

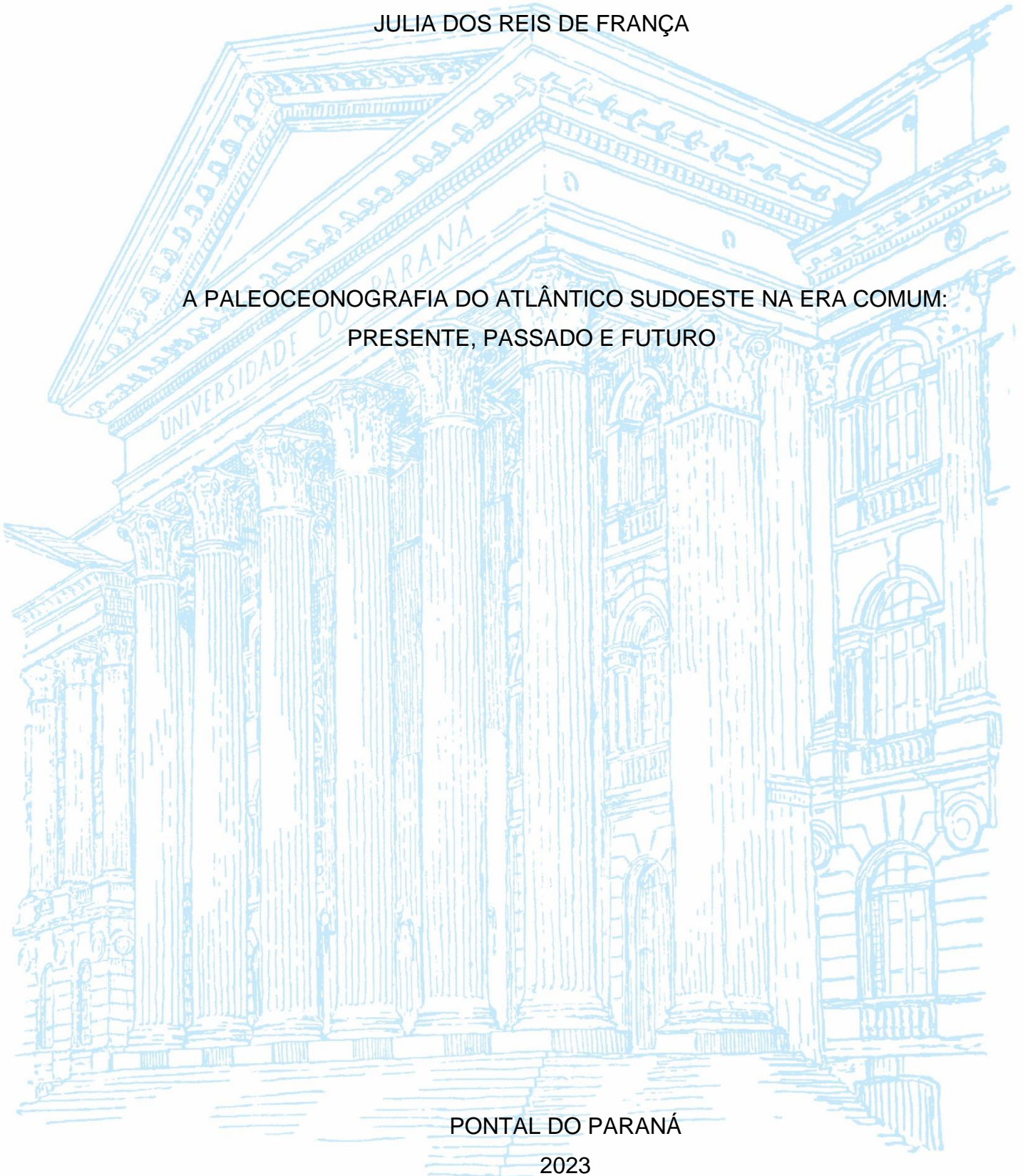
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JULIA DOS REIS DE FRANÇA

A PALEOCEONOGRÁFIA DO ATLÂNTICO SUDOESTE NA ERA COMUM:  
PRESENTE, PASSADO E FUTURO

PONTAL DO PARANÁ

2023



Julia dos Reis de França

A PALEOCEONOGRRAFIA DO ATLÂNTICO SUDOESTE NA ERA COMUM:  
PRESENTE, PASSADO E FUTURO

TCC apresentado ao curso de Graduação em Oceanografia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Oceanografia.

Orientador: Prof. Dr. Maikon Di Domenico  
Coorientadora: Profa. Dra. Renata Hanae Nagai

PONTAL DO PARANÁ

2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE OCEANOGRAFIA  
Avenida Deputado Aníbal Khury, 2033, - Bairro Balneário Pontal do Sul, Pontal do  
Paraná/PR, CEP 83255-976  
Telefone: (41) 3511-8626 - <http://www.ufpr.br/>

ATA DE REUNIÃO

**TERMO DE APROVAÇÃO**

Julia dos Reis de França

**“A PALEOCEONOGRRAFIA DO ATLÂNTICO SUDOESTE NA ERA COMUM: PRESENTE,  
PASSADO E FUTURO”**

Monografia aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharela em Oceanografia, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos membros:

Profa. Dra. Renata Hanae Nagai

Profa. Coordenadora - Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP)

Profa. Dra. Sílvia Helena de Melo e Sousa

Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP)

Prof. Dr. Michel M. de Mahiques

Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP)

Pontal do Paraná, 07 de dezembro de 2023

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a mim por toda dedicação e esforço, por não ter desistido nas horas de desespero e continuado a trilhar um caminho para conquistas futuras, a Bju do futuro vai ter muito orgulho. Agora quero agradecer quem esteve comigo nessa caminhada, Lili, Zuzu e Dadinho, vocês são tudo.

Minhas amizades de Pontal, que trouxeram mais leveza para essa aventura, Gabi que se faz presente e me suporta e apoia em momentos que nem eu mesma aguentaria. Cami que me acolheu com toda sua generosidade, me permitindo viver juntinho e mostrando que a qualquer momento um lanchinho pode melhorar tudo (Grazie!!!). Yas com toda sua magia contagiante e conversas infinitas que levo para sempre comigo. Márcia por sempre deixar qualquer situação muito mais animada. Aos integrantes do Sise, que foram obrigados a me adotar, Re por aguentar toda esse pessoal, Ba por me mostrar que todo dia é dia de viver sua melhor versão, Breno por julgar uma vegana com verdades sinceras, Chris por todas as atualizações e melhores expressões, Helô por toda a parceria e carinho em cada detalhe, Jassi por seu acolhimento e por ser mãe do Canji, Lu por compartilhar o melhor subgrupo e Samu por me salvar quando nada vai bem, animais imaginários e invasores.

A Lu por todas as trocas desde o início, que sempre vou lembrar com muito carinho, você é luz. Agradeço de coração ter cruzado com você nessa trajetória.

A minha eterna orientadora, Renata, que acreditou em mim e me mostrou as alegrias de fazer ciência, você é inspiração. A todos os integrantes do melhor LabPaleo2 que compartilharam os desesperos de se viver na vida acadêmica e mostraram que no fim tudo vai bem.

Obrigada do fundo do coração, um abraço apertado!

Com carinho,  
Bju.

*We need to respect the oceans and take  
care of them as if our lives depend on it.*

*Because They do.*

Sylvia Earle.

## RESUMO

A Era Comum compreende os últimos 2.000 anos e é considerada um período importante para as reconstruções paleoclimáticas. O entendimento das mudanças climáticas deste período pode ser aplicado para interpretar parte das variações do sistema climático associadas às ações antrópicas e sua relação com a vulnerabilidade social e ambiental. Assim, a avaliação global de dados paleoclimáticos da Era Comum pode contribuir com o entendimento das mudanças climáticas futuras de forma mais acurada. O presente trabalho tem como objetivo compilar dados de temperatura da superfície do mar (TSM) do Atlântico Sudoeste na Era Comum, buscando compreender quais fatores impedem que estes registros constem em bases de dados globais de TSM dos últimos 2.000 anos, por meio de uma revisão sistemática. Esse levantamento resultou no total de seis trabalhos, sendo que apenas quatro apresentavam dados dentro da Era Comum, e apenas dois atendiam os critérios exigidos pelo banco de dados globais do PAGES2K. Os resultados evidenciam a escassez de dados e a baixa na inserção de dados do Atlântico Sudoeste na Era Comum em bancos de dados de livre acesso. Nesse sentido, é possível esclarecer as possíveis razões pelas quais a porção do Atlântico Sudoeste não está incluída no Banco de Dados Globais PAGES2K, indicando que de fato existe um déficit na produção e inserção destes dados nessas plataformas, ocasionando assim obstáculos para nossa melhor compreensão da resposta do Atlântico às mudanças climáticas do futuro próximo. Ressaltando a importância de aumentar a obtenção de dados de TSM com foco específico na Era Comum no Atlântico Sudoeste. Além de uma mobilização por parte da comunidade paleoceanográfica brasileira, a fim de disponibilizar seus dados de forma livre em bancos de dados que seguem os princípios FAIR, assegurando que reconstruções paleoclimáticas do Atlântico Sudoeste constem dos bancos de dados globais e que estes dados possam ser integrados em estudos futuros.

Palavras-chave: Era Comum; Atlântico Sudoeste; banco de dados; temperatura da superfície do mar; revisão sistemática

## ABSTRACT

Common Era (last two thousand years) is considered an important period for paleoclimatic reconstructions. Understanding climate change during this period can be applied to interpret part of the variations in the climate system associated with human actions, and their relationship with social and environmental vulnerability. The global assessment of paleoclimatic data from the Common Era can contribute to a more accurate understanding of future climate changes. This study aims to compile sea surface temperature (SST) data from the Southwest Atlantic during the Common Era, seeking to understand the factors preventing these records from being included in global SST databases for the last 2,000 years through a systematic review. This survey resulted in a total of six studies, with only four presented data within the Common Era, and only two meet the criteria required by the PAGES2K global database. These results highlight the scarcity of data and the low inclusion in databases. In this sense, it is possible to clarify the potential reasons why the Southwest Atlantic portion is not included in the Global Database PAGES2K, indicating that there is indeed a deficit in the production and insertion of this data into these platforms, thus hindering our better understanding of the Atlantic's response to near-future climate changes. Emphasizing the importance of increasing the acquisition of SST data with a specific focus on the Common Era in the Southwest Atlantic. Additionally, advocating for mobilization from the Brazilian paleoceanographic community to make their data freely available in databases that adhere to FAIR principles, ensuring that paleoclimatic reconstructions of the Southwest Atlantic are included in global databases and that this data can be integrated into future studies.

Keywords: Common Era; Southwest Atlantic; database; sea surface temperature; systematic review

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Área de estudo. A)Circulação oceânica do Atlântico Sul. As correntes estão indicadas, assim como suas direções; B)Os testemunhos levantados na revisão da literatura estão identificados por círculos (Cordeiro et al., 2014), triângulos voltados para cima (Nagai et al., 2020) e voltados para baixo (Dauner et al., 2019), estrela com seis pontas (Pivel et al., 2013) e com cinco (Pivel et al., 2016), quadrados (Chiessi et al., 2013). Os limites da área de estudo também estão indicados, por pin de localização (Chuí, no extremo Sul; Cabo Frio, a norte.; .....20	20
Figura 2 – Fluxograma das etapas da revisão sistemática da literatura.....23	23
Figura 3 – Curvas de TSM (°C) disponíveis na literatura para o Atlântico Sudoeste na Era Comum extraídas de: LaPASKF02-02 – Pivel et al. (2013); BCCF1001, BCCF1009 e BCCF1015 – Cordeiro et al. (2014); GeoB6211-1/2-Chiessi et al. (2014); e 7610 e 7616 – Nagai et al. (2020)..... 13	13
Figura 4 - Avaliação dos trabalhos em relação aos pré-requisitos estabelecidos pela PAGES2K para que os dados possam ser inseridos em sua plataforma (ver seção 2.3). As cores representam o grau de cumprimento em relação a cada critério, sendo verde (cumprem), laranja (cumprem em partes) e vermelho (não cumprem). ..... 15	15



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Trabalhos selecionados a partir da revisão sistemática da literatura que possuem dados de TSM para o Atlântico Sudoeste durante a Era Comum; Trabalhos disponíveis no Banco de dados do Pangaea: LaPASKF002(<https://doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.809921>); GeoB 21075, GeoB62112/1(<https://doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.824829>); NAO631(<https://doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.901238>); 7610/7616 (<https://doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.934651>). ..... 13

## LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

AMOC	Circulação Meridional do Atlântico
APAN	Água Profunda do Atlântico Norte
CB	Corrente do Brasil
CE	Common Era
CNB	Corrente Norte do Brasil
TSM	Temperatura da Superfície do Mar

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
1.1	OBJETIVOS .....	15
	Objetivo geral .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
	Objetivos específicos .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>16</b>
2.1	ERA COMUM .....	16
2.2	PROXIES DE TSM .....	17
2.3	INSERÇÃO DE DADOS DE PALEOTEMPERATURA NO PAGES2K .....	18
<b>3</b>	<b>ÁREA DE ESTUDO</b> .....	<b>20</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>23</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>18</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>19</b>
	<b>ANEXO 1 – MODELOS DE IDADES RECALCULADO</b> .....	<b>23</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O oceano desempenha um papel fundamental no balanço global de calor, devido a sua capacidade de absorver e armazenar calor por longos períodos, o calor excedente nos trópicos é transportado, por meio da circulação nos giros subtropicais, em direção aos polos, devido às interações na interface oceano-atmosfera (CAMPOS, 2014). A habilidade do oceano em balancear o calor da Terra, resulta na variabilidade climática anual e decadal; no entanto, alterações nas forçantes externas do sistema climático são capazes de modificar o funcionamento do Oceano e suas interconexões com outros compartimentos do Sistema Terra (REID et al., 2009). O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2023) reporta que desde 1970 ocorre um aumento progressivo na temperatura média global e evidencia a urgência em assegurar que aconteça o acompanhamento dos efeitos das mudanças nos sistemas de circulação oceânica de larga escala.

No Oceano Atlântico, a Circulação Meridional do Atlântico (AMOC) é um modelo de circulação inter-hemisférica, que ocorre por meio da interação entre as correntes profundas e superficiais do Atlântico Sul e Norte (BUCKLEY et al., 2016), possibilitando o transporte de calor inter-hemisférico do Sul para o Norte. No Oceano Atlântico Sul, a Corrente Sul Equatorial flui do Sul da África em direção à costa do Brasil (10°S) onde bifurca, formando a Corrente do Brasil (CB), que flui para sul, e a Corrente Norte do Brasil (CNB), flui para norte (Figura 1). A CNB transporta calor da região equatorial para o hemisfério Norte. Na costa leste da América do Norte, a Corrente do Golfo flui em direção ao giro subtropical do Atlântico Norte, formando a Corrente do Atlântico Norte que transporta o calor para o oeste da Europa até atingir o Mar de Labrador. Nas altas latitudes do Oceano Atlântico Norte, as águas superficiais perdem calor e se tornam mais densas, afundando e formando a Água Profunda do Atlântico Norte (APAN) que flui em direção ao Hemisfério Sul (PETTERSON et al., 1991).

O funcionamento da AMOC pode ser avaliado por meio de estudos paleoceanográficos porque resulta em mudanças nas propriedades das massas d'água do Oceano Atlântico (LYNCH-STIEGLITZ, 2017). No passado recente (nos últimos 20 mil anos), a AMOC apresentou diferentes modos de funcionamento: o Modo Estável (glacial) ocorre quando a APAN é formada no Atlântico Norte subpolar; o Modo Intermediário (interglacial), quando a APAN é formada do Mar Nórdico; e o

Modo Desligado, onde a produção da APAN é praticamente interrompida durante eventos frios abruptos (p.e., eventos Heinrich), quando as águas Antárticas preenchem a bacia do Atlântico (LYNCH-STIEGLITZ, 2017). Os diferentes modos de funcionamento da AMOC, resultaram em mudanças nas condições de temperatura das águas superficiais do Oceano Atlântico (KUHNBRODT et al., 2007).

O uso de *proxies*<sup>1</sup> na paleoceanografia permite entender como o Oceano respondeu a mudanças nas condições do planeta no passado, auxiliando na predição de possíveis cenários futuros (FISCHER, 1999). A aplicação de *proxies* em testemunhos sedimentares marinhos e de gelo garantem de forma eficiente a compreensão do comportamento climático global em diferentes escalas geológicas, isso porque mostram por meio de seus mecanismos conservativos e as condições do ambiente no momento da disposição dos sedimentos (CAMPISANO, 2012). Diferentes tipos de *proxies* possibilitam a reconstrução de variáveis hidrográficas essenciais na caracterização de massas d'água, como a temperatura da superfície do mar (TSM), possibilitando estabelecer uma relação entre a distribuição das massas d'água e o funcionamento da circulação oceânica de larga escala (p.e., AMOC) (JONES ET AL., 2009). Assim, as reconstruções paleoceanográficas podem atuar como fontes de informação para a interpretação da variabilidade climática natural do planeta (SHEVENELL, 2020).

Segundo Smerdon (2012), a Era Comum (que compreende aos últimos 2.000 anos) é um período importante para as reconstruções paleoclimáticas, porque consegue contribuir com a interpretação do sistema climático e das vulnerabilidades das sociedades como um todo. Por conta dos benefícios de realizar reconstruções paleoclimáticas dentro da Era comum, iniciativas vêm sendo desenvolvidas a fim de gerar banco de dados *multi-proxy* para reconstruções paleoclimáticas, iniciativas que buscam "... permitir uma escala sem precedentes de investigação da história da temperatura da Era Comum, tanto pela comunidade quanto por cidadãos-cientistas." (PAGES2K CONSORTIUM, 2017, pg. 2).

No entanto, existem lacunas do conhecimento das mudanças na TSM em algumas bacias oceânicas. O Atlântico Sudoeste, que apresenta papel importante nas conexões oceânicas modernas e no passado recente, não só pela sua participação

---

<sup>1</sup> Um *proxy* é um descritor mensurável de uma variável que não podem ser medida (FISHER, 1999)

no transporte e distribuição de calor em direção ao equador, que contribuem para a formação de massas d'água, circulação, interações oceano-atmosfera, mistura e processos de subducção e advecção, além de proporcionar meios para a interpretação das variabilidades climáticas (GARZOLI et al., 2011), não apresenta registros da variação da TSM nos Bancos de Dados Globais da Era Comum. Assim, o levantamento de dados de paleotemperatura existentes e a compilação de dados, pode fornecer um diagnóstico do estado da arte do conhecimento da paleoceanografia do Atlântico Sudoeste na Era Comum, além de servir de incentivo para trabalhos futuros.

### 1.1 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo principal entender os motivos que impedem que o Atlântico Sudoeste esteja representado nos trabalhos de reconstrução global de TSM nos últimos 2.000 anos. Para atingir esse objetivo, os seguintes objetivos específicos foram definidos:

- (i) Mapear trabalhos de reconstrução de TSM disponíveis para o Oceano Atlântico Sudoeste que englobem a Era Comum a partir da revisão sistemática da Literatura;
- (i) Extrair os dados e obter curvas de TSM para o Oceano Atlântico Sudoeste durante a Era Comum;
- (ii) Determinar se os dados disponíveis têm potencial para serem incluídos no banco de dados PAGES2k;
- (iii) Avaliar por que essa porção do Oceano Atlântico não está incluída no banco de dados PAGES2k.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 ERA COMUM

A Era Comum é considerada como um período com disponibilidade de registros capazes de viabilizar reconstruções paleoclimáticas com resolução temporal sazonal a anual e em escalas espaciais regionais e globais (SMERDON et al., 2023). Segundo Mann et al. (2003), este intervalo possui registros geológicos de alta resolução temporal e bem datados (cronologia bem definida), diminuindo incertezas nos modelos de idade. Além disso, a abundância e distribuição geográfica dos registros paleoclimáticos disponíveis permite a união de reconstruções regionais, possibilitando uma reconstrução global das condições climáticas (JONES et al., 2004). Assim, reconstruções da Era Comum têm grande potencial de assegurar interpretações mais apuradas sob uma perspectiva mais ampla, podendo impulsionar as interpretações das alterações climáticas naturais e as possíveis influências antrópicas (p.e., SMERDON et al., 2012; KAUFMAN, 2014; ANCHUKAITIS et al., 2022).

As reconstruções de paleotemperatura realizadas na Era Comum, de maneira geral, enfrentam desafios, pela ausência de dados, especificamente nos trópicos, no Hemisfério Sul e nos oceanos (ANCHUKAITIS et al., 2022), e também ligados ao número limitado de base de dados em relação a distribuição geográfica, sazonalidade e a validação em cada um dos métodos em relação aos *proxies* analisados (IPCC, 2014). Essas lacunas, dificultam que sejam construídas conclusões sobre uma temperatura média global (MANN et al., 2003). Por isso, é de extrema relevância assegurar que dados de paleotemperatura dentro da Era Comum sejam produzidos, interpretados e armazenados, a fim de concentrar informações, podendo servir como uma ferramenta fundamental para o desenvolvimento de interpretações globais (SMERDON et al., 2023).

O PAGES2k é um exemplo de iniciativa da comunidade científica internacional para criação de um banco de dados global, cujo propósito é compreender a alteração climática global, por meio do armazenamento e agrupamento de dados de paleotemperatura de ambientes marinhos e terrestres, nos últimos 2000 anos (PAGES2k Consortium, 2013). O banco de dados é alimentado por meio dos grupos de trabalhos que foram criados no âmbito da comunidade PAGES (*Past Global*

*Changes*), ou por inserção de trabalho independentes. No entanto, a inserção de dados segue critérios de qualidade e padronização pré-estabelecidos pelo PAGES2k *Consortium*, criando assim um mecanismo de centralização dos dados, e uma alternativa para projeções do passado e do futuro.

## 2.2 PROXIES DE TSM

O oceano tem um papel chave no entendimento do clima global, representando cerca de 70% da superfície do planeta, por sua relação direta com a atmosfera (interface oceano-atmosfera), capacidade de retenção de calor, e alteração do comportamento da circulação oceânica, que juntos governam parte do sistema climático (CAMPOS, 2014; MCGREGOR et al., 2016). Por essa razão, a TSM é uma variável chave em estudos paleoclimáticos que buscam compreender o funcionamento do oceano e suas relações com o clima. A reconstrução da TSM do último milênio, que acontece por meio da análise de *proxies* quantitativos, serve para reconstruir padrões hidrodinâmicos de larga escala e gradientes de temperatura hemisféricos e continentais (JONES et al., 2009). Os *proxies* são variáveis mensuráveis utilizadas para mensurar variáveis-alvo (p.e., temperatura e salinidade) que não podem ser diretamente medidas no registro sedimentar (FISCHER et al., 1999). Podendo então caracterizar situações passadas e estimar variações futuras (MANN et al., 2004).

Reconstruções paleoceanográficas realizadas em registros sedimentares marinhos utilizam comumente organismos planctônicos e compostos químicos produzidos por esses para gerar curvas de TSM no passado. Os foraminíferos são um dos grupos mais amplamente utilizados para reconstrução de TSM. Os *proxies* de TSM baseados neste grupo de organismos são comumente fundamentados na resposta das associações de foraminíferos planctônicos às mudanças de temperatura aplicando algoritmos matemáticos para conversão de dados microfaunísticos em estimativas de TSM (funções de transferência) (FISCHER et al., 1999). Além disso, a composição química das testas carbonáticas de foraminíferos planctônicos, em particular a composição isotópica do oxigênio ( $\delta^{18}\text{O}$ ) e a razão Mg/Ca, que refletem a temperatura da água do mar no momento de calcificação da testa (FISCHER et al., 1999; ELDERFIELD et al., 2000).



Além dos foraminíferos planctônicos, muitos trabalhos de reconstrução da TSM utilizam propriedades químicas de compostos produzidos por coccolitoforídeos, como o índice de insaturação de alquenonas ( $U^{k'_{37}}$ ) (FISCHER et al., 1999). Uma vez que o grau de insaturação na formação das membranas celulares desses organismos tendem a alterar conforme ocorrem mudanças na temperatura) (PAGES Hydro2k, 2017).

### 2.3 INSERÇÃO DE DADOS DE PALEOTEMPERATURA NO PAGES2K

O PAGES2k busca assegurar uma ampliação da acessibilidade dos dados de paleotemperatura, para compreender de forma eficaz a variação de temperatura global, permitindo entender e investigar suas possíveis origens (PAGES2k CONSORTIUM, 2017). Existem também métricas, que possibilitam entender as variações climáticas de larga escala: a seleção criteriosa dos dados de forma a restringir somente às informações que serão efetivamente necessárias para as variáveis reconstruídas e garantir a precisão dos *proxies* aplicados, verificando a sensibilidade de cada *proxy* à variação da temperatura (SMERDON et al., 2023).

Dados de paleotemperatura inseridos no Banco de Dados PAGES2k precisam contemplar requisitos específicos estabelecidos pela comunidade PAGES2k *Consortium* (2017), sendo eles:

- i. sensibilidade termal, onde os dados *proxy* devem demonstrar por meio estatístico que consideram as mudanças passadas na temperatura, avaliando a sensibilidade do *proxy* em conjunto com a temperatura;
- ii. duração do registro, os registros *proxy* devem cobrir pelo menos 50 anos da Era Comum para registros marinhos com resolução temporal anual, e 500 anos quando não tiverem resolução temporal anual;
- iii. resolução do registro, sedimentos marinhos devem apresentar resolução média de pelo menos 200 anos ou menos;
- iv. acurácia cronológica, para registros com camadas anuais que não podem ser visualizadas, os modelos de idade devem apresentar pelo menos um ponto cronológico de controle perto do registro mais recente e outro perto do mais antigo, ou ainda 1 CE. Para registros mais longos que 1.000 anos, devem incluir pelo menos um registro intermediário;

v. revisão por pares, somente registros descritos em trabalhos publicados e que passaram pelo processo de publicação com revisão por pares podem ser incluídos, para artigos ainda não publicados, serão considerados aqueles aceitos.

Além desses requisitos é preciso apresentar os dados em formatação própria, que pode ser feita por meio da plataforma LIPDnet ([lipd.net/playground](http://lipd.net/playground)), e então submeter para ser incluído no Pages2k v2 Temperature compilation.

### 3 ÁREA DE ESTUDO

A margem continental Brasileira se estende ( $4^{\circ}$  N -  $34^{\circ}$ S) e pode ser dividida nas porções: Amazônica, Nordeste, Oriental, Abrolhos-Campo, Sudeste e Sul (CASTRO, 2005). O Atlântico Sudoeste, engloba a porção Sudeste e Sul da margem continental brasileira e se estende do Cabo Frio ao Chuí (Figura 1).

A circulação superficial do Oceano Atlântico Sudoeste é caracterizada pela presença do Giro Subtropical e da Confluência Brasil-Malvinas (MATANO et al., 1993). Estes sistemas são capazes de transportar massas d'água, que conseguem conservar parte de suas características, mesmo depois de percorrem ao longo do Oceano Atlântico Sul (REID et al., 1977). Parte dessa circulação é responsável pelo transporte de calor para bacias adjacentes, além de receber massas d'água com características distintas, conectando uma parcela das correntes do globo (GARZOLI et al., 2011).

A CB é considerada uma corrente superficial, que tende a fluir junto à quebra da plataforma ao longo da costa sudoeste brasileira, apresentando alterações nas diferentes estações, sendo que tende a ficar mais junta a costa no inverno, e também tendem apresentar um comportamento meandrante próximo ao Cabo Frio, devido ao desvio da linha de costa (SILVEIRA et al., 2000).

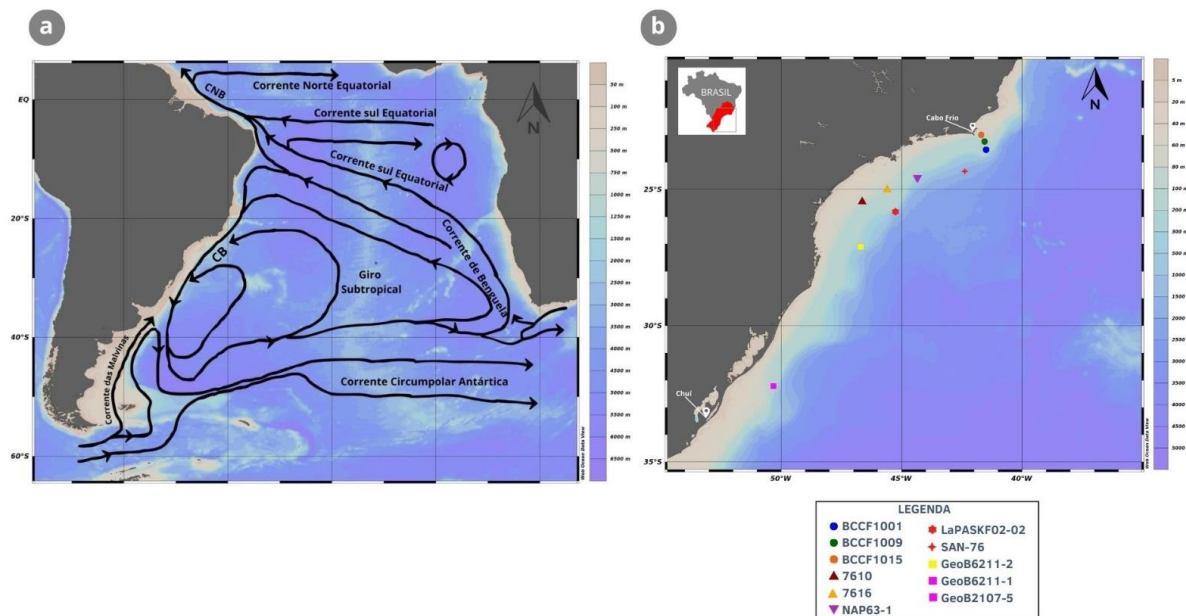


Figura 1 – Localização da área de estudo. (a) A circulação superficial do Oceano Atlântico Sul baseada em PETERSON et al. (1991); e (b) Localização dos testemunhos encontrados na revisão da literatura identificados como círculos (Cordeiro et al., 2014), triângulos voltados para cima (Nagai et al., 2020) e voltados para baixo (Dauner et al., 2019), estrela com seis pontas (Pivel et al., 2013) e com cinco (Pivel et al., 2016), quadrados (Chiessi et al., 2013).

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos por meio do levantamento de artigos de reconstrução de paleotemperatura no Atlântico Sudoeste. O levantamento dos dados se deu em três fases distintas: a revisão sistemática da literatura; obtenção de dados de TSM; e verificação se os registros encontrados atendem os critérios estabelecidos pelo PAGES2k *Consortium* (2017) para inclusão nos bancos de dados globais.

A Primeira fase, se deu por meio de uma revisão sistemática da literatura, usando três bases de pesquisa, “*Web of Science*” ([www.webofscience.com/wos](http://www.webofscience.com/wos)), “*Scopus*” ([www.scopus.com](http://www.scopus.com)) e “*Scielo*” ([search.scielo.org/](http://search.scielo.org/)), aplicando um conjunto de palavras-chave em inglês e português: (“SOUTH ATLANTIC” OR “BRAZILIAN MARGIN” OR “SANTOS BASIN” OR “SÃO PAULO BIGHT”) AND (“SEA SURFACE TEMPERATURE” OR “SST” OR “MG/CA RATIOS” OR “ISOTOPES” OR “ALKENONES”) AND (“COMMON ERA” OR “2K” OR “PAST”), na opção “*article title, abstract, keywords*” (Scopus), “*todos os índices*” (Scielo) e “*tópico*” (Web of Science), sem nenhum outro filtro aplicado. Em seguida, os mesmos foram exportados para a plataforma RAYYAN (<https://www.rayyan.ai>), para detecção de possíveis trabalhos duplicados, uma seleção inicial pelo título dos trabalhos encontrados, excluindo trabalhos de fora da área de estudo, seguida por uma nova seleção, pela análise dos abstracts dos trabalhos, que considerou o local e o intervalo de tempo avaliado pelos trabalhos e, por fim, uma última filtragem para aqueles que apresentaram resultados de TSM para a região do Atlântico Sudoeste.

Uma vez que o número de artigos selecionados não cumpria, de forma integral o objetivo do presente trabalho, usando a plataforma *Scopus* foram selecionados os autores com maior número de contribuições na área de paleoceanografia no Atlântico Sudoeste. O perfil Google Scholar de cada autor foi examinado e foram selecionados dentre todos os artigos publicados de cada um desses autores aqueles que atendiam os critérios usados para a revisão sistemática. Dos trabalhos foram extraídos os dados das publicações (Título; Autor; Revista; Ano; Objetivo; disponibilidade dos dados; e principais conclusões).

A partir dos trabalhos selecionados pela revisão sistemática, iniciou-se a extração dos dados de TSM e cronologia para cada registro da margem continental

brasileira nos bancos de dados paleoclimáticos de livre acesso: Pangaea ([www.pangaea.de](http://www.pangaea.de)) e NOAA ([www.nci.noaa.gov/products/paleoclimatology](http://www.nci.noaa.gov/products/paleoclimatology)), ou no material suplementar do artigo. Para os registros cujos modelos de idade se baseavam em datação radiométrica por  $^{14}\text{C}$  as idades foram recalibradas para (CE), usando o software R Bacon2.3 (BLAAUW et al., 2023) usando o Marine20 (HOGG et al., 2020) e  $\Delta R = 28 \pm 52$  (ALVES et al., 2015). Os dados de TSM disponíveis foram plotados gerando curvas individuais de paleotemperatura da Era Comum.

Para entender os motivos pelos quais os dados de TSM do Atlântico Sudoeste não estão inseridos no PAGES 2k, os trabalhos encontrados foram avaliados a partir da comparação entre as características dos dados de cada trabalho e os requisitos mínimos para a inserção dos dados na PAGES 2k (ver item 2.3 da Revisão da literatura).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 EXISTEM TRABALHOS NA LITERATURA SOBRE O ATLÂNTICO SUDOESTE NA ERA COMUM?

A primeira etapa da revisão sistemática resultou em 181 artigos após a exclusão dos trabalhos duplicados. A avaliação dos títulos, excluiu 116 trabalhos e 43 trabalhos após a análise dos abstracts, restando 22 artigos, dos quais 19 foram excluídos por não apresentarem dados da Era Comum. Na plataforma *Scopus* foram selecionados os 15 autores com maior número de trabalhos de reconstrução paleoceanográficas no Atlântico Sudoeste, dos quais apenas cinco possuem trabalhos com reconstrução de TSM, no Atlântico Sudoeste nos últimos 2000 anos. Com isso, foram encontrados um total de seis artigos, com dados disponíveis para 11 testemunhos (Figura 2).

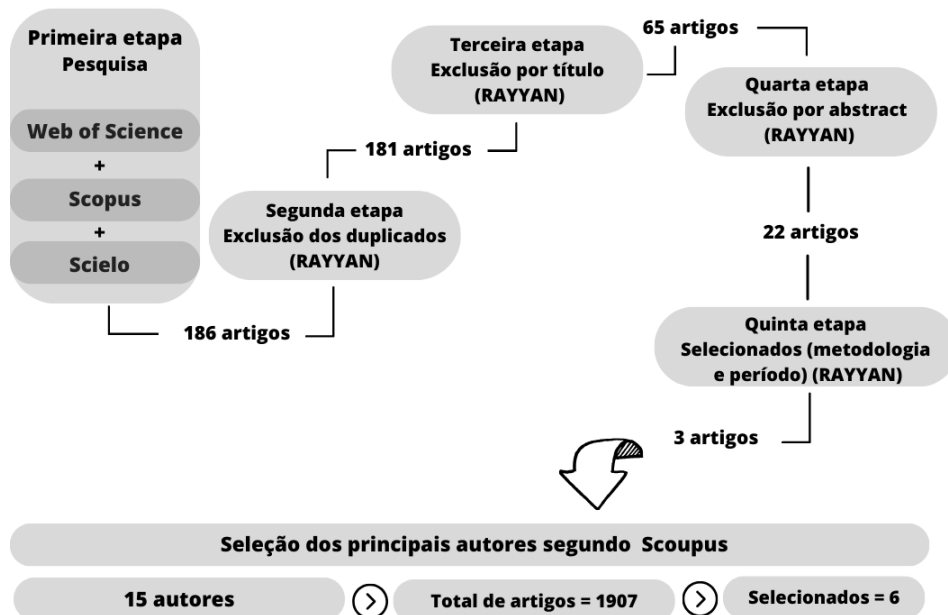


Figura 2 – Fluxograma das etapas da revisão sistemática da literatura.

Dos 11 testemunhos selecionados, oito apresentavam modelos de idade baseados em idades  $^{14}\text{C}$  e tiveram seus modelos de idade refeitos (Anexo 1). Após essa etapa, verificou-se que dois testemunhos não possuíam dados na Era Comum (SAN-76 e NAP63-1), e um dos testemunhos foi excluído deste trabalho por não

disponibilizarem seus dados em nenhum banco de dados de livre acesso ou no material suplementar do artigo (GeoB2107-5). Neste sentido, foi possível extrair dados de cinco testemunhos cujos modelos de idade se baseavam em idades  $^{14}\text{C}$ , e três testemunhos com modelos de idade baseados no decaimento do  $^{210}\text{Pb}$ , totalizando oito curvas de TSM para o Atlântico Sudoeste na Era Comum (Tabela 1).

Informações gerais dos trabalhos selecionados a partir da revisão sistemática da literatura e dos autores foram compilados, com a finalidade de permitir a interpretação das possíveis razões da ausência de dados de paleotemperatura no Atlântico Sudoeste durante a Era Comum, evidenciando que são trabalhos de pesquisadores brasileiros, todos publicados em revistas internacionais. Os dados extraídos foram encontrados em Bancos de Dados (p.e., Pangaea), mas também no próprio trabalho ou em anexos complementares (Tabela 1).

Publicação	Revista	Testemunho	Latitude (°S)	Longitude (°W)	Período alvo	Profundidade de coleta dos testemunhos (m)	Proxy de TSM	Disponibilidade dos dados			
								Pangaea	NOAA	Pages2k	Material suplementar
Cordeiro et al. (2014)	Palaeo3*	BCCF1001	23	42	Último século	128	UK'37	Não	Não	Não	Sim
		BCCF1009	23	41,7361		117					
		BCCF1015	23	42		79					
Toledo et al., (2007)	Marine Micropaleontology	SAN-76	24,26	42,17	Últimos 25ka	1682	Função de transferência baseada em associações de foraminíferos planctônicos + Razões isotópicas $\delta^{18}O$	Não	Não	Não	Não
Dauner et al., (2019)	Quaternary Science Reviews	NAP63-1	24,8	44,3	Últimos 75ka	840	UK'37	Sim	Não	Não	Não
Nagai et al. (2020)	Geo-MarineLetters	7610	25,5	46,6	Holoceno médio/tardio	89	Razões Mg/Ca	Sim	Não	Não	Não
		7616	25	45,6							
Pivel et al. (2013)	Palaeo3*	LaPASKF02-02	25,84	45,2	Últimos 13 ka	827	Função de transferência baseada em associações de foraminíferos planctônicos	Sim	Não	Não	Não
Chiessi et al. (2014)	Palaeo3*	GeoB2107-5	27,18	46,46	Holoceno tardio	1052	Razões Mg/Ca	Sim	Não	Não	Não
		GeoB6211-2	32,51	50,24		654					
		GeoB6211-1	32,51	50,24		657					

\*Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology

Tabela 1 - Trabalhos selecionados a partir da revisão sistemática da literatura que possuem dados de TSM para o Atlântico Sudoeste durante a Era Comum; Trabalhos disponíveis no Banco de dados do Pangaea: LaPASKF02-02 ([doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.809921](https://doi.org/10.1594/PANGAEA.809921)); GeoB2107-5 e GeoB6211-1/2 ([doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.824829](https://doi.org/10.1594/PANGAEA.824829)); NAP63-1 ([doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.901238](https://doi.org/10.1594/PANGAEA.901238)); e 7610 e 7616 ([doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.934651](https://doi.org/10.1594/PANGAEA.934651)).



## 5.2 RECONSTRUÇÕES DA TSM DO ATLÂNTICO SUDOESTE NA ERA COMUM

As curvas de TSM dos oito testemunhos selecionados mostram que há uma limitação espacial e temporal dos registros do Oceano Atlântico Sudoeste ao longo da Era Comum (Figuras 1 e 3). Sendo que os testemunhos encontrados se estendem entre (23°S- 50,27°W), se concentrando na plataforma continental (entre 89 e 128 m de profundidade), sendo que os outros três se encontram no talude continental (entre 654 e 827 m de profundidade) (Tabela 1). Estes testemunhos estão sob influência de diferentes tipos de processos oceanográficos que atuam na plataforma continental, como: a ressurgência costeira de Cabo Frio (Cordeiro et al. (2014)) e a Pluma do Rio de La Plata (Nagai et al., (2020)); e no talude continental variações na intensidade da CB (Pivel et al. (2013) e Chiessi et al. (2014)). Dessa forma, as reconstruções da TSM obtidas por estes trabalhos refletem mudanças em períodos e processos oceanográficos distintos e podem apresentar, por isso, tendências distintas ao longo da Era Comum (Figura 3).

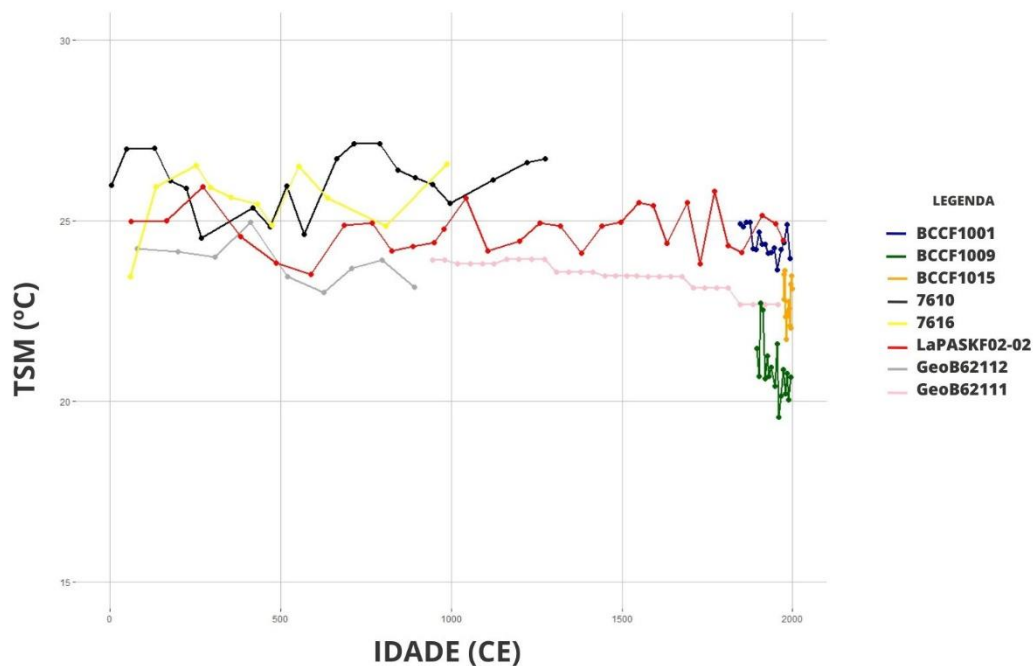


Figura 3 – Curvas de TSM (°C) disponíveis na literatura para o Atlântico Sudoeste na Era Comum extraídas de: LaPASKF02-02 – Pivel et al. (2013); BCCF1001, BCCF1009 e BCCF1015 – Cordeiro et al. (2014); GeoB6211-1/2-Chiessi et al. (2014); e 7610 e 7616 – Nagai et al. (2020).

Em relação à cobertura temporal podemos observar que há heterogeneidade no range temporal que cada registro cobre e que os registros do Atlântico Sudoeste não representam todo o período da Era Comum (Figura 3). O único registro que

apresenta dados ao longo da Era Comum, do pré- ao pós-Industrial é o testemunho LaPASK02-02 de Pivel et al. (2013), com resolução temporal de 64 anos. Enquanto os únicos testemunhos que cobrem o período pós-Industrial com alta resolução são o BCCF1001, BCCF1009 e BCCF1015 de Cordeiro et al. (2014) com resolução temporal de 9, 6 e 2 anos, respectivamente, localizados na plataforma continental de ao largo de Cabo Frio. O período pré-Industrial é representado por um número maior de testemunhos (N=4): 7610 e 7616 de Nagai et al. (2020) e GeoB6211-1/2 de Chiessi et al. (2014). No entanto, estes testemunhos possuem baixa resolução temporal (67, 93, 67 anos, respectivamente).

### 5.3 POR QUE OS REGISTROS DO ATLÂNTICO NÃO ESTÃO INSERIDOS NAS RECONSTRUÇÕES CLIMÁTICAS GLOBAIS DA ERA COMUM?

Os nossos resultados mostram que apesar de existirem dados de TSM para o Atlântico Sudoeste durante a Era Comum, ainda não existem trabalhos na literatura que focam exclusivamente nesse intervalo de grande interesse paleoclimático (Tabela 1). Além da escassez de registros, os registros existentes possuem distribuição espacial heterogênea e estão sob diferentes condições oceanográficas (Figura 1) e não cobrem a Era Comum em sua totalidade (Figura 3).

Nenhum dos testemunhos encontrados consta do banco de dados da PAGES2k (Tabela 1). No entanto, os testemunhos BCCF1001 e BCCF1009 (Cordeiro et al., 2014), GeoB6211-1 (Chiessi et al., 2014) atendem os requisitos exigidos pelo PAGES2k *Consortium* para inserção neste importante banco de dados da Era Comum (Figura 4). O LaPASK02-02 (Pivel et al., 2013), aplica o método de função de transferência com base em associações de foraminíferos planctônicos, não atendendo ao critério (i) sensibilidade termal, uma vez que apesar de fornecer estimativas quantitativas de TSM não é possível inferir um valor de erro associado a estas estimativas. O testemunho BCCF1015 (Cordeiro et al., 2014) representa menos de 50 anos da Era Comum, não atendendo o critério (ii) duração do registro. Enquanto, os testemunhos GeoB6211-2 (Chiessi et al., 2014) e 7610 e 7616 (Nagai et al., 2020) não atendem o critério (iv) acurácia cronológica, uma vez que não possuem um controle cronológico intermediário (Anexo 1).

Testemunho	Critérios PAGES2K				
	(i)	(ii)	(iii)	(iv)	(v)
LaPAS-KFO2-02	Orange	Green	Green	Green	Green
BCCF1001	Green	Green	Green	Green	Green
BCCF1009	Green	Green	Green	Green	Green
BCCF1015	Green	Red	Green	Green	Green
GeoB6211-2	Green	Green	Green	Red	Green
GeoB6211-1	Green	Green	Green	Green	Green
7616	Green	Green	Green	Red	Green
7610	Green	Green	Green	Red	Green

Figura 4 - Avaliação dos trabalhos em relação aos pré-requisitos estabelecidos pela PAGES2K para que os dados possam ser inseridos em sua plataforma (ver seção 2.3). As cores representam o grau de cumprimento em relação a cada critério, sendo verde (cumprem), laranja (cumprem em partes) e vermelho (não cumprem).

No entanto, ainda que existam curvas de TSM para a margem continental brasileira cujos testemunhos atendam a todos os requisitos de inserção no Banco de Dados Globais voltado para a Era Comum, estes não constam do banco de dados. A inserção de dados precisa ser realizada pelos autores da publicação, quando esse atenderem todos os requisitos listados pela plataforma. Um dos motivos pode estar no fato de nenhum destes trabalhos ter como foco a reconstrução da TSM específico na Era Comum, fazendo com que seus autores não vislumbrassem sua relevância para a Era Comum.

Um outro fator reside no fato de alguns autores não disponibilizarem os dados de seus trabalhos nos bancos de dados de livre acesso para comunidade científica (i.e., Pangaea e NOAA paloclimatology) (Tabela 1). Assegurar o acesso aberto e gratuito dos dados científicos serve como ferramenta para propagar conhecimento, além de conseguir dar visibilidade às pesquisas e potencializar as colaborações entre pesquisadores beneficiando a comunidade acadêmica (USP, 2023). A disponibilidade de dados paleoclimáticos é fundamental para melhor entendermos a resposta do Oceano à variabilidade climática, auxiliando na produção de reconstruções globais. Por isso, a comunidade científica internacional vem desde a década de 1990 utilizando banco de dados abertos como repositórios de dados paleoclimáticos.

Essa necessidade de permitir que os conjuntos de dados científicos sejam acessíveis levou pesquisadores a criarem os princípios FAIR (*Findability, Accessibility, Interoperability, and Reusability*) que aponta quatro requisitos que precisam ser levados em conta na hora de produzir tais dados (WILKINSON et al., 2016). Segundo os princípios FAIR os dados devem:

- (i) ser compreensíveis e bem definidos, além de serem disponibilizados em locais confiáveis;
- (ii) ser acessíveis para todos que queiram acessar, de forma gratuita e online;
- (iii) seguir um padrão de compatibilidade entre sistemas, para facilitar possíveis agregações entre dados;
- (iv) sempre garantir o bom entendimento de quem irá acessá-lo, com o maior detalhamento possível, além de evidenciar quais as formas podem ser usadas e citadas de forma adequada.

Dessa forma, criou-se uma padronização na base das pesquisas, permitindo que todos os dados possam ser disponibilizados para bancos de dados, que ficam responsáveis por armazená-los (WILKINSON et al., 2016; FELDEN et al., 2023). Essa prática é exercida em sua potência internacionalmente, no entanto, os dados produzidos por pesquisadores brasileiros são disponibilizados em uma taxa reduzida. A falta de cultura científica de dar livre acesso aos dados nestas plataformas certamente impacta a representatividade do Atlântico Sudoeste nas reconstruções globais da Era Comum.

Neste sentido, nossos resultados indicam que os dados de TSM do Atlântico Sudoeste existentes, mesmo que escassos, não estão sendo contabilizados nas reconstruções globais da Era Comum. O primeiro motivo, reside no fato de nenhum dos trabalhos encontrados serem focados na Era Comum e, apenas parte da reconstrução compreender esse período, o que pode de alguma forma diminuir a relevância desses estudos para reconstruções globais da Era Comum. Isso contribui para que estes registros não atendam aos requisitos de inserção definidos pelo PAGES2k *Consortium* (2017). Porém, o fato de não estarem disponibilizados de forma livre, em plataformas de dados abertos, também impede que estes dados sejam utilizados por outros pesquisadores.

Para mudar essa situação é preciso priorizar que os dados sejam disponibilizados em plataformas de livre acesso, a partir de projetos que incentivem o compartilhamento de dados, tornando essa etapa parte da pesquisa, também é

necessário que haja investimento para que sejam feitos mais trabalhos que foquem na reconstrução de paleotemperatura exclusivamente na Era Comum, assim como os levantamentos no Atlântico Sudoeste, de forma conjunta. Além de priorizar uma amostragem na plataforma continental, já que é um local onde a deposição sedimentar tende a ser mais lenta, resultando em camadas sedimentares mais bem definidas, e por serem afetadas diretamente pelas alterações geradas por mudanças climáticas, proporcionando uma interpretação ambiental mais acurada das variações ao longo do tempo. Essas atitudes podem contribuir com a melhoria na quantidade de dados de paleotemperatura produzidos na Era Comum, além de permitir que tais dados possam ser usados para a produção de reconstruções globais, isso se forem inseridos em Banco de Dados Globais.

## 6 CONCLUSÃO

A partir da revisão sistemática da literatura foi possível entender os motivos que impedem que o Atlântico Sudoeste não esteja representado nos trabalhos de reconstrução global da TSM na Era Comum. O mapeamento dos trabalhos de reconstrução de TSM disponíveis para o Oceano Atlântico Sudoeste e que englobam a Era Comum evidenciaram a escassez (N=4) em relação a quantidade de trabalhos produzidos, além de revelar que nenhum dos trabalhos focam no período em questão, e somente apresentam um recorte em seus registros. Por isso as curvas de TSM construídas com os dados apresentam uma cobertura temporal fragmentada. Essas particularidades em relação a quantidade, foco e qualidade dos dados potencializa, junto ao déficit na inserção em Banco de Dados, contribuem com privações para futuras reconstruções. Apesar disso, nenhum dos testemunhos encontrados consta do banco de dados da PAGES2k, mesmo os que satisfazem os requisitos da plataforma.

Dessa forma, é possível esclarecer as possíveis razões pelas quais a porção do Atlântico Sudoeste não está incluída no Banco de Dados Globais PAGES2K. Essa ausência de dados indica que de fato existe um déficit na produção e inserção destes dados nessas plataformas, ocasionando assim obstáculos para nossa melhor compreensão da resposta do Atlântico às mudanças climáticas do futuro próximo. Neste contexto, sugerimos que é necessário aumentar a obtenção de dados de TSM com foco específico na Era Comum no Atlântico Sudoeste. Além disso, recomendamos que a comunidade paleoceanográfica brasileira adote a cultura de disponibilizar seus dados de forma livre em bancos de dados que seguem os princípios FAIR, assegurando que reconstruções paleoclimáticas do Atlântico Sudoeste constem dos bancos de dados globais e que estes dados possam ser integrados em estudos futuros.

## REFERÊNCIAS

AHMED, M. et al. Continental-scale temperature variability during the past two millennia. **Nature Geoscience**, v. 6, n. 5, p. 339–346, 2013.

ALVES, E. et al. Radiocarbon reservoir corrections on the Brazilian coast from pre-bomb marine shells. **Quaternary Geochronology**, v. 29, p. 30–35, 2015.

ANCHUKAITIS, K. J.; SMERDON, J. E. Progress and uncertainties in global and hemispheric temperature reconstructions of the Common Era. **Quaternary Science Reviews**, v. 286, 2022.

BINDOFF, N. L. et al. Changing Ocean, Marine Ecosystems, and Dependent Communities. The Ocean And Cryosphere In A Changing Climate. **Cambridge University Press**, p. 447-588, 2022.

BLAAUW, M.; CHRISTEN, J. A. Flexible paleoclimate age-depth models using an autoregressive gamma process. **Bayesian Analysis**, v. 6, n. 3, p. 457–474, 2011.

BUCKLEY, M. W.; MARSHALL, J. Observations, inferences, and mechanisms of the Atlantic Meridional Overturning Circulation: A review. **Reviews of Geophysics Blackwell Publishing Ltd**, 2016.

CAMPISANO, C. J. Milankovitch Cycles, Paleoclimatic Change, and Hominin Evolution. Disponível em: <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/milankovitch-cycles-paleoclimatic-change-and-hominin-evolution-68244581/>. Acesso em: Junho de 2023.

CAMPOS, E. J. D. O papel do oceano nas mudanças climáticas globais. **Revista USP**, São Paulo, n. 103, p. 55-66, 2014.

CHIESSI, C. M. et al. Variability of the Brazil Current during the late Holocene. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 415, p. 28–36, 2014.

CORDEIRO, L. G. M. S. et al. Reconstruction of southwestern Atlantic sea surface temperatures during the last Century: Cabo Frio continental shelf (Brazil). **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 415, p. 225–232, 2014.

DAUNER, A. L. L. et al. Multi-proxy reconstruction of sea surface and subsurface temperatures in the western South Atlantic over the last ~75 kyr. **Quaternary Science Reviews**, v. 215, p. 22–34, 2019.

ELDERFIELD, H. et al. Past temperature and  $\delta^{18}\text{O}$  of surface ocean waters inferred from foraminiferal Mg/Ca ratios. **Nature** Springer Science and Business Media LLC, v. 405, n. 6785, p. 442-445, 2000.

FELDEN, J. et al. PANGAEA - Data Publisher for Earth & Environmental Science. **Scientific Data**, v. 10, n. 1, 2023.

FISCHER, G; WEFER, G. **Use of Proxies in Paleoceanography: Examples from the South Atlantic**. Springer Berlin, Heidelberg; Business Media, p.1-68, 1999.

GARZOLI, S. L.; MATANO, R. The South Atlantic and the Atlantic Meridional Overturning Circulation. **Deep-Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography**, v. 58, n. 17–18, p. 1837–1847, 2011.

HOGG, A. G. et al. SHCal20 Southern Hemisphere Calibration, 0-55,000 Years cal BP. **Radiocarbon**, v. 62, n. 4, p. 759–778, 2020.

IPCC, 2014: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2014.

IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. A Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 36 pages. (in press).

JONES, P. D.; MANN, M. E. Climate over past millennia. **Reviews of Geophysics**, v. 42, n. 2, 2004.



JONES, P. D. et al. High-resolution palaeoclimatology of the last millennium: A review of current status and future prospects. **Holocene**, v. 19, n. 1, p. 3–49, 2009.

KAUFMAN, D. A community-driven framework for climate reconstructions. **Eos** Blackwell Publishing Ltd, 2014.

KUHLBRODT, T. et al. On the driving processes of the Atlantic meridional overturning circulation. **Reviews of Geophysics**, 2007.

LYNCH-STIEGLITZ, J. The Atlantic Meridional Overturning Circulation and Abrupt Climate Change. **Annual Review of Marine Science**, 2017.

MATANO, R. P. et al. Seasonal variability in the southwestern Atlantic. **Journal Of Geophysical Research**, v. 98, n. 10, p.18027, 1993.

MCGREGOR, H. V. Data, age uncertainties and ocean  $\delta^{18}\text{O}$  under the spotlight for Ocean2k Phase 2. **Past Global Change Magazine Past Global Changes (PAGES)**, v. 24, n. 1, p. 44-44, 2016.

MANN, M. E.; JONES, P. D. Global surface temperatures over the past two millennia. **Geophysical Research Letters**, v. 30, n. 15, 2003.

NAGAI, R. H. et al. South Brazilian Bight mid- to late Holocene hydrographic fluctuations. **Geo-Marine Letters**, v. 40, n. 6, p. 1045-1055, 2020.

PAGES2K Consortium. A global multiproxy database for temperature reconstructions of the Common Era. **Scientific data**, v. 4, n. 170088, 2017.

PETTERSON, R. G.; SA, L. Upper-level circulation in the South Atlantic Ocean. **Progress In Oceanography** Elsevier BV., v. 26, n. 1, p. 1-73, 1991.

PIVEL, M. A. G. et al. The Holocene onset in the southwestern South Atlantic. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 374, p. 164–172, 2013.

REID, J. L. et al. On the Characteristics and Circulation of the Southwestern Atlantic Ocean. **Journal Of Physical Oceanography**, American Meteorological. v. 7, n. 1, p. 62-91, 1977.

SHEVENELL, A. et al. Paleooceanography lessons for a changing world. **Oceanography** Oceanography Society, v. 3, n. 2, p. 13-15, 2020.

SILVEIRA, I. C. et al. A Corrente do Brasil ao Largo da Costa Leste Brasileira (The Brazil Current off the Eastern Brazilian Coast). **Rev. bras. oceanogr.** v. 48, n. 2, p. 171-183, 2000.

SMERDON, J. E. Climate models as a test bed for climate reconstruction methods: Pseudoproxy experiments. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change**, v. 3, n. 1, p. 63–77, 2012.

SMERDON, J. E.; POLLACK, H. N. Reconstructing Earth's surface temperature over the past 2000 years: the science behind the headlines. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change** Wiley-Blackwell, v. 7, n. 5, p. 746-771, 2016.

SMERDON, J. E. et al. Comparing proxy and model estimates of hydroclimate variability and change over the Common Era. **Climate of the Past**, v. 13, n. 12, p. 1851–1900, 2017.

SMERDON, J. E.; COOK, E. R.; STEIGER, N. J. The Historical Development of Large-Scale Paleoclimate Field Reconstructions Over the Common Era. **Reviews of Geophysics** John Wiley and Sons Inc, v. 61, n. 4, 2023.

TOLEDO, F. A. L. et al. Planktonic foraminifera, calcareous nannoplankton and ascidian variations during the last 25 kyr in the Southwestern Atlantic: A paleoproductivity signature? **Marine Micropaleontology**, v. 64, n. 1–2, p. 67–79, 2007.

USP. Acesso Aberto. Ciência Aberta, 2023. Disponível em: <https://cienciaaberta.usp.br/acesso-aberto/> . Acesso em: novembro de 2023.

WILKINSON, M. D. et al. Comment: The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. **Scientific Data**, v. 3, 2016.

**ANEXO 1 – Modelos de idade recalculados para os testemunhos (a) San76 (Toledo et al., 2007); (b) NAP63-1 (Dauner et al.,2019); (c)/(d) 7610/7616 (Nagai et al., 2020); (e) LaPASKF02-02 (Pivel et al., 2013); (f) GeoB2107-5 (Chiessi et al., 2014); (g)/(h) GeoB2107-1/2 (Chiessi et al.,2014)**

