

Triple asfixia oceánica

Los eventos extremos que juntan olas de calor y episodios de alta acidificación y escasez de clorofila se han vuelto frecuentes desde 2009 en el Atlántico Sur

RENATA FONTANETTO

Un tipo de evento extremo triple que hace 20 años era prácticamente inexistente en el Atlántico Sur, la combinación de olas de calor marinas, la escasez de clorofila y la acentuada acidificación del mar, comenzó a generar episodios cada vez más frecuentes en la parte del océano situada por debajo del ecuador a partir de 2009, según un artículo publicado el 16 de abril en la revista *Nature Communications*. Es la primera vez que se registran en un estudio la frecuencia y la intensidad de este fenómeno compuesto en ese sector del Atlántico.

La aparición de estos eventos fue analizada en el transcurso de dos períodos de 10 años conse-

cutivos (de 1999 a 2008 y de 2009 a 2018) en seis regiones del Atlántico Sur, tres de las mismas cerca de las costas brasileñas y otras tres del litoral del continente africano. En todas ellas, durante el primer intervalo de tiempo, no se registró ningún evento que reuniera simultáneamente los tres tipos de fenómenos extremos. En el segundo período, la historia cambió por completo. Los episodios de eventos triples comenzaron a aparecer y a volverse relativamente habituales. Según la región analizada, la duración mínima acumulada del total de eventos triples fluctuó entre 17 y 49 meses durante la segunda década que comprende el estudio (*véase el cuadro comparativo en la página 50*). Los episodios concomitantes



más severos que combinaban olas de calor, alta acidez y escasa disponibilidad de clorofila abarcaron áreas que representaban entre un 4 % y un 18 % de la extensión total de cada región.

“A partir de 2016, este fenómeno triple comenzó a producirse prácticamente todos los años”, destaca la oceanógrafa física Regina Rodrigues, de la Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC), autora principal del artículo. Tal como apunta el estudio, el verano de la temporada 2015-2016 fue excepcional en términos de intensidad y extensión espacial de los eventos triples combinados en las seis regiones estudiadas.

Las áreas analizadas del sector occidental del océano, cerca de la costa de Brasil, fueron las del Atlántico ecuatorial (a lo largo del nordeste del país), el Atlántico subtropical (en el sudeste) y la Confluencia Brasil-Malvinas (en el sur). En la costa oriental, en las proximidades de África, el trabajo se centró en las regiones conocidas como Atlántico ecuatorial oriental (a lo largo de las costas de Nigeria, Camerún y Gabón), la franja denominada Frente Angola (frente a las costas de Angola y Namibia) y la zona conocida como Retroflexión de Agujas, al sudoeste de Sudáfrica.

Las intensas perturbaciones climáticas que se producen en estas zonas pueden afectar la pesca y la maricultura local. Las aguas más cálidas y ácidas elevan la mortalidad de las especies marinas y provocan el fenómeno del blanqueamiento de los corales, indicador de un ambiente sometido a un enorme estrés. La escasa presencia de clorofila en el mar, el pigmento verde natural indispensable para que las plantas y las algas puedan realizar la fotosíntesis, indica una disminución de la disponibilidad de fitoplancton, esencial en la dieta de muchos organismos marinos.

Para confirmar la existencia de un evento triple, es necesario que cada uno de los tres fenó-

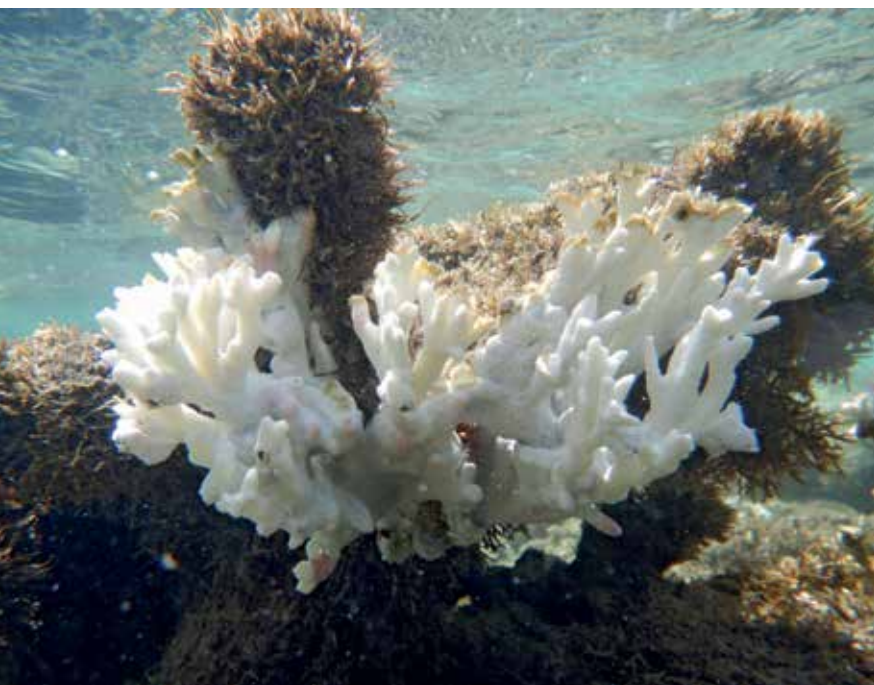
menos extremos se superponga simultáneamente en al menos el 1 % del área de interés. El estudio centró su análisis en los meses de verano, de diciembre a marzo. La incidencia de las olas de calor en el Atlántico Sur se basó en información producida por la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA), de Estados Unidos. La aparición de eventos extremos de alta acidez se dedujo a partir de datos suministrados por el Centro Hadley del Servicio Meteorológico británico. Los extremos de baja concentración de clorofila en el Atlántico Sur fueron inferidos a partir de un modelo de la Nasa, la agencia espacial estadounidense, que calcula la concentración del pigmento verde natural en los océanos.

Para la oceanógrafa Leticia Cotrim, de la Universidad del Estado de Río de Janeiro (Uerj), quien no participó en el estudio, el aporte novedoso de este artículo reside en que proporciona datos sobre la frecuencia y la extensión de fenómenos marinos extremos compuestos por tres alteraciones concomitantes. “Se trata de un trabajo innovador. Hasta ahora solamente había estudios que analizaban un tipo de evento extremo en forma aislada o como máximo, dos a la vez, generalmente en otros océanos distintos al Atlántico Sur”, comenta Cotrim. “Los resultados de este trabajo pueden orientar proyectos de conservación oceánica, además de proporcionar una base para las actividades económicas que dependen del mar”.

Un dato preocupante del estudio se refiere al aumento del proceso de acidificación en el Atlántico Sur. Entre 1998 y 2008, este fenómeno prácticamente no existía en esa parte del océano, excepto en dos puntos situados más al norte, cerca del continente africano. A partir de 2009, el Atlántico Sur comenzó a volverse mucho más ácido. Esta alteración se asocia al aumento de la temperatura media global en las últimas décadas, producto de la multiplicación de las emisiones de gases de efecto invernadero, tales como el dióxido de carbono (CO_2) y el metano (CH_4), que calientan el planeta. “Estamos constatando episodios de acidificación marina cada vez más frecuentes. Esta tendencia parece elevar la frecuencia de aparición de estos eventos triples en los últimos 10 años”, dice el oceanógrafo Thomas Frölicher, de la Universidad de Berna, en Suiza, otro de los autores del artículo, en una entrevista concedida a *Pesquisa FAPESP*.

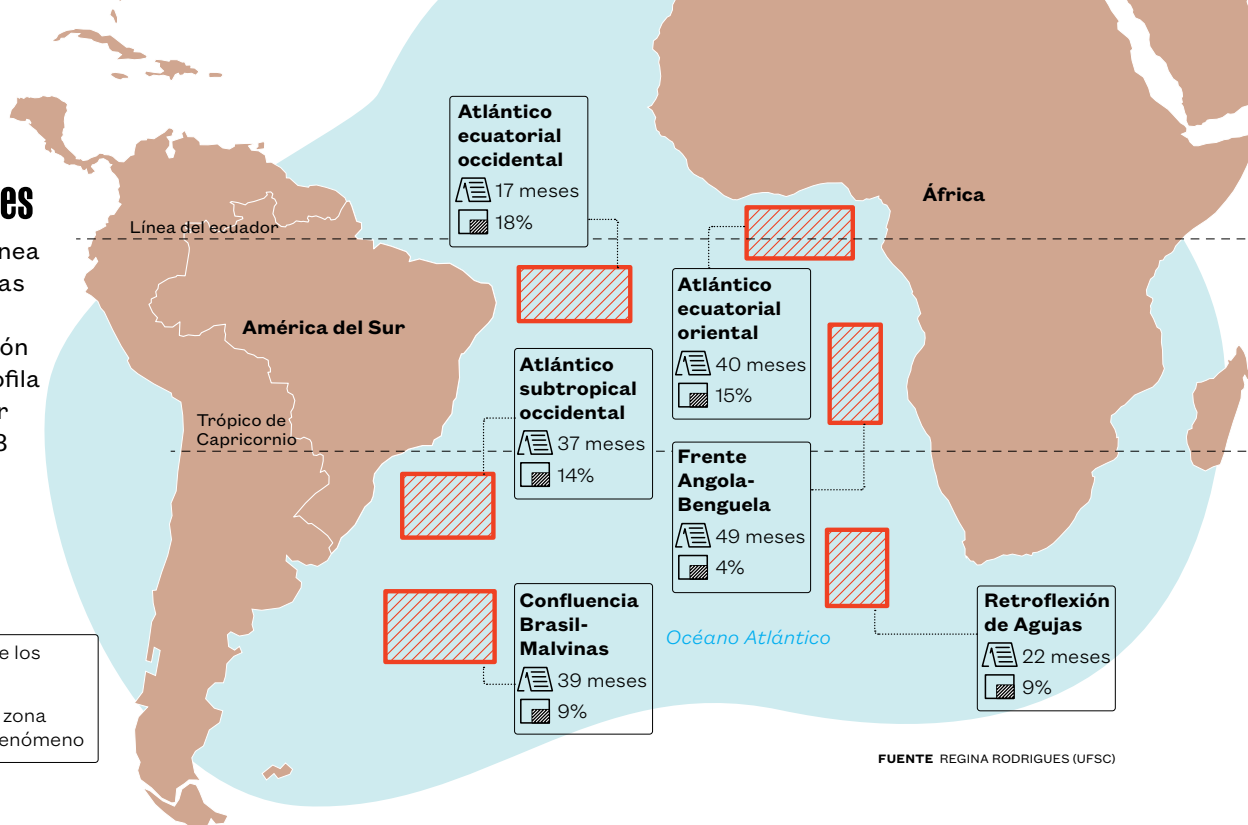
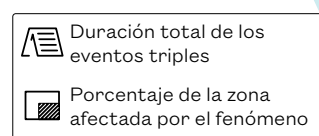
Sin los océanos, el clima de la Tierra, que se ha vuelto 1,5 grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$) más cálido desde mediados del siglo XIX debido a las emisiones de gases de efecto invernadero producto de las actividades humanas, sería actualmente más tórrido aún. Estos absorben el 90 % del calor de la atmós-

Vista aérea de los corales que sufrieron el blanqueamiento en el municipio de Río de Fogo [Río Grande do Norte], durante la ola de calor de 2020 (a la izq.); imagen submarina de un coral que perdió su color (abajo)



La escalada de los eventos extremos triples

Aparición simultánea de episodios de olas de calor marinas, intensa acidificación y escasez de clorofila en el Atlántico Sur entre 2009 y 2018



FUENTE: REGINA RODRIGUES (UFSC)

fera terrestre y el 30 % de las emisiones de CO₂. Pero estos servicios ambientales tienen un costo para los mares. La absorción de la mayor parte del calor terrestre impulsa las olas de calor marinas. La extracción de casi un tercio del principal gas de efecto invernadero de la atmósfera hace que sus aguas se vuelvan cada vez más ácidas.

Durante los años de El Niño, un fenómeno que se caracteriza por un calentamiento anómalo de las aguas superficiales de la región central y oriental del océano Pacífico ecuatorial, todo se intensifica. Esta alteración climática desencadena cambios en la atmósfera que interactúan con las condiciones oceánicas. “El Niño opera como un agente lejano sobre los factores locales que observamos. Por lo tanto, en los años de El Niño, como entre 2015 y 2016, la incidencia de eventos extremos triples en las seis regiones del Atlántico Sur es indudablemente alta”, explica Rodrigues.

Según otro artículo del que la investigadora de la UFSC también es coautora, publicado en marzo de 2025 en la revista *Communications Earth & Environment*, las olas de calor por sí solas, incluso cuando no se registra un incremento acentuado de la acidez marina, son suficientes como para causar extensos daños a los arrecifes de coral en áreas próximas al ecuador. En zonas de aguas muy cálidas y sujetas a otros factores de estrés, como el exceso de luz solar, los corales expulsan a las algas que les dan color a sus tejidos, provocando su blanqueamiento. Desde la década de 1980, este tipo de fenómeno extremo se ha vuelto 5,1 veces más frecuente y

4,7 veces más intenso en las aguas tropicales del Atlántico, tanto al norte como al sur del ecuador.

Un episodio reciente que ha llamado la atención ha sido la intensa ola de calor marina que afectó los alrededores de Rio do Fogo, una localidad costera del estado brasileño de Rio Grande do Norte, entre el verano y el otoño de 2020. El calentamiento de las aguas marinas locales provocó el blanqueamiento del 85 % de los corales duros y del 70 % de los zoántidos, animales con un cuerpo generalmente más blando, que habitan en los arrecifes de coral. “El agua alcanzó los 32 °C, cuando su temperatura habitual en verano es de 28 °C, dice el biólogo Guilherme Longo, de la Universidad Federal de Rio Grande do Norte (UFRN), también coautor del artículo. “Varias especies de corales de la región presentan un límite térmico promedio de 29,7 °C. Si se exponen a temperaturas superiores a este umbral, comienzan a sufrir daños biológicos”.

Según Longo, las olas de calor han aumentado su frecuencia, su intensidad y su extensión, afectando más áreas de la costa del nordeste brasileño. En 2024, el año más caluroso de la historia reciente del planeta, un episodio térmico extremo sin precedentes asoló a esa región. “La magnitud del fenómeno y la mortalidad de especies fueron el año pasado un poco mayores que en 2020. Muchas especies acababan de atravesar una perturbación muy intensa y enseguida tuvieron que enfrentarse a otra”, comenta el biólogo. Con el calentamiento global en alza, se esperan nuevos récords negativos que asolarán al Atlántico. ●

Los artículos científicos consultados para la elaboración de este reportaje aparecen listados en la versión online.