



IPCC AR6, WG1: RESUMO COMENTADO

PRINCIPAIS CONCLUSÕES

1

JÁ FOI ESTABELECIDO QUE A AÇÃO HUMANA TEM AQUECIDO AINDA MAIS O SISTEMA CLIMÁTICO E QUE MUDANÇAS DO CLIMA RÁPIDAS E DISSEMINADAS PELO MUNDO JÁ ESTÃO ACONTECENDO

É inequívoco que a influência humana aqueceu a atmosfera, os oceanos e a superfície terrestre. Mudanças rápidas e disseminadas ocorreram. Do aquecimento de 1,09°C observado atualmente (2011-2020) em comparação com o período pré-industrial (1850-1900), 1,07°C *provavelmente* deriva de ações humanas, como a queima de combustíveis fósseis e o desmatamento.

Cada uma das quatro últimas décadas foi mais quente que todas as anteriores desde 1850. Entre 2011-2020, o aquecimento **da temperatura sobre os continentes é de 1,59°C em média**, contra 0,88°C sobre o oceano.

A influência humana *provavelmente* contribuiu para o aumento da umidade na atmosfera. A precipitação *provavelmente* aumentou desde os anos 1950, e mais aceleradamente a partir dos anos 1980.

É *virtualmente certo* que o oceano aqueceu nos últimos 50 anos e *extremamente provável* que a influência humana seja o principal causador desse aquecimento, bem como da acidificação dos mares.

O nível do mar subiu 20 cm entre 1901 e 2018. A taxa de elevação saltou de 1,35 mm por ano entre 1901 e 1990 para 3,7 mm por ano entre 2006 e 2018. Desde 1900, o nível do mar subiu mais rápido do que em qualquer outro período nos últimos 3.000 anos.

As concentrações de CO₂ (gás carbônico), CH₄ (metano) e N₂O (óxido nitroso), os três principais gases de efeito estufa em mistura na atmosfera¹, são as maiores em 800 mil

¹ O vapor d'água é um gás de efeito estufa, mas ele não tem origem antropogênica e sua concentração (a umidade relativa do ar) é extremamente variável, portanto ele não é considerado nas análises do IPCC.



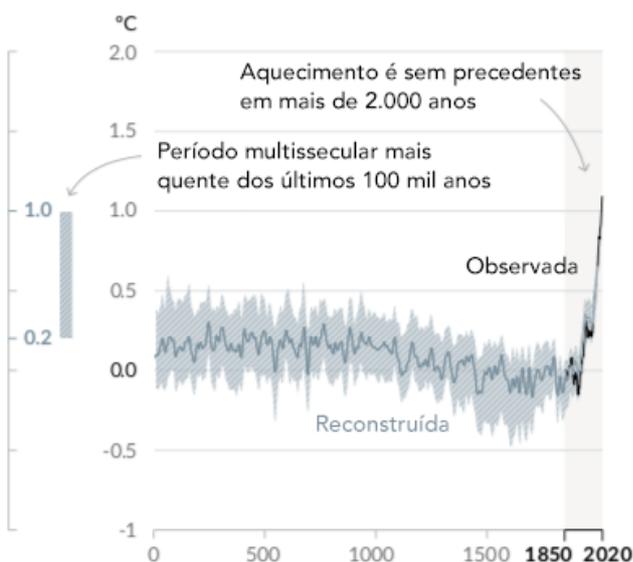
anos, e as concentrações atuais de CO₂ não são vistas desde 2 milhões de anos atrás pelo menos.

A temperatura global subiu mais rápido desde 1970 do que em qualquer outro período de 50 anos nos últimos dois milênios. As temperaturas desde 2011 excedem as do último período quente longo, 6.500 anos atrás, e se igualam às do período quente anterior, 125 mil anos atrás, quando o manto de gelo da Groenlândia desapareceu quase totalmente.

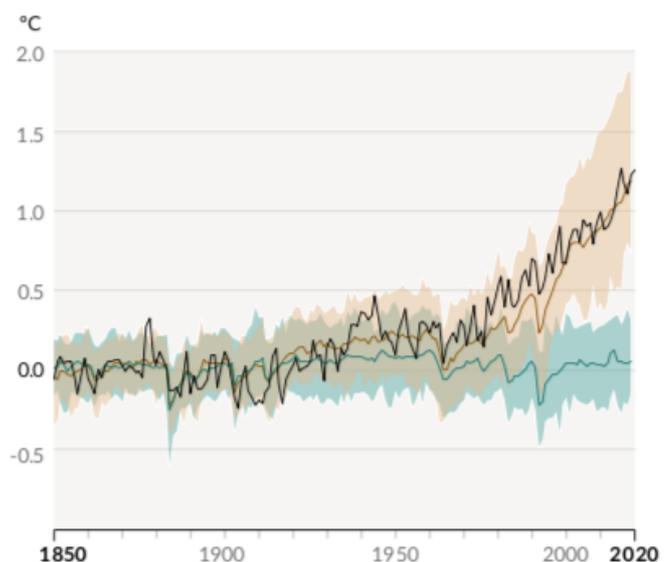
A influência humana esquentou o clima de forma sem precedentes nos últimos 2.000 anos (e possivelmente nos últimos 100 mil)

Mudanças na temperatura da superfície global em relação a 1850-1900

a) Mudança na temperatura



b) Aquecimento global observado nos últimos 170 anos, considerando causas naturais e humanas e simulação considerando apenas causas naturais



Na última década a cobertura de gelo marinho no **Ártico** chegou a sua menor extensão desde 1850 e, no verão, ela é a menor em mil anos. O derretimento de geleiras atual, com quase todos os glaciares do mundo recuando ao mesmo tempo desde os anos 1950, é o mais acelerado em 2.000 anos.

É *virtualmente certo* que a frequência e a intensidade de extremos de calor e a intensidade e duração de ondas de calor aumentaram na maior parte do globo desde 1950, enquanto os extremos de frio ficaram menos frequentes e menos severos. As ondas de calor marinhas dobraram em frequência desde os anos 1980 e a influência humana *muito provavelmente* contribuiu com a maioria delas desde 2006. Alguns extremos de calor observados na última década seriam *extremamente improváveis* sem influência humana.



É provável que a proporção de ciclones tropicais (furacões) intensos (categorias 3 a 5) tenha crescido nas últimas quatro décadas e que essas tempestades no noroeste do Pacífico tenham se deslocado para o norte. Há alta confiança quanto a estudos de atribuição sobre a influência humana no aumento da precipitação extrema associada a ciclones tropicais.

A mudança do clima já está afetando todas as regiões do mundo, com a influência humana contribuindo para muitas alterações observadas em eventos extremos

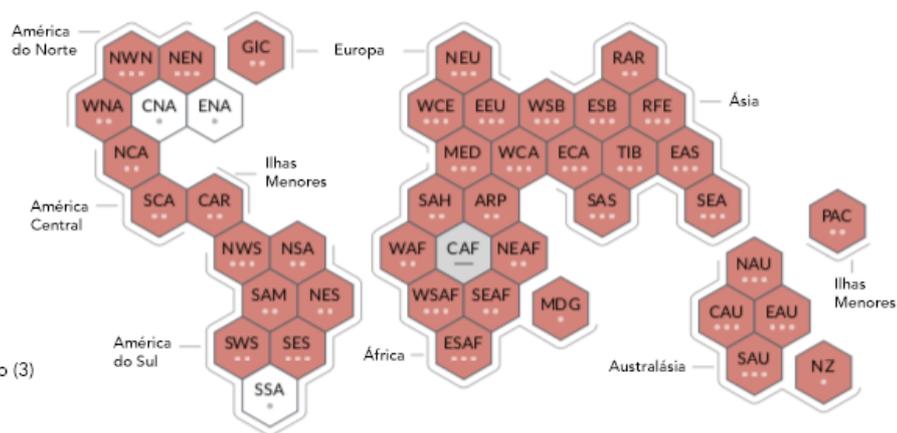
Grau de confiança na contribuição humana

- Alto
- Médio
- Baixo
- Não avaliado

Tipo de mudança

- Aumento (41)
- Redução (0)
- Nem aumento nem redução (3)
- Evidência insuficiente (1)

a) Mudança no número de extremos de calor



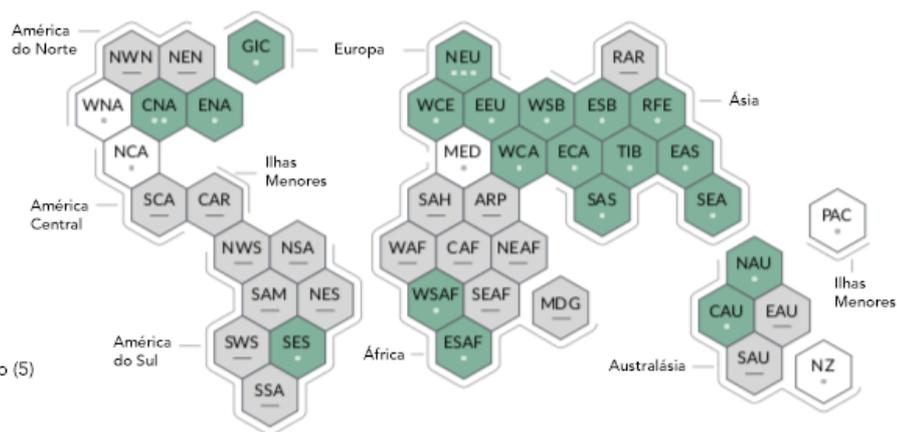
Grau de confiança na contribuição humana

- Alto
- Médio
- Baixo
- Não avaliado

Tipo de mudança

- Aumento (20)
- Redução (0)
- Nem aumento nem redução (5)
- Evidência insuficiente (20)

b) Mudança no número de extremos de chuva pesada



Desde 1750 as atividades humanas passaram a ser os fatores dominantes de alterações no clima. O efeito combinado de todos esses fatores em 2019 equivalia à energia acrescentada à Terra de 2,72 Watts/m², o que equivale a cinco lâmpadas de árvore de Natal ligadas permanentemente em cada quadrado de 1m x 1m da superfície do globo.



Essa energia adicional equivale a um acúmulo líquido de energia no planeta (já que a maior parte é reemitida para o espaço) equivalente a 0,57 W/m² por ano entre 1971 e 2018. **Apenas 1% dessa energia adicional aquece a atmosfera: 90% é absorvida pelos oceanos, 5% aquece a superfície terrestre e 3% derrete gelo.**

O derretimento de geleiras como as dos Alpes, dos Andes e do Himalaia é a maior causa isolada do aumento do nível do mar entre 1901 e 2018, com 41% do total. A expansão térmica do oceano respondeu por 38%, o degelo da Groenlândia e da Antártida por 29% e mudanças no armazenamento de água em terra reduziram o nível do mar em 8%.

A chamada sensibilidade climática em equilíbrio, ou seja, quanto a Terra esquentaria caso a quantidade de CO₂ no ar dobrasse em relação à era pré-industrial, foi estimada em 3°C.

2

O AQUECIMENTO GLOBAL ULTRAPASSARÁ 1,5°C ANTES DO MEIO DO SÉCULO, MAS PODE SER REDUZIDO ABAIXO DISSO NO FIM DO SÉCULO COM AÇÃO AMBICIOSA IMEDIATA

O AR6 tem uma nova série de cenários de emissões, o CMIP6 (sigla em inglês para “Projeto de Intercomparação de Modelos Climáticos Versão 6”). São cinco cenários, dois de baixas emissões (SSP1-1.9 e SSP1-2.6), um de médias emissões (SSP2-4.5) e dois de altas emissões (SSP3-7 e SSP5-8.5).

A temperatura global em 2081-2100 muito provavelmente será 1°C a 1,8°C mais alta do que entre 1850 e 1900 no melhor cenário de emissões e de 3,3°C a 5,7°C mais alta no pior cenário.

Projeções de temperatura de acordo com o cenário, em graus Celsius

Cenário	Curto prazo (2021-2040)		Médio prazo (2041-2060)		Longo prazo (2081-2100)	
	Estimativa central	Varição muito provável	Estimativa central	Varição muito provável	Estimativa central	Varição muito provável
SSP1-1.9	1,5	1,2 a 1,7	1,6	1,2 a 2	1,4	1 a 1,8
SSP1-2.6	1,5	1,2 a 1,8	1,7	1,3 a 2,2	1,8	1,3 a 2,4
SSP2-4.5	1,5	1,2 a 1,8	2	1,6 a 2,5	2,7	2,1 a 3,5
SSP3-7	1,5	1,2 a 1,8	2,1	1,7 a 2,6	3,6	2,8 a 4,6
SSP5-8.5	1,6	1,3 a 1,9	2,4	1,9 a 3	4,4	3,3 a 5,7



Em todos os cenários a marca de 1,5°C, limite mais ambicioso do Acordo de Paris, deve ser ultrapassada entre 2021 e 2040, embora a probabilidade dessa ultrapassagem seja maior nos cenários de mais alta emissão (*muito provável* no SSP5-8.5 e *mais provável do que improvável* no SSP1-1.9). No cenário SSP1-1.9, de emissões mais baixas, é *mais provável que improvável* que o aquecimento caia abaixo desse patamar no fim do século devido ao corte de emissões, com um excesso (“overshoot”, no jargão dos cientistas) não maior do que 0,1°C.

Cada aumento adicional do aquecimento global acarreta mudanças maiores nos eventos extremos. Cada meio grau a mais de aquecimento aumenta a frequência de ondas de calor, tempestades e secas que afetam a agricultura. Mesmo com o aquecimento global estabilizado em 1,5°C, eventos extremos sem precedentes no registro histórico deverão acontecer.

Algumas regiões semiáridas e a chamada **Região da Monção da América do Sul**, que compreende parte do Centro-Oeste brasileiro, da Amazônia, da Bolívia e do Peru, **deverão ter os maiores aumentos de temperatura nos dias mais quentes do ano – até duas vezes mais que a taxa de aquecimento global**. O Ártico deve ter a maior elevação de temperatura nos dias mais frios do ano – cerca de três vezes a taxa de aquecimento global.

3

AS EMISSÕES DO PASSADO JÁ TORNARAM IRREVERSÍVEIS ALGUMAS CONSEQUÊNCIAS DO AQUECIMENTO GLOBAL, COMO O DEGELO, O AUMENTO DO NÍVEL DO MAR E MUDANÇAS NOS OCEANOS

AQUECIMENTO DO OCEANO: Durante este século, o aquecimento do oceano pode ser de duas vezes maior (SSP1-2.6) a oito vezes maior (SSP5-8.5) do que o observado entre 1971 e 2018.

NÍVEL DO MAR: É *virtualmente certo* que o oceano continuará subindo, uma vez que a expansão térmica é irreversível na escala de centenas a milhares de anos. A elevação total neste século dependerá do cenário de emissões: ela pode ser de 28 cm a 55 cm (SSP 1.9, melhor cenário) até 63 cm a 1,02 m (SSP 8.5, pior cenário) em relação à média 1995-2014. No pior cenário, picos de maré alta extrema que ocorriam uma vez a cada século poderão ocorrer uma vez por ano em 80% das localidades com medições de maré do mundo. Para além de 2100, a absorção de calor pelo oceano profundo e o derretimento dos mantos de gelo podem seguir elevando o mar por milênios.

DEGELO: É *provável* que o Ártico fique praticamente sem gelo marinho em setembro (pico do verão) pelo menos uma vez antes de 2050 em todos os cenários. As geleiras continuarão perdendo massa durante décadas mesmo se a temperatura global for



estabilizada. Há alta confiança na previsão de que os mantos de gelo da Antártida e da Groenlândia continuarão a perder massa neste século. Fenômenos ainda mal compreendidos de desestabilização de mantos de gelo poderiam elevar os mares até 2100 em um metro além da média projetada, mas a confiança nessa previsão é baixa.

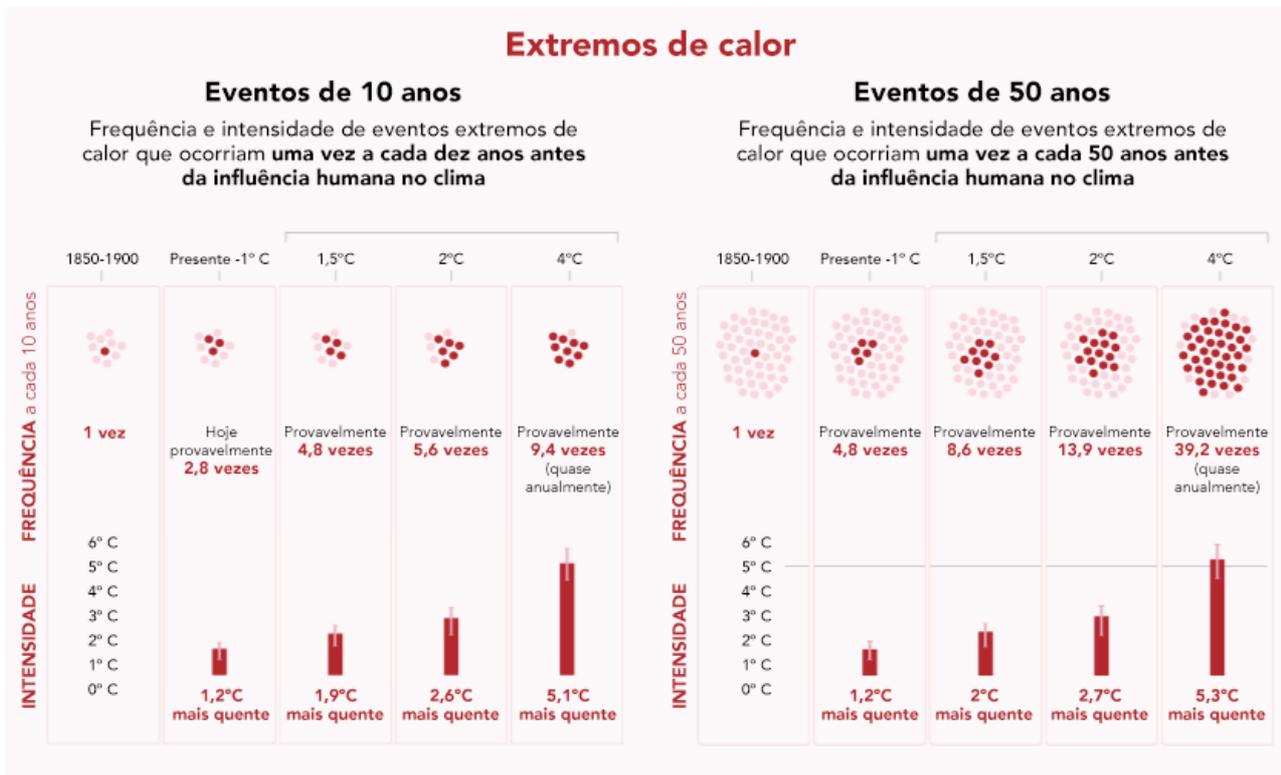
4

OS IMPACTOS NO MÉDIO PRAZO TAMBÉM SERÃO SIGNIFICATIVOS

O AR6 traz pela primeira vez estimativas regionalizadas para os próximos 30 anos, a fim de balizar ações de adaptação. Todas as regiões do planeta sofrerão mudanças do clima nesse período, incluindo elevação de temperatura, estações quentes alongadas, mais ondas de calor e menos extremos de frio. Essas mudanças serão maiores com 2°C do que com 1,5°C de aquecimento. Em 2050, se o limite de 2°C for atingido, limiares críticos para a saúde humana e a agricultura serão ultrapassados com mais frequência.

Muitas regiões terão aumento na probabilidade de vários eventos extremos simultâneos ou sequenciais com 2°C ou mais de aquecimento, afetando, por exemplo, regiões produtoras de alimentos.

A frequência projetada de extremos e sua intensidade aumentam com cada grau extra de aquecimento





5

EVENTOS CATASTRÓFICOS NÃO PODEM SER DESCARTADOS

Eventos de baixa probabilidade de ocorrência e alto impacto seriam mais frequentes com níveis maiores de aquecimento, e eventos compostos (ex. seca-ondas de calor) serão mais frequentes com alta probabilidade de ocorrência de eventos climáticos sem precedentes ainda no presente.

A circulação meridional do Oceano Atlântico *muito provavelmente* declinará no século 21 em todos os cenários de emissão, mas há incertezas quanto à magnitude do declínio. Há média confiança de que ela não sofrerá um colapso abrupto, o que impactaria nos padrões de tempo e no ciclo da água em grande parte do mundo, alterando os padrões de chuvas na África, Ásia e América do Sul.

6

PARA REDUZIR O IMPACTO HUMANO NO CLIMA O ÚNICO NÍVEL TOLERÁVEL DE EMISSÃO É ZERO

Limitar o aquecimento global em qualquer nível requer no mínimo que as emissões líquidas de CO₂ sejam zeradas e que outros gases de efeito estufa, como o metano, sejam substancialmente reduzidos.

Cada trilhão de toneladas de CO₂ emitidas cumulativamente na atmosfera causa um aquecimento global de 0,27°C a 0,63°C, o que é conhecido como resposta climática transitória às emissões. Isso significa que para qualquer estabilização as emissões líquidas precisam cair a zero.

A humanidade já emitiu desde 1850 2,390 trilhões de toneladas de CO₂. Para que a chance de estabilizar a temperatura em 1,5°C seja a maior possível, será preciso emitir no máximo mais 300 bilhões de toneladas de CO₂, o equivalente a seis anos de emissões mundiais de gases de efeito estufa.



PERGUNTAS E RESPOSTAS

O que é o IPCC?

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas foi criado em dezembro de 1988 pela Organização Meteorológica Mundial e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Ele é um comitê composto de centenas de cientistas do mundo inteiro escolhidos pelos governos com a missão de avaliar periodicamente o estado da arte do conhecimento científico sobre as mudanças do clima. Essas avaliações são publicadas periodicamente, na forma dos chamados Relatórios de Avaliação. Os cientistas e os relatórios se distribuem em três grupos de trabalho: o Grupo 1 (WG1), que trata da base física (as causas) das mudanças do clima, o Grupo 2 (WG2), que trata de impactos, vulnerabilidades (as consequências) e adaptação, e o Grupo 3 (WG3), que lida com a mitigação (as soluções).

O que é o documento publicado hoje?

Em seus 32 anos de existência o IPCC já publicou cinco grandes Relatórios de Avaliação: o FAR (First Assessment Report), em 1990; o SAR (Second Assessment Report), em 1995; o TAR (Third Assessment Report), em 2001; o AR4 (Fourth Assessment Report), em 2007, e o AR5 (Fifth Assessment Report), entre 2013 e 2014, além de uma série de relatórios especiais e outros documentos. Em 2021 começa a ser publicado o sexto relatório, o AR6.

Como o objetivo principal do IPCC é informar políticas públicas para combater a mudança do clima, cada Relatório de Avaliação tem um sumário executivo para tomadores de decisão, conhecidos pela sigla SPM ("Summary for Policymakers"). Os sumários são documentos dirigidos para políticos e tomadores de decisões, que resumem as principais conclusões técnicas dos relatórios. O documento lançado hoje é o SPM do Grupo 1 do AR6, de 38 páginas. Os sumários dos demais grupos serão publicados nos próximos meses.

Os governos interferem no IPCC?

Sim e não. A linguagem dos SPM é negociada nas assembleias do IPCC, das quais participam representantes de governos do mundo inteiro. Por isso os sumários tendem a ser conservadores, porque é preciso ajustar a escrita aos caprichos da diplomacia e às suscetibilidades de cada governo. No entanto, os sumários técnicos e os relatórios não são negociados com os governos. E, o mais importante, os governos não mudam os dados nem as conclusões do painel – quem dá as cartas é a ciência.



O IPCC é alarmista?

Ao contrário: como reflete o consenso científico e os estudos mais aceitos da literatura, o IPCC tende a ser bastante conservador em seus relatórios, e mais conservador ainda em seus sumários para tomadores de decisão. Um exemplo clássico dessa cautela aconteceu em 2007, no AR4, com os dados sobre nível do mar: embora já houvesse estudos mostrando que o degelo da Antártida e da Groenlândia podia ser mais rápido do que o imaginado e que o mar poderia subir mais de 1 metro até o fim do século, o relatório ficou com uma estimativa mais baixa, 88 cm.

Quantos cientistas participam do IPCC?

O número varia a cada ciclo de avaliação. O AR6 teve 801 autores e revisores, sendo 21 brasileiros.

O que significa a linguagem estatística do IPCC?

Como trata de ciência e de cenários para o futuro, o IPCC não pode fazer previsões. Pode, no máximo, dizer qual é a probabilidade de um determinado fato, observação ou fenômeno. Em outras palavras, o painel precisa comunicar as incertezas inerentes a qualquer ciência. Para isso, lança mão de uma classificação estatística onde:

Virtualmente certo: 99% a 100% de probabilidade

Extremamente provável: 95% a 99% de probabilidade

Muito provável: 90% a 95% de probabilidade

Provável: 66% a 90% de probabilidade

Mais provável que improvável: mais de 50% de probabilidade

Tão provável quanto improvável: 33% a 66% de probabilidade

Improvável: menos de 33% de probabilidade

Muito improvável: menos de 10% de probabilidade

Extremamente improvável: menos de 5% de probabilidade

O painel também expressa intervalos de confiança no entendimento científico de uma questão. Pense na probabilidade de um mesmo resultado caso um evento se repita dez vezes, por exemplo. Assim:

Muito alta confiança: 9 em 10 chances

Alta confiança: 8 em 10 chances

Média confiança: 5 em 10 chances

Baixa confiança: 2 em 10 chances

Muito baixa confiança: 1 em 10 chance



CRÉDITOS E AVISO

Este documento é uma compilação adaptada de alguns dos principais resultados do SPM (Sumário para Tomadores de Decisão) do Grupo de Trabalho 1 do IPCC em seu Sexto Relatório de Avaliação. Ele tem o objetivo de facilitar o acesso em português aos destaques do SPM. Este resumo não é feito pelo IPCC, nem representa de forma alguma o painel. O SPM pode ser acessado em inglês em www.ipcc.ch

Texto: Claudio Angelo (Observatório do Clima) e José Antonio Marengo (Cemaden).

Fonte: IPCC AR6 WG1 Summary for Policymakers

Fonte das ilustrações: IPCC AR6 WG1