


MUDANÇAS CLIMÁTICAS

# Vida e morte dos corais





Ante o branqueamento e a mortalidade de recifes em consequência de ondas de calor, pesquisadores buscam resgatar essa peça essencial nos ecossistemas marinhos

MARIA GUIMARÃES

**E**m 2024, uma onda de calor no oceano foi responsável por uma extensa mortalidade de recifes de coral em vários lugares do mundo. No Brasil, os efeitos foram mais sérios na costa do Nordeste, de acordo com artigo de setembro de 2025 na revista científica *Coral Reefs*. “Uma vez que o branqueamento se manifesta, só o que podemos fazer é documentar”, lamenta o oceanógrafo Miguel Mies, do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO-USP), primeiro autor do artigo e coordenador de planejamento do projeto Coral Vivo, responsável pelo monitoramento. Bem longe dali, no mar Vermelho, pesquisadores liderados pela bióloga brasileira Raquel Peixoto, da Universidade de Ciência e Tecnologia Rei Abdullah (Kaust), na Arábia Saudita, mergulhavam na Vila de Probióticos de Corais, um laboratório subaquático, e também encontravam a paisagem praticamente destruída pelas prolongadas altas temperaturas. É lá que o grupo estuda maneiras de ajudar esses organismos a enfrentar o aquecimento global por meio do desenvolvimento de suplementos microbianos (probióticos). “A situação é gravíssima e vai piorar antes de melhorar”, avalia o biólogo marinho Clovis Castro, aposentado pelo Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (MN-UFRJ) e presidente do Instituto Coral Vivo, do qual foi cofundador em 2003.

A mortandade de corais observada de 2024 para 2025 empurrou os corais para além de um ponto a partir do qual pode não haver recuperação, de acordo com o relatório “Global tipping

points 2025”, elaborado por uma rede internacional que envolve 160 pesquisadores de 23 países, publicado em outubro como pressão política para a 30ª Conferência das Partes, a COP30, que aconteceu em novembro em Belém. O documento afirma que o ponto de não retorno térmico previsto para os corais, de 1,2 grau Celsius (°C), já foi ultrapassado e o aquecimento atual, de 1,4 °C, basta para causar uma grande mortalidade desses seres tidos como engenheiros de ecossistemas que criam ambientes propícios a complexas e diversas comunidades de organismos. Existem cerca de 1.730 espécies de corais chamados verdadeiros, ou escleractíneos, que produzem um esqueleto de carbonato de cálcio. Metade deles forma recifes onde, em águas rasas, algas microscópicas (principalmente as conhecidas como zooxantelas) e visíveis vivem em associação.

“Os recifes impõem barreiras à circulação da água e criam redemoinhos, áreas onde o movimento é mais rápido ou mais lento”, explica Castro. Diferentes seres marinhos habitam essa paisagem, e com eles seus predadores e assim por diante. Isso gera uma cadeia alimentar que chega às mesas humanas, e por isso considera-se que centenas de milhões de pessoas no mundo todo dependam dos corais. Mesmo que o aquecimento seja freado em 1,5 °C, de acordo com o relatório, os corais que constroem recifes em águas quentes têm 99% de risco de ultrapassar o ponto do qual não conseguiriam se recuperar. O problema é que a maior parte dos especialistas já considera essa meta inverossímil, sendo mais provável um aquecimento maior.

*Acropora* na Austrália com peixes associados (abaixo); em Abrolhos, *Pocillopora* sp. e *Mussismilia braziliensis* (à dir.)



Branqueamento e mortalidade em massa de recifes de coral vêm sendo detectados desde os anos 1990, com destaque para a Grande Barreira de Corais, na Austrália, e o Caribe, na América Central. Os corais ficam brancos porque em determinadas situações as algas microscópicas que os habitam e executam uma parte importante de suas funções fisiológicas, além de fornecer energia e nutrição, sofrem alterações metabólicas que as tornam tóxicas para os hospedeiros, e são por isso eliminadas. Esse estado pode ser reversível, mas danos muito intensos causam a morte dos corais, que começam a cair em ruínas e perdem a vida associada. Isso nunca tinha acontecido em grande escala nas águas brasileiras até 2019, quando uma onda de calor chegou a causar grande mortalidade, principalmente no sul da Bahia. Os danos incluíram a região do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos, conhecido por seus exuberantes e variados ambientes coralíneos. “Esse tremendo branqueamento pegou a comunidade de pesquisadores de calças curtas”, relembra Mies, do IO-USP.

A situação de Abrolhos levou a comunidade de especialistas brasileiros a se organizar e a estabelecer, em 2021, um protocolo padronizado de monitoramento que reúne cerca de 90 pesquisadores de 20 instituições ao longo de toda a

costa do país, com financiamento parcial da Petrobras: o Programa Nacional Integrado de Monitoramento de Branqueamento. “Quando veio a onda de calor de 2024, estávamos preparados e obtivemos um produto muito bonito, porém com resultados tristes”, afirma. O plano agora é manter esse programa em andamento constante sob a gestão do Instituto Coral Vivo, que tem sede em Santa Cruz Cabrália, na Bahia.

**O** artigo da *Coral Reefs* é resultado desse trabalho que envolve duas saídas anuais de monitoramento quando as temperaturas estão dentro do normal, e com mais intensidade quando há uma onda de calor: amostragens antes, durante o pico e depois. “Verificamos 2.700 quilômetros [km] da costa, do Ceará a Santa Catarina, mais duas ilhas oceânicas – o atol das Rocas e Fernando de Noronha”, relata Mies. A primeira fica a cerca de 250 km de Natal, no Rio Grande do Norte, e a segunda por volta de 350 km. Usando fotografia ao longo de linhas preestabelecidas, as equipes medem a cobertura do fundo e comparam mudanças ao longo do tempo. “Vimos 96% dos corais branqueados no Nordeste.” Em Maragogi, Alagoas, 88% morreram.



2



3

Depois do branqueamento de 2024 em Pernambuco: *Millepora alcicornis* e *Mussismilia harttii*

A concentração dos estragos na região Nordeste se deveu a temperaturas mais quentes e prolongadas, mas também à composição de espécies. A maior parte da mortalidade em Alagoas era de corais-de-fogo (*Millepora alcicornis*), que não são considerados corais verdadeiros, mas têm igual importância na formação de refúgios para toda uma fauna e flora submarina. Uma esperança, de acordo com Castro, é que esses organismos têm uma grande capacidade de regeneração e crescem depressa. Basta um pedacinho para as células continuarem a proliferar e a gerar novas estruturas. *Mussismilia harttii* foi outra espécie muito afetada. Nas regiões Sul e Sudeste, a espécie mais comum é o coral-cérebro (*Mussismilia hispida*), aparentemente mais tolerante.

Castro conta que o projeto Coral Vivo busca direcionar as pesquisas para encontrar soluções. “Por exemplo, o que há de especial nos 12% que sobreviveram em Maragogi?” A partir dessa resposta pode ser possível selecionar linhagens mais resistentes às altas temperaturas.

Mies se preocupa com o futuro, visto que as ondas de calor no Atlântico Sul, que costumam acontecer entre abril e maio, estão cada vez mais intensas, duradouras e frequentes, com consequências visíveis, como mostrou artigo da bióloga Giovanna Destri, sua estudante de doutorado, publicado em abril na revista científica *Global Change Biology*. Ela analisou os registros de eventos de branqueamento utilizando o índice mais usado internacionalmente, o Degree Heating Week: por quantas semanas e em quantos graus a temperatura fica aumentada em cada local. “Com um aquecimento de 3 °C, que é plausível até o fim do século, sobriam apenas os 5% dos corais que são mais resistentes”, conclui.

O oceanógrafo Marcelo Kitahara, do Centro de Biologia Marinha (Cebimar) da USP, cultiva um otimismo que vem de um olhar evolutivo.

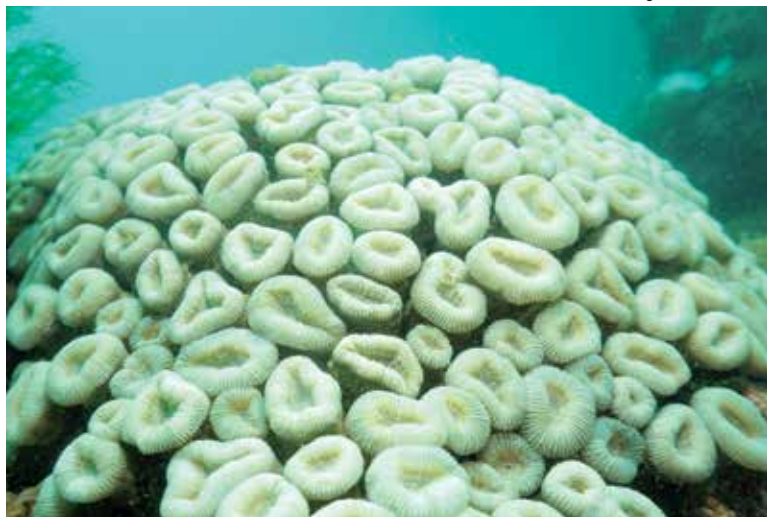
“Há milhares de bancos de corais de águas profundas entre o Uruguai e a bacia de Campos, entre o Rio de Janeiro e o Espírito Santo”, afirma. Em profundidades maiores do que 150 metros, as temperaturas são mais estáveis, protegidas das mudanças climáticas, um ambiente propício para a permanência de uma grande diversidade de corais escleractíneos de linhagens que persistem há 460 milhões de anos, como mostrou um estudo da bióloga italiana Claudia Vaga publicado em outubro na *Nature* como resultado de seu doutorado no grupo de Kitahara.

**A** pesquisadora, atualmente em estágio de pós-doutorado no Instituto Smithsonian, nos Estados Unidos, analisou sequências de centenas de espécies de corais e detectou linhagens que resistiram às perturbações do período Mesozoico, a partir de 200 milhões de anos atrás. São principalmente as que vivem em áreas mais profundas, onde os corais mais comuns são pequenos e solitários, embora algumas espécies possam produzir recifes – 26% delas são coloniais, mas não abrigam algas pela ausência de luz. Kitahara conta com essas linhagens para persistirem, embora, pela ausência de algas e peixes coloridos, além da profundidade inviável, elas não atraiam turistas nem mobilizem paixões conservacionistas. “O nosso olhar abarca um piscar de olhos, eles são muito mais resistentes do que pensamos e sobreviveram a todos os outros eventos de extinção em massa”, pondera. “Mas isso não garante que recifes como conhecemos permaneçam; o mais provável é que mudem.”

O pesquisador ressalta a importância da microbiota associada aos corais, sem a qual os organismos desenvolvem uma série de doenças. A oceanógrafa Aline Zanotti, pesquisadora em



4



5

estágio de pós-doutorado no grupo de Kitahara, sequenciou o DNA das bactérias associadas aos corais-cérebro do arquipélago de Alcatrazes, a 35 km da costa paulista. A ideia é desenvolver uma marca genética da comunidade bacteriana. “Ter um monitoramento de espécies permitirá ver como o microbioma muda ao longo do tempo e relacionar esse perfil ao estresse.” Com esses dados, seria possível avaliar marcadores fisiológicos dos corais e detectar problemas antes de eles serem aparentes.

**S**eu grupo está analisando amostras antes e depois do evento de branqueamento em Abrolhos e, em dados preliminares, não detectou perda de diversidade genética. O plano agora é analisar as características moleculares para entender se houve adaptação às novas condições, inclusive por meio da instalação de uma nova microbiota que consiga funcionar no ambiente modificado. “Os indivíduos mais fortes têm uma diferença de genótipo, isso é um outro ponto de esperança.”

Miguel Mies vê com reticência as iniciativas de restauração e cultivo, uma vez que os berçários são perdidos a cada um desses períodos mais quentes. “É preciso aprimorar muito as técnicas

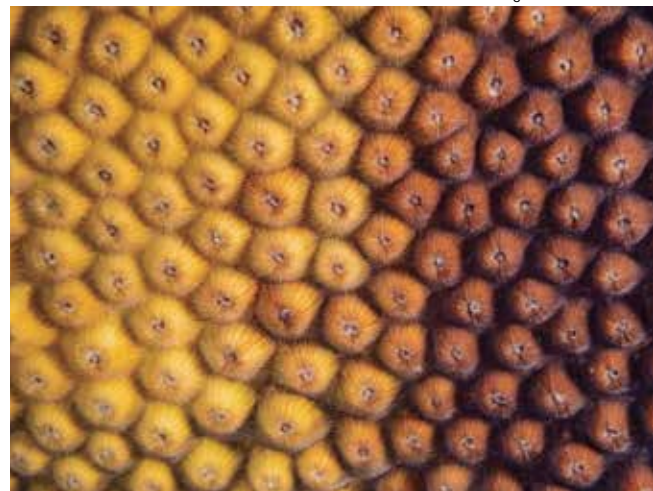
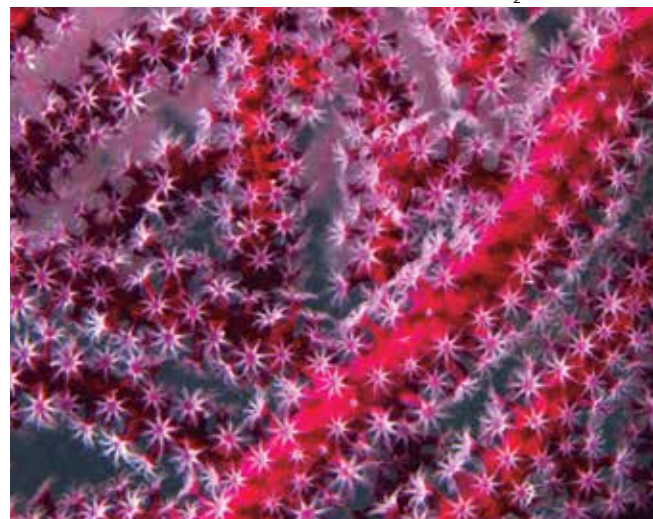
para ver se funciona.” Kitahara completa que, antes de mais nada, é preciso saber quais espécies têm potencial de sobreviver em cada local, em dadas condições ambientais. “Vale a pena investir em locais repetidas vezes sujeitos a estresse?”, questiona.

O grupo da Kaust, na Arábia Saudita, busca justamente aprimorar as técnicas de restauração de recifes. “Os anos de 2023 e 2024 foram muito tristes com o branqueamento global intenso, era chorar debaixo da água”, conta a bióloga carioca Erika Santoro, pesquisadora em estágio de pós-doutorado no Laboratório de Microbiomas Marinhos, coordenado por Raquel Peixoto. Nos últimos cinco anos, todas as semanas ela mergulha nos recifes ao redor da universidade, no mar Vermelho. Ela conta que a onda de calor de 2024 durou meses, foi como uma febre prolongada.

Santoro defende que berçários de corais sejam formados com espécies reconhecidas como mais resistentes ao aumento de temperatura e usados como fonte para projetos de restauração e produção de probióticos para corais. Esse tipo de tratamento parte do entendimento de que algumas populações e indivíduos são mais resistentes – uma capacidade associada aos microrganismos, como ela e colegas mostraram em artigo publicado em janeiro de 2025 na *Science Advances*. “O



Raquel Peixoto inocula probiótico na Vila dos Corais (acima); de perto, octocoral e coral escleractíneo revelam sua natureza colonial





4

objetivo é acelerar o processo de restauração do microbioma para manter os corais vivos enquanto trabalhamos para mitigar o aquecimento global”, explica ela. Na Vila de Probióticos de Corais, o laboratório submarino, a equipe testa como esses suplementos microbianos afetam a sobrevivência e o crescimento dos corais, como descreve artigo publicado em julho na revista *Ecology and Evolution*. Depois do branqueamento em massa de 2024, o laboratório deixou de ser apenas um mergulho na beleza e local de testes ecológicos para abrigar experimentos de restauração.

“Os probióticos ajudam o coral a sobreviver e manter as algas por meio da redução do estresse oxidativo e da produção de metabólitos protetivos, além de impedir que patógenos dominem”, afirma a pesquisadora. Nos experimentos, o grupo separa trechos do recife e, em algumas partes, aplica o coquetel microbiano. O trabalho envolve também encontrar a melhor forma de aplicação. Em vez de inserir nas reentrâncias de cada coral, agora a equipe desenvolveu drágeas que liberam o probiótico aos poucos. Mesmo assim, o coquetel fica retido pelo coral e não é detectado nos peixes, no sedimento e na água em torno. Para monitorar o resultado, usam uma sonda que indica a eficiência da fotossíntese feita pelas algas. “Conseguimos fazer medições fisiológicas e do estresse oxidativo, além de visualmente avaliar o branqueamento e a sobrevivência.”

A Vila dos Probióticos também tem um papel de conscientização, ao promover passeios para estudantes e visitantes. “Pusemos placas como se fosse uma cidade, com rua das Anêmonas, rua do Polvo,

nomes assim; é um sucesso com as crianças”, conta Santoro. Um desafio é proteger o local, por onde navegam muitos pescadores. A língua é uma barreira de comunicação, mas os pesquisadores não sentem resistência e estão buscando maneiras de demarcar e proteger o espaço para que pescadores não joguem âncoras ou passem redes por ali.

**U**m desafio importante para proteção dos corais é a necessidade de uma ação global contra o aquecimento. Por isso o tema é levado para as COP – até agora, sem consequências palpáveis. Castro conta que esteve em Belém durante a conferência, como parte de uma exposição que o projeto Coral Vivo montou no Boulevard Shopping e que se tornará itinerante, com informações sobre mudanças climáticas, efeitos nas florestas e nos corais, além da necessidade de uma transição energética: “Mudamos o clima, agora o clima muda tudo”. O público-alvo eram os belenenses, que chegaram a 35 mil visitantes na exposição.

“A solução é política, em uma escala que o Coral Vivo não consegue nem arranhar”, avalia Castro, lamentando a lentidão do progresso. “Não temos séculos para conseguir resultados; no máximo, talvez, algumas décadas para que o mundo inteiro encontre maneiras de restaurar ecossistemas de corais.” ●

Recifes saudáveis abrigam diversidade, mesmo com cores sutis, como este na Nova Caledônia

Os projetos e os artigos científicos consultados para esta reportagem estão listados na versão on-line.