


Comunicando eventos extremos e mudanças climáticas

Um guia para jornalistas



Ben Clarke
University of Oxford

Friederike Otto
Imperial College London



world weather attribution

Os autores gostariam de agradecer a Wolfgang Blau and Rose Andreatta por seus comentários e sugestões de grande utilidade.

Tradução:

climainfo

Índice

Prefácio	4
Introdução	8
Estudos de atribuição de eventos extremos Uma visão geral	10
Estudos de atribuição Exemplos	14
Como informar sobre eventos extremos quando não há estudo de atribuição	18
Ondas de calor.	20
Inundações	22
Ciclones tropicais (furacões, tufões e ciclones)	25
Nevascas	27
Secas	29
Queimadas	32
Eventos extremos e mudança climática: lista de verificação em uma página	34

Prefácio

Giovana Girardi

Giovana Girardi é jornalista e trabalha desde 2001 com a cobertura das áreas de ciência e meio ambiente.



No início de 2020, um pouco antes de o mundo inteiro parar por causa da pandemia de COVID-19, São Paulo parou por um dia. Por um motivo que tem se tornado cada vez mais comum. O clima tinha ficado louco.

Era 10 de fevereiro, e por toda a noite anterior e madrugada daquela segunda-feira havia caído a maior quantidade de chuva para o mês de fevereiro desde 1983. O aguaceiro causou dezenas de alagamentos por toda a cidade e fez os dois principais rios da capital – o Tietê e o Pinheiros – transbordarem pelas vias marginais. A cidade ficou sem seus principais pontos de conexão, ônibus e metrô deixaram de circular. Simplesmente as pessoas não tinham como se locomover pela maior cidade do país.

Eu trabalhava como repórter de ambiente do jornal “O Estado de S. Paulo” naquela época. A gente ainda nem vislumbrava a ideia de fazer home office – que se tornaria tão imprescindível apenas um mês depois –, mas a barreira era física mesmo. A maior parte dos jornalistas não conseguiu chegar à redação naquele dia, e a chefia pediu para que alguns tentassem mesmo assim, ou não teríamos jornal no dia seguinte. Eu fui um deles.

Moro perto do Estadão, a cerca de 5 km de distância, mas preciso atravessar o Tietê para chegar lá. Naquele dia, o trajeto usual de 15 minutos de carro levou 2 horas e meia. E só foi possível com a ajuda de um trator – no caso, eu e mais um punhado de gente sendo carregados na pá da máquina em um dos trechos alagados.

A pergunta dos editores era inevitável. Já tinha sido feita em outros desastres naturais recentes e voltaria a ser repetida nos seguintes. Mas talvez por aquele ter tido um impacto tão dramático na cidade, havia uma angústia maior no tom da pergunta: aquele caos tinha sido causado pelas mudanças climáticas? Era como se dissessem: isso que a gente notícia de tempos em tempos e que nos parece um problema para o futuro realmente já está acontecendo?

A pergunta é pertinente. O ser humano tem uma urgência em tentar entender por que coisas muito diferentes do padrão acontecem – e se seria possível evitá-las. Mas a resposta não é simples.

Não é de hoje que São Paulo sofre com alagamentos, não só por motivos climáticos. Temporais de verão já causaram muito estrago na cidade e em outras partes da região Sudeste, em muitos dos casos por causa do mau planejamento urbano. A repetição de casos acaba dando a impressão de que se trata de algo normal.

Mas digamos que “normal” não seja uma palavra muito boa para descrever o momento que estamos vivendo. A temperatura já mais elevada do planeta, por causa da alta concentração de gases de efeito estufa na atmosfera – a maior em milhares de anos –, implica em uma maior quantidade de energia no sistema atmosférico, o que favorece a ocorrência de eventos climáticos extremos.

Como, então, reportar corretamente sobre o que está acontecendo? Nas primeiras vezes que fiz matérias tentando responder a uma pergunta do tipo, ainda nos anos 2000, aprendi com climatologistas que apontar o dedo para um evento extremo específico e dizer que ele ocorreu exatamente por causa das mudanças climáticas é difícil.

Antes de mais nada porque, sim, há uma variabilidade natural no clima que não pode ser descartada. Mas o que eles diziam naquela época é que a ciência já sabia que, num planeta mais quente, a chance de ocorrerem eventos extremos é cada vez maior. Que aquela chuvarada, por exemplo, seria um exemplo de algo que a gente poderia ver cada vez mais no futuro.

Relatórios do IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) de 2006/2007 e de 2013/2014 alertavam que a elevação da temperatura global deveria impactar não só a frequência, mas também a intensidade de eventos extremos.

Hoje a confiança para atribuir essa culpa aumentou. O 6º relatório do IPCC, publicado em 2021, foi bem categórico. Ele trouxe pela primeira vez estimativas do quanto esses eventos já estão mais intensos e frequentes com o aquecimento atual e como eles podem piorar em um planeta mais quente.

Chuvvas intensas que antes ocorriam uma vez a cada dez anos, por exemplo, já são 30% mais frequentes (ocorrem 1,3 vez a cada dez anos) e estão 6,7% mais intensas.

Eventos de calor extremo em terra que antes ocorriam 1 vez a cada 10 anos, em média, agora já triplicaram (ocorrem 2,8 vezes no mesmo período) e estão 1,2°C mais quentes. Ondas de calor que antes ocorriam 1 vez a cada 50 anos, agora ocorrem 4,8 vezes nesse período.

Os pesquisadores conseguem hoje fazer esses cálculos porque avançou nesse período a capacidade da ciência de atribuir quanto o aumento da temperatura do planeta torna mais frequentes e intensos os eventos extremos.

Este é o tema deste guia para jornalistas, que nos ajuda a navegar sobre essa ciência e a entender o que dá para ser dito, mas também o que não dá. Falar de um determinado evento enquanto ele está ocorrendo na hora ainda é difícil, mas quanto mais completas são as séries históricas e melhor entendemos as tendências, melhores são as atribuições.

Se, por um lado, esses trabalhos apontam que casos recentes de extremos de calor teriam sido extremamente improváveis de ocorrer sem a influência humana no clima – ou que eles foram x graus mais quentes do que seriam sem as mudanças climáticas –, em outros eventos, eles mostram que o cenário é bem mais complexo.

Inundações, por exemplo, são consequência de chuvas mais intensas e muito rápidas. Essa coisa de chover em 24 horas o equivalente ao que deveria chover num mês inteiro tem tudo a ver com um planeta mais quente e alterado. Mas também são resultado de outras ações humanas, como uma má gestão da infraestrutura, pavimentação sem permeabilidade, ausência de árvores, ocupação de mananciais.

Naquela segunda-feira de caos em São Paulo, antes mesmo de ouvirmos cientistas que pudessem opinar sobre a questão, quem primeiro fez a ligação com o aquecimento global foi o secretário de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo, Marcos Penido. “Mudança climática não é discurso de ambientalista. Está chovendo nessa década o que não choveu no século passado”, disse ele.

Foi uma reação que me surpreendeu. Bom ver um político reconhecendo o risco da mudança climática. Mas entender que o problema é o clima alterado não pode servir como desculpa para isentar políticos que se amparam na excepcionalidade do evento para dizer que não havia nada que eles pudessem fazer. É justamente porque o clima não é mais o mesmo que o planejamento de cidades, estados, países têm de mudar para levar em conta essas novas variáveis. Só assim poderemos evitar, ou ao menos mitigar, novas tragédias. Este guia nos ajuda a contar melhor essa história. Sem chutes, nem achismo. Com base no que a ciência diz sobre o assunto.

Introdução

Eventos climáticos extremos, tais como ondas de calor, chuvas fortes, tempestades e secas, estão se tornando mais frequentes e mais fortes em muitas partes do mundo, como resultado da mudança climática causada pelo homem. Entretanto, nem todos os eventos estão se tornando mais prováveis, e as mudanças são desiguais em todo o mundo. Esses eventos frequentemente têm impactos generalizados na sociedade, incluindo a perda de colheitas e terras agrícolas, destruição de propriedades, graves perturbações econômicas e perda de vidas humanas. Após um evento climático extremo com impactos severos, é gerado um grande interesse público em suas causas. **Cada vez mais, a pergunta dominante é: “Este evento foi causado pela mudança climática?”**

Este guia tem como objetivo ajudar os jornalistas a navegar nesta questão. Primeiro, ele introduz a ciência da “atribuição de eventos climáticos extremos” - o método de atribuir (ou não) o grau em que o evento climático foi influenciado pela mudança climática. Em segundo lugar, ele expõe as declarações que podem ser feitas de forma confiável sobre alguns dos tipos climáticos extremos de maior interesse público, mesmo quando nenhum estudo científico específico está sendo realizado. Isto se baseia no conhecimento atual do estado da arte usando estudos de eventos climáticos extremos recentes e o último relatório do IPCC. Mais abaixo, você encontrará uma lista de verificação fácil de ler para cada tipo de evento climático extremo.

Há três erros comuns cometidos por organizações jornalísticas ao cobrir eventos climáticos extremos: ignorar a mudança climática como causa do evento, atribuir o evento à mudança climática sem fornecer nenhuma evidência para essa alegação e atribuir um evento climático extremo à mudança climática como a única causa.

Isto acontece em parte porque a questão de saber se a mudança climática causou um evento, embora aparentemente razoável, é mal colocada. Por exemplo, se um fumante pesado desenvolver câncer de pulmão, não diríamos que os cigarros causaram o câncer - mas poderíamos dizer que os danos causados pelos cigarros o tornaram mais provável. Da mesma forma, a mudança climática não pode causar um evento (em um uso binário do termo “causa”) porque todos os eventos climáticos têm múltiplas causas, o que inclui o acaso devido à natureza caótica do clima do dia-a-dia. Mas a mudança climática pode afetar a probabilidade e a intensidade de um evento. E pode, portanto, afetar o impacto que um evento específico teve sobre as pessoas, a propriedade e a natureza. Jornalistas encarregados de atender ao interesse público após um desastre precisam saber como a mudança climática afetou o evento meteorológico individual. A atribuição de eventos climáticos extremos é uma forma pela qual os cientistas podem fornecer uma resposta.

Até recentemente, os cientistas evitavam em grande parte conectar qualquer evento

individual com a mudança climática, ao invés de apontar para a tendência e dizer que um evento climático poderia refletir o tipo de coisa que podemos esperar ver mais no futuro. Entretanto, a mudança do clima já está tendo uma profunda influência sobre o clima que estamos vivenciando, e já o faz há décadas. A ciência com o tempo tem sido proporcional a esse fato. Nos últimos anos, foram desenvolvidos métodos que permitem aos cientistas trabalhar a ligação entre a mudança climática global e um evento climático extremo individual, calculando quanto mais ou menos provável - e quanto mais ou menos intenso - um evento se tornou por causa do aquecimento global.

A resposta varia de evento para evento, com base em tipo de clima, local, época do ano e quão severo, difundido e longo é. Nem todos os eventos climáticos extremos se tornam mais comuns e piores devido às mudanças climáticas. Alguns podem ser diminuídos pelas mudanças climáticas, ou podem não ser muito alterados. Portanto, justifica-se que os jornalistas sejam cautelosos ao fazer uma conexão que pode não existir.

O objetivo deste guia é ajudar os jornalistas a relatar com precisão os eventos climáticos extremos no contexto de um planeta em aquecimento: como você pode informar melhor seu público sobre os efeitos da mudança climática nos eventos climáticos extremos que estamos vivenciando cada vez mais, sem exagerar ou subestimar essa ligação?

Estudos de atribuição de eventos extremos

Uma visão geral

A ideia de “atribuir” eventos meteorológicos individuais veio de um cientista climático cuja casa estava em vias de ser inundada. Ao ver as águas subirem, ele começou a contemplar a questão da responsabilidade - **quem era o culpado** pelos impactos em escala local das mudanças climáticas em escala global? É possível fazer esta conexão de uma forma científica rigorosa?

Estudos de atribuição de eventos calculam se, e em que grau, um evento extremo específico foi tornado mais (ou menos) provável e/ou intenso devido à mudança climática.

O **primeiro estudo de atribuição de eventos extremos** foi publicado em 2004, relativo a uma onda de calor no ano anterior. O verão de 2003 foi excepcionalmente quente na Europa ocidental, uma onda de calor prolongada sem precedentes, na qual **70.000 pessoas morreram**. Após esta catástrofe em toda a região, os pesquisadores usaram modelos climáticos para determinar o papel desempenhado pela mudança climática. Eles tomaram as seguintes medidas:

- **Primeiro**, eles simularam o clima moderno - aquecido pelas atividades humanas - milhares de vezes. Em termos simples, isto significa fazer simulações de modelos climáticos repetidas vezes com as mesmas condições, produzindo essencialmente

milhares de anos de tempo no clima atual. Isto é útil para estudar o clima extremo, que é raro por definição. Dentro destas simulações, elas contaram o número de vezes que uma onda de calor tão extrema como o evento de 2003 ocorreu. Eles descobriram que foi uma ocorrência muito rara, mesmo em um mundo aquecido.

- **Em segundo lugar**, eles simularam como o clima seria sem nenhuma emissão feita pelos seres humanos, incluindo gases de efeito estufa e aerossóis, removendo efetivamente da equação a mudança climática causada pelo homem. Como é possível determinar claramente quanto gás de efeito estufa está na atmosfera devido à queima de combustíveis fósseis, portanto, a tarefa neste caso era relativamente simples. Então, eles contaram o número de vezes que uma onda de calor tão extrema ocorreu. Foi muito mais raro que a modelagem anterior. Na verdade, tão raro que o evento teria sido quase impossível sem a influência humana.
- **Finalmente**, eles compararam os números com e sem o aquecimento global e concluíram que o efeito da mudança climática causada pelo homem tinha tornado eventos como o verão europeu duas vezes mais prováveis, no mínimo, e provavelmente muito mais prováveis. **Figura 1**

Desde 2004, estudos de atribuição têm sido realizados para diferentes eventos meteorológicos em todo o mundo por pesquisadores de muitos países diferentes - embora o pêndulo, tanto dos estudos, quanto dos pesquisadores, esteja **fortemente inclinado para o norte global**. No entanto, existe agora um método bem estabelecido que evoluiu para além das três etapas descritas acima, documentadas **aqui**, para atribuir muitos tipos de eventos meteorológicos extremos.

Em uma primeira etapa, os cientistas definem o evento extremo. Isto não é trivial, porque o mesmo evento - por exemplo, uma onda de

calor sobre o Reino Unido - pode ser descrito de várias maneiras, como três dias acima de 30°C em Londres, ou dez dias acima de 25°C em toda a Inglaterra e País de Gales. Esta escolha afeta os resultados do estudo de atribuição. A abordagem moderna é utilizar várias definições e calcular os resultados para cada uma delas. Isto dá aos cientistas uma ideia de como a definição do evento afeta os resultados e lhes permite adaptar o estudo a um aspecto do evento que está mais ligado aos impactos. No caso acima, a onda de calor específica de Londres pode ter sido mais impactante apesar de ter sido sobre uma área menor, porque foi muito mais severa na cidade.

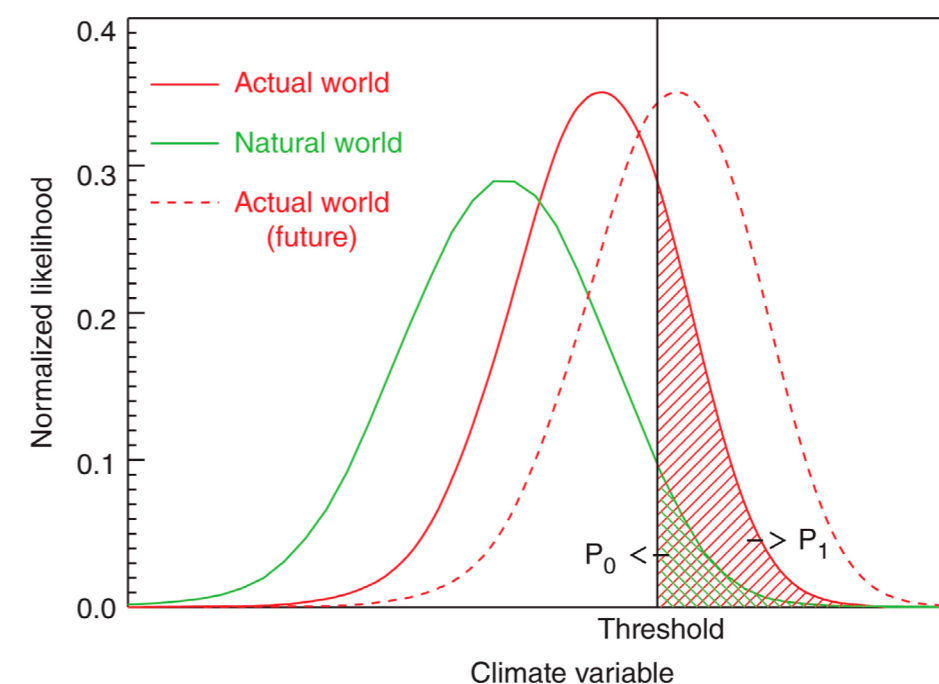


Figura 1 | Atribuição de eventos extremos na prática (Stott et al., 2016). As duas curvas representam uma variável climática, como a temperatura diária. As temperaturas médias são as mais prováveis (o pico da curva), enquanto as temperaturas extremas (quentes e frias, nas bordas) são as menos prováveis. A curva verde representa a probabilidade dessas temperaturas no mundo pré-industrial que não foi aquecido pela influência humana, o vermelho é o mundo moderno. A linha limite é o que selecionamos quando ocorre um evento extremo (neste exemplo, um dia muito quente). Então, o tamanho relativo das áreas sombreadas mostra o quanto é mais provável que um evento se tenha tornado no mundo moderno. A linha tracejada mostra como o clima pode mudar novamente no futuro - neste caso, sugerindo que o dia muito quente no clima atual pode se tornar um dia relativamente fresco no clima futuro

A análise da atribuição atual consiste agora em três métodos separados, mas relacionados. Os passos listados acima descrevem uma parte da metodologia moderna: simular e comparar os climas moderno e pré-industrial com modelos climáticos. Muitos modelos climáticos diferentes são usados para garantir isso. A segunda parte utiliza um método que incorpora observações de dados climáticos do presente e do passado para ver como a probabilidade de eventos similares mudou. A parte final usa modelos climáticos da mesma forma que as observações. Em vez de simular o mundo com e sem a influência humana, ele simula o clima desde uma data histórica - digamos 1900 - até os dias modernos, com o aumento gradativo das emissões humanas. Isto permite aos cientistas detectar tendências extremas, bem como calcular uma mudança geral de probabilidade. Usar vários métodos de atribuição, assim como diferentes modelos climáticos, para avaliar a influência da mudança climática **umenta a confiabilidade dos resultados**.

Os resultados desses estudos permitem aos cientistas fazer declarações sobre eventos meteorológicos sob a forma de: “Este evento foi feito pelo menos duas vezes mais provável pela mudança climática causada pelo homem”, ou, “Esta onda de calor foi feita 3 graus mais quente do que teria sido em um mundo sem aquecimento global”. Podemos também ser capazes de dizer que um evento seria efetivamente impossível sem a mudança climática, pois tal evento não tem precedente histórico e não é simulado em modelos sem a mudança climática.

Um banco de dados com os resultados dos estudos de atribuição que foram realizados em eventos extremos no mundo inteiro - mais de 400 até o momento - é **publicado no Carbon Brief**. Desde 2014, uma iniciativa liderada por uma colaboração pan-europeia de cientistas de atribuição, a **World Weather Attribution**, tem realizado uma série de estudos rápidos de atribuição. Eles visam produzir um resultado sobre o papel da mudança climática o mais rápido possível - em alguns casos, mesmo quando o evento ainda está se desenrolando. Devido ao curto prazo envolvido neste trabalho, eles publicam os resultados antes da revisão por pares, mas usando métodos que passaram por revisão de pares.

Mais recentemente, os estudos de atribuição têm tido a adesão de uma variedade de usuários. Por exemplo, como prova em casos de litígio climático marcantes, como **Juliana vs Estados Unidos**, **Pabai Pabai e Guy Paul Kabai vs Commonwealth da Austrália**, e **Lluyia vs RWE**, e uma ação contra Jair Bolsonaro no **Tribunal Penal Internacional**. A utilização eficaz da atribuição em casos judiciais é uma área de **pesquisa** em rápido desenvolvimento. Além disso, a pesquisa de atribuição como uma ferramenta de comunicação sobre a mudança climática “se mostra promissora [...] por causa de sua capacidade de conectar informações científicas novas, que chamam a atenção e específicas sobre eventos com experiências pessoais e observações de eventos extremos”.

Estudos de atribuição

Exemplos

Inundações em Bangladesh

Agosto de 2017

- **Evento:** Em agosto de 2017, Bangladesh passou por fortes chuvas, com mais fluxos de água do rio acima na Índia unindo-se às grandes bacias hidrográficas. A bacia do rio Brahmaputra coletou a maior parte desta água e rebentou suas margens, causando níveis de inundação recorde e inundações generalizadas, particularmente no norte do país. As enchentes afetaram as casas e a subsistência de quase sete milhões de pessoas.

- **Ligação com a mudança climática:** O estudo de atribuição realizado para este evento não foi capaz de concluir se as chuvas extremas tinham se tornado mais intensas devido à mudança climática. Isto se deve em parte ao fato de os registros pluviométricos serem poucos, e em parte porque os aerossóis de sulfato no sul da Ásia causam um efeito de resfriamento local, compensando assim parcialmente o aquecimento global. No entanto, no futuro, a 2°C do aquecimento global, eventos pluviométricos extremos como este se tornarão cerca de 70% mais prováveis.

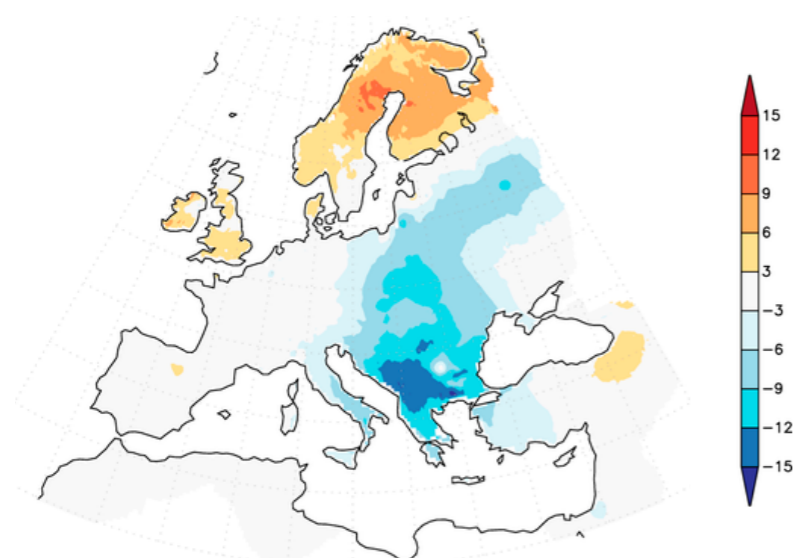


Figure 2 | Desvio da temperatura média diária normal, durante cinco dias, de 7 a 11 de janeiro de 2017, na Europa. Fonte: [World Weather Attribution](#) (acessado em 27/10/2021)

Extremo frio no sudeste da Europa

Janeiro de 2017 | Figura 2

- **Evento:** Em janeiro de 2017, um sistema de alta pressão trouxe temperaturas extremamente frias e neve para a Itália, os Balcãs e a Turquia. As áreas afetadas variaram de 5-12°C abaixo da média daquela época do ano, e as condições extremas causaram o fechamento de escolas, acidentes rodoviários e voos cancelados.
- **Ligação com a mudança climática:** Tal evento não foi totalmente sem precedentes, ocorrendo aproximadamente uma vez a cada 35 anos. As temperaturas na região são muito variáveis, portanto não foi possível se colocar um número sobre o efeito do aquecimento global. No entanto, é inequívoco que um evento de frio como este teria sido mais frio antes da mudança climática causada pelo homem.

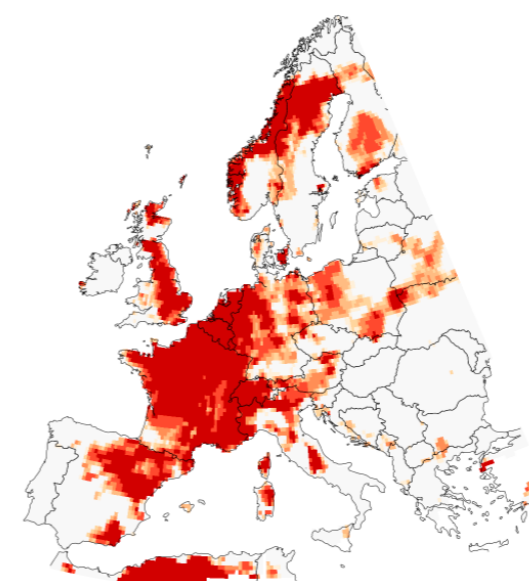


Figure 3 | Classificação das temperaturas máximas anuais observadas na Europa em 2019, em comparação com 1950 -2018. Fonte: [World Weather Attribution](#) (acessado em 27/10/2021)

Onda de calor na Europa Ocidental

Julho 2019 | Figura 3

- **Evento:** No final de julho de 2019, as temperaturas subiram em toda a Europa Ocidental e Escandinávia por 3-4 dias, quebrando recordes anteriores do verão de 2003. Na Holanda e na Bélgica, as temperaturas chegaram a 40°C pela primeira vez.
- **Ligação com a mudança climática:** Na França e na Holanda, um evento pelo menos tão quente quanto esta onda de calor tornou-se cerca de 100 vezes mais provável devido à mudança climática. Na Alemanha e no Reino Unido, a probabilidade foi cerca de 10 vezes maior. Em todas as regiões afetadas, o calor experimentado foi cerca de 1,5-3°C mais quente do que teria sido.

Seca na Cidade do Cabo

2015-2017 | Figura 4

- Evento:** De 2015 a 2017, a província do Cabo Ocidental da África do Sul teve chuvas abaixo da média por cada ano consecutivo. Os estoques de reservatórios em toda a região ficaram severamente esgotados. A Cidade do Cabo, dependente da água desses reservatórios, chegou ao “Dia Zero”, quando as tubulações da cidade teriam secado. O sistema de gerenciamento de água composto por 14 represas e dutos foi projetado para mitigar as secas de 1 em 50 anos. Entretanto, a gestão da água na região está atolada em acusações de **favorecimento político e corrupção**.
- Ligação com a mudança climática:** Embora um evento como este continue sendo raro no clima atual - aproximadamente uma vez em 100 anos - a probabilidade aumentou três vezes com a mudança climática.

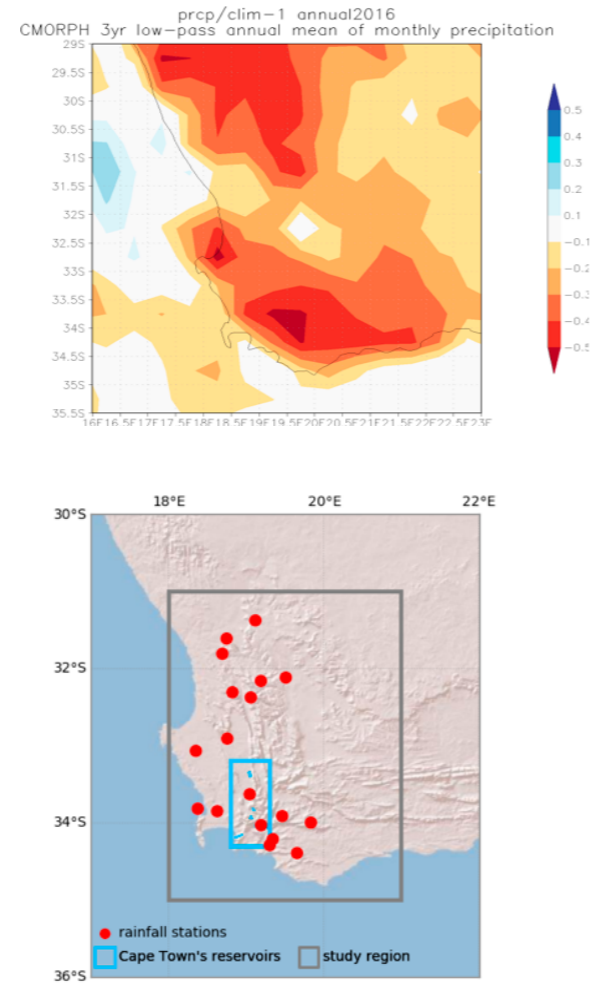


Figure 4 | (Esquerda) Anomalias de precipitação em 2015–2017 nessa região em comparação com 1998–2014. (Direita) A região estudada (quadro cinza) e a localização dos reservatórios (quadro azul). Fonte [World Weather Attribution](#) acessado em 03/11/2021)

Como informar sobre eventos extremos quando não há estudo de atribuição

Por que pode não haver um estudo de atribuição?

Embora mais de 400 eventos climáticos extremos tenham sido estudados por atribuição desde que o primeiro estudo foi publicado em 2004, isto cobre apenas uma pequena fração do número total de eventos extremos que causaram impactos na sociedade desde então.

Mesmo os estudos rápidos de atribuição exigem a atenção de vários pesquisadores trabalhando em tempo integral durante vários dias, no mínimo - atualmente não é possível fazer isso para cada grande evento meteorológico. O serviço do World Weather Attribution, por exemplo, ainda é executado de forma inteiramente voluntária.

Quais eventos serão estudados também é uma questão limitada pelo tipo de evento. Alguns eventos climáticos têm uma relação mais complicada com o aquecimento global do que outros. As ondas de calor são o caso mais simples. Se houver mais calor na atmosfera, o tempo quente é mais provável. A precipitação também é relativamente simples, já que mais umidade tende a existir em áreas mais quentes. Estes eventos são, portanto, estudados com mais frequência.

Entretanto, secas, tempestades de neve, tempestades tropicais e incêndios florestais são mais complicados. Por exemplo, as secas frequentemente ocorrem devido a combinações variadas de baixa pluviosidade, altas temperaturas e interações entre a atmosfera e a superfície da terra. Elas também se estendem por períodos de tempo mais longos. Isto apresenta vários desafios. A fim de estudar estes eventos de forma eficaz, as observações do tempo passado devem ser consistentes e de alta qualidade, e os modelos climáticos devem ser capazes de simular estes fenômenos mais complexos.

O que podemos dizer afinal?

Ainda é possível relatar as ligações entre os eventos climáticos e a mudança climática, mesmo na ausência de um estudo de atribuição. Isto vem de duas linhas de evidência. Primeiro, porque o campo de atribuição está se aproximando dos 20 anos de idade: para muitos eventos novos já existem estudos de atribuição de eventos similares anteriores. Estes podem sugerir a influência da mudança climática sobre os novos eventos. Segundo, há uma compreensão teórica relativamente profunda dos importantes processos em muitas regiões, e o Grupo de Trabalho 1 do [Sexto Relatório de Avaliação do IPCC](#), publicado em 2021, fornece uma visão geral das mudanças que já estamos vendo no clima.

O lembrete deste guia é a importância de se estabelecer o que a ciência climática nos permite dizer - e o que ela não nos permite dizer - sobre a ligação entre eventos extremos e a mudança climática quando não há estudo de atribuição.

Em alguns casos, o quadro é claro e é possível fazer declarações rapidamente e com alta confiança para qualquer região em todo o mundo. Em outros, o nível de confiança é menor para se fazer certas declarações em certas partes do mundo, ou para certos aspectos de um evento extremo. Esta nuance é importante para se fornecer informações precisas ao público.

Desastres são mais do que condições climáticas extremas

Ao relatar eventos climáticos extremos é importante destacar que, independentemente da mudança climática, os riscos naturais, tais como enchentes, secas e ondas de calor, tornam-se desastres como resultado da vulnerabilidade da sociedade. Quem e o que está em perigo determina se os eventos de tempo se tornam um desastre. E na maioria das vezes é o status social e econômico das pessoas que determina a natureza dos impactos diferenciais e desproporcionais. Além disso, muitos riscos naturais não são apenas causados pela natureza, mas foram tornados mais prováveis e mais intensos pela mudança climática.

Ondas de calor

Cada onda de calor no mundo é agora mais forte e mais provável de acontecer por causa da mudança climática.

O aquecimento global é calculado como uma média em todo o mundo, o que não é o que as pessoas experimentam. À medida que a temperatura média aumenta, a faixa de temperaturas possíveis em qualquer lugar em um determinado momento também muda. Isto significa que, em cada local, os dias ligeiramente quentes se tornam ligeiramente mais prováveis, e os dias ligeiramente mais frios ligeiramente menos prováveis. As temperaturas que antes se constituíam “extremas” são agora apenas incomuns. E temperaturas que antes eram praticamente impossíveis são a nova definição de extremas. É crucial que a mudança de probabilidade aconteça mais rapidamente para as temperaturas mais extremas. Isto é claro ao se observar a Figura 1 (acima), na qual a chance de uma determinada temperatura perto do meio das curvas sobe ligeiramente, mas aquelas na “cauda” da distribuição têm uma chance várias vezes maior de ocorrer em um mundo mais quente. Um aumento de 1°C na temperatura global torna, portanto, as ondas de calor mais quentes do que 1°C.

O [relatório do IPCC](#) de 2021 é inequívoco ao afirmar que o calor médio e extremo está aumentando em todos os continentes e que isso se deve à mudança climática:

- Uma onda de calor que teria ocorrido **uma vez em dez anos** no clima Pré-industrial

ocorrerá agora 2,8 vezes em dez anos e será 1,2°C mais quente. A 2°C de aquecimento global, ocorrerá 5,6 vezes e será 2,6°C mais quente.

- Uma onda de calor que teria ocorrido **uma vez em 50 anos** no clima Pré-industrial agora ocorrerá 4,8 vezes em 50 anos e será 1,2°C mais quente. A 2°C de aquecimento global, ocorrerá 13,9 vezes e será 2,7°C mais quente.

Estes são números médios globais para ondas de calor moderadas. Mas as ondas de calor extremas em um local específico podem ser até várias centenas de vezes mais prováveis por causa da mudança climática. Isto é visto em estudos de atribuição para eventos individuais. A onda de calor recorde de 2021 no oeste do Canadá e nos EUA **teria sido praticamente impossível** sem a mudança climática, assim como a **onda de calor siberiana de 2020**. Em 2015, os eventos mortalmente quentes e úmidos no norte da Índia e no Paquistão **augmentaram drasticamente, cada um deles, em função das mudanças climáticas**. Outros estudos mostraram resultados semelhantes na **China**, na **Argentina**, em todas as partes da **Europa** e da **América do Norte**, nos **Norte** e **Centro da África**, na **Australásia** e no **Sudeste Asiático**. Os exemplos relacionados são apenas um subconjunto da literatura completa. A

atribuição tem mostrado consistentemente que as tendências de calor se manifestam de fato como ondas de calor

Limitações e pontos de atenção

A conexão entre o aquecimento global e ondas de calor mais intensas e frequentes é incrivelmente forte em todas as partes do mundo; há pouca necessidade de cautela ao se fazer uma declaração como esta. Isto se aplica às destrutivas ondas de calor de larga escala declaradas pelos serviços meteorológicos nacionais, bem como aos dias quentes em escala local. Esses pontos de atenção estão listados abaixo:

- **“Causas” da onda de calor** - As ondas de calor se formam devido ao comportamento da atmosfera. Por exemplo, enormes meandros dos fluxos de jatos, conhecidos como **ondas planetárias**, podem levar a um calor extremo persistente - exemplos notáveis incluem a Europa em 2003 e a Rússia em 2010, nas quais 70.000 e 55.000 pessoas morreram, respectivamente. O calor excepcional na Sibéria no inverno e na primavera de 2020 foi causado em parte por diferentes dinâmicas atmosféricas perto do Polo Norte - um fluxo de jatos muito forte criou céus nublados (e, portanto, um clima mais ameno) e puxou o ar mais quente para o norte. O debate continua sobre até que ponto a mudança climática está afetando essas ondas planetárias e os efeitos “dinâmicos”. Alguns estudos mostram efeitos, e estes tendem a ser amplamente divulgados, mas outros não. O juízo sobre isso ainda está sendo formado. As dinâmicas atmosféricas podem tornar as ondas de calor ligeiramente mais ou menos prováveis, ou mais ou menos severas no futuro. Entretanto, qualquer efeito deste tipo é atualmente muito menor do que o

efeito direto do aquecimento global sobre ondas de calor extremas.

- **Relatórios contraditórios de atribuição de ondas de calor?** - Em geral, ondas de calor sobre toda uma região ou grande nação, como a Europa Ocidental ou o Brasil, ou durante um longo período de tempo, como todo um verão, por exemplo, têm uma conexão direta mais forte com o aquecimento global. Por exemplo, uma onda de calor durante um verão na Europa Ocidental provavelmente terá um efeito de aquecimento global maior do que uma onda de calor de três dias na Inglaterra. No passado, isto deu origem a **reportagens aparentemente contraditórias na mídia**, quando vários estudos definiam um evento de forma diferente. Outro exemplo, em 2018, a onda de calor sobre o Reino Unido foi relatada como “pelo menos duas vezes mais provável” e “trinta vezes mais provável” - a primeira foi uma onda de calor de três dias em Oxford, a segunda foi a temperatura média durante todo o verão em todo o sudeste da Inglaterra. Independentemente disso, os jornalistas podem ficar confiantes ao atribuir qualquer calor extremo à mudança climática.
- **Ser excessivamente cauteloso** - Há o perigo de se ser jornalisticamente impreciso ao adotar muita cautela ao associar mudança climática e ondas de calor. Cada vez mais, as ondas de calor estão batendo recordes, o que é uma consequência direta de um mundo que aquece rapidamente. Também se tornou mais provável que haja ondas de calor em muitas partes do mundo ao mesmo tempo, o que pode ter impactos muito maiores sobre as pessoas, a agricultura e os sistemas alimentares do que um evento isolado. Pesquisas mostram que estes “eventos compostos” eram **praticamente impossíveis** sem a mudança climática.

Inundações

As chuvas extremas são mais comuns e mais intensas devido à mudança climática na maior parte do mundo, especificamente na Europa, na maior parte da Ásia, na América do Norte central e oriental, e em partes da América do Sul, África e Austrália. Em outros lugares, ainda não é possível se ter confiança sobre a causa dessas mudanças. As enchentes provavelmente se tornaram mais frequentes e severas nesses locais como resultado delas, embora também sejam afetadas por outros fatores humanos.

Há duas maneiras pelas quais a mudança climática pode afetar as fortes chuvas. Primeiro, uma atmosfera mais quente “retém” mais umidade. Isto porque as moléculas de água se movem mais rapidamente quando mais quentes e, portanto, são mais propensas a estar em uma fase gasosa - como vapor no ar - do que em uma fase líquida. Os cientistas descrevem isto simplesmente usando a relação “Clausius-Clapeyron”, que nos diz que no ar mais quente de 1°C há 7% mais umidade - assim, há mais chuvas em uma determinada precipitação. Isto explica principalmente porque a mudança climática causou um aumento global de chuvas extremas.

Em segundo lugar, a mudança climática afeta quantas vezes vemos as condições em que ocorrem chuvas fortes, tais como tempestades e explosões repentinas, que por sua vez emergem de fenômenos meteorológicos complexos e certos padrões de circulação

atmosférica. Isto é mais desafiador de se simular em modelos climáticos, portanto, os estudos de atribuição asseguram que os modelos que eles usam possam refletir com precisão estas condições climáticas. Este aspecto pode ser relativamente menos importante, de qualquer forma: um estudo de atribuição no norte da Europa descobriu que a influência humana, até há pouco tempo, tem tido pouco efeito sobre a circulação atmosférica que causou um evento pluviométrico severo.

As inundações são a forma mais frequente de desastres associados a condições climáticas extremas (embora as inundações não sejam necessariamente as mais frequentes; outros eventos extremos, como as ondas de calor, no entanto, nem sempre são relatados, particularmente no sul global). Há muitos tipos de inundações, incluindo inundações fluviais, subterrâneas, costeiras e repentinas. Todas

as cheias, exceto as costeiras, são causadas em certa medida por chuvas fortes, nas quais a mudança climática desempenha um papel significativo. Portanto, abordamos brevemente as inundações costeiras na seção “Limitações”, mas de outra forma nos referimos aqui às inundações causadas por chuvas.

Desde os anos 50, fortes chuvas se tornaram mais frequentes e intensas em quase todas as partes do mundo, o que hoje é conhecido principalmente por causa da mudança climática. Em nenhum lugar, esta probabilidade diminuiu fortemente. Globalmente, os relatórios do IPCC afirmam que, em um determinado lugar, o que uma vez foi um evento pluviométrico ocorrido de um em dez anos, atualmente ocorre 1,3 vezes a cada dez anos, sendo ainda 6,7% mais úmido. A 2°C de aquecimento global, isto será 1,7 vezes a cada dez anos e 14% mais úmido.

Estudos de atribuição mostram resultados mais fortes em algumas áreas, mas mudanças mais fracas em outras. Por exemplo, a tempestade Desmond levou a graves inundações no norte da Inglaterra e no sul da Escócia em 2015. O total de chuvas desta tempestade tornou-se cerca de 59% mais provável devido às mudanças climáticas. Em contraste, os gases de efeito estufa tiveram uma influência muito pequena (se é que tiveram alguma) sobre as inundações devastadoras observadas em Bangladesh em 2017.

Em geral, a partir de uma combinação de tendências e atribuições, há confiança no aumento das inundações causadas por chuvas pela mudança climática na Europa, na maior parte da Ásia, na América do Norte Central e Oriental, no norte da Austrália, no nordeste da América do Sul e no sul da África. Enquanto isso, as mudanças são incertas em partes mais amplas da África, Australásia e Américas do Sul e Central, onde não é possível se fazer uma declaração com confiança.

Limitações e pontos de atenção

- Incerteza em algumas áreas** - Qualquer declaração feita sobre mudanças climáticas e chuvas fortes é menos certa do que para o calor, variando em todo o mundo. Isto se deve a várias razões: a chuva emerge de fenômenos complexos que muitas vezes são difíceis de simular nos modelos climáticos, e as observações de chuva são muitas vezes historicamente esporádicas e menos consistentes em todo o mundo, o que torna mais desafiador se observar tendências. Em termos práticos, isto significa que temos mais certeza ao atribuir eventos individuais de chuva às mudanças climáticas nas regiões onde há tendências mais confiáveis, reconhecendo que há grandes incertezas envolvidas em outras regiões. As exceções são a Europa do Norte e a parte central da América do Norte, onde há maior confiança de atribuição, com incertezas científicas comparativamente pequenas.
- Precipitação não é igual a enchentes** - Estamos falando aqui sobre chuvas fortes. Para que elas se tornem inundações, outros fatores são relevantes, podendo incluir outras questões relacionadas ao comportamento humano, como a forma como a terra é utilizada (por exemplo, agricultura, desmatamento, urbanização), e a qualidade da gestão da água e das defesas contra enchentes. Por exemplo, chuvas moderadas poderiam causar inundações severas apenas em uma cidade com drenagem muito pobre e uma alta densidade populacional. Em todos os casos de inundações, fatores relacionados à vulnerabilidade e à exposição das pessoas também são altamente relevantes.

- **Inundações costeiras** - São provocadas por ventos fortes e marés altas e, portanto, dois fatores-chave: a força das tempestades e o nível do mar. Os aumentos provocados pelo vento nas enchentes costeiras mostram pouca tendência. Entretanto, há uma contribuição cada vez maior da mudança climática para as inundações costeiras por meio da elevação do nível do mar: cada uma das inundações costeiras é maior do que seria sem elas. Este efeito, por si só, fará com que as inundações costeiras ocorram uma vez por ano em **muitas localidades até 2100**, com mais localidades afetadas sob cenários de altas emissões.
- **Inundações compostas** - Uma combinação de chuvas fortes e tempestades intensas pode ter impactos catastróficos nas cidades e comunidades costeiras. Sabe-se que a mudança climática aumentou as chances desses eventos de duplo choque em cidades e locais da **América do Norte** no **norte da Europa**, e provavelmente em outros lugares.

Ciclones tropicais (furacões, tufões e ciclones)

O número total de ciclones tropicais por ano globalmente não mudou, mas a mudança climática aumentou a ocorrência das tempestades mais intensas e destrutivas. As chuvas extremas dos ciclones tropicais aumentaram substancialmente, de acordo com as chuvas de outras fontes. Os extremos de tempestades são maiores devido à elevação do nível do mar provocada pela mudança climática.

A mudança climática afeta os ciclones tropicais de três maneiras principais. Primeiro, o aumento da precipitação: os ciclones tropicais são os eventos pluviométricos mais extremos do planeta. Portanto, assim como em todos os eventos pluviométricos extremos, já que a atmosfera é mais quente, mais umidade para cair como chuva está presente neles. Isto funciona em uma base percentual e - como os totais de chuvas já são tão extremos para estes eventos - os maiores aumentos absolutos nas quantidades de chuva são observados nos ciclones tropicais.

Em segundo lugar, mais calor nos oceanos. A água quente dos oceanos aciona ciclones tropicais, dando-lhes seu combustível. A mudança climática, portanto, cria as condições nas quais tempestades mais poderosas podem se formar, se intensificar rapidamente e persistir para chegar à terra, carregando mais água. A quantidade de chuva produzida pelo furacão Harvey no Texas teria **ido**

praticamente impossível sem a influência da água quente dos oceanos no Golfo do México. Isto também significa que os ciclones tropicais agora ocorrem mais ao norte e ao sul, onde a temperatura da superfície do mar não era suficientemente alta para gerar ciclones antes que a mudança climática aquecesse os oceanos. Os cientistas não veem nem esperam mais ciclones tropicais em geral, mas esperam ver ciclones mais poderosos, mais ciclones tropicais em lugares onde nunca se viu antes.

Terceiro, a elevação do nível do mar. O aumento de tempestades é um componente importante dos danos causados pelos ciclones tropicais que, como visto na seção “Inundações”, é intensificado pela mudança climática.

Os registros passados de ciclones tropicais são bastante limitados, tornando difícil a tarefa de claramente identificar tendências. Entretanto, atualmente é claro que em todas as partes do mundo em que ocorrem, os grandes ciclones

tropicais (categorias 3-5 na escala Saffir-Simpson) **tornaram-se mais frequentes**, apesar do número absoluto de ciclones tropicais não ter mudado. Estas tempestades causam a esmagadora maioria dos danos entre todas as tempestades tropicais.

Atualmente existem declarações de atribuição para eventos em algumas das principais bacias de formação de ciclones tropicais, mostrando como os eventos individuais estão mudando. No Atlântico Norte, a precipitação total dos furacões **Katrina, Irma, Maria, Harvey, Dorian e Florence** foi intensificada (em 4%, 6%, 9%, 15%, 7,5%, e 5%, respectivamente) pela mudança climática. Coletivamente, estas tempestades causaram mais de US\$ 500 bilhões em prejuízos. Enquanto isso, no Pacífico Norte, a **precipitação do tufão Morakot** aumentou de 2,5-3,6%, e as recentes estações extremas de ciclones ao redor do Havaí, no Pacífico Oriental e no mar Arábico foram tornadas mais prováveis pelas mudanças climáticas.

Além disso, ocorrências individuais de tempestades são atribuídas à mudança climática. Por exemplo, a **área inundada pelo Furacão Sandy** foi ampliada pela mudança climática, afetando mais 71.000 casas e causando um adicional de US\$ 8,1 bilhões em prejuízos. E a devastadora **onda de tempestades do tufão Haiyan** foi aumentada em cerca de 20% em comparação a um evento similar sem mudança climática.

Limitações e pontos de atenção

- **Nenhuma tendência em frequência** - Embora a mudança climática esteja aumentando a atividade global dos ciclones tropicais, com tempestades mais intensas ocorrendo com mais frequência, o número total de ciclones não está aumentando.

- **Não é possível atribuir intensidade a um único ciclone** - O foco dos estudos de atribuição de ciclones tropicais é na amplificação das chuvas e no aumento da tempestade. Embora tenha havido um amplo aumento das tempestades mais intensas ao longo do tempo, ainda não podemos dizer se uma tempestade individual foi intensificada globalmente pela mudança climática, já que apenas um único estudo para esse efeito, utilizando um único modelo, foi realizado. Entretanto, há evidências crescentes de que os oceanos mais quentes causam uma intensificação que não teria ocorrido sem a mudança climática.
- **Intensificação rápida** - A mudança climática está causando um aumento no número de ciclones que se intensificam rapidamente devido à presença de águas oceânicas extremamente quentes. Um ciclone que se intensifica rapidamente é potencialmente muito mais perigoso do que um ciclone que o faz de forma mais gradual, pois permite menos avisos para preparativos de emergência, especialmente se se intensificar imediatamente antes da preparação em terra. Os furacões Michael e Harvey são exemplos de ciclones recentes de rápida intensificação.
- **Migração dos polos de tempestades** - Como as águas do oceano esquentam, é razoável especular que as tempestades se afastarão ainda mais do equador. Até agora, só podemos atribuir um deslocamento para o norte em ciclones no oeste do Pacífico Norte, atingindo o leste e o sudeste da Ásia, como consequência direta do aquecimento global. Como resultado, eles podem atingir locais relativamente despreparados sem uma razão histórica para se esperar tal evento.

Nevascas

Cada caso de frio extremo em todo o mundo diminuiu em probabilidade e intensidade devido à mudança climática. Não está claro como as fortes nevascas mudaram na maioria dos lugares, mas pode ter aumentado de intensidade em partes do Leste e do Norte da Ásia, na América do Norte e na Groenlândia.

O aumento dramático do calor em toda a superfície terrestre do planeta significa que mais precipitação tem ocorrido, mas a maior parte deste aumento é sob a forma de chuva e não de neve. Podem existir exceções a esta regra em partes da América do Norte, nos Norte e Leste Asiático e na Groenlândia. Estas exceções podem existir porque, onde permanece frio o suficiente para nevar, calor acrescentado resulta em mais umidade na atmosfera que pode cair como neve. Nesses lugares, a queda de neve ocorre em um período mais curto do ano e com menor frequência, mas às vezes com maior intensidade.

Há pouca confiança em como a queda de neve pesada mudou até agora por causa das mudanças climáticas. Isto é resultado de registros de observação esparsa de queda de neve pesada em muitos locais e porque estes eventos são difíceis de simular nos modelos climáticos.

Estudos de atribuição foram realizados apenas para alguns poucos eventos recentes de forte nevasca, os quais encontraram evidências de

não haver ligação com a mudança climática ou não foram capazes de declarar qualquer conclusão com confiança. Por exemplo, a mudança climática **pode ter diminuído a chance de queda de neve** no início do outono no Dakota do Sul, como ocorreu em 2013, mas isto não pode ser afirmado com confiança. Naquele mesmo ano, nos Pirineus espanhóis em 2013, o acúmulo de neve extremamente pesada foi **devido puramente à variabilidade natural** e não a qualquer influência da mudança climática. E, em 2016, a mudança climática **não afetou** a tempestade de neve de inverno Jonas, que atingiu o leste dos Estados Unidos em meados do Atlântico.

Entretanto, em áreas de alta latitude do Hemisfério Norte, como partes do leste e norte da Ásia, partes da América do Norte e da Groenlândia, **a forte nevasca pode ter se tornado mais severa** devido à mudança climática desde os anos 50. Na América do Norte, isto é provavelmente verdade para áreas de alta elevação durante o inverno, mas menos em outras épocas do ano e em áreas de baixa altitude.

Limitações e pontos de atenção

- **Os vórtices polares** - Há dois vórtices polares no inverno, um na troposfera - o jato - e outro na estratosfera - o vórtice polar estratosférico (SPV). Quando estes vórtices enfraquecem, eles estão ligados ao clima extremo do inverno em toda a Eurásia e América do Norte: um fluxo de jato mais fraco tende a meandros (padrões ondulatórios), que podem puxar ar frio do Ártico, enquanto um SPV fraco é propenso ao chamado colapso do vórtice em um evento de “aquecimento estratosférico súbito”, o que faz com que o ar extremamente frio se espalhe para regiões mais ao sul. Isto está ligado à mudança climática porque cada vórtice é uma consequência das diferenças de temperatura entre o Ártico e áreas mais ao sul. Como o Ártico está aquecendo mais rapidamente do que a terra mais ao sul, a mudança climática pode enfraquecer cada um deles. No entanto, até agora, embora haja algumas evidências de um fluxo de jatos e SPV em enfraquecimento, ainda não é conclusivo que isto esteja fora do reino das variações climáticas naturais.
- **Nenhuma afirmação clara** - Existe atualmente uma possibilidade muito limitada de se atribuir um determinado evento de forte nevasca à mudança climática (seja como um aumento ou diminuição da probabilidade). Para um dado evento de queda de neve severa na América do Norte, nos Norte e Leste Asiático e na Groenlândia, é possível especular que pode haver uma conexão, mas com pouca confiança.
- **Neve (e frio extremo) em um mundo em aquecimento** - O tempo e o clima não são a mesma coisa. O clima (tropical, árido, temperado e etc.) é a média dos padrões de tempo (seco, úmido, quente e etc.) durante um longo período - muitas vezes várias décadas - e sobre uma grande área - tipicamente uma nação ou região. Pela velha máxima, o clima é o que se espera, o tempo é o que se obtém. Mesmo em um mundo que em média está aquecendo, a variabilidade natural do clima torna possível o frio extremo e a neve em um determinado dia. Vários estudos de atribuição mostram que eventos de frio extremo estão se tornando menos prováveis em um mundo em aquecimento, mas isso não os torna impossíveis - assim como viver um estilo de vida ativo e saudável reduz as chances de doença, mas não significa que seja impossível para uma pessoa mais saudável e em boa forma adoecer.

Secas

As secas estão se tornando mais comuns e mais severas devido à mudança climática apenas em algumas áreas, incluindo a Europa, o Mediterrâneo, o sul da África, as Ásia Central e Oriental, o sul da Austrália e o oeste da América do Norte. Há algumas evidências de aumento na África ocidental e central, no nordeste da América do Sul e na Nova Zelândia.

A mudança climática afeta a seca de várias maneiras, mas duas em particular. Primeiro, através da evaporação: à medida que a atmosfera aquece, ocorre mais evaporação da terra. Segundo, pela chuva: os eventos individuais de chuva estão se tornando mais pesados em todo o mundo, caindo em rajadas mais curtas e mais intensas. Isto é importante porque é mais provável que as chuvas mais pesadas saturam o solo e corram diretamente para os rios. Em comparação, o mesmo volume de chuva moderada espalhada por um tempo mais longo tem mais probabilidade de sustentar a umidade do solo e as reservas de água subterrânea. Portanto, mesmo que a precipitação geral permaneça constante, a seca pode ser exacerbada em alguns lugares. Em algumas regiões, a precipitação geral está aumentando, o que compensa isso para tornar a seca geralmente menos provável, embora atualmente só existam evidências suficientes de que isso ocorra no norte da Austrália. Entretanto, em algumas outras regiões, embora a precipitação mais intensa esteja se tornando mais frequente, a precipitação média ainda está caindo. É aqui que se observam as mudanças mais evidentes na seca. Em geral, a

combinação de mais evaporação, chuvas mais esporádicas, mais pesadas e menos chuvas médias tornam as secas mais comuns em regiões e estações do ano propensas a elas.

A seca é complexa. Há muitas formas de seca e não há uma resposta simples para a conexão com a mudança climática. As secas agrícolas e ecológicas (que afetam todo o sistema ecológico) são a falta de umidade do solo, enquanto as secas meteorológicas, hidrológicas e subterrâneas são a falta de chuva, o baixo nível dos rios e das águas subterrâneas, respectivamente. As secas agrícolas e ecológicas mostram o sinal mais claro da mudança climática, são detalhadas extensivamente no [relatório mais recente do IPCC](#) e estão diretamente relacionadas aos impactos sobre o sistema alimentar e sistemas naturais mais amplos.

As regiões com riscos crescentes dessas secas incluem a América do Norte ocidental, Ásia Central e Oriental, o Mediterrâneo, partes da África Central, Ocidental e Austral, o nordeste da América do Sul e o sul da Austrália. Para descrever quão grave é uma determinada

seca, os cientistas utilizam unidades de desvio padrão - uma medida de quão incomuns as condições são comparadas às normais para um determinado lugar. Isto nos permite comparar tendências de seca entre áreas com níveis muito diferentes de precipitação anual e de umidade do solo. Através das regiões de seca listadas acima, o **IPCC relata** que, em um determinado lugar, o que uma vez teria sido uma seca de um em dez anos, ocorre atualmente 1,7 vezes a cada dez anos e é 0,3 desvios padrão mais seco. A 2°C do aquecimento global, isto será 2,4 vezes a cada dez anos e 0,6 desvios padrão mais seco.

Estudos de atribuição de muitas secas recentes mostram conexões mais fortes do que as tendências, mas também exemplos de ausência de conexão. Entretanto, estes são para todas as formas de seca, incluindo a agrícola e ecológica. Os resultados são, portanto, apenas parcialmente comparáveis com as tendências acima destacadas no IPCC. Por exemplo, de 2015 a 2017, uma seca em torno da Cidade do Cabo quase resultou em um “Dia Zero” sem água - isto tornou-se **3-6** vezes mais provável devido às mudanças climáticas. Da mesma forma, na China, a extrema seca de maio-junho de 2019 foi **aumentada em seis vezes pela mudança climática**. E nos Países Baixos, **pelo menos metade** do aumento observado na seca agrícola se deve à mudança climática. Outras secas, em particular várias na África Oriental que tiveram enormes impactos humanitários, não foram tornadas mais prováveis pelas mudanças climáticas.

Em geral, a partir de uma combinação de tendências e declarações de atribuição de eventos, podemos atribuir um aumento na gravidade da seca e do acaso:

- **Com alta confiança** no Mediterrâneo, no sul da África, Ásia Central e Oriental, sul da Austrália e oeste da América do Norte; e
- **Com baixa confiança** na África Ocidental e Central, Europa Ocidental e Central, nordeste da América do Sul e Nova Zelândia.

Limitações e pontos de atenção

- **Os números IPCC se aplicam somente onde a seca está ocorrendo** - Os resultados do IPCC para mudanças nas taxas de seca e severidade só se aplica a mudanças nas condições de seca em partes do mundo que estão se tornando mais secas em geral. Assim, eles devem ser citados apenas em relação às áreas listadas acima desses resultados: América do Norte Ocidental, Ásia Central e Oriental, Mediterrâneo, grandes partes da África Central, Ocidental e Meridional, nordeste da América do Sul e sul da Austrália.
- **Tipos de seca e incerteza** - Como explicado, existem diferentes tipos de seca. Cada um varia por região, variando muito também o conhecimento acerca de cada tipo. A elaboração de relatórios sobre qualquer tipo de seca requer, portanto, cautela. Neste guia, todos os tipos de seca são sintetizados sob uma única bandeira, a fim de melhorar a usabilidade. Entretanto, isto significa que sacrificamos nosso nível de confiança de um ponto de vista científico, e é importante comunicar isto. Aqui, é possível dar alta confiança somente para as regiões nas quais há sinais claros de várias formas diferentes de seca. Há pouca confiança para as regiões nas quais há apenas evidências de um tipo de seca. Em todos os outros lugares,

não podemos inferir claramente como uma determinada seca foi afetada pelas mudanças climáticas. Na África Oriental, secas impactantes ocorrem regularmente, mas seus registros são muito limitados e os modelos climáticos inadequados para fazer declarações de atribuição.

- **Outros fatores** - Como as inundações, a seca depende muito de como os seres humanos mudam a terra e administram a água. Portanto, é importante relatar os outros fatores-chave que contribuem, tais como a forma como as pessoas estão se adaptando (ou são capazes de se adaptar, em alguns lugares) às mudanças climáticas. Em particular, ao discutir os impactos que tal evento teve, é fundamental considerar a vulnerabilidade e a exposição das pessoas - isto poderia fazer a diferença entre uma proibição temporária de irrigação e uma fome em toda a região, independentemente do efeito da mudança climática.
- **Seca e calor simultâneos** - Como no caso de calor e inundações, a probabilidade de múltiplos extremos ocorrerem ao mesmo tempo aumentou rapidamente - mais do que os riscos individuais. O calor extremo e a seca simultâneos podem resultar em impactos mais severos do que qualquer um dos eventos sozinho, incluindo incêndios (ver abaixo).

Queimadas

O “clima de queimadas” está aumentando em partes de todos os continentes, com claros aumentos atribuíveis, tanto na probabilidade, quanto na área total queimada nos sul da Europa, norte da Eurásia, EUA e Austrália, e com algumas evidências no sul da China.

O “clima de queimadas” é uma combinação perfeita de calor, seca e vento forte. Este clima proporciona a maior probabilidade de que um incêndio se inicie, que haja combustível para o fogo e que ele se espalhe rapidamente. As tendências na atividade do fogo estão, portanto, intimamente relacionadas às tendências tanto da seca quanto do calor em combinação. Isto faz com que os riscos de incêndio aumentem rapidamente nas áreas em que tanto o calor como o risco de seca estão aumentando simultaneamente. No entanto, como o calor está aumentando em todo o planeta, o risco de incêndio aumenta mesmo que o risco de seca apenas permaneça constante.

Globalmente, a tendência dos incêndios mostra uma diminuição das áreas queimadas entre 1998 e 2015 - mas isto se deve em grande parte a influências humanas, tais como mudanças no uso do solo. **O perigo real dos incêndios ainda está aumentando** em muitas partes do mundo.

A duração das estações do ano em que o clima cria as condições para o fogo, ou “tempo de fogo”, está aumentando, e as áreas que experimentam este tipo de clima estão se expandindo. Como resultado, em locais em

todos os continentes, tem havido um claro aumento na chance de tempo de incêndio devido às mudanças climáticas.

Os estudos de atribuição reforçam fortemente as tendências. Na Austrália, os incêndios em Queensland e New South Wales (NSW) foram amplificados pela mudança climática - as condições que levaram aos incêndios de 2019/20 em NSW foram feitas **pelo menos 30% mais prováveis**. Ao longo da costa oeste da América do Norte, do Alasca até a Califórnia, os incêndios recentes foram tornados mais prováveis e sua área queimada aumentou. De 1984 a 2015, **mais de 4 milhões de hectares de área queimada** no oeste dos EUA foram diretamente atribuídos à mudança climática. E, no sul da China, os incêndios extremos de 2019 **se tornaram mais de sete vezes mais prováveis** pelas mudanças climáticas.

Em geral, podemos atribuir com confiança um aumento na probabilidade de incêndios no sul da Europa, norte da Eurásia, EUA e Austrália, com evidência de um sinal também emergindo no sul da China. É provável que estas condições aumentem ainda mais em toda a superfície terrestre à medida que o aquecimento global aumenta.

Limitações e pontos de atenção

- **Dados limitados** - Até agora, os riscos de incêndio só são atribuíveis à mudança climática em partes do norte global. Para outras regiões, a confiança é severamente limitada pelos registros de dados de incêndios históricos, somados a observações das condições climáticas, somados à capacidade dos modelos climáticos de simular o tempo do fogo. É provável que muitas outras partes do mundo estejam vendo um aumento no risco de incêndio devido a sua forte ligação com o aumento dos extremos de calor e tendências de seca. Infelizmente, não podemos quantificar este risco crescente no momento.
- **Manejo** - A queima controlada de florestas para evitar acúmulo de material combustível tem sido uma prática comum há milênios em algumas áreas, mas nem sempre de forma consistente. Um nível de risco de incêndio pode ser atribuído ao nível de planejamento e execução da queima controlada; quando insuficiente, o risco é muito amplificado.

- **Fontes de ignição** - Atividades humanas, como o início de incêndios casuais, podem ser o gatilho para desastres em toda a floresta. De acordo com o Serviço Florestal dos EUA, 85% dos incêndios florestais nos EUA são iniciados por negligência ou intenção humana. Isto triplicou a duração da temporada de incêndios - um aumento absoluto de cerca de três meses - em comparação com o estado natural em que a ignição é causada por um raio. Ao relatar as causas dos incêndios impactantes, é importante relatar estes fatores, assim como o nível de exposição e vulnerabilidade das pessoas e estruturas afetadas. Entretanto, o fato de que outros fatores estão aumentando o risco de incêndios não minimiza o papel da mudança climática. A mudança climática aumentou a estação dos incêndios em cerca de duas semanas, em média, em todo o mundo, principalmente aumentando a disponibilidade de material combustível devido ao calor e à seca. Entretanto, a comparação desses números não dá o quadro completo: a mudança climática também aumenta a intensidade da estação de incêndios de uma forma que um aumento das ignições causadas pelo homem não poderia aumentar. Isto porque também afeta o grau de fixação, propagação e persistência de um determinado incêndio. Isto, portanto, funciona em conjunto com o aumento da ignição humana, tornando a estação do fogo mais longa e mais intensa.

Eventos extremos e mudança climática

Lista de verificação em uma página

A seguir, uma visão geral muito básica para cada tipo de clima extremo coberto por este guia. Mais informações sobre cada tipo são fornecidas no guia, incluindo a melhor ciência atual, descrições de como ela funciona e pontos importantes a serem observados para garantir a precisão dos relatórios.

Tipo de evento extremo	Mensagens-chave	Pontos de atenção e de cautela
Ondas de Calor	Cada onda de calor no mundo é agora mais forte e mais provável de acontecer por causa da mudança climática causada pelo homem.	<ul style="list-style-type: none"> Não seja excessivamente cauteloso - as ondas de calor estão unilateralmente ligadas ao aquecimento global.
Inundações	As chuvas extremas são mais comuns e mais intensas devido à mudança climática causada pelo homem na maior parte do mundo. As enchentes provavelmente se tornaram mais frequentes e severas em alguns locais como resultado, embora também sejam afetadas por outros fatores humanos.	<ul style="list-style-type: none"> As inundações estão ligadas à chuva forte, mas também são causadas por fatores humanos, tais como a gestão da água e as barragens. As inundações costeiras geralmente estão em ascensão devido à elevação do nível do mar, mas não têm relação com as inundações causadas por chuvas.

Ciclones Tropicais	O número total de ciclones tropicais por ano não mudou, mas a mudança climática aumentou a ocorrência das tempestades mais intensas e destrutivas. As chuvas extremas dos ciclones tropicais aumentaram substancialmente, assim como as chuvas de outras fontes. Os choques de tempestades são maiores devido à elevação do nível do mar provocada pela mudança climática.	<ul style="list-style-type: none"> Não há aumento de ciclones em geral. As intensidades individuais dos ciclones e a velocidade do vento não são atualmente maiores por causa do aquecimento global.
Nevascas	Cada caso de frio extremo em todo o mundo diminuiu em probabilidade e intensidade devido à mudança climática. Não é claro como as fortes nevascas mudaram na maioria dos lugares, mas podem ter aumentado de intensidade em partes do Leste e do Norte da Ásia, da América do Norte e da Groenlândia.	<ul style="list-style-type: none"> Há confiabilidade muito alta de menos extremos frios, embora estes ainda sejam possíveis. As mudanças na neve são extremamente incertas. As mudanças nos vórtices polares ainda não são claras.
Seca	As secas estão se tornando mais comuns e mais graves devido à mudança climática apenas em algumas áreas, incluindo a Europa, o Mediterrâneo, o sul da África, Ásia Central e Oriental, sul da Austrália e oeste da América do Norte - há algumas evidências de aumento na África Ocidental e Central, no nordeste da América do Sul e na Nova Zelândia.	<ul style="list-style-type: none"> As secas são muito complexas e diversificadas, o que dificulta o reconhecimento de certezas. Há muitos fatores a serem considerados além da mudança climática no caso de secas impactantes, particularmente no que diz respeito à gestão da água.
Queimadas	O "clima de queimada" está aumentando em partes de todos os continentes, com claros aumentos atribuíveis tanto na probabilidade quanto na área total queimada no sul da Europa, norte da Eurásia, EUA e Austrália, com algumas evidências no sul da China.	<ul style="list-style-type: none"> Os registros de dados de incêndios são muito limitados em algumas áreas, o que torna sua atribuição muito desafiadora. As atividades humanas, como o manejo florestal e as fontes de ignição, também são fatores importantes.



@wxrisk

www.worldweatherattribution.org