

<http://climacom.mudancasclimaticas.net.br/testemunhos-oceano>

Testemunhos que contam a história do oceano

Renata Hanae Nagai[1]

Tatiana Massaro[2]

Cientistas buscam descrever as páginas sobre o oceano a partir de testemunhos coletados em alto mar

Quando ouvimos a palavra “testemunho”, ela costuma nos remeter a relato ou depoimento que descreve a experiência de uma pessoa. Curiosamente, é sem dizer nenhuma palavra que os sedimentos marinhos “testemunham” a história do oceano. Composto por pequenas partículas acumuladas ao longo do tempo no fundo do oceano, esses sedimentos guardam informações por meio das quais é possível compreender inúmeros processos que conectam o oceano com outros sistemas do planeta (atmosfera, biosfera e geosfera).

Os sedimentos marinhos, que podem ter origem nas rochas dos continentes ou nas conchas dos organismos marinhos que habitam o oceano, guardam em suas características físicas e químicas informações diversas. Ao analisá-los, é possível entender quais as condições climáticas onde os sedimentos continentais foram formados, a velocidade das correntes que os transportaram até o oceano, ou até mesmo as condições ambientais (como a temperatura e salinidade da água do mar) quando as conchas destes organismos foram estruturadas. Assim, apesar de não conseguirmos medir diretamente a velocidade das correntes ou a temperatura da água do mar no passado, conseguimos estimar essas condições por meio de análises do tamanho dos grãos ou da composição química de conchas de organismos, o que definimos como *proxies*.

Em um testemunho, cada camada de sedimento funciona como uma página de um livro. Isoladamente, cada camada dá uma ideia de acontecimentos em um determinado momento, mas é preciso ler o livro todo para entender a história do oceano. Assim, o estudo dos sedimentos marinhos nos leva a entender mais, por exemplo, sobre o aquecimento global e a recente influência humana no planeta. Quando se trata do clima, as histórias guardadas em sedimentos

como esses são chave para compreender o futuro, possibilitando que cientistas entendam melhor a conexão clima-oceano, fortalecendo as projeções climáticas futuras.



Figura 1: Navio oceanográfico R/V. Alpha Crucis, no qual foi feito o primeiro cruzeiro oceanográfico de pesquisa visando coletar testemunhos marinhos no âmbito do projeto SanBif, realizado pelo IOUSP e financiado pela FAPESP

Fonte: Luiz Antonio Pereira de Souza, membro do SanBif

Em busca das memórias do Oceano Atlântico

Na Universidade de São Paulo (USP), os testemunhos têm colaborado com a compreensão de um fenômeno oceanográfico muito particular, denominado “Bifurcação de Santos”, que vem sendo estudado através do projeto SanBif, “A Bifurcação de Santos: presente e passado”[3], [coordenado pelo Prof. Titular Michel Michaelovitch de Mahiques \(IOUSP\)](#). No litoral paulista, próximo à cidade de Santos, essa bifurcação divide o fluxo de transporte de uma massa d’água formada nas proximidades do Oceano Austral, em um ramo que flui tanto para sul como para norte.

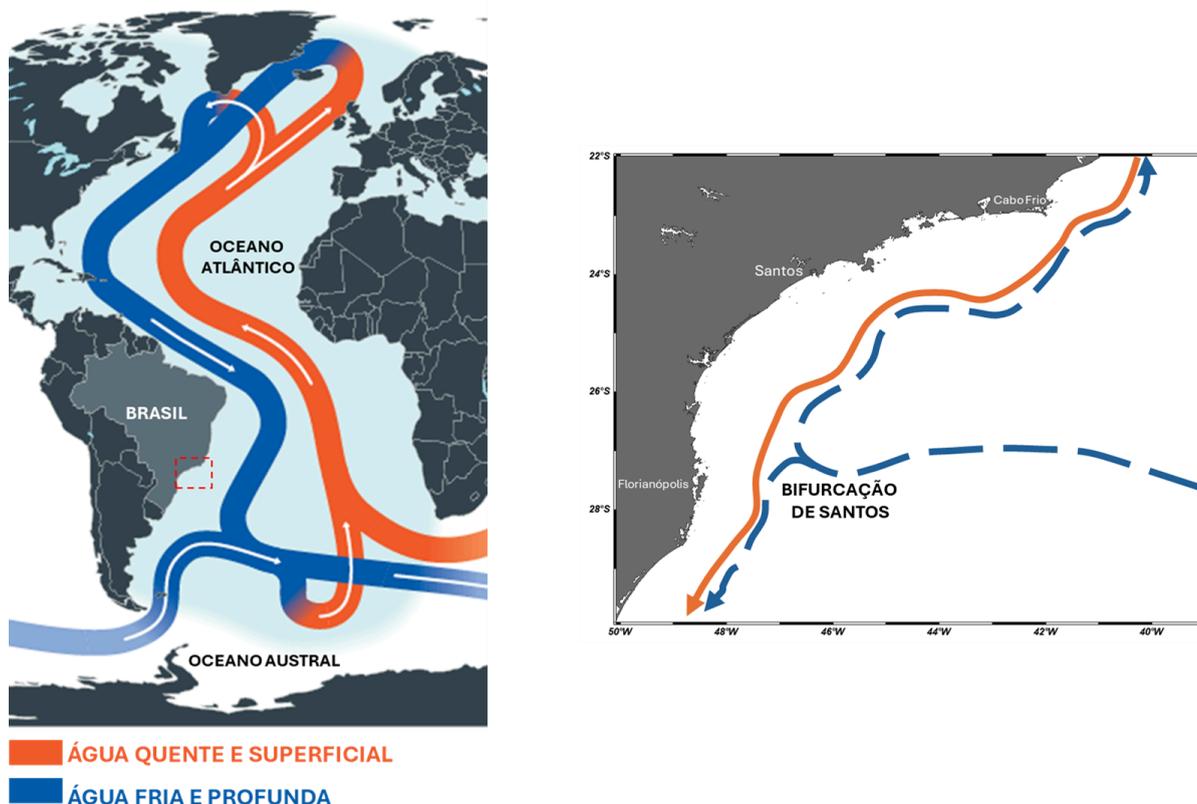


Figura 2: A primeira ilustração mostra o padrão de circulação de massas d'água oceânicas da AMOC (Célula de Revolvimento do Atlântico, na tradução para o português) e a segunda mostra a localização da Bifurcação de Santos, área estudada pelos pesquisadores do SanBif.

Fonte: Primeira ilustração modificada a partir de imagem da Revista FAPESP e segunda ilustração por [Renata Hanae Nagai](#)

O ramo norte percorre toda a extensão da costa brasileira, cruza o Equador e entra no balanço de transporte de calor que trafega do hemisfério sul para o norte. Essa movimentação das massas d'água acontece no fundo do oceano, entre 800 e 1200 metros de profundidade.

As águas do Oceano Atlântico Sul participam ativamente da distribuição de calor global realizada pela AMOC (sigla e imagem acima), que ganhou destaque nas notícias globais no último ano. O funcionamento da Bifurcação de Santos, sua relação com a AMOC e seu impacto no clima global ainda são pouco conhecidos. Através do projeto SanBif, cientistas do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP) querem mudar esse cenário.

Financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), o SanBif busca responder uma série de perguntas sobre como a Bifurcação de Santos impacta o clima, hoje e ao longo dos últimos 25 mil anos. Para tanto, realiza-se a medição de correntes, utilizam-se modelos matemáticos e se faz o resgate de memórias do oceano, estudando “testemunhos” marinhos.

Para acessá-los, a equipe do projeto embarcou no navio oceanográfico R/V. Alpha Crucis, pertencente à USP, navegou em mar aberto no litoral paulista, e chegou até a região da Bifurcação de Santos. Navegar é, no entanto, o primeiro passo. A navegação vai depender das condições do mar. Como expressam os pesquisadores, se o mar está bom, navegável, o plano para resgatar as memórias do fundo do oceano é colocado em prática. Se o mar não está bom, elas são suspensas momentaneamente.

Nessa jornada, a embarcação é tão essencial quanto os equipamentos e as pessoas envolvidas. Pesquisadores, profissionais especializados e tripulação, que provê o navio, trabalham juntos durante o cruzeiro científico, voltado diretamente para a realização de pesquisas. Os participantes do SanBif são divididos em grupos que se ocupam das atividades. Um grupo é dedicado à geofísica, que faz o imageamento, ou seja, obtém e analisa as imagens do fundo marinho para guiar o lançamento dos equipamentos de coleta dos testemunhos. Profissionais especializados organizam os procedimentos e realizam os lançamentos de equipamentos ao mar, a fim de coletar sedimentos e dados. Realizam-se ainda pesquisas bibliográficas enquanto se está no navio.



Figura 3: Em alto mar, o lançamento de instrumentos e a obtenção de testemunho do fundo marinho

Fonte: Luiz Antonio Pereira de Souza, membro do SanBif

Depois que o navio é posicionado no local indicado pelos pesquisadores, os equipamentos são lançados ao mar. Os testemunhos marinhos são coletados por meio do gravity-corer e do

multicorer. O gravity-corer é um tubo de aço com um peso em uma de suas extremidades. Ao ser lançado no oceano, o tubo penetra no fundo do mar por ação da gravidade, permitindo coletar os sedimentos marinhos que compõem os primeiros metros da coluna sedimentar.

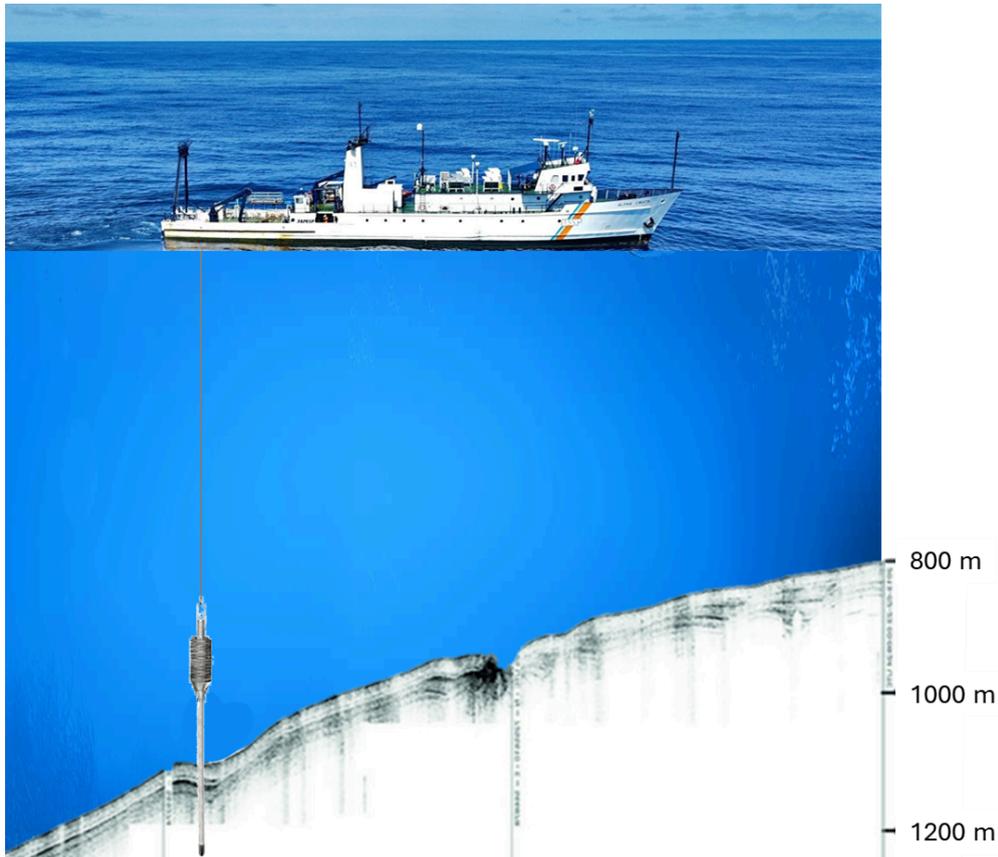


Figura 4: Representação gráfica de um gravity-corer lançado a partir do R/V. Alpha Crucis.

Fonte: Figura preparada por [Renata Hanae Nagai](#) usando fontes mistas (imagens feitas por Luiz Antonio Pereira de Souza, Michel Mahiques, [Renata Hanae Nagai](#) e também da Wikipédia)

O multiple-corer, por sua vez, é formado por um conjunto de tubos de acrílico organizados em uma estrutura metálica circular que permite coletar 12 pequenos testemunhos de até 50 centímetros de sedimento de uma única vez.



Figura 5: Multiple-corer lançado desde o navio oceanográfico R/V. Alpha Crucis

Fonte: Luiz Antonio Pereira de Souza, membro do SanBif

É um longo caminho e a equipe acompanha tudo a partir do navio. O tubo do gravity-corer e o multiple-corer percorrem de 500 a 1500 m da coluna d'água até atingir o fundo marinho. Nestas profundidades, estes equipamentos podem recolher os testemunhos.

A expectativa de toda a equipe do SanBif a bordo é que os sedimentos marinhos que chegarão ao navio sejam lamosos, ou seja, lama do fundo oceânico. Isso é confirmado quando as amostras do multiple-corer chegam no deck e começam a ser descritas, sub-amostradas e armazenadas em potes específicos pela equipe. Todos os 12 testemunhos são divididos manualmente em intervalos de 1 cm, exigindo um grande trabalho rápido, a fim de evitar perda de material. A amostra do sedimento marinho vinda do gravity-corer também é subdividida, desta vez a cada 1,5 metros, a fim de acondicioná-la no navio.

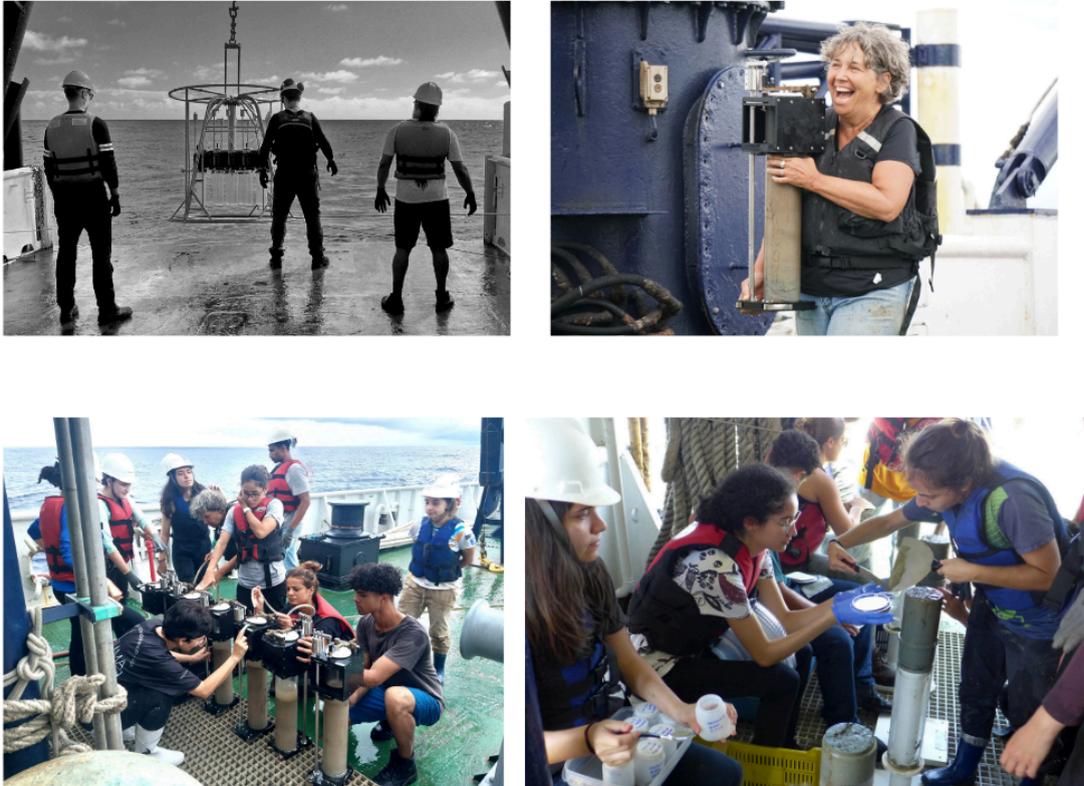


Figura 6: Multicorer sendo lançado no Oceano, o sorriso pela obtenção das amostras do fundo do mar e a concentração ao subdividir o material em centímetros para armazenamento.

Fonte: Luiz Antonio Pereira de Souza, membro do SanBif

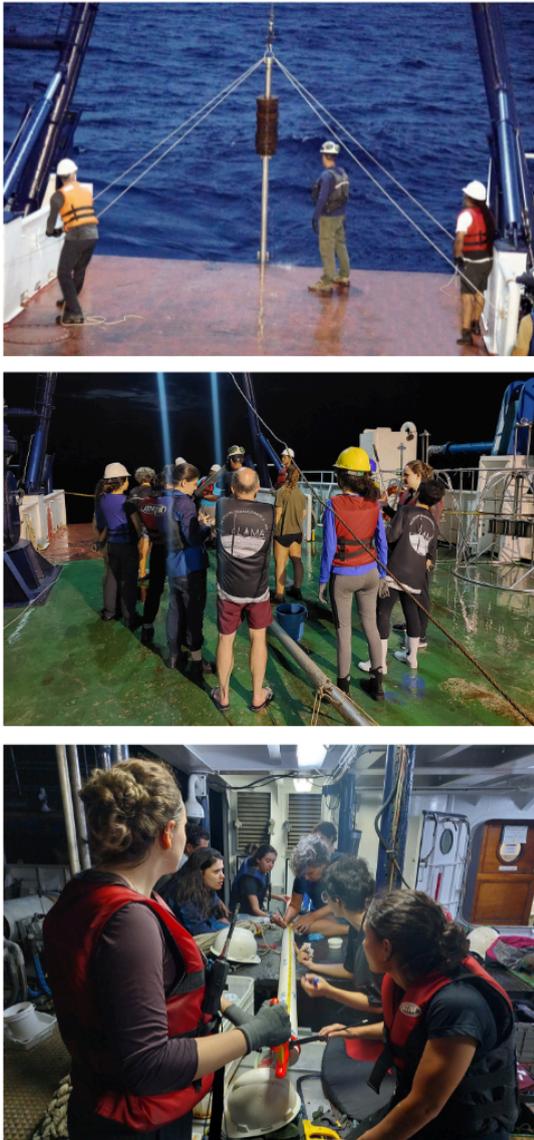


Figura 7: Gravity-corer sendo recolhido do Oceano e testemunho sendo subdividido para conservá-lo

Fonte: Luiz Antonio Pereira de Souza, membro do SanBif

Todas as amostras são guardadas sob refrigeração em freezers, geladeiras ou na câmara fria do navio. No retorno do R/V. Alpha Crucis ao porto, tudo é transportado por caminhão serra acima para os laboratórios do Instituto Oceanográfico, em São Paulo. Até o momento, o SanBif já coletou aproximadamente 19 metros de sedimentos. Foram 4 testemunhos longos e 151 testemunhos curtos. No projeto, toma-se cuidado com esse precioso material ao longo de todo o processo de

obtenção de resultados, permitindo que permaneça guardado por décadas no repositório de amostras do IOUSP, onde poderão ser utilizados **para** trabalhos futuros.

Com a realização de cruzeiros científicos como esse, aumentam-se as chances de as memórias da Bifurcação de Santos serem desvendadas. As amostras coletadas são analisadas por uma equipe multidisciplinar de pesquisadores do IOUSP e de outras instituições de ensino e pesquisa nacionais e internacionais que compõem o SanBif. Dentre eles estão graduandos ~~que estão~~ iniciando seus trabalhos de pesquisa (iniciações científicas), pós-graduandos, cujas dissertações de mestrado e teses de doutorado estão em andamento, pesquisadores-docentes, além de técnicos especialistas. Alguns destes trabalhos vão produzir dados de granulometria e composição orgânica e inorgânica dos sedimentos, enquanto outros vão analisar as conchas de organismos marinhos. Dessa forma, assim como pequenas peças de um mesmo quebra-cabeça, os resultados produzidos por diferentes membros vão possibilitar que o projeto atinja seu objetivo.

Os primeiros resultados científicos do projeto já começaram a ser publicados ([Mahiques et al., 2022](#), [Peres et al., 2023](#) <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/sed.13016>> e [Nagai et al., 2025](#) <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/sed.13016>>) e ainda há muitas páginas dos testemunhos a serem analisadas no SanBif. Um pouco mais sobre o projeto SanBif pode ser acessado na [Biblioteca Virtual da FAPESP](#) <<https://bv.fapesp.br/pt/auxilios/109544/a-bifurcacao-de-santos-presente-e-passado/>> e em seus perfis nas redes sociais Instagram, “[@sanbifproject](#)” <<https://www.instagram.com/sanbifproject/>>, LinkedIn, “[SanBif Project USP-FAPESP](#)” <<https://br.linkedin.com/in/sanbif-project-usp-fapesp-5a3a04337>> e YouTube, “[SanBif Project](#)” <<https://www.youtube.com/@SanBifProject>>. A proposta é contribuir para preencher as lacunas da história da Bifurcação de Santos, esse importante fenômeno oceanográfico.



Figura 8: Foto da equipe do SanBif que integrou o primeiro cruzeiro de pesquisa realizado pelo projeto

Fonte: Luiz Antonio Pereira de Souza, membro do SanBif

[1] Professora Doutora do Departamento de Oceanografia Física, Química e Geológica do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Pesquisadora associada do Projeto SanBif. Email: renatanagai@usp.br

[2] Doutora em Antropologia Social pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Integrante do Programa Formação em Gestão Acadêmica da Universidade de São Paulo (USP) e colaboradora do SanBif USP-FAPESP. E-mail: ttmassaro@gmail.com

[3] O projeto “A Bifurcação de Santos: presente e passado”, é uma iniciativa do IOUSP, financiado pela FAPESP. O projeto é coordenado pelo Prof. Titular Michel Michaelovitch de Mahiques (IOUSP). Mais informações sobre o projeto podem ser encontradas nos seguintes endereços: [A Bifurcação de Santos: presente e passado](https://bv.fapesp.br/pt/auxilios/109544/a-bifurcacao-de-santos-presente-e-passado/) (<https://bv.fapesp.br/pt/auxilios/109544/a-bifurcacao-de-santos-presente-e-passado/>), YouTube SanBif Project (www.youtube.com/@SanBifProject), LinkedIn “SanBif Project USP-FAPESP” (<https://br.linkedin.com/in/sanbif-project-usp-fapesp-5a3a04337>) e Instagram do SanBif (@sanbifproject) <<https://www.instagram.com/sanbifproject/>>.