desde meados do Século XX, sendo agora essa evidência considerada extremamente provável.

As emissões continuadas de GEE causarão mais aquecimento e alterações em todos os componentes do sistema climático. Para limitar as mudanças do clima, é necessário que haja reduções substanciais e sustentadas de emissões de GEE. Para a meta de aquecimento de menos de 2°C desde o período 1861–1880, com probabilidade de 50%, é necessário que as emissões cumulativas de CO₂ de todas as fontes antropogênicas fiquem entre 0 e cerca de 1.210 GtC, mas até 2011 já foi emitida quase metade desse valor máximo.

O oceano continuará a se aquecer e o nível médio do mar a subir em termos globais durante o Século XXI, sendo muito provável que a taxa de aumento do nível do mar exceda a observada no período 1971–2010.

A maior parte dos aspectos da mudança do clima persistirá por muitos séculos, ainda que as emissões de CO₂ sejam interrompidas.