The South Atlantic Meridional Overturning Circulation Basin-wide Array (SAMBA)

Rede Internacional para o monitoramento da AMOC no Atlântico Sul

Edmo J. D. Campos

Professor Emérito

Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo

BS & MS em Fisica Teórica / UnB
PhD em Meteorologia e Oceanografia Física / University of Miami
Academia Brasileira de Ciências
Academia de Ciências do Estado de São Paulo
Sigma-Xi Scientific Research Honor Society

Programa FAPESP PROASA Atlântico Sul e Antártica

FAPESP

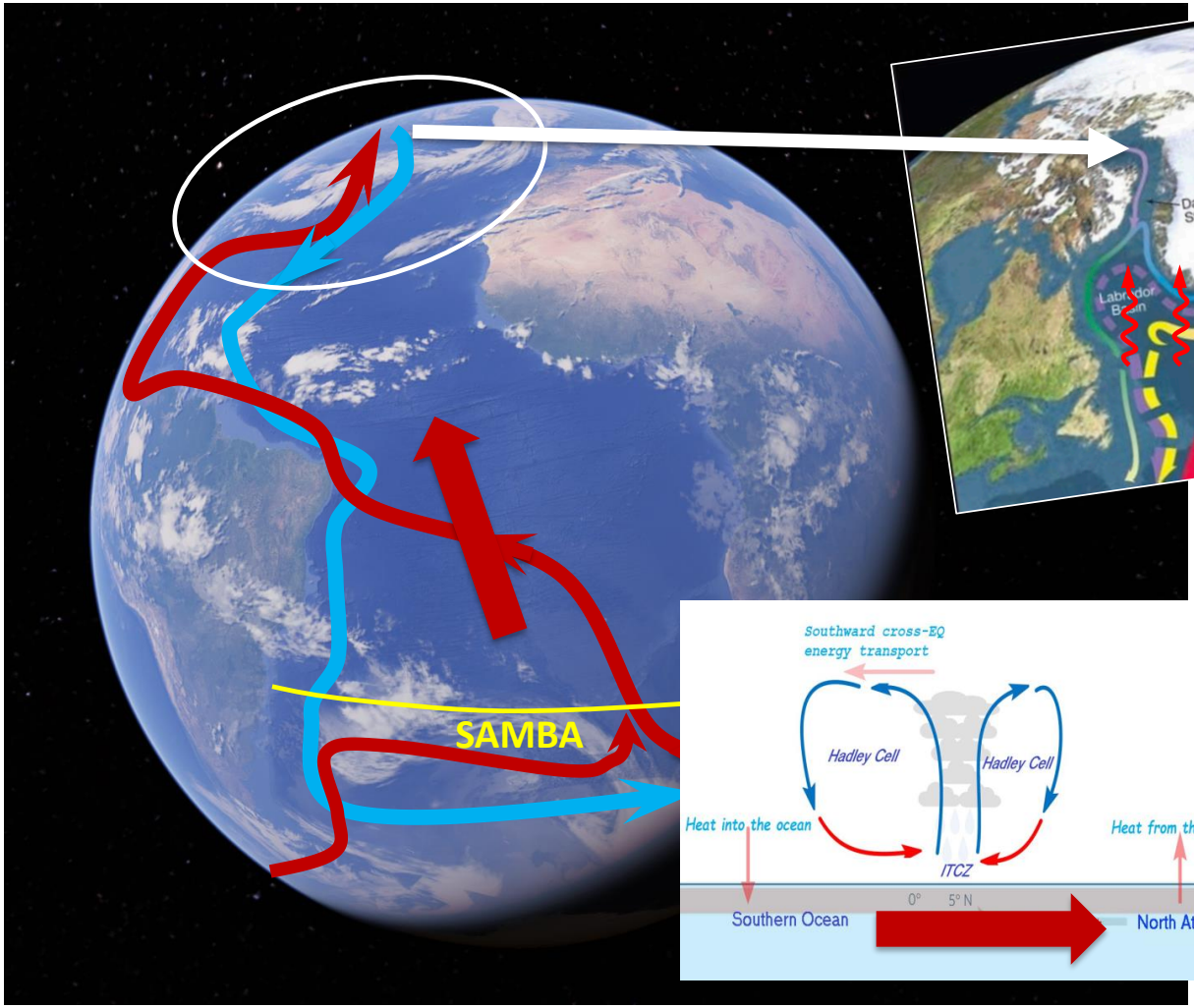
Diálogos PROASA FAPESP: Rede de observação costeira e oceânica como política científica estruturante para o Estado de São Paulo

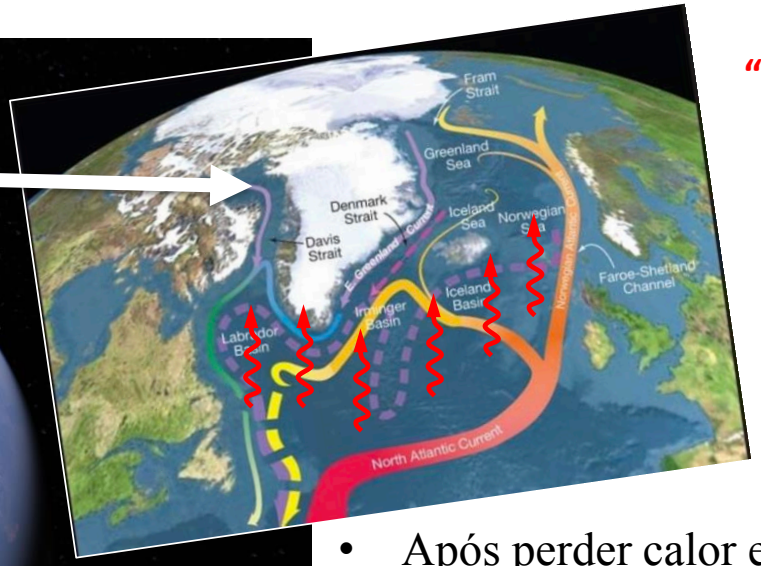
4 Novembro 2026

INSTITUTO OCEANOGRÁFICO
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

A Circulação de Revolvimento Meridional do Atlântico (AMOC)

*(**A**tlantic **M**eridional **O**veturning **C**irculation)*





"The Atlantic Heat Pump"

Nas altas latitudes do Atlântico Norte, o oceano perde calor e água doce para a atmosfera

- Após perder calor e água doce, as águas tornam-se mais densas, afundam e fluem para o sul nas camadas profundas
  Nas camadas superiores, as águas quentes fluem para o norte a partir do Atlântico Sul.
  Cerca de 1.3 PW é transportado para norte no Atlântico Sul.

1 PW equivale a 10^{15} Watts (1 milhão de bilhões de Watts)

Mudanças na AMOC têm impactos significativos no Clima Global

Transporte de Calor

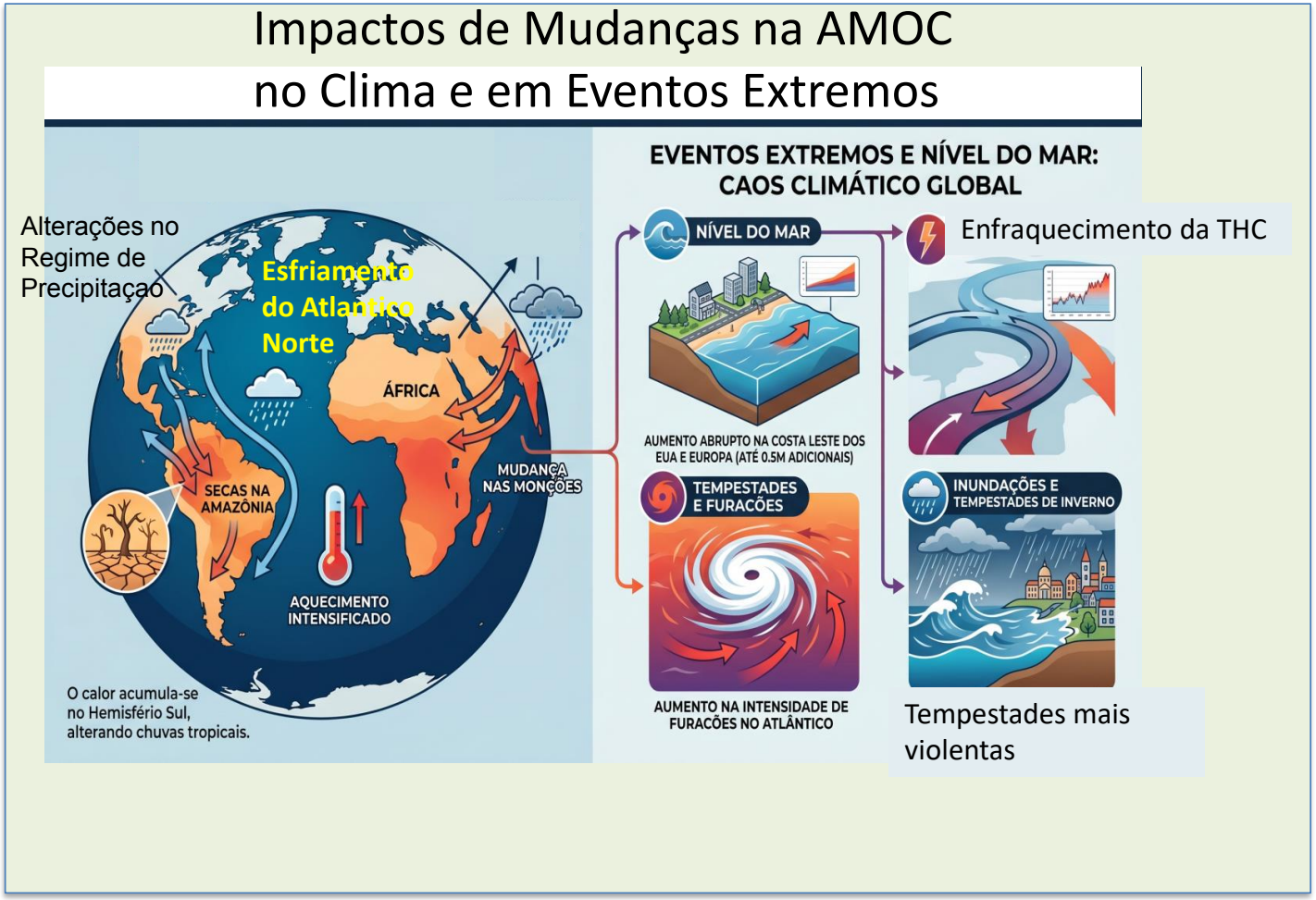
Move vasta quantidade de calor regulando o clima do planeta.

Declínio Projetado

Simulações do IPCC mostram enfraquecimento consistente ao longo do século XXI.

Variabilidade Observada

Dados das últimas duas décadas revelam instabilidade expressiva no sistema.



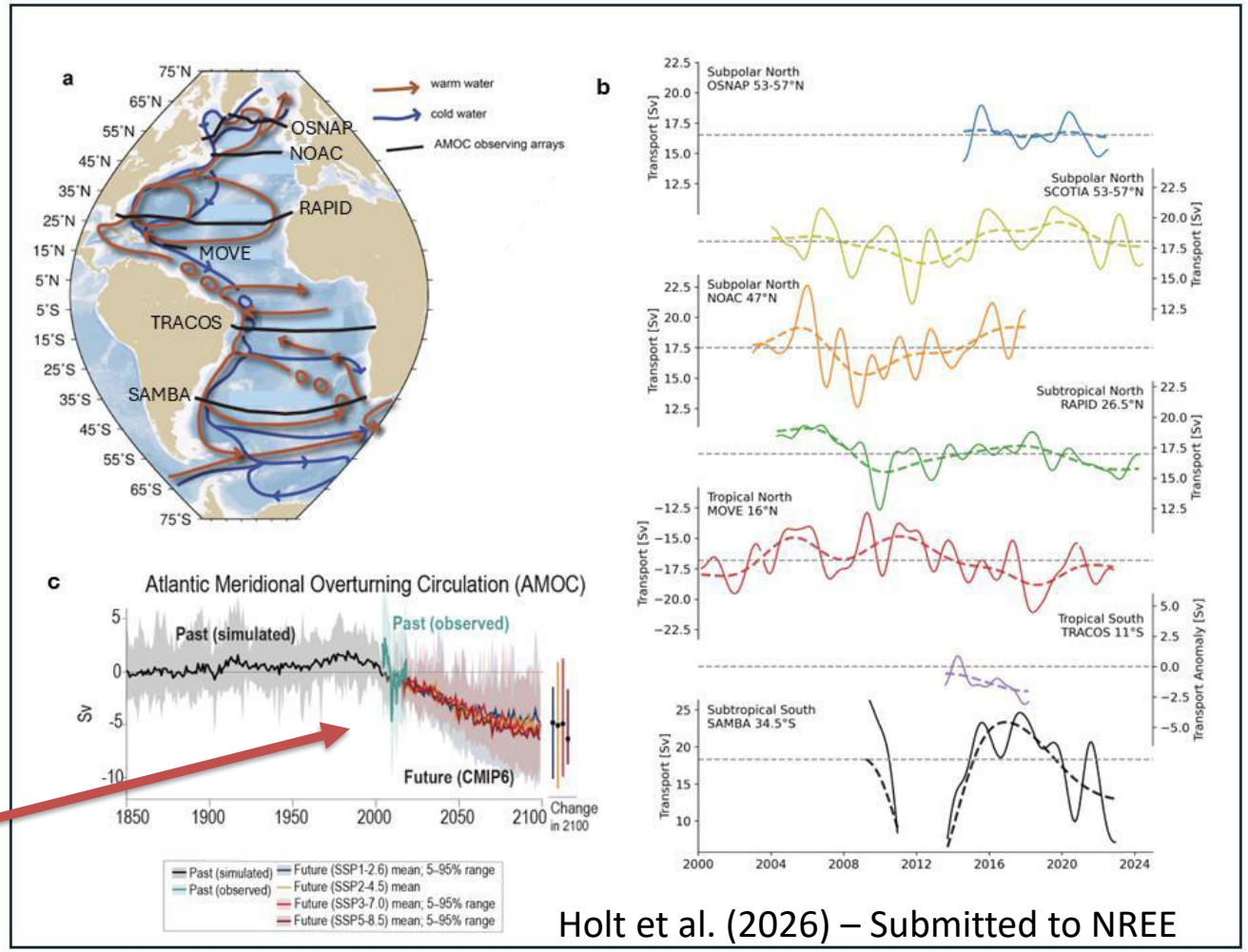
Observação da AMOC

Desde o início do Século XXI, uma rede multinacional vem sendo implementada para monitorar a AMOC:

- OSNAP/NOAC
- RAPID/MOCHA
- MOVE
- TRACOS
- **SAMBA**

Resultados mostram enfraquecimento da AMOC nas últimas décadas.

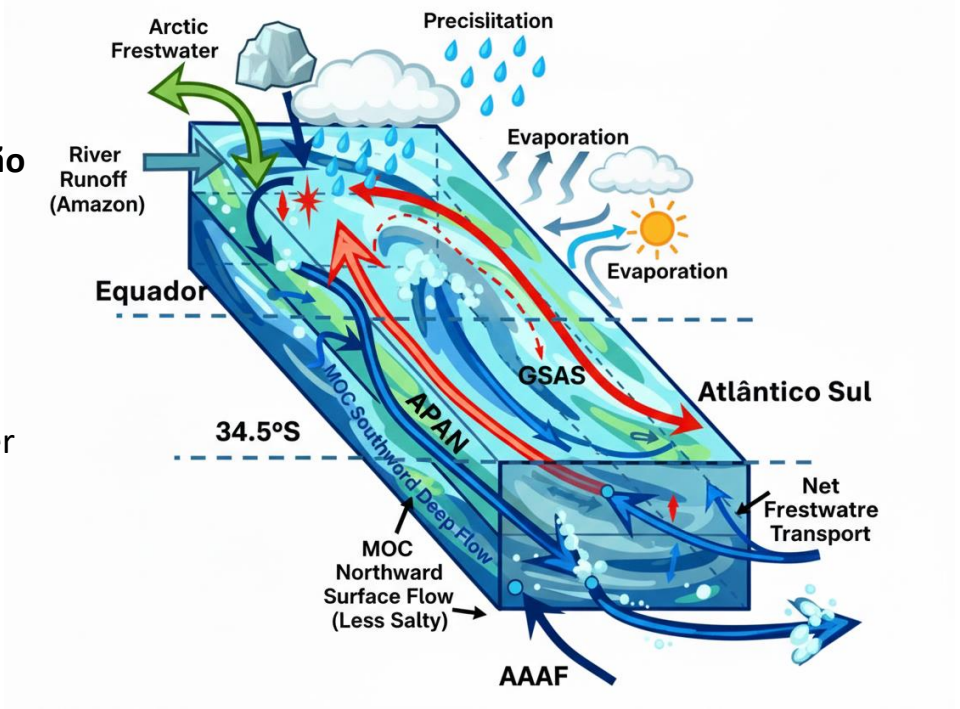
Modelos climáticos (CMIP6) sugerem que esse enfraquecimento continuará pelo restante do século.



Holt et al. (2026) – Submitted to NREE

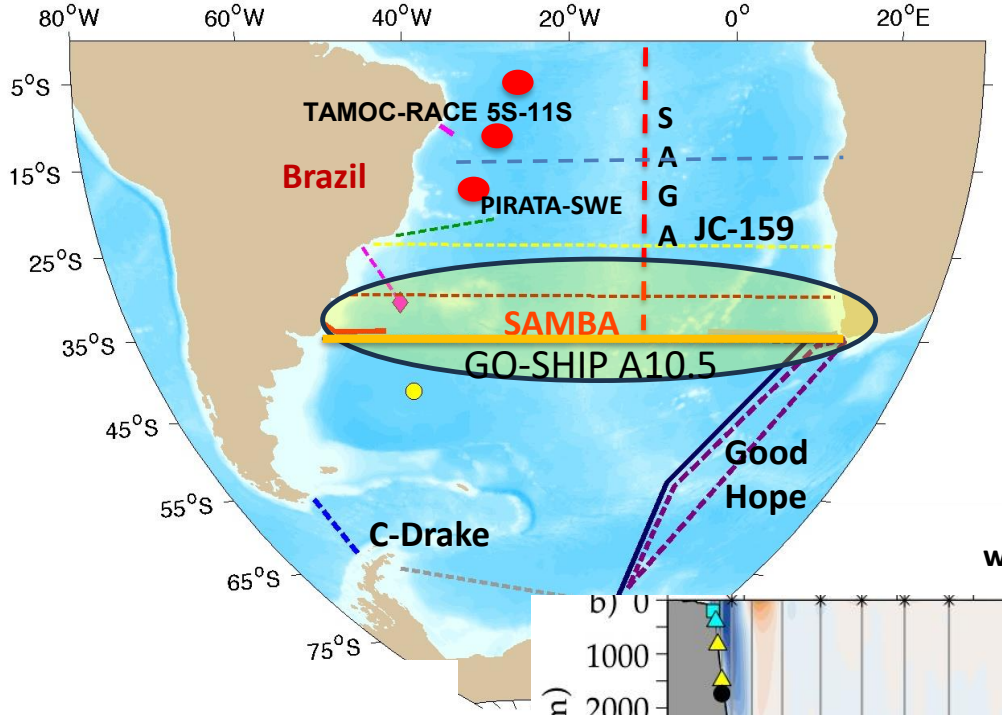
“O colapso do AMOC pode estar ocorrendo a uma velocidade tal que a adaptação seria impossível!!!”

- Sinal de aviso precoce baseado na física: **o mínimo do transporte de água doce pela AMOC em 34,5°S no Atlântico.**
- Esse mínimo ocorre **25 anos antes do evento de ponto de inflexão da AMOC**.
- Produtos de reanálise atuais fornecem informações insuficientes para estimar adequadamente essa distância.
- Com observações criteriosas e sustentadas, uma estimativa da distância até o ponto de inflexão da AMOC pode, em princípio, ser obtida.
- **Medições contínuas na seção em 34,5°S do SAMoc Basin-wide Array (SAMBA) são de extrema importância e cruciais para estimar a distância até um colapso do AMOC.**



van Westen et al., 2024: *Science Advances*, https://doi.org/10.1126/sciadv.adk1189

The South Atlantic Meridional Overturning Circulation (SAMOC)

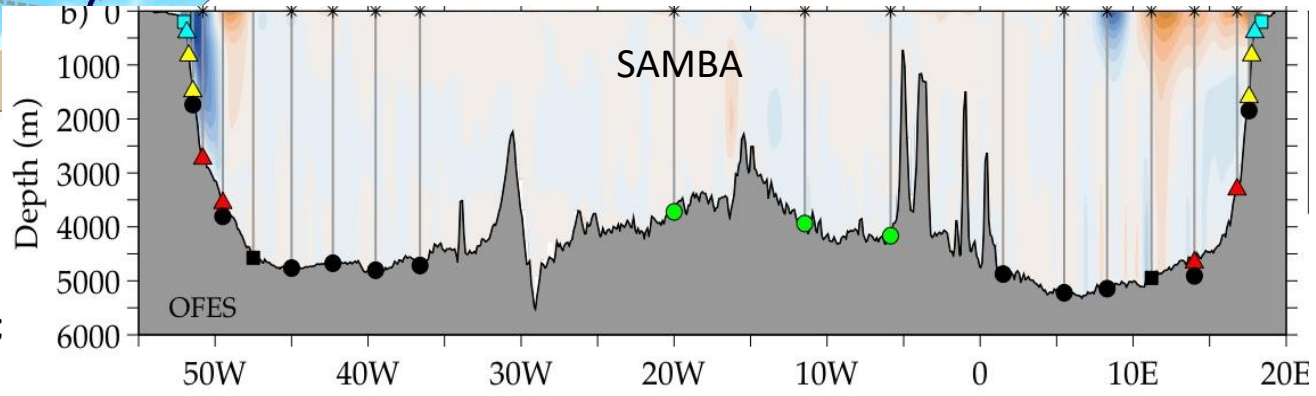


SAMOC: Um esforço para monitorar a AMOC no Atlântico Sul, conduzido por um consórcio internacional desde 2007.

O SAMOC Basin-wide Array (SAMBA) é um componente vital para entender a AMOC. A seção hidrográfica A10.5 do GO-SHIP é projetada especificamente para complementar esses dados ao longo do mesmo paralelo.

O objetivo monitorar o transporte de volume, calor e sal no "ponto de entrada" do Atlântico Sul.

www.aoml.noaa.gov/phod/SAMOC_international



FAPESP

Processos: 2011/50552-4; 2017/09659-6; 2024/09961-8; 2025/07964-2

SAMBA
The SAMOC Basin-wide Array



O Brasil é essencial para o SAMBA!!!

No contexto brasileiro, um eventual colapso da AMOC exigirá respostas rápidas e profundas, pois as mudanças no regime de chuvas e a intensificação de eventos extremos **poderão comprometer setores estratégicos como o agronegócio, a matriz energética e a segurança alimentar.**

A continuidade de programas como SAMBA e o fortalecimento da pesquisa nacional são vitais para **antecipar mudanças, orientar decisões e garantir soberania** sobre dados essenciais para o futuro do país, e do Estado de São Paulo, em particular.

O desafio é global, mas a capacidade de resposta depende de iniciativas locais e regionais, integradas ao esforço científico internacional.

C-ABYSS

Climate and Abyssal Circulation Observations

Projeto Temático em Análise na FAPESP (Proc. 2025/07964-2)

Quantify the impact of changes in the AMOC on internal and adjacent oceanic processes, focusing on the abyssal flow in the South Atlantic and its connection with the Southern Ocean.

Este é um projeto científico, com objetivos bem definidos e factíveis no curto prazo. Entretanto, terá papel de extrema imporância na continuidade do SAMBA.

Considerações Finais

- **Por que manter observações sustentadas?**

  Para distinguir o enfraquencimento antropogênico da AMOC das variabilidades naturais do sistema

- **Por que focar especificamente na latitude 34.5°S ?**

  A escolha não é arbitrária. A latitude de **34.5°S** é o ponto crítico para medir o **transporte de água doce**.

- **Por que o Brasil deveria assumir a liderança das observações em 34.5°S ?**

  O Brasil é o país mais preparado para isso porque possui a tríade fundamental para o sucesso de um sistema de observação sustentado: **proximidade geográfica**, **capacidade operacional naval** e **maturidade científica**.

  Decisores devem considerar a urgência de investimentos e políticas públicas voltadas à pesquisa e ao acompanhamento permanente da AMOC como prioridade para a segurança climática e socioeconômica do país.

  A manutenção da Rede SAMBA pelo Brasil não seria apenas uma contribuição à ciência global e à humanidade, mas um exercício de soberania estratégica no Atlântico Sul.