

LÍGIA DIAS DE ARAUJO

**Matéria orgânica terrígena do Rio da Prata em sedimentos superficiais da Margem Continental do Atlântico Sudoeste (23° - 37°S): caracterização por descritores composicionais, isotópicos e moleculares**

São Paulo

2022

LÍGIA DIAS DE ARAUJO

**Matéria orgânica terrígena do Rio da Prata em sedimentos superficiais da Margem Continental do Atlântico Sudoeste (23° - 37°S): caracterização por descritores composicionais, isotópicos e moleculares**

Tese apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Ciências, Programa de Oceanografia, área de Oceanografia Química.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Márcia Caruso Bicego  
Coorientador: Prof. Dr. Michel Michaelovitch de Mahiques

São Paulo

2022

ARAUJO, Lígia Dias de. **Matéria orgânica terrígena do Rio da Prata em sedimentos superficiais da Margem Continental do Atlântico Sudoeste (23° - 37°S):** caracterização por descritores composicionais, isotópicos e moleculares. Tese (Doutorado) apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutora em Ciências, Programa de Oceanografia, área de Oceanografia Química.

Aprovado em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

Banca Examinadora

Prof. Dr. \_\_\_\_\_ Instituição \_\_\_\_\_  
Presidente Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_ Instituição \_\_\_\_\_  
Conceito \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_ Instituição \_\_\_\_\_  
Conceito \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_ Instituição \_\_\_\_\_  
Conceito \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Dedico este trabalho à minha família.  
Obrigada por estarem sempre por perto e  
acreditarem em mim.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, Jairo, Beatriz e Simão, por todo o apoio e amor. Sem vocês nada disto seria possível. Em especial agradeço à minha mãe, Maria Cândida (*in memoriam*). Gostaria muito que você estivesse fisicamente presente neste importante momento, mãe, mas estará sempre presente em mim, desde os detalhes até o mais fundamental. Amo vocês.

Agradeço ao meu companheiro pela parceria incondicional. Por ter sido porto seguro em todos os momentos e ter tornado o caminho mais leve. Eu te amo.

Agradeço às minhas primas, tios, tias e avó e também à família do Caian, que agora também é a minha família. Vocês também fizeram parte deste processo e me ajudaram muito. Obrigada!

Agradeço à minha orientadora Márcia e ao meu orientador Michel pela paciência, pela partilha dos conhecimentos, pela orientação de por onde seguir. Obrigada por todos esses anos de ensinamentos. Vocês foram essenciais na minha formação desde os meus primeiros passos na oceanografia. Obrigada!

Agradeço também a toda equipe do LabQOM. Obrigada professor Rafael, Satie e Lourival por estarem sempre me ajudando durante todos estes anos. Obrigada aos meus amigos e colegas do laboratório pelo suporte, ajuda e risadas. Agradeço a todos que gentilmente me auxiliaram no decorrer do doutorado disponibilizando dados e amostras, ajudando durante as análises e discutindo comigo os resultados.

Alguns agradecimentos à algumas pessoas diretamente ligadas ao meu trabalho de doutorado também: à professora Letícia pelas amostras do Uruguai; aos técnicos do DOF que me auxiliaram nas análises; à tripulação do Navio Alpha Crucis pelas coletas; aos colegas pesquisadores que também ajudaram nas coletas durante os cruzeiros oceanográficos.

Quero agradecer a todos os meus amigos que estão sempre ao meu lado, me ajudando, me distraindo e sendo parceiros. Vocês são muito importantes em cada passo da minha caminhada. Agradeço também ao coletivo de Capoeira Angola da USP que me faz ver a vida de perspectivas diferentes todos os dias.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de doutorado (167796/2018-6) e pelo auxílio ao projeto (300962/2018-5). À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo auxílio ao projeto (2006/04445-3, 2010/06147-5, 2014/08266-2, 2015/17763-2, 2016/22194-0).

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

“A escrita é uma coisa, e o saber, outra. A escrita é a fotografia do saber, mas não o saber em si. O saber é uma luz que existe no homem. A herança de tudo aquilo que nossos ancestrais vieram a conhecer e que se encontra latente em tudo o que nos transmitiram, assim como o baobá já existe em potencial em sua semente.”

(Tierno Bokar Salif)

## RESUMO

ARAÚJO, Lígia Dias de. **Matéria orgânica terrígena do Rio da Prata em sedimentos superficiais da Margem Continental do Atlântico Sudoeste (23° - 37°S):** caracterização por descritores composicionais, isotópicos e moleculares. 2022. 109 f. Tese (Doutorado) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

Margens continentais são os maiores reservatórios de carbono orgânico em ambientes marinhos. Conseqüentemente, a caracterização e quantificação da matéria orgânica sedimentar nestes ambientes são ferramentas essenciais no entendimento do ciclo do carbono global. A matéria orgânica terrígena é fração importante da matéria orgânica sedimentar marinha e um dos seus principais mecanismos de entrada para o oceano é através do transporte fluvial. O Rio da Prata apresenta a segunda maior bacia hidrográfica da América do Sul e representa a principal entrada de sedimentos e nutrientes para a Margem Continental do Atlântico Sudoeste (MCAS). Apesar disto, a influência do Rio da Prata na matéria orgânica sedimentar da MCAS ainda não é totalmente compreendida. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo principal caracterizar a assinatura geoquímica da matéria orgânica terrígena oriunda do Rio da Prata e identificar sua distribuição na MCAS. Para isto, utilizou-se uma compilação de dados em conjunto com a análise de amostras de sedimento superficial, totalizando 281 amostras coletadas ao longo de 30 anos. Dentre estas amostras, foram analisados um ou mais dos seguintes parâmetros: conteúdos de carbono orgânico (COT), nitrogênio total (NT) e carbonato de cálcio; razões isotópicas de carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ) e nitrogênio ( $\delta^{15}\text{N}$ ); as concentrações de *n*-alcanos de cadeia longa; e  $\delta^{13}\text{C}$  dos *n*-alcanos *n*-C29 e *n*-C31. A análise de agrupamento permitiu identificar três grupos em termos da assinatura geoquímica da matéria orgânica total que estão intimamente relacionados com a hidrodinâmica e a sedimentação na MCAS: (i) grupo principalmente localizado entre o Rio da Prata e o Cabo de Santa Marta, caracterizado por alto aporte terrígeno de matéria orgânica e uma alta produtividade marinha; (ii) a plataforma do Embaiamento de São Paulo, com predomínio do aporte marinho e relativamente menor aporte terrígeno de matéria orgânica, e (iii) o talude do Embaiamento de São Paulo, com matéria orgânica predominantemente marinha. Frentes oceanográficas, correntes e o aporte de matéria orgânica e nutrientes por rios, principalmente o Rio da Prata, são os principais mecanismos que controlam a distribuição da matéria orgânica na MCAS. Em relação à matéria orgânica sedimentar terrígena, as diferenças nas composições de  $\delta^{13}\text{C}$  molecular e nas distribuições dos *n*-alcanos permitiram identificar três principais fontes terrígenas: o Rio da Prata, os rios do Embaiamento de São Paulo e o Rio Paraíba do Sul.

Enquanto a matéria orgânica terrígena oriunda do Rio da Prata é predominante na plataforma continental desde a sua desembocadura até os 27°S, a região do Embaiamento de São Paulo apresenta maior complexidade em relação às fontes e destinos da matéria orgânica, apresentando predomínio da matéria orgânica do continente adjacente na plataforma interna e aportes remotos nas plataformas média e externa e no talude.

Palavras-chave: Razão isotópica do carbono.  $\delta^{13}\text{C}$  molecular. *n*-Alcanos. Biomarcadores moleculares.



## ABSTRACT

ARAÚJO, Lígia Dias de. **Terrigenous organic matter from the Rio de la Plata in superficial sediments of the Continental Margin of the Southwest Atlantic (23° - 37°S):** characterization by compositional, isotopic, and molecular descriptors. 2022. 109 f. Tese (Doutorado) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

Continental margins are the largest organic carbon reservoirs in marine environments. Consequently, the characterization and quantification of sedimentary organic matter in these environments are essential in understanding the global carbon cycle. Terrigenous organic matter is an important fraction of marine sedimentary organic matter, and one of its main mechanisms of entry to the ocean is through fluvial transport. The Rio de la Plata has the second-largest watershed in South America and represents the main input of sediments and nutrients to the Continental Margin of the Southwest Atlantic (MCAS). Despite this, the influence of the Rio de la Plata on the sedimentary organic matter of MCAS is still not fully understood. In this context, the objective of this work is to characterize the geochemical signature of terrigenous organic matter from the Rio de la Plata and to identify its distribution in MCAS. For this, a compilation of data was used together with the analysis of superficial sediment samples, totaling 281 samples collected over 30 years. Among these samples, one or more of the following parameters were analyzed: contents of total organic carbon (TOC), total nitrogen (TN), and calcium carbonate; isotopic ratios of carbon ( $\delta^{13}\text{C}$ ) and nitrogen ( $\delta^{15}\text{N}$ ); the concentrations of long-chain *n*-alkanes; and  $\delta^{13}\text{C}$  of *n*-C29 and *n*-C31 *n*-alkanes. Cluster analysis allowed the identification of three groups regarding the geochemical signatures of total organic matter closely related to hydrodynamics and sedimentation in MCAS: (i) group characterized by high marine productivity and high terrigenous supply of organic matter, mainly located between the Rio de la Plata and Santa Marta Cape; (ii) the São Paulo Bight shelf, with a predominance of marine input and relatively less terrigenous input of organic matter, and (iii) the São Paulo Bight slope, with predominantly marine organic matter. Oceanographic fronts, currents, and the contribution of organic matter and nutrients by rivers, mainly the Rio de la Plata, are the main mechanisms that control the distribution of organic matter in the MCAS. Regarding the terrigenous sedimentary organic matter, the differences in molecular  $\delta^{13}\text{C}$  compositions and the *n*-alkanes distributions allowed the identification of three main terrigenous sources: the Rio de la Plata, the rivers of the São Paulo Bight and the Paraíba do Sul River. While terrigenous organic matter from the Rio de la Plata is predominant on the continental shelf from its mouth to 27°S, the São Paulo Bight presents greater complexity

concerning the sources and sinks of the organic matter, with a predominance of organic matter from the adjacent mainland on the inner shelf and remote organic inputs on the middle and outer shelves and the slope.

**Keywords:** Carbon isotope ratio. Compound-specific  $\delta^{13}\text{C}$ . *n*-Alkanes. Molecular biomarkers.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1. Cobertura vegetal estimada composta por (a) árvores, (b) gramíneas do tipo C3 e (c) gramíneas do tipo C4 (adaptado de POWELL; YOO; STILL, 2012). A drenagem fluvial em vermelho representa a bacia de drenagem do Rio da Prata. A drenagem fluvial em preto representa rios que deságuam diretamente no Oceano Atlântico. .... 8
- Figura 2. Margem Continental do Atlântico Sudoeste (MCAS), drenagem continental e correntes e frentes oceanográficas compiladas de: Piola e Matano, 2001; Piola et al., 2005; Palma et al., 2008 e Combes e Matano, 2018. .... 12
- Figura 3. Amostras de sedimento superficial na MCAS. Amostras representadas em cinza: amostras com dados de COT e NT; em branco: amostras com dados de COT, NT e isótopos de C e N; em preto: amostras com dados de *n*-alcanos; e em laranja: amostras com dados de de COT, NT, isótopos de C e N, *n*-alcanos e isótopos em *n*-alcanos..... 15
- Figura 4. Perfis dos hidrocarbonetos alifáticos antes (painel superior) e após (painel inferior) a purificação realizada com sílica gel impregnada com nitrato de prata. .... 21
- Figura 5. Distribuição espacial do conteúdo de lama nos sedimentos superficiais da área de estudo. Linhas pretas representam isolinhas de conteúdo com intervalos de 20%. A linha tracejada azul indica a isóbata de 200m. .... 24
- Figura 6. Distribuição espacial da porcentagem de carbono orgânico total (COT) em sedimentos superficiais da área de estudo. Linhas pretas representam isolinhas de conteúdo com intervalos de 0,5%. A linha tracejada azul indica a isóbata de 200m..... 25
- Figura 7. Distribuição espacial da porcentagem de nitrogênio total (NT) em sedimentos superficiais da área de estudo. Linhas pretas representam isolinhas de conteúdo com intervalos de 0,1%. A linha tracejada azul indica a isóbata de 200m..... 26
- Figura 8. Distribuição espacial da razão COT/NT em sedimentos superficiais da área de estudo. Linhas pretas representam isolinhas dos valores da razão com intervalos de 1 unidade. A linha tracejada azul indica a isóbata de 200m..... 27
- Figura 9. Distribuição espacial de carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) em sedimentos superficiais da área de estudo. Linhas pretas representam isolinhas de conteúdo com intervalos de 10%. A linha tracejada azul indica a isóbata de 200m..... 28
- Figura 10. Distribuição espacial de  $\delta^{13}\text{C}$  (‰) em sedimentos superficiais da área de estudo. As linhas pretas representam isolinhas de valores delta com intervalos de 1‰. A linha tracejada azul indica a isóbata de 200m..... 29

Figura 11. Distribuição espacial de $\delta^{15}\text{N}$ (‰) em sedimentos superficiais da área de estudo. As linhas pretas representam isolinhas de valores delta com intervalos de 2,0 ‰. A linha tracejada azul indica a isóbata de 200m. ....	30
Figura 12. Classificação regional de sedimentos superficiais MCAS. (a) Dendrograma representando estações de amostragem com características de matéria orgânica e carbonato de cálcio semelhantes. (b) mapa com as localizações de cada grupo .....	31
Figura 13. Comparação dos teores de carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (NT), carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ para os três grupos reconhecidos no MCAS. Os valores de $X^2$ e p referem-se à análise de variância não paramétrica (Kruskal-Wallis). Letras iguais indicam similaridade estatística entre as áreas sob o teste de Dunn. ns = não significativo. ....	33
Figura 14. Gráfico $\delta^{13}\text{C}$ vs COT/NT das amostras sedimentares de cada grupo (grupo 1- losangos verdes; grupo 2- pontos laranjas; e grupo 3- triângulos roxos) e os intervalos típicos dos aportes de matéria orgânica em ambientes marinhos (baseado em Lamb et al., 2006). COP significa carbono orgânico particulado. ....	34
Figura 15. Box-plots das concentrações dos <i>n</i> -alcanos <i>n</i> -C22 a <i>n</i> -C35 em sedimentos superficiais. ....	40
Figura 16. Distribuição espacial da somatória das concentrações dos <i>n</i> -alcanos de cadeia longa em sedimentos superficiais da área de estudo. As linhas pretas representam isolinhas de concentração com intervalos de 0,5 $\mu\text{g g}^{-1}$ . ....	42
Figura 17. Distribuição espacial dos valores de IPC em sedimentos superficiais da área de estudo. As linhas pretas representam isolinhas de valores com intervalos de 1,0. ....	43
Figura 18. Distribuição espacial dos valores de TMC27-33 em sedimentos superficiais da área de estudo. As linhas pretas representam isolinhas de valores com intervalos de 0,2. ....	44
Figura 19. Distribuição espacial do índice Norm31 nos sedimentos superficiais da área de estudo. As linhas pretas representam isolinhas de valores Norm31 com intervalos de 0,10. ....	45
Figura 20. Distribuição espacial do índice Norm33 nos sedimentos superficiais da área de estudo. As linhas pretas representam isolinhas de valores Norm33 com intervalos de 0,10. ....	46
Figura 21. Histograma de frequência dos dados de $\delta^{13}\text{C}$ do <i>n</i> -alcano <i>n</i> -C29 e <i>n</i> -C31 com gaussianas ajustadas. ....	48
Figura 22. Valores de $\delta^{13}\text{C}$ dos <i>n</i> -alcanos <i>n</i> -C29 (a) e <i>n</i> -C31 (b) analisados nas amostras de sedimento superficial. ....	49
Figura 23. $\delta^{13}\text{C}$ médio estimado em folhas da vegetação continental da América do Sul e drenagem continental. Adaptado de POWELL; YOO; STILL (2012) .....	51

Figura 24. Modelo de campo de velocidade na superfície da plataforma continental do Embaiamento de São Paulo durante o verão. Retirado de (SILVA, 2019) .....	52
Figura 25. Temperatura da superfície do mar em (a) agosto e (b) dezembro de 2019. (Fonte: NOAA Watch Daily 5km Sea Surface Temperature Version 3.1).....	54
Figura 26. Modelo conceitual da exportação da matéria orgânica continental para a MCAS. (a) distribuição da matéria orgânica de regiões áridas oriunda do Rio da Prata/Lagoa dos Patos (ao sul) e da matéria orgânica oriunda do Rio Paraíba do Sul (ao norte). (b) distribuição da matéria oriunda da vegetação da floresta tropical úmida do Embaiamento de São Paulo....	55

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultados da análise MRC com os valores certificados e seus desvios padrões aceitáveis	20
Tabela 2. Concentrações mínima, máxima, média (em $\mu\text{g g}^{-1}$ ) e dados de desvio padrão dos <i>n</i> -alcanos individuais e das razões diagnósticas IPC, TMC27-33, Norm31 e Norm33	41
Tabela 3. Média e desvio padrão das medidas da composição isotópica do carbono nos principais <i>n</i> -alcanos terrígenos ( <i>n</i> -C29 e <i>n</i> -C31) nas amostras de sedimento superficial.	47
Tabela 4. Média e desvio padrão dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ dos <i>n</i> -alcanos <i>n</i> -C29 e <i>n</i> -C31 das amostras de sedimento superficial da MCAS	49
Tabela 5. Dados do conteúdo de $\text{CaCO}_3$ , COT, $\delta^{13}\text{C}$ , NT, $\delta^{15}\text{N}$ , razão COT/NT e lama nas amostras de sedimento superficial	82
Tabela 6. Concentrações dos <i>n</i> -alcanos individuais de cadeia longa (nC22 a nC35) nas amostras de sedimento superficial da MCAS em $\mu\text{g g}^{-1}$ . LQ = limite de quantificação = $0,006 \mu\text{g g}^{-1}$ . Amostras 253 a 264 foram retiradas de NAGAOKA (2018); 367 a 435, #01 a #21 e NAP61 a NAP68 retiradas do banco de dados do LabQOM; 6541-6794 retiradas de FREITAS (2011) e 7605 a 7623 retiradas de LOURENÇO (2007).	87
Tabela 7. Razões aplicadas aos <i>n</i> -alcanos de cadeia longa na caracterização do aporte terrígena da matéria orgânica para a Margem Continental do Atlântico Sudoeste.	90

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>CAPES</b>	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
<b>CB</b>	Corrente do Brasil
<b>CCB</b>	Corrente Costeira do Brasil
<b>CNPq</b>	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
<b>COT</b>	Carbono Orgânico Total
<b>EA-IRMS</b>	Analizador elementar acoplado a um espectrômetro de massas
<b>FRCF</b>	Frente de Ressurgência de Cabo Frio
<b>FSTP</b>	Frente Subtropical de Plataforma
<b>GC-FID</b>	Cromatógrafo a gás equipado com detector de ionização de chama
<b>INMETRO</b>	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
<b>IPC</b>	Índice Preferencial do Carbono
<b>LQ</b>	Limite de Quantificação
<b>MCAS</b>	Margem Continental do Atlântico Sudoeste
<b>MRC</b>	Material de Referência Certificado
<b>NT</b>	Nitrogênio Total
<b>PRD</b>	Percentual Relativo da Diferença
<b>REMAC</b>	Reconhecimento Global da Margem Continental Brasileira
<b>TMC</b>	Tamanho Médio de Cadeia
<b>VPDB</b>	Vienna Pee Dee Belemnite

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1. CARBONO ORGÂNICO, NITROGÊNIO E SUAS RAZÕES ISOTÓPICAS NO SEDIMENTO	2
1.2. BIOMARCADORES MOLECULARES: <i>n</i> -ALCANOS	3
1.3. ISÓTOPOS ESTÁVEIS DE CARBONO ( $\delta^{13}\text{C}$ ) EM <i>n</i> -ALCANOS	5
1.4. SEDIMENTO E MATÉRIA ORGÂNICA NA MARGEM CONTINENTAL DO ATLÂNTICO SUDOESTE (MCAS)	6
1.5. COBERTURA VEGERAL E BACIA DE DRENAGEM DO RIO DA PRATA	7
<b>2. HIPÓTESE DE TRABALHO</b>	<b>10</b>
<b>3. OBJETIVO</b>	<b>11</b>
<b>4. ÁREA DE ESTUDO</b>	<b>12</b>
4.1. HIDRODINÂMICA	13
4.2. CARACTERÍSTICAS SEDIMENTARES	14
<b>5. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>15</b>
5.1. COLETA DAS AMOSTRAS	15
5.2. ANÁLISE DOS CONTEÚDOS DE LAMA, $\text{CaCO}_3$ , COT, NT E DAS RAZÕES ISOTÓPICAS DE $\delta^{13}\text{C}$ E $\delta^{15}\text{N}$	16
5.3. ANÁLISE DOS <i>n</i> -ALCANOS	17
5.3.1. <i>Limpeza da vidraria e tratamento dos reagentes</i>	17
5.3.2. <i>Preparo das amostras</i>	17
5.3.3. <i>Identificação e quantificação dos <i>n</i>-alcanos</i>	18
5.3.4. <i>Controle de qualidade do método</i>	18
5.3.5. <i>Análise dos isótopos estáveis de carbono em <i>n</i>-alcanos específicos</i>	20
5.4. ANÁLISE DE DADOS	22
5.4.1. <i>Mapas de distribuição espacial</i>	22
5.4.2. <i>Análises estatísticas</i>	22
<b>6. CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA SEDIMENTAR NA MARGEM CONTINENTAL DO ATLÂNTICO SUDOESTE COM BASE EM DESCRITORES COMPOSICIONAIS (CARBONO ORGÂNICO TOTAL, NITROGÊNIO TOTAL, <math>\delta^{13}\text{C}</math> E <math>\delta^{15}\text{N}</math>)</b>	<b>23</b>
6.1. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23



6.1.1.	<i>Distribuição espacial dos conteúdos de lama, carbono orgânico, nitrogênio total e carbonato de cálcio sedimentares</i>	23
6.1.2.	<i>Distribuição do <math>\delta^{13}C</math> e <math>\delta^{15}N</math> sedimentares</i>	28
6.1.3.	<i>Caracterização regional a partir das variáveis do bulk da matéria orgânica</i>	30
6.1.4.	<i>Margem uruguaia e plataforma sul-brasileira</i>	34
6.1.5.	<i>Embaçamento de São Paulo - Plataforma continental</i>	36
6.1.6.	<i>Embaçamento de São Paulo - Talude continental</i>	37
6.1.7.	<i>Implicações e comparações com outras margens continentais</i>	38
6.2.	CONCLUSÕES - DESCRITORES COMPOSICIONAIS DA MATÉRIA ORGÂNICA	39
<b>7.</b>	<b>AVALIAÇÃO DOS <i>n</i>-ALCANOS DE CADEIA LONGA COMO INDICADORES DE ORIGEM TERRÍGENA PARA A MATÉRIA ORGÂNICA SEDIMENTAR DA MCAS</b>	<b>40</b>
7.1.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
7.1.1.	<i>n-Alcanos de cadeia longa</i>	40
7.1.2.	<i>Isótopos estáveis de carbono em n-alcanos</i>	46
7.1.3.	<i>n-Alcanos e <math>\delta^{13}C</math> moleculares como indicativos de fonte de matéria orgânica terrígena para a MCAS</i>	50
7.1.4.	<i>Modelo conceitual de exportação de matéria orgânica terrígena para a MCAS</i>	55
7.2.	CONCLUSÕES - BIOMARCADORES E ISÓTOPOS MOLECULARES	57
<b>8.</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>58</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>60</b>
	<b>APÊNDICES</b>	<b>75</b>

# 1. Introdução

Sedimentos são considerados reservatórios de matéria orgânica natural e antropogênica que envolvem o ciclo do carbono em diversas escalas espaciais e temporais (ATWOOD et al., 2020; BURDIGE, 2007; HEDGES; KEIL, 1995). Informações sobre as fontes da matéria orgânica sedimentar e sobre os processos que controlam o seu aporte são úteis para entender a biogeoquímica dos oceanos (BIANCHI; CANUEL, 2011) e a relação entre o carbono no ambiente marinho e o clima (HÜLSE et al., 2017; LAROWE et al., 2020).

Os maiores reservatórios de carbono orgânico em ambientes marinhos estão nas margens continentais, principalmente nas plataformas continentais, onde a preservação da matéria orgânica sedimentar é maior do que em qualquer outro reservatório sedimentar (BAUER; DRUFFEL, 1998; ROMANKEVICH, 1984). A matéria orgânica em margens continentais pode ser originada de duas fontes: autóctone/marinha (por exemplo, fitoplâncton, macroalgas e bactérias) e alóctone/terrígena (por exemplo, vegetação terrígena e aporte antropogênico) (LIU et al., 2015; MAHIQUES et al., 2016; MEAD et al., 2005; PRAHL et al., 1994; SEKI et al., 2006; SIKES et al., 2009). Uma vez no ambiente marinho, parte da matéria orgânica é depositada e permanece adsorvida nos depósitos sedimentares (GALY; PEUCKER-EHRENBRINK; EGLINTON, 2015; MAYER, 1994; PREMUZIC et al., 1982).

A matéria orgânica terrígena é fração importante da matéria orgânica sedimentar em margens continentais (BURDIGE, 2007), podendo representar entre 50 e 80% da matéria orgânica depositada em plataformas continentais e até 30% em regiões de talude (GORDON; GONI, 2003; KEIL et al., 1994). Uma de suas mais importantes vias de entrada para as margens continentais é através do transporte fluvial (LEITHOLD; BLAIR; WEGMANN, 2016), responsável pelo aporte de cerca de 9 milhões de toneladas de carbono terrígeno para os oceanos anualmente (MCKEE, 2003). Neste contexto, a identificação, quantificação e a caracterização da matéria orgânica sedimentar em margens continentais próximas a grandes rios são ferramentas essenciais no entendimento do ciclo do carbono global.

Tradicionalmente, estudos sobre a origem de matéria orgânica sedimentar utilizam análises elementares e isotópicas do carbono e nitrogênio (BIANCHI; CANUEL, 2011; MEYERS, 1994, 1997; PANCOST; BOOT, 2004) e análises de biomarcadores moleculares orgânicos como os *n*-alcanos (ANKIT et al., 2017; EGLINTON et al., 1962; SEKI et al., 2006). Em geral, estudos que utilizam múltiplas técnicas para o reconhecimento das fontes de matéria orgânica obtêm resultados mais confiáveis em termos da identificação dessas fontes.

## 1.1. CARBONO ORGÂNICO, NITROGÊNIO E SUAS RAZÕES ISOTÓPICAS NO SEDIMENTO

O carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) assim como as razões isotópicas do carbono e nitrogênio ( $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$ , respectivamente) têm sido extensivamente utilizados para identificar a origem e o destino da matéria orgânica em sedimentos marinhos (e.g. GAO; YANG; WANG, 2012; GIREESHKUMAR; DEEPULAL; CHANDRAMOHANAKUMAR, 2013; KHAN et al., 2019; WANG; LV; LI, 2018). O uso desses *proxies* se baseia nas diferenças naturais de assimilação e do uso do carbono e do nitrogênio por organismos terrestres e marinhos, resultando em assinaturas específicas (BIANCHI; CANUEL, 2011; MEYERS, 1994).

O COT e o NT são comumente utilizados como ferramentas na identificação das fontes da matéria orgânica nos sedimentos através do cálculo da razão COT/NT. Devido a diferenças estruturais entre plantas terrestres e organismos marinhos, a razão COT/NT resultante dessas duas fontes de matéria orgânica é característica de cada fonte. Plantas terrestres apresentam grande quantidade de moléculas ricas em carbono, como a celulose e principalmente a lignina, que confere resistência mecânica, química e biológica. Por outro lado, organismos marinhos fotossintetizantes sintetizam pouco destes compostos e, conseqüentemente, apresentam conteúdos de nitrogênio proporcionalmente maiores (MEYERS, 1994). Como conseqüência, a razão COT/NT encontrada em sedimentos marinhos com predominância de matéria orgânica autóctone varia entre 4 e 10, enquanto a alóctone é tipicamente maior do que 20 (LAMB; WILSON; LENG, 2006). A razão COT/NT deve ser utilizada com cautela, pois a degradação seletiva dos compostos orgânicos pelos processos diagenéticos pode alterar a proporção entre o carbono e o nitrogênio sedimentares (LEHMANN et al., 2002; MEYERS, 1997). Adicionalmente, outros erros podem estar associados a essa razão visto que, analiticamente, o nitrogênio medido é a somatória do nitrogênio inorgânico com o orgânico, porém, geralmente o nitrogênio inorgânico é uma fração bastante pequena do nitrogênio sedimentar. Para uma maior confiabilidade das interpretações, idealmente, a razão COT/NT deve ser utilizada em conjunto com outras abordagens analíticas, como o uso de isótopos estáveis.

Os isótopos estáveis de carbono e nitrogênio também constituem ferramentas importantes na identificação da origem da matéria orgânica sedimentar. A utilização das razões isotópicas  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  se baseia nos diferentes substratos utilizados como fonte de carbono e nitrogênio para organismos autotróficos marinhos e terrígenos e no fracionamento isotópico que ocorre durante incorporação desses elementos (BIANCHI; CANUEL, 2011; PANCOST; BOOT,

2004). Um dos principais fatores que contribuem para os diferentes valores de  $\delta^{13}\text{C}$  entre produtores primários terrestres e marinhos é a fonte de carbono utilizada na assimilação durante a fotossíntese. Enquanto plantas terrestres utilizam o  $\text{CO}_2$  atmosférico ( $\delta^{13}\text{C} \cong -7\text{‰}$ ), a fonte marinha é preferencialmente o  $\text{HCO}_3^-$  ( $\delta^{13}\text{C} \cong 0\text{‰}$ ) (LIBES, 2009). Além disso, durante a fotossíntese, ocorre o fenômeno do fracionamento isotópico, ou seja, a assimilação preferencial de um isótopo de carbono em relação ao outro, que é dependente do mecanismo bioquímico utilizado pelo organismo autotrófico (CHIKARAISHI, 2014). A maior parte das plantas terrestres (as plantas do tipo C3) incorpora carbono através do ciclo de Calvin e apresenta  $\delta^{13}\text{C}$  entre -32 e -21‰, outras plantas utilizam o ciclo de Hatch-Slack (as plantas do tipo C4, predominantemente gramíneas) e apresentam  $\delta^{13}\text{C}$  entre -17 e -9‰ (DEINES, 1980; LAMB; WILSON; LENG, 2006). Há também as plantas que utilizam o metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), grupo composto principalmente por suculentas e que apresenta  $\delta^{13}\text{C}$  entre -28 e -11‰ (LIBES, 2009). Algas marinhas, que também assimilam carbono pelo ciclo de Calvin (tipo C3), apresentam valores de  $\delta^{13}\text{C}$  mais enriquecidos (entre -23 e -16‰) dos que as plantas terrestres com este mesmo metabolismo devido à fonte primária de carbono, como mencionado anteriormente (LAMB; WILSON; LENG, 2006; MEYERS, 1994).

As variações típicas de  $\delta^{15}\text{N}$  da matéria orgânica marinha e terrígena são amplas e dependentes de qual fonte o nitrogênio está sendo absorvido (MONTROYA, 1994). Em geral, a matéria orgânica sedimentar de origem terrígena apresenta assinaturas isotópicas de  $\delta^{15}\text{N}$  mais empobrecidas do que a de origem marinha (LIBES, 2009). Plantas terrestres apresentam valores de  $\delta^{15}\text{N}$  entre -10 e 10‰ (geralmente entre -2 e +2‰), enquanto a matéria orgânica derivada de fitoplâncton apresenta valores de  $\delta^{15}\text{N}$  entre 4 e 10‰, geralmente entre 5 e 7‰ (DAN et al., 2019; GAO; YANG; WANG, 2012; GEARING, 1988; RAMASWAMY et al., 2008).

## 1.2. BIOMARCADORES MOLECULARES: *n*-ALCANOS

Os *n*-alcanos são biomarcadores sintetizados por uma enorme variedade de plantas e algas marinhas e são comumente encontrados na matéria orgânica sedimentar em margens continentais. Geralmente, cadeias carbônicas curtas com números ímpares de carbono (*n*-C13 a *n*-C19) são atribuídas à origem marinha (algas e fitoplâncton) (KILLOPS; KILLOPS, 2005), enquanto plantas vasculares apresentam predominantemente *n*-alcanos de cadeias longas também com números ímpares de carbono (*n*-C25, *n*-C27, *n*-C29, *n*-C31, *n*-C33, *n*-C35) (BIANCHI; CANUEL, 2011; EGLINTON et al., 1962; SCHULZ; ZABEL, 2006).

A matéria orgânica terrígena que chega aos oceanos através dos rios é predominantemente oriunda de dois tipos de plantas vasculares previamente mencionadas: as plantas com metabolismo C3, que são a maior parte das plantas terrestres, e as com metabolismo C4 (por exemplo: milho, cana de açúcar entre outras gramíneas) (MEYERS, 1994). Esses grupos de plantas apresentam diferenças tanto no fracionamento isotópico do carbono durante a sua assimilação (BIANCHI; CANUEL, 2011), como visto anteriormente, quanto nas concentrações de *n*-alcanos individuais em suas composições. Essas diferenças tornam possível a diferenciação do aporte de plantas C3 e C4 no sedimento marinho e a correlação desse aporte com a distribuição espacial desses grupos de plantas nos continentes adjacentes. As plantas com metabolismo C3 produzem maiores quantidades dos homólogos *n*-C27 e *n*-C29 comparativamente às plantas com metabolismo C4, que produzem mais *n*-C31 e *n*-C33 (DIEFENDORF; FREIMUTH, 2017; ROMMERSKIRCHEN et al., 2003, 2006; SCHEFUß et al., 2003).

Diversos estudos utilizam razões entre *n*-alcanos individuais como parâmetros sensíveis ao tipo de vegetação e às condições ambientais de temperatura e precipitação (BUSH; MCINERNEY, 2015; ROMMERSKIRCHEN et al., 2003; SCHEFUß et al., 2003). O índice Norm31, também conhecido como Índice Alcano, é baseado nas diferenças nas concentrações dos homólogos *n*-C29 e *n*-C31 de acordo com a Equação 1:

$$Norm31 = \frac{nC31}{nC29+nC31} \quad (\text{Equação 1})$$

De forma geral, valores baixos indicam predominância de plantas C3 na matéria orgânica sedimentar, enquanto valores relativamente mais altos são atribuídos a um maior aporte de plantas C4 (CARR et al., 2014; HERRMANN et al., 2016; ROMMERSKIRCHEN et al., 2003).

Outro índice mais recentemente empregado em estudos de fontes de matéria orgânica terrígena é o Norm33. Este índice pode ser utilizado como um indicativo da presença de plantas suculentas e cactáceas em regiões áridas e é calculado de acordo com a Equação 2 (HERRMANN et al., 2016):

$$Norm33 = \frac{nC33}{nC29+nC33} \quad (\text{Equação 2})$$

Além de indicativo de presença de suculentas e cactáceas, maiores valores deste índice estão relacionados a plantas de ambientes sob maior estresse hídrico, ou seja, menor disponibilidade de água (SCHIRRMACHER et al., 2019) e/ou um ambientes com maior cobertura de gramíneas em relação a árvores (HOWARD et al., 2018).

Outro indicador comumente utilizado é o Tamanho Médio de Cadeia ( $TMC_{27-33}$ ) que é calculado de acordo com a Equação 3 (ROMMERSKIRCHEN et al., 2006):

$$TMC_{27-33} = \frac{27[nC27]+29[nC29]+31[nC31]+33[nC33]}{[nC27]+[nC29]+[nC31]+[nC33]} \quad (\text{Equação 3})$$

Este índice descreve o número médio de átomos de carbono dos *n*-alcanos, baseado na abundância relativa de cada um dos homólogos de origem terrígena. Variações do  $TMC_{27-33}$  podem refletir variações nos grupos de plantas (C3 e C4) e/ou no clima (ANKIT et al., 2017; SCHEFUß et al., 2003; STROBEL et al., 2019).

O Índice Preferencial do Carbono (IPC) é amplamente utilizado na literatura para identificar fontes de matéria orgânica (ANKIT et al., 2017; CARR et al., 2014; MAHIQUES et al., 2017; MEI et al., 2019) a partir da predominância de *n*-alcanos de cadeias longas ímpares sobre as pares. Devido à predominância dos *n*-alcanos de cadeias ímpares sobre pares, a matéria orgânica terrígena apresenta altos valores de IPC, geralmente maiores do que 4 (VOGTS et al., 2012), enquanto valores próximos a 1 se referem a matéria orgânica sedimentar com maior influência de microorganismos marinhos e/ou presença de matéria orgânica reciclada e/ou com influência petrogênica (HEDGES; PRAHL, 1993; KENNICUTT et al., 1987; RAO et al., 2009). O IPC é calculado de acordo com a Equação 4 (RAO et al., 2009):

$$IPC = \frac{1}{2} \left( \frac{\sum C23-C33 \text{ (ímpar)}}{\sum C24-C34 \text{ (par)}} + \frac{\sum C23-C33 \text{ (ímpar)}}{\sum C22-C32 \text{ (par)}} \right) \quad (\text{Equação 4})$$

### 1.3. ISÓTOPOS ESTÁVEIS DE CARBONO ( $\delta^{13}C$ ) EM *n*-ALCANOS

Adicionalmente ao uso dos índices tradicionais, outra abordagem muito utilizada nas últimas décadas é a avaliação da origem da matéria orgânica terrígena pela análise de isótopos estáveis de carbono ( $\delta^{13}C$ ) em *n*-alcanos de cadeias longas e ímpares (e.g. BERTASSOLI et al., 2022; CHEN et al., 2020; SUH et al., 2019; WEI et al., 2021). Além do fracionamento isotópico que ocorre durante a assimilação do carbono pela fotossíntese, a biossíntese de compostos específicos envolve processos de fracionamento adicionais (CANUEL; FREEMAN; WAKEHAM, 1997; SCHEFUß et al., 2003). Em geral, os valores de  $\delta^{13}C$  encontrados em ceras epicuticulares de plantas C3 variam entre -39 e -29‰ e, em plantas C4, entre -26 e -14‰ (BI et al., 2005; BIRD et al., 1995; CHIKARAISHI, 2014; COLLISTER et al., 1994). Mais especificamente em *n*-alcanos, os valores de  $\delta^{13}C$  encontrados para os homólogos *n*-C29 e *n*-C31 das plantas C3 são geralmente <-25‰ (-35‰, em média) e >-25‰ (-21‰, em média) em plantas C4 (COLLISTER et al., 1994; DIEFENDORF; FREIMUTH, 2017). A maioria dos estudos que utiliza análises isotópicas em *n*-alcanos específicos com o objetivo de estimar a

origem terrígena da matéria orgânica tem como alvo os *n*-alcanos *n*-C29 e *n*-C31, pois são os homólogos sintetizados em maiores abundâncias por plantas terrestres, apesar dos *n*-alcanos *n*-C33 e *n*-C35 também serem frequentes, principalmente em algumas espécies de coníferas e gramíneas C4 (DIEFENDORF; FREIMUTH, 2017).

#### **1.4. SEDIMENTO E MATÉRIA ORGÂNICA NA MARGEM CONTINENTAL DO ATLÂNTICO SUDOESTE (MCAS)**

A caracterização das fontes, dos mecanismos de transporte e deposição de sedimentos superficiais ao longo da Margem Continental do Atlântico Sudoeste (MCAS) foi reportada em alguns trabalhos baseada na utilização de isótopos de Nd e Pb (MAHIQUES et al., 2008) e na mineralogia e atividade radiogênica dos sedimentos (NAGAI et al., 2014), porém o entendimento da quantidade e qualidade da matéria orgânica terrígena na MCAS ainda é incipiente. Alguns estudos foram realizados de forma compartimentalizada, geralmente em regiões perto da costa como desembocadura de rios, estuários e lagunas (BURONE et al., 2013; MARTINS; FILLMANN; MONTONE, 2007; MEDEIROS et al., 2005; VENTURINI et al., 2015), e outros em setores da plataforma continental e talude superior (BURONE et al., 2019; FRANCO-FRAGUAS et al., 2014a, 2016; LOURENÇO et al., 2017b; MAHIQUES; MISHIMA; RODRIGUES, 1999; MAHIQUES et al., 2017, 2020, 2004), sendo que a maioria destes estudos utilizou apenas descritores composicionais da matéria orgânica, poucos utilizaram biomarcadores moleculares. Portanto, existe uma lacuna de conhecimento no que se refere ao comportamento da matéria orgânica sedimentar de forma integrada ao longo de toda a extensão da MCAS desde o Rio da Prata até o Cabo Frio. Acessar esse conhecimento representaria um grande avanço no entendimento de como a contribuição continental e os processos hidrodinâmicos controlam a distribuição da matéria orgânica sedimentar nesta extensa margem continental.

A MCAS é influenciada por diversas fontes potenciais de matéria orgânica terrígena (por exemplo, o Rio da Prata, a Lagoa dos Patos, os pequenos rios que drenam a floresta tropical úmida na costa do Embaiamento de São Paulo, o Rio Paraíba do Sul) com uma variedade de ambientes deposicionais (depocentros de lama, cunhas sedimentares, terraços) (MAHIQUES et al., 2019; RAMOS et al., 2019; VIEIRA et al., 2018) e condições hidrodinâmicas (frentes e correntes de plataforma, correntes de contorno oeste) (BRANDINI; TURA; SANTOS, 2018; PREU et al., 2013; SILVEIRA et al., 2000; SOUZA; ROBINSON, 2004). Cada uma dessas diferentes características ambientais deve apresentar maior ou menor importância na distribuição e preservação da matéria orgânica nos diferentes setores da MCAS. A matéria

orgânica sedimentar terrígena na MCAS deve ter origem similar à encontrada para os sedimentos nos trabalhos de MAHIQUES et al. (2008, 2020) e NAGAI et al. (2014), que mostraram que o Rio da Prata é a principal fonte de sedimentos para MCAS desde a sua desembocadura até 27°S.

### **1.5. COBERTURA VEGERAL E BACIA DE DRENAGEM DO RIO DA PRATA**

A bacia de drenagem do Rio da Prata abrange uma área da América do Sul com predomínio de gramíneas, tanto do tipo C3 quanto C4 (Figura 1; POWELL; YOO; STILL, 2012). Por outro lado, os rios que deságuam diretamente no Oceano Atlântico, principalmente entre 25 e 30°S, passam por regiões com extensa cobertura arbórea (Figura 1; POWELL; YOO; STILL, 2012), tipicamente da floresta tropical úmida (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2004).



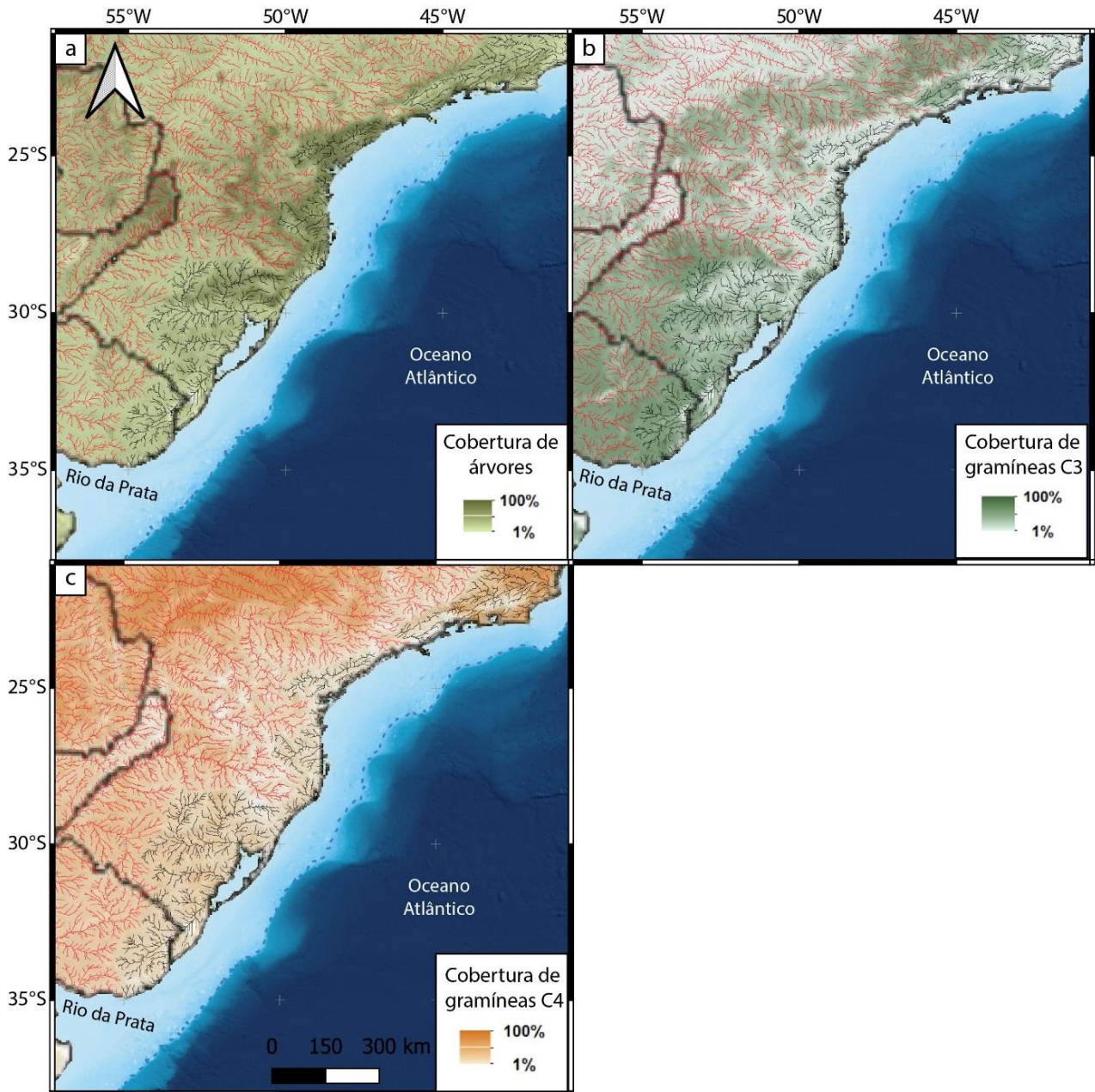


Figura 1. Cobertura vegetal estimada composta por (a) árvores, (b) gramíneas do tipo C3 e (c) gramíneas do tipo C4 (adaptado de POWELL; YOO; STILL, 2012). A drenagem fluvial em vermelho representa a bacia de drenagem do Rio da Prata. A drenagem fluvial em preto representa rios que deságuam diretamente no Oceano Atlântico.

Como mencionado anteriormente, plantas com metabolismo do tipo C4 sintetizam maiores quantidades dos *n*-alcanos *n*-C31 e *n*-C33 em relação ao *n*-C27 e *n*-C29 e apresentam maiores valores de  $TMC_{27-33}$  enquanto plantas com metabolismo C3 apresentam a abundância inversa, ou seja, maiores quantidades dos *n*-alcanos *n*-C27 e *n*-C29 em relação ao *n*-C31 e *n*-C33 e menores valores de  $TMC_{27-33}$ . Porém, estudos mais recentes demonstraram que fatores climáticos, como a temperatura e a aridez, estão altamente relacionados com o aumento ou a

diminuição  $TMC_{27-33}$  (VOGTS et al., 2012). Por exemplo, BADEWIEN, VOGTS e RULLKÖTTER (2015) encontraram maiores valores de  $TMC_{27-33}$  em locais com menores temperaturas e menores índices de precipitação anual.

Além de influenciar o tamanho médio de cadeia de *n*-alcanos sintetizados por plantas terrestres, as condições de temperatura e precipitação também influenciam os valores de  $\delta^{13}C$  encontrados nestes compostos. Os valores de  $\delta^{13}C$  em *n*-alcanos sintetizados por plantas do tipo C3 podem ser ligeiramente enriquecidos em ambientes com menores temperaturas e precipitação anual (BADEWIEN; VOGTS; RULLKÖTTER, 2015).

Ao longo da MCAS, as médias de precipitação anual e temperatura apresentam uma tendência de diminuição em direção a maiores latitudes (COLLINS; CHAVES; MARQUES, 2009; GRIMM, 2011). Portanto espera-se que a matéria orgânica oriunda do Rio da Prata apresente maiores valores de  $TMC_{27-33}$  e valores mais enriquecidos de  $\delta^{13}C$  dos *n*-alcanos de origem terrígena do que a matéria orgânica oriunda da floresta tropical úmida do sul e sudeste brasileiros.

## 2. Hipótese de trabalho

Com base nos dados da distribuição sedimentar ao longo da MCAS e da vegetação da América do Sul, a seguinte hipótese de trabalho foi formulada:

A matéria orgânica terrígena oriunda do Rio da Prata apresenta uma assinatura geoquímica específica que pode ser identificada pela utilização de descritores composicionais da matéria orgânica e por marcadores moleculares orgânicos como os *n*-alcanos e suas razões isotópicas do carbono. Esta assinatura geoquímica reflete as características da vegetação presente na bacia de drenagem do Rio da Prata que é distinta da vegetação presente nos demais rios que deságuam diretamente no Atlântico Sudoeste.

Espera-se que a matéria orgânica terrígena do Rio da Prata seja a fração continental predominante nos depósitos sedimentares até 27°S e que, a partir desta latitude em direção ao norte, haja uma diminuição desta contribuição e o aumento da contribuição da matéria orgânica terrígena do continente adjacente.

### 3. Objetivo

O presente trabalho tem como objetivo caracterizar a assinatura geoquímica da matéria orgânica terrígena oriunda do Rio da Prata e identificar sua distribuição na Margem Continental do Atlântico Sudoeste (MCAS; 23° a 37°S). Para que este objetivo seja alcançado, alguns objetivos específicos foram formulados:

- Caracterizar qualitativa e quantitativamente a matéria orgânica sedimentar da MCAS utilizando descritores composicionais da matéria orgânica (carbono orgânico total, nitrogênio total,  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$ ) e biomarcadores moleculares (*n*-alcanos e suas razões isotópicas de carbono);
- Identificar as fontes predominantes da matéria orgânica nos sedimentos superficiais da MCAS;
- Relacionar a distribuição da matéria orgânica sedimentar com os principais processos sedimentares e oceanográficos ao longo MCAS;
- Com base nas diferenças composicionais e na distribuição da vegetação continental (ocorrência de plantas C3 e C4) e no alcance da influência do Rio da Prata na MCAS, identificar a assinatura geoquímica da matéria orgânica terrígena oriunda do Rio da Prata e verificar a sua distribuição na MCAS.

## 4. Área de Estudo

A área de estudo está localizada na Margem Continental do Atlântico Sudoeste (Figura 2) entre as latitudes 23° e 37°S, abrangendo a área da plataforma e talude superior do Embaiamento de São Paulo (entre o Cabo Frio e o Cabo de Santa Marta), o Terraço do Rio Grande, a plataforma sul-brasileira e a plataforma e talude uruguaiois.

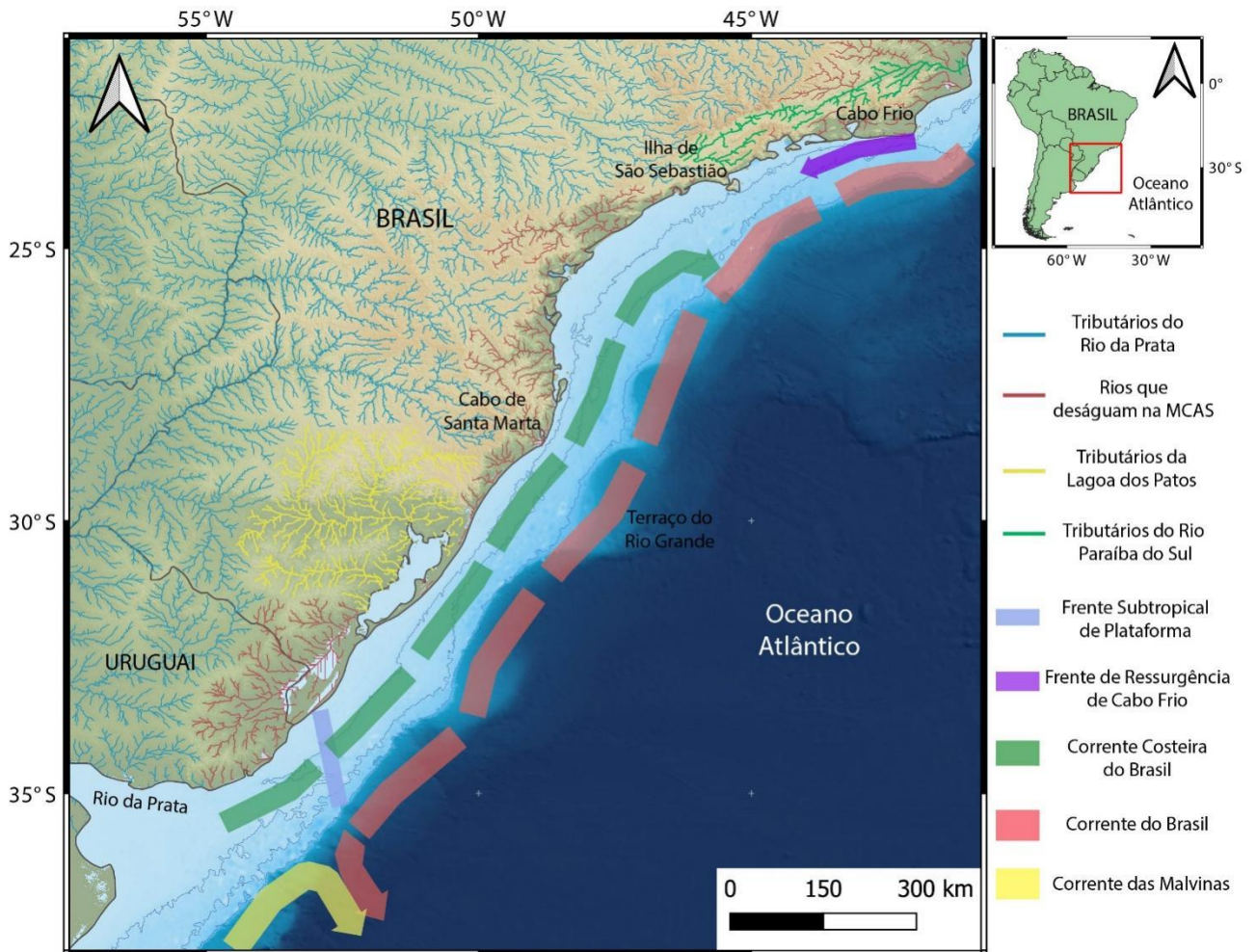


Figura 2. Margem Continental do Atlântico Sudoeste (MCAS), drenagem continental e correntes e frentes oceanográficas compiladas de: Piola e Matano, 2001; Piola et al., 2005; Palma et al., 2008 e Combes e Matano, 2018.

O estudo da MCAS teve início na década de 1960 com o projeto REMAC (Reconhecimento Global da Margem Continental Brasileira). Devido à pouca expressiva descarga de grandes rios no sudeste brasileiro, esses estudos assumiram que os sedimentos superficiais eram produtos do retrabalhamento de depósitos do Último Máximo Glacial (KOWSMANN; COSTA, 1974). Porém, nas últimas décadas, trabalhos realizados na MCAS reavaliaram o aporte de sedimentos mais recentes para essa área e sugeriram o Rio da Prata como fonte principal desses sedimentos (MAHIQUES et al., 2008; NAGAI et al., 2014).

#### 4.1. HIDRODINÂMICA

O Rio da Prata apresenta a segunda maior bacia hidrográfica da América do Sul (DEPETRIS; GRIFFIN, 1968) e representa o principal condicionante da produção primária e da entrada de nutrientes e sedimentos na Margem Continental do Atlântico Sudoeste (DE MAHIQUES et al., 2020; MATHIAS et al., 2014; MELLO et al., 2014). O Rio da Prata apresenta vazão média de 22 mil  $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$  (PIOLA et al., 2005) e descarga de 90 milhões de toneladas de sedimentos anualmente (MILLIMAN; MEADE, 1983). Durante o inverno austral, a pluma do Rio da Prata é defletida para nordeste pela Corrente Costeira do Brasil (CCB) até cerca de 25°S (MÖLLER et al., 2008; SOUZA; ROBINSON, 2004). Por outro lado, no verão austral, a pluma do Rio da Prata é direcionada para sentido *offshore*, estabelecendo áreas altamente produtivas no talude uruguaio (MELLO et al., 2014; ORTEGA; MARTÍNEZ, 2007).

Outra importante fonte de sedimentos e nutrientes para a área de estudo é a Lagoa dos Patos (desembocadura em 32°S), que drena vários rios do Rio Grande do Sul (MÖLLER et al., 2008), apresenta vazão de 2 mil  $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$  de água continental para o oceano (PIOLA et al., 2008) e exporta aproximadamente 14 milhões de ton. ano<sup>-1</sup> de material particulado para a plataforma sul-brasileira (MARQUES et al., 2010). Altas concentrações de clorofila na plataforma interna adjacente destacam a importância do aporte terrestre de nutrientes da Lagoa dos Patos para a produção primária local (CIOTTI et al., 1995). Embora a pluma da Lagoa dos Patos seja geralmente defletida para sudoeste na plataforma, o deslocamento da pluma para nordeste é observado durante passagens de frente fria (MARQUES et al., 2009).

Entre o Cabo de Santa Marta (28,5°S) e o Cabo Frio (23°S), a drenagem fluvial é caracterizada por vários pequenos rios que fornecem sedimentos para a plataforma continental (VIEIRA et al., 2018). Em contraste, os maiores rios (por exemplo, Paraná, Paranapanema e Paraguai) que drenam extensas áreas do Brasil, Paraguai e norte da Argentina, correm para o oeste, contribuindo para a descarga do Rio da Prata (RICCOMINI et al., 2010). Ao norte de Cabo Frio, o Rio Paraíba do Sul apresenta vazão entre 180  $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$  e 2 mil  $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$  e representa uma importante fonte de sedimentos para o norte do Embaiamento de São Paulo pela ação de correntes de plataforma e da Corrente do Brasil (CB) (GYLLENCREUTZ et al., 2010; MANTOVANELLI et al., 2018; SOUZA et al., 2010).

A plataforma externa e o talude superior da MCAS estão sob influência da Corrente do Brasil (CB) que flui para sudoeste e apresenta meandros que por vezes alcançam a plataforma média (CAMPOS; VELHOTE; DA SILVEIRA, 2000; PALMA; MATANO, 2009). A margem continental uruguaia também é influenciada pela Corrente das Malvinas (CM) que flui

para nordeste e que encontra a CB a cerca de 38°S, criando a Confluência Brasil-Malvinas (CBM) (SCHMID; GARZOLI, 2009).

Na plataforma continental, entre 32 a 36°S, uma frente termohalina marca a Frente Subtropical de Plataforma (FSTP) (PIOLA et al., 2008), onde a alta disponibilidade de nutrientes resulta em alta produção primária (MUELBERT et al., 2008). Outra frente termohalina importante na região estabelece-se ao largo do Cabo Frio, onde há a ocorrência sazonal do fenômeno de ressurgência costeira que traz para a superfície do mar águas frias e ricas em nutrientes. O deslocamento dessas águas para sul ao longo da plataforma interna constitui a Frente de Ressurgência do Cabo Frio (FRCF) (BRANDINI; TURA; SANTOS, 2018).

#### **4.2. CARACTERÍSTICAS SEDIMENTARES**

Ao largo da desembocadura do Rio da Prata, a plataforma interna (até 50 metros de profundidade) é dominada por um depocentro de lama alongado (MARTINS; MARTINS; URIEN, 2003) e há tendência de aumento do grão no sentido da plataforma média (entre 50 e 100 metros de profundidade). Na plataforma externa (entre 100 e 200 metros de profundidade em média) e talude uruguaio, sedimentos finos tornam-se predominantes novamente. Na margem continental sul-brasileira, a plataforma interna é caracterizada pela predominância de sedimentos arenosos. Na plataforma média há a presença de alguns depocentros de lama e há uma tendência de aumento do tamanho de grão novamente em direção à quebra da plataforma (MAHIQUES et al., 2004; MARTINS; MARTINS; URIEN, 2003).

Entre as latitudes 23° e 28°S, no Embaiamento de São Paulo, litoclastos arenosos predominam na plataforma interna. As plataformas média e externa ao sul da Ilha de São Sebastião são caracterizadas pela presença de um extenso depocentro de lama (MAHIQUES et al., 2020) enquanto a plataforma entre a Ilha de São Sebastião e o Cabo Frio apresenta maior influência de sedimentos bioclásticos (FIGUEIREDO; TESSLER, 2004; MAHIQUES et al., 2004).

## 5. Materiais e Métodos

### 5.1. COLETA DAS AMOSTRAS

O presente estudo consiste em uma compilação de 281 amostras de sedimento superficial, coletadas entre 1991 e 2019 a bordo dos navios “Alpha Crucis”, “Prof. W. Besnard” e “Sarmiento de Gamboa” (Figura 3 e Apêndice A). As amostras foram coletadas utilizando amostradores de fundo do tipo multi-corer, box-corer ou Van Veen, armazenadas em recipientes de alumínio previamente limpos e congeladas até as análises laboratoriais.

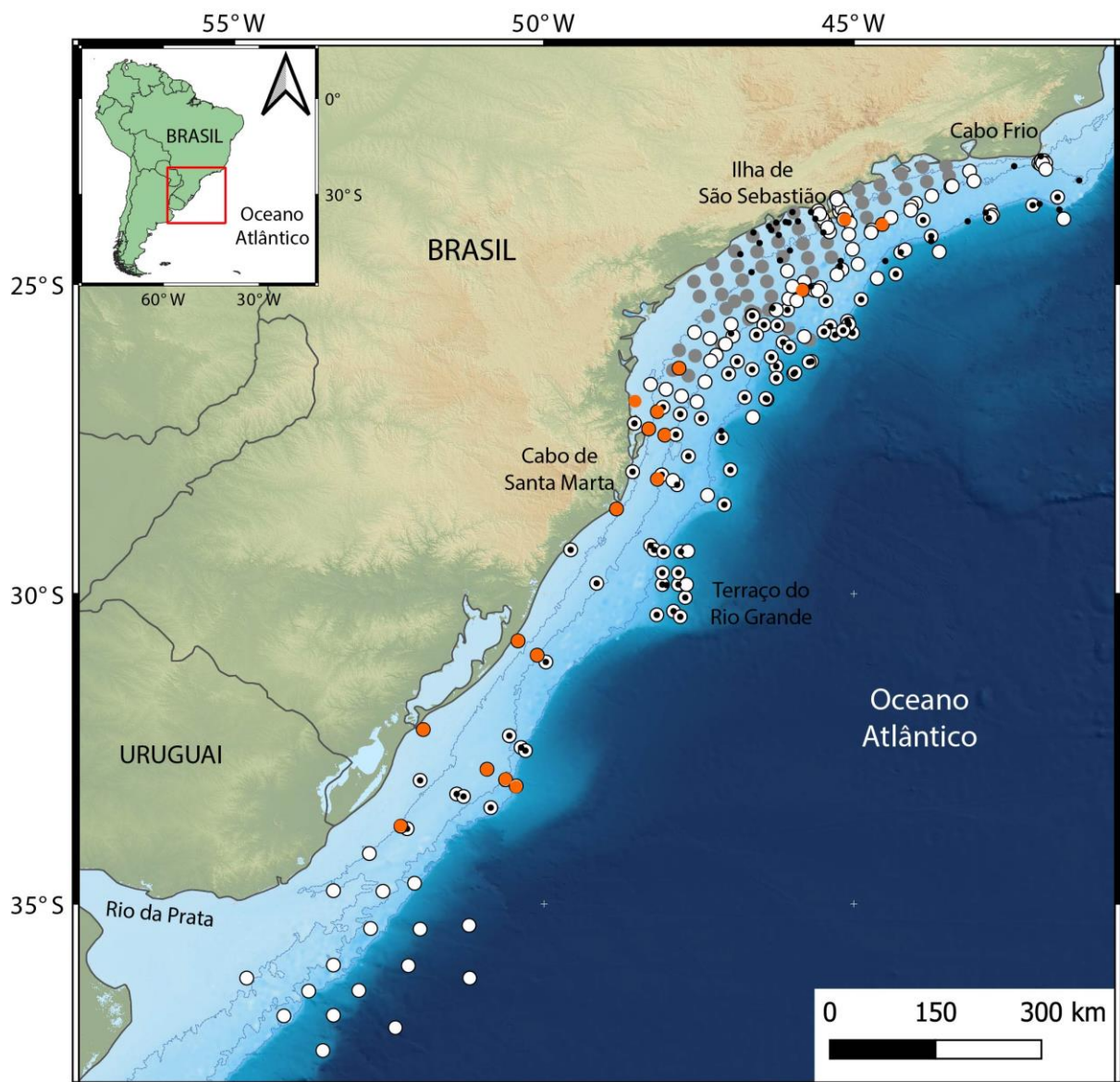


Figura 3 Amostras de sedimento superficial na MCAS. Amostras representadas em cinza: amostras com dados de COT e NT; em branco: amostras com dados de COT, NT e isótopos de C e N; em preto: amostras com dados de *n*-alcanos; e em laranja: amostras com dados de COT, NT, isótopos de C e N, *n*-alcanos e isótopos em *n*-alcanos.



Nem sempre os parâmetros de interesse foram analisados por se tratar de um estudo de um compilado de amostras e análises feitos em diferentes épocas em estudos distintos. Os conteúdos de COT, NT e carbonato de cálcio foram determinados em 255 amostras (Apêndice B). Embora o  $\text{CaCO}_3$  não seja um parâmetro orgânico, ele pode ser muito útil no processo de interpretação dos processos de deposição da matéria orgânica, uma vez que sua formação é principalmente regida por organismos marinhos. Os isótopos estáveis de carbono e nitrogênio foram medidos em 176 amostras (Apêndice B) e os *n*-alcanos quantificados em 128 amostras (42 delas analisadas no presente estudo e as demais 86 retiradas do banco de dados ou estudos previamente publicados pelo Laboratório de Química Orgânica Marinha do IO-USP; Apêndice C).

## 5.2. ANÁLISE DOS CONTEÚDOS DE LAMA, $\text{CaCO}_3$ , COT, NT E DAS RAZÕES ISOTÓPICAS DE $\delta^{13}\text{C}$ E $\delta^{15}\text{N}$

Em laboratório, as amostras sedimentares foram liofilizadas e homogeneizadas. Para as análises de COT e  $\delta^{13}\text{C}$ , 2g foram submetidos à acidificação com 2 mL de HCl (1 mol L<sup>-1</sup>) para remover a fração inorgânica do carbono. O conteúdo de carbonato de cálcio foi determinado gravimetricamente baseado na diferença, em peso seco, das amostras antes e depois da acidificação, assumindo que o  $\text{CaCO}_3$  corresponde a todo o carbono inorgânico da amostra. Os dados de conteúdo de lama (silte + argila, em %) a partir do sedimento descarboxado foram obtidos do Laboratório de Sedimentologia do Instituto Oceanográfico por um analisador de tamanho de partículas a laser (Malvern™ Mastersizer 2000). O COT, o NT e os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  foram determinados em analisador elementar (Costech Instruments Elemental Combustion System) acoplado a um espectrômetro de massas (Thermo Scientific Delta V Advantage Isotope Ratio) (EA-IRMS) utilizando-se aproximadamente 8 mg das amostras. Os conteúdos de COT e NT foram expressos em porcentagem de sedimento seco, enquanto os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  foram reportados em desvios por mil (‰) em relação ao padrão Vienna Pee Dee Belemnite (VPDB) e ao nitrogênio atmosférico, respectivamente. A notação utilizada é definida pela Equação 5:

$$\delta (\text{‰}) = [(R_{\text{amostra}}/ R_{\text{padrão}}) - 1] \times 1000 \text{ (Equação 5)}$$

Sendo que  $\delta$  (‰) se refere ao  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  e o R representa  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  ou  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ , respectivamente.

O padrão utilizado para a quantificação dos teores de carbono orgânico total e de nitrogênio total foi o LECO 502-309 da LECO Corporation. A avaliação da precisão das

análises foi realizada pela análise do padrão em replicata e foi avaliada pelo desvio padrão relativo (%DPR) que resultou em um valor de 3% para os dados de COT e em 7% para os dados de NT.

A calibração para a análise isotópica foi realizada utilizando-se os padrões certificados USGS-40 (ácido glutamínico:  $\delta^{13}\text{C} = -26,389\text{‰}$  vs PDB;  $\delta^{15}\text{N} = -4.5\text{‰}$  vs ar) e IAEA-600 (cafeína:  $\delta^{13}\text{C} = -27.771\text{‰}$  vs PDB;  $\delta^{15}\text{N} = +1.0\text{‰}$  vs ar). A precisão das razões isotópicas foi avaliada similarmente aos dados de COT e NT e resultou em um DPR de 1% para os dados de  $\delta^{13}\text{C}$  e em 8% para o  $\delta^{15}\text{N}$ .

### 5.3. ANÁLISE DOS *n*-ALCANOS

O procedimento analítico dos *n*-alcanos descrito a seguir foi realizado para as amostras analisadas no presente estudo. Para as demais amostras, oriundas da compilação de dados, os procedimentos analíticos foram similares e estão descritos em FREITAS (2011); LOURENÇO (2007); e NAGAOKA (2018).

#### 5.3.1. *Limpeza da vidraria e tratamento dos reagentes*

Toda a vidraria utilizada antes e após o uso foi mantida em submersão em molho com detergente Extran por 8h. Após este período, foi enxaguada com água e calcinada em mufla a 400°C por 4 horas para eliminar todos os possíveis contaminantes orgânicos. Qualquer outro material que não pode ser calcinado, foi lavado com Extran, enxaguado com água e posteriormente com diclorometano e *n*-hexano ambos em grau para análise de resíduos.

A alumina utilizada no processo de purificação das amostras também foi calcinada em mufla a 400°C por 4 horas. Após o aquecimento, foi acondicionada em um frasco de vidro dentro de dessecador para evitar a adsorção de água e então foi desativada a 5% (em massa) com água Milli-Q extraída cinco vezes com *n*-hexano.

#### 5.3.2. *Preparo das amostras*

A extração de 20 gramas de sedimento foi feita em Soxhlet durante 8 horas após a adição de 50  $\mu\text{L}$  de padrão *surrogate* (*n*-hexadeceno, concentração de 50  $\text{ng } \mu\text{L}^{-1}$ ) e 80mL de solução de diclorometano/*n*-hexano (1:1 v:v). Cobre ativado foi colocado diretamente nos balões de fundo chato para a retirada do enxofre inorgânico da solução. Ao final do processo de extração, os extratos tiveram seu volume reduzido a aproximadamente 1 mL em evaporador rotativo a vácuo.

A purificação dos extratos foi então realizada por cromatografia de adsorção em coluna utilizando-se 3,2g de alumina 5% desativada. Os hidrocarbonetos alifáticos foram eluídos com 20 mL de solução de 30% diclorometano/*n*-hexano (v/v). O eluato, em seguida, foi reduzido a aproximadamente 1 mL em evaporador rotativo a vácuo e novamente concentrado em fluxo de N<sub>2</sub> ultrapuro a 450 µL onde foi adicionado um volume de 50 µL de padrão interno (tetradeceno com concentração igual a 50 ng µL<sup>-1</sup>). Uma alíquota do extrato final foi preparada para injeção para a identificação e quantificação dos *n*-alcanos e o restante foi separado para posterior análise dos isótopos estáveis de carbono em compostos específicos. A cada grupo de amostras extraídas, também foi processado um branco analítico (sulfato de sódio) para verificar a ocorrência de contaminação durante a aplicação do método.

### ***5.3.3. Identificação e quantificação dos *n*-alcanos***

Os *n*-alcanos foram identificados e quantificados através da injeção de 1 µL de extrato em cromatógrafo a gás Agilent™ com um detector de ionização de chama (GC-FID). Foi utilizada uma coluna cromatográfica de 50 m x 0,32 mm x 0,17 µm (Agilent J&W) com uma fase estacionária composta por 5% difenil e 95% dimetilpolisiloxano. Como fase móvel (gás de arraste) foi utilizado o H<sub>2</sub> ultrapuro. A rampa de aquecimento consistiu em uma temperatura inicial de 40°C, aquecimento a 20°C min<sup>-1</sup> até 300°C e aquecimento a 6°C min<sup>-1</sup> até 320°C, mantendo esta temperatura constante por 30 minutos.

A identificação dos compostos com GC-FID é baseada no tempo de eluição de cada composto comparado a uma solução de padrão externo contendo os compostos de interesse injetado separadamente nas mesmas condições das amostras. Este padrão contém a série de *n*-alcanos de *n*-C9 - *n*-C40. No presente estudo, foram identificados e quantificados os *n*-alcanos *n*-C22 - *n*-C35. A quantificação dos compostos é baseada em uma curva analítica, a qual é obtida através da injeção de concentrações conhecidas dos compostos de interesse e dos padrões internos. A concentração final do analito é calculada com base no volume final de extrato e na massa de sedimento extraída.

### ***5.3.4. Controle de qualidade do método***

O controle de qualidade do método consiste na averiguação do procedimento analítico utilizado na identificação dos analitos de interesse para garantir a sua viabilidade, eficiência, reprodutibilidade e confiabilidade. O controle de qualidade utilizado neste trabalho foi baseado em EURACHEM/CITAC (2016) e INMETRO (2016) e consistiu na avaliação da faixa de linearidade da curva analítica, na adoção de um limite de quantificação (LQ), e na avaliação da

precisão (repetibilidade) e exatidão das análises. Para isso, foram analisados um branco de extração (sulfato de sódio), um branco fortificado com o padrão externo de *n*-alcanos, uma matriz e sua duplicata, uma matriz fortificada e um Material de Referência Certificado (MRC).

A curva analítica fornece resultados das concentrações dos analitos diretamente proporcionais aos sinais analíticos do instrumento, dentro de uma faixa linear de trabalho. Uma curva analítica deve ser construída com soluções de diferentes concentrações (no mínimo 5) dos analitos de interesse. A partir dos resultados, chega-se em uma equação para cada analito que é dada por uma regressão linear, cujo coeficiente de Pearson idealmente se aproxima da unidade ( $R^2 > 0,995$ ). As concentrações das soluções utilizadas neste trabalho para a construção da curva analítica foram escolhidas a partir da concentração esperada em sedimentos de plataforma/talude da Margem Continental do Atlântico Sudoeste.

O limite de quantificação é a menor concentração de um analito que pode ser medida conservando a confiabilidade do dado (INMETRO, 2016). Neste trabalho o LQ para os *n*-alcanos foi adotado como sendo a concentração mais baixa utilizada na curva analítica, que foi de  $0,25 \text{ ng } \mu\text{L}^{-1}$  ( $0,006 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$  massa seca).

A análise de um branco do método, contendo apenas sulfato de sódio, permite verificar possíveis contaminações ao longo do processo analítico (EURACHEM/CITAC, 2016). Para ser considerado aceitável, este não pode apresentar mais do que três picos referentes aos analitos e maiores do que três vezes o LQ. O branco fortificado consiste em um branco com a adição de um padrão externo contendo os analitos de interesse em concentração conhecida e é utilizado para demonstrar a sua recuperação no método utilizado. A faixa de recuperação dos analitos aceita neste trabalho foi baseada nos critérios da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC) que, para concentrações na faixa de ppb, sugere que seja entre 40 e 120% (INMETRO, 2016). Os *n*-alcanos no ensaio de recuperação do branco fortificado apresentaram recuperação entre 70 e 85%. A análise de uma matriz fortificada também tem como objetivo verificar a recuperação dos compostos no processo analítico, porém avaliando também a influência da matriz. Similarmente ao branco fortificado, a matriz fortificada deve apresentar recuperação entre 40 e 120%. No presente trabalho, os valores obtidos ficaram entre 87 e 116%. A recuperação do padrão *surrogate* foi verificada para todas as amostras de sedimento analisadas e resultou em valores entre 55 e 95% (média =  $74 \pm 12\%$ ).

A matriz em duplicata é utilizada para demonstrar a precisão do método analítico. Para ser aceita, a análise deve apresentar um percentual relativo da diferença (PRD) menor ou igual a 25%. O PRD é calculado pela Equação 6:

$$PRD(\%) = \left[ \frac{(Cma - Cmd)}{\frac{(Cma + Cmd)}{2}} \right] * 100 \text{ (Equação 6)}$$

Onde Cma é a concentração medida na amostra e Cmd na duplicata. Neste trabalho, o PRD entre a amostra e a duplicata variou entre 1 e 24%.

A análise do MRC confere maior confiabilidade ao processo analítico pois permite avaliar a exatidão comparando-se com as concentrações do certificado fornecido. Neste trabalho, foi utilizado o sedimento IAEA-417 fornecida pela Agência de Energia Atômica Internacional de Mônaco, cujos valores de referência encontram-se na Tabela 1. Todos os parâmetros de interesse apresentaram-se dentro dos intervalos certificados.

Tabela 1. Resultados da análise MRC com os valores certificados e seus desvios padrões aceitáveis

Material de Referência IAEA-417	Valor certificado	Desvio Padrão	Unidade	Material analisado
<i>n</i> -C17	200	140	ng g <sup>-1</sup>	185
<i>n</i> -C18	230	200	ng g <sup>-1</sup>	225
∑ <i>n</i> C14- <i>n</i> C34	9,5	6,8	µg g <sup>-1</sup>	12,8

### 5.3.5. Análise dos isótopos estáveis de carbono em *n*-alcanos específicos

As análises de isótopos estáveis de carbono em *n*-alcanos específicos foram realizadas em 17 amostras de sedimento superficial selecionadas de acordo com a concentração dos *n*-C29 e *n*-C31. Devido à sensibilidade do método, para determinação de isótopos de carbono em compostos específicos, é necessária uma concentração mínima de 30 ng µL<sup>-1</sup> dos analitos de interesse.

Previamente à análise dos *n*-alcanos em um cromatógrafo a gás acoplado a um espectrômetro de massas de razão isotópica (GC-IRMS), foi necessária a realização de mais uma etapa de purificação do extrato para a remoção dos compostos insaturados (CHEN et al., 2020; CONTRERAS-ROSALES et al., 2019; RUAN et al., 2019; STROBEL et al., 2019), que são interferentes na análise dos compostos-alvo. O procedimento foi baseado em ALBERGARIA-BARBOSA (2013) com adaptações baseadas em STROBEL et al. (2019). Em colunas de vidro com 7 mm de diâmetro externo e 5mm de diâmetro interno preenchidas com *n*-hexano, foi empacotada uma altura de 4 cm de sílica gel impregnada com nitrato de prata (AgNO<sub>3</sub>). Após a compactação da sílica no interior da coluna, os *n*-alcanos foram eluídos com 8 mL de *n*-hexano. O extrato foi, então, levado a secura com nitrogênio e posteriormente ressuspendido com 50 ou 100 µL de *n*-hexano, a depender da concentração dos *n*-alcanos *n*-C29 e *n*-C31 previamente calculadas em GC-FID. Um exemplo de uma amostra pré e pós purificação pode ser encontrado na Figura 4.

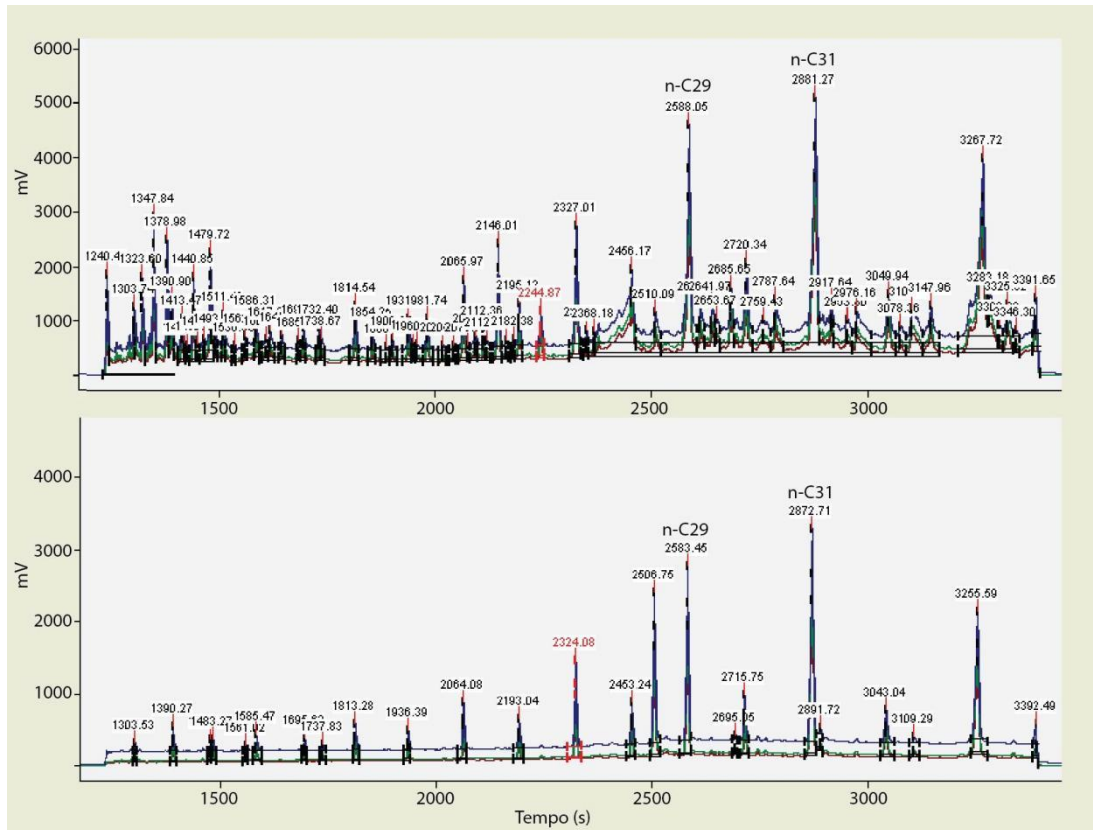


Figura 4 Perfis dos hidrocarbonetos alifáticos antes (painel superior) e após (painel inferior) a purificação realizada com sílica gel impregnada com nitrato de prata.

As análises dos isótopos estáveis de carbono do *n*-C29 e *n*-C31 foram conduzidas em um GC Thermo Scientific Trace Ultra acoplado a um Thermo Finnigan GC Combustion III, com uma interface de combustão operada a 940°C. Foi utilizada uma coluna cromatográfica de 60 m x 0,25 mm x 0,25  $\mu$ m da Agilent™. A rampa de aquecimento consistiu em uma temperatura inicial de 40°C, aquecimento a 230°C a 10°C min<sup>-1</sup> e aquecimento a 300°C a 3°C min<sup>-1</sup>, mantendo a temperatura de 300°C por 20 minutos. Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  foram pelo CO<sub>2</sub> de referência calibrado com padrões certificados (USGS-40 e IAEA-600) e foram reportados em desvios por mil (‰) em relação ao padrão VPDB.

As injeções foram realizadas em duplicata para cada amostra e o desvio padrão máximo aceito foi de 0,5‰. A precisão das medidas foi monitorada pela injeção de um padrão externo de *n*-alcanos a cada 6 injeções e foi calculada pelo desvio padrão obtido ao longo das medidas que resultou em uma precisão de 0,2‰ para *n*-C29 e de 0,3‰ para o *n*-C31. A acurácia das medidas foi monitorada pela injeção rotineira do material de referência para razões isotópicas de carbono e hidrogênio A4 da *Arndt Schimmelmann, Indiana University, USA*. Este material de referência foi injetado no início do procedimento analítico e ao longo das medidas.

## 5.4. ANÁLISE DE DADOS

### 5.4.1. *Mapas de distribuição espacial*

Os mapas das interpolações das variáveis geoquímicas nos sedimentos superficiais foram confeccionados no software de sistema de informação geográfica QGIS v3.4.5. Para evitar extrapolação de dados, foi determinada a área mínima que cobre todos os pontos amostrais através do algoritmo “mínimo envoltório convexo”. O método de interpolação empregado para a confecção dos mapas foi o Regularized Spline with Tension (RST).

### 5.4.2. *Análises estatísticas*

A classificação das amostras em relação às variáveis da matéria orgânica total (COT, NT,  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ) e o  $\text{CaCO}_3$ , foi realizada empregando-se o método UPGMA utilizando a distância cordal entre as amostras (Legendre and Legendre, 1988). As diferenças geoquímicas entre os grupos foram testadas usando o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis e, posteriormente, o teste post hoc de Dunn. O p-valor das comparações foi ajustado para testes múltiplos com uma correção de Bonferroni (valor  $p = 0,05/3$ , onde 3 é o número de testes) para reduzir a probabilidade de correlações espúrias.

A classificação das amostras em relação aos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  dos *n*-alcanos *n*-C29 e *n*-C31 foi realizada pelo método de Quebras Naturais (Jenks), que consiste em classificar as amostras em grupos nos quais a variância entre seus elementos seja a menor possível e a variância entre os grupos seja a maior possível (JENKS, 1977). Todas as análises estatísticas foram realizadas com os softwares Past versão 4.01 e R versão 2.15.1 (<http://www.r-project.org/>).

## 6. Caracterização da matéria orgânica sedimentar na Margem Continental do Atlântico Sudoeste com base em descritores composicionais (carbono orgânico total, nitrogênio total, $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ )

### 6.1. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### *6.1.1. Distribuição espacial dos conteúdos de lama, carbono orgânico, nitrogênio total e carbonato de cálcio sedimentares*

A distribuição do conteúdo de lama na margem continental uruguaia apresentou um padrão geral de baixos conteúdos de lama na plataforma (<20%) e altos conteúdos de lama no talude (>50%) (Figura 5). A plataforma interna/média uruguaia, ao norte da desembocadura do Rio da Prata apresentou conteúdos de lama mais altos do que o restante da plataforma.

Na margem continental brasileira, o padrão granulométrico encontrado é caracterizado por maiores conteúdos de lama nas plataformas média e externa e menores conteúdos (< 20%) na plataforma interna (Figura 5). O sul do Brasil é uma exceção a este padrão, visto que nesta região é possível encontrar sedimentos com teores de lama maiores do que 80%. O talude brasileiro é caracterizado por baixos a médios conteúdos de lama, geralmente entre 40 e 60%.



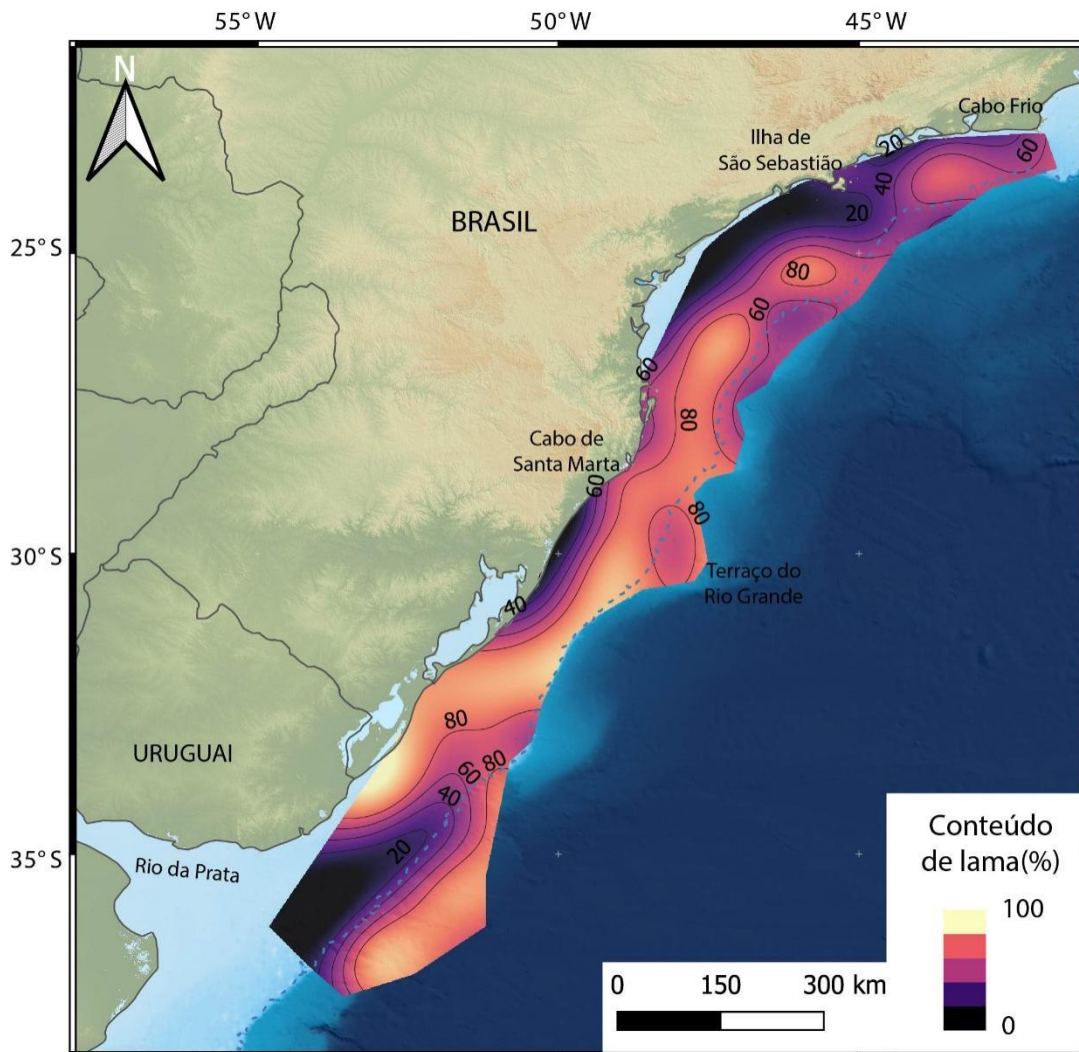


Figura 5 Distribuição espacial do conteúdo de lama nos sedimentos superficiais da área de estudo. Linhas pretas representam isolinhas de conteúdo com intervalos de 20%. A linha tracejada azul indica a isóbata de 200m.

Os conteúdos totais de carbono orgânico e nitrogênio apresentaram uma ampla variação espacial ao longo da MCAS, variando entre 0,1 a 4,1% e 0,02 a 0,64%, respectivamente. Os maiores valores de COT e NT foram encontrados na plataforma externa e talude uruguaio, entre 140 e 2700 metros de coluna d'água, e variaram entre 1,9 e 4,1% e 0,28 a 0,64%, respectivamente (Figuras 6 e 7). Outros valores relativamente altos de COT e NT foram encontrados na plataforma média ao norte do Rio da Prata, na plataforma externa sul brasileira, na desembocadura da Lagoa dos Patos e ao largo do Cabo de Santa Marta, entre 0,7 e 1,8% e 0,09 e 0,20%, respectivamente.

No Embaiamento de São Paulo, valores relativamente altos de COT e NT (1,0 a 2,0% e 0,11 a 0,17%, respectivamente) foram encontrados nas plataformas média e externa (Figuras 6 e 7). Ao largo da Ilha de São Sebastião, em direção ao talude, os conteúdos de COT e NT diminuem notavelmente (< 0,5% e < 0,10%, respectivamente). Na plataforma média entre a Ilha

de São Sebastião e o Cabo Frio, os valores de COT e NT aumentam novamente, variando entre 1,0 e 1,7% e entre 0,10 to 0,20%, respectivamente.

Os menores conteúdos de COT e NT (<0,5 e <0,1%, respectivamente) da área de estudo foram encontrados na plataforma média uruguaia, no Terraço do Rio Grande e nas plataformas internas do sul do Brasil e do Embaiamento de São Paulo.

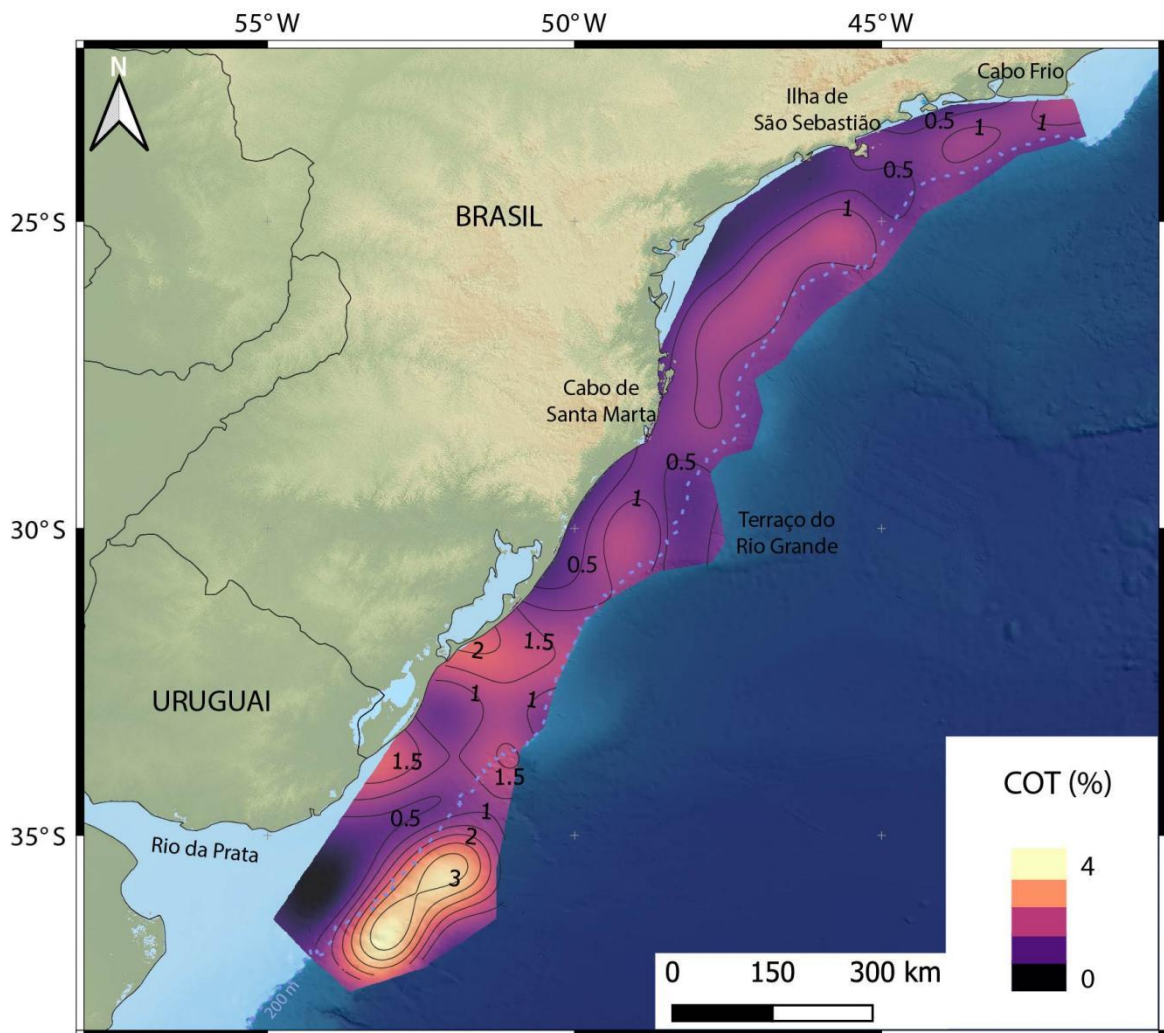


Figura 6 Distribuição espacial da porcentagem de carbono orgânico total (COT) em sedimentos superficiais da área de estudo. Linhas pretas representam isolinhas de conteúdo com intervalos de 0,5%. A linha tracejada azul indica a isóbata de 200m.

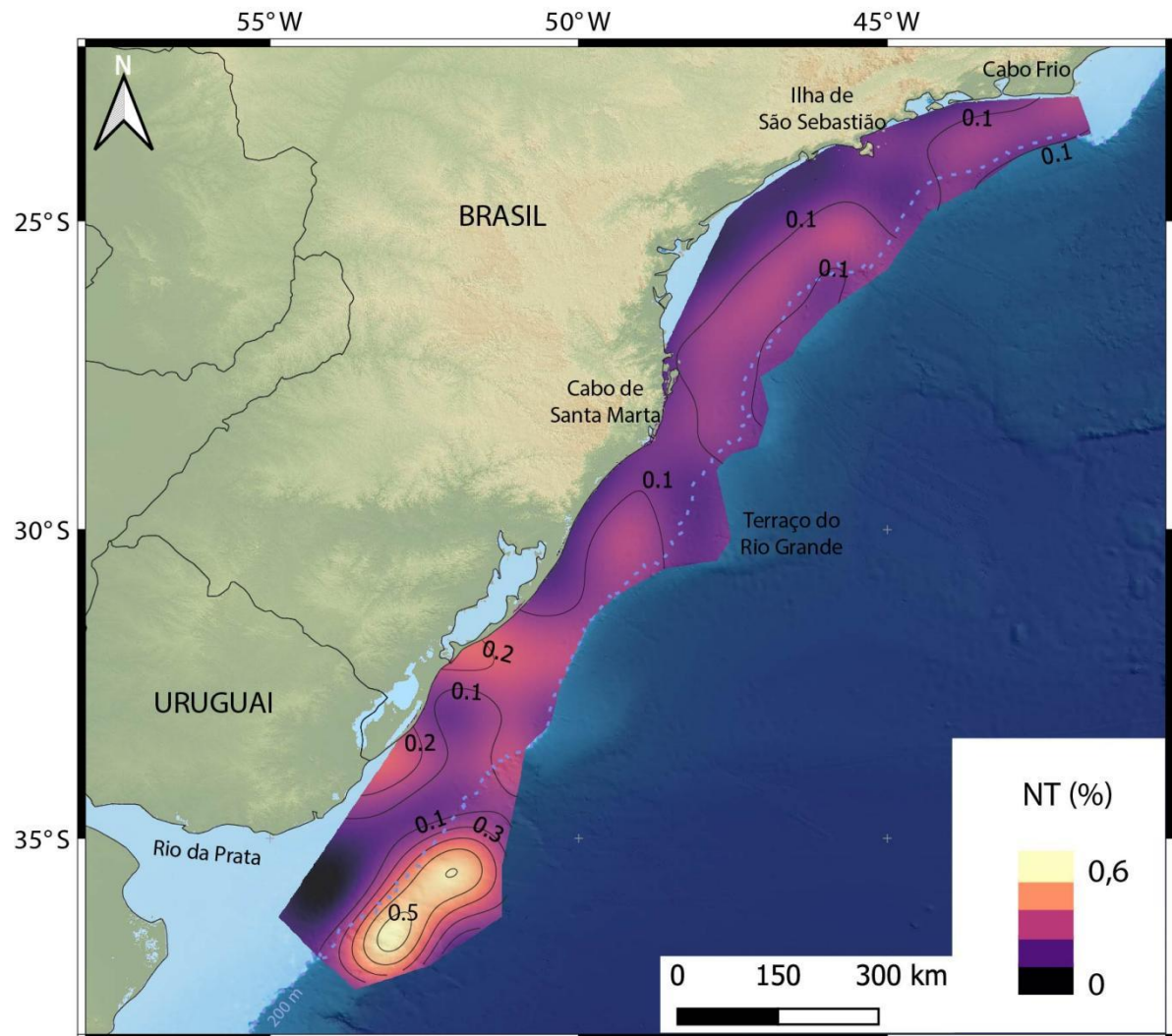


Figura 7 Distribuição espacial da porcentagem de nitrogênio total (NT) em sedimentos superficiais da área de estudo. Linhas pretas representam isolinhas de conteúdo com intervalos de 0,1%. A linha tracejada azul indica a isóbata de 200m.

Uma relação positiva ( $p\text{-valor} \leq 0,001$ ;  $R^2 = 0,82$ ) foi observada entre o conteúdo de carbono orgânico total e o nitrogênio total nos sedimentos superficiais, sugerindo que o nitrogênio encontrado nas amostras é predominantemente orgânico (HEDGES et al., 1986). Portanto, o nitrogênio total medido pode ser utilizado para estimar o nitrogênio orgânico. A razão COT/NT nos sedimentos superficiais ao longo da MCAS variou entre 2,1 e 15,0, sendo que a maior parte dos valores observados (83%) estão dentro do intervalo tipicamente associado à matéria orgânica marinha (entre 4,0 e 10,0; MEYERS, 1994). Os maiores valores foram predominantemente encontrados na plataforma externa sul brasileira, na desembocadura da Lagoa dos Patos, nas plataformas interna e média do Embaiamento de São Paulo, no entorno da Ilha de São Sebastião e na plataforma ao largo do Cabo Frio (Figura 8). Por outro

lado, as menores razões foram observadas ao longo do talude da MCAS e na plataforma interna sul-brasileira.

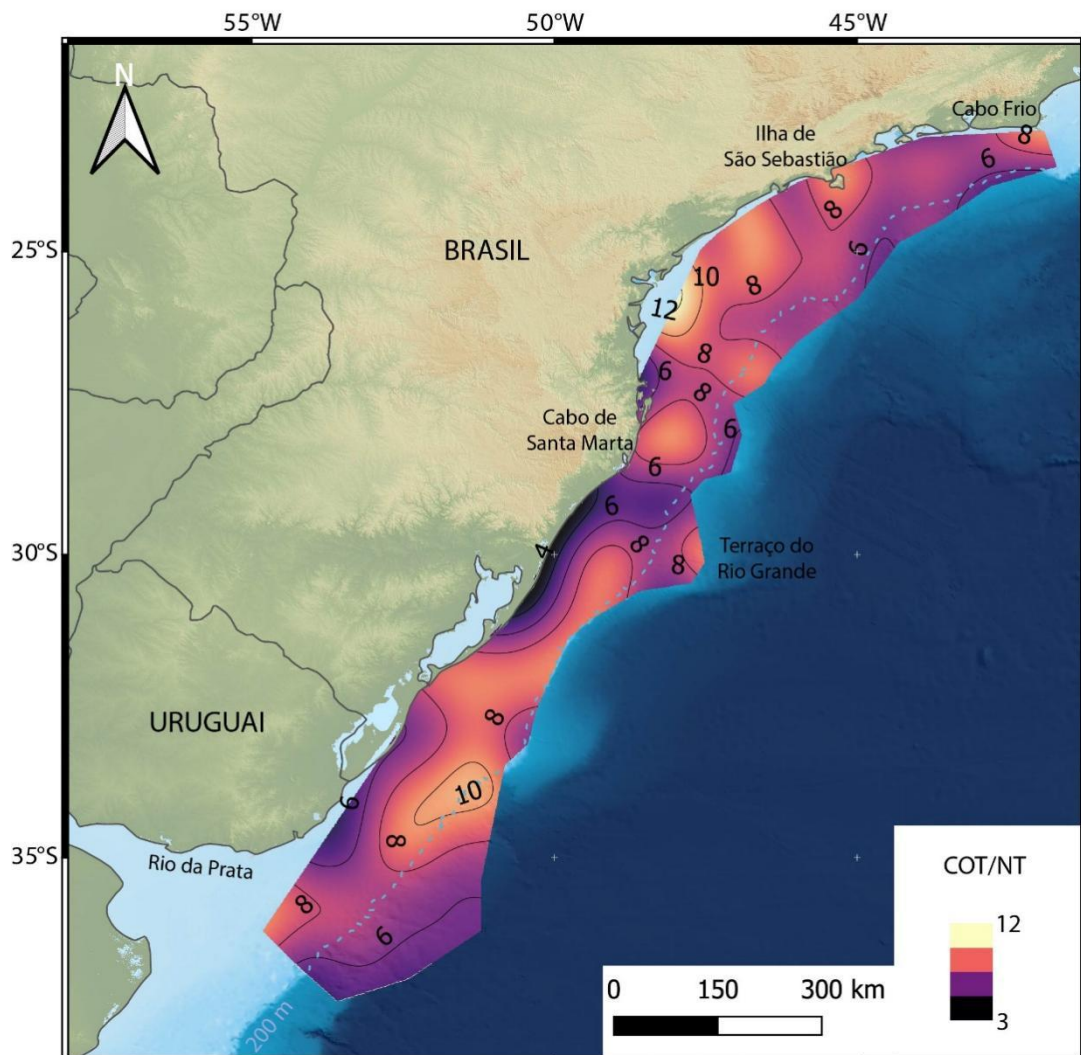


Figura 8 Distribuição espacial da razão COT/NT em sedimentos superficiais da área de estudo. Linhas pretas representam isolinhas dos valores da razão com intervalos de 1 unidade. A linha tracejada azul indica a isóbata de 200m.

Os valores de  $\text{CaCO}_3$  variaram entre 2,4 e 88,5% (Figura 9). Em geral, sedimentos litoclásticos ( $\text{CaCO}_3 < 30\%$ ) dominam a MCAS. Porém, ao norte da Ilha de Santa Marta, os conteúdos de  $\text{CaCO}_3$  aumentam notavelmente ( $\text{CaCO}_3 > 40\%$ ) na plataforma externa e talude superior. Os maiores conteúdos de  $\text{CaCO}_3$  (entre 30,2 e 88,5 %) foram encontrados no Terraço do Rio Grande e no talude superior do Embaiamento de Santos. Por outro lado, os menores teores de  $\text{CaCO}_3$  (<10%) foram observados na plataforma interna do Embaiamento de Santos e nas plataformas sul brasileira e uruguaia.

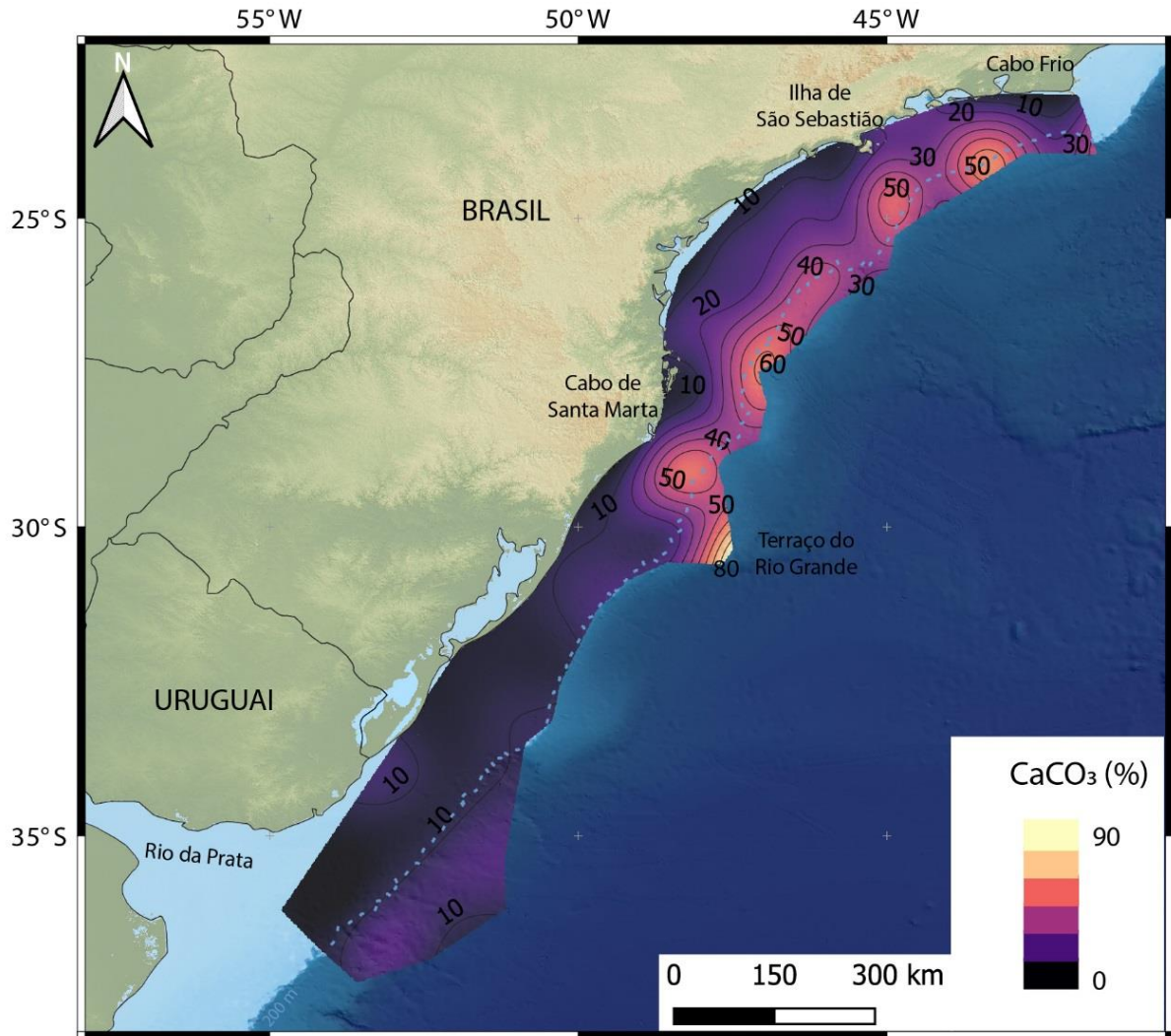


Figura 9 Distribuição espacial de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) em sedimentos superficiais da área de estudo. Linhas pretas representam isolinhas de conteúdo com intervalos de 10%. A linha tracejada azul indica a isóbata de 200m.

### 6.1.2. Distribuição do $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ sedimentares

Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  no sedimento superficial variaram entre  $-24,3$  e  $-19,2\text{‰}$  (Figura 10), valores estes considerados tipicamente de origem marinha. As estações de coleta sob influência da FSTP, ao norte da Lagoa dos Patos e nas plataformas média e externa do Embaiamento de Santos apresentaram valores de  $\delta^{13}\text{C}$  enriquecidos ( $> -21,0\text{‰}$ ). Valores relativamente empobrecidos de  $\delta^{13}\text{C}$  ( $< -21,0\text{‰}$ ), representativos de maiores contribuições terrígenas de matéria orgânica para o sedimento, foram observados na margem continental uruguaia e nas proximidades da costa de toda a MCAS. Apesar da distância da costa (profundidade entre 200 e 900 metros), valores menores do que  $-21,0\text{‰}$  também foram encontrados no Terraço do Rio Grande.

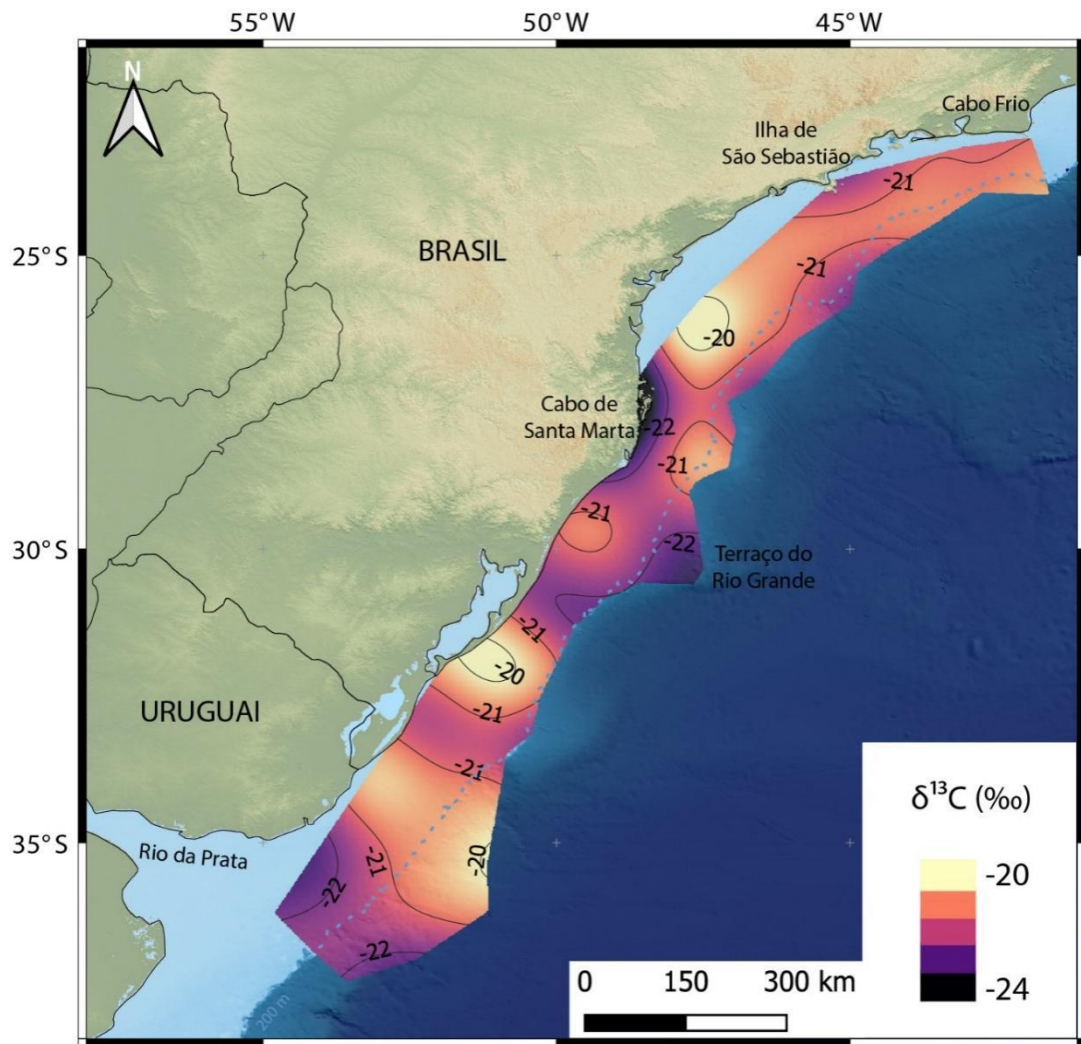


Figura 10 Distribuição espacial de  $\delta^{13}\text{C}$  (‰) em sedimentos superficiais da área de estudo. As linhas pretas representam isolinhas de valores delta com intervalos de 1‰. A linha tracejada azul indica a isóbata de 200m.

Os valores de  $\delta^{15}\text{N}$  sedimentar apresentaram uma clara tendência de valores enriquecidos ( $\delta^{15}\text{N} > 6,0\text{‰}$ ) ao sul do Cabo de Santa Marta e empobrecidos ( $\delta^{15}\text{N} < 6,0\text{‰}$ ) no Embaiamento de São Paulo (Figura 11).

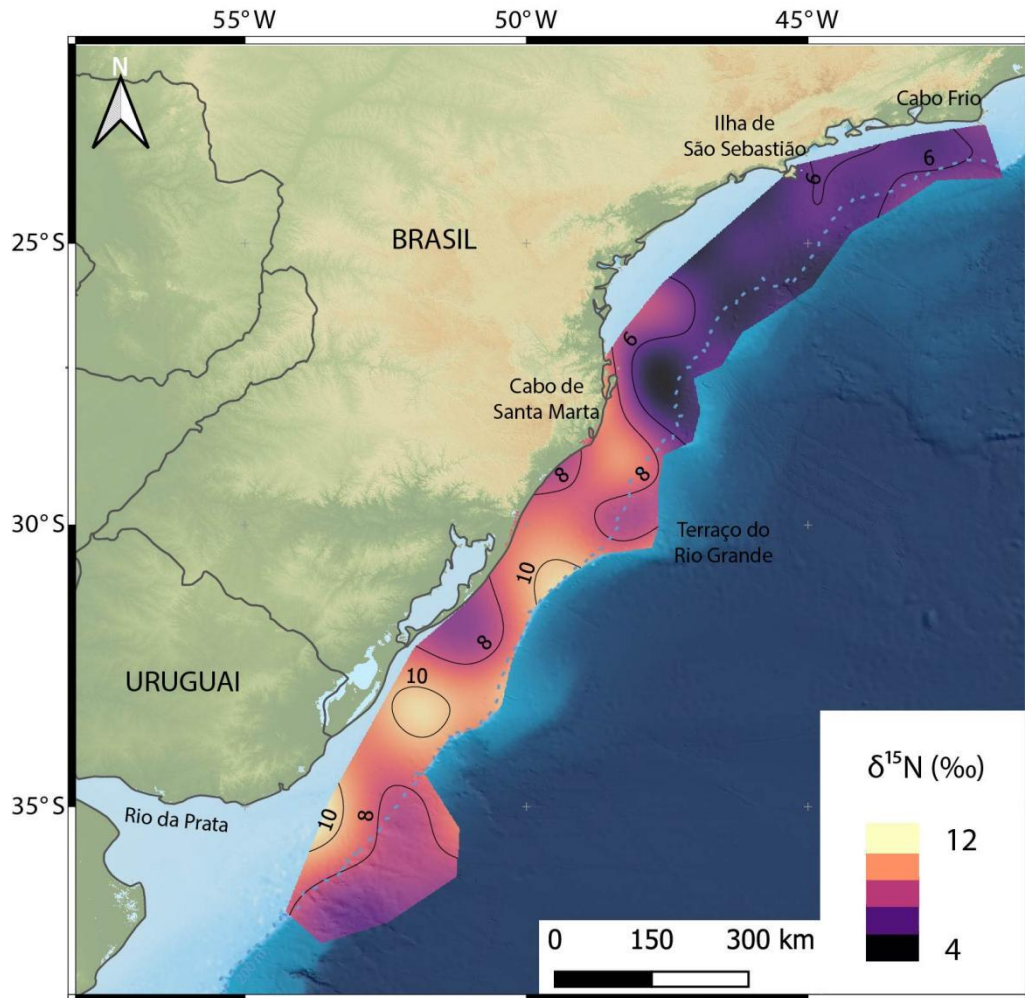


Figura 11 Distribuição espacial de  $\delta^{15}\text{N}$  (‰) em sedimentos superficiais da área de estudo. As linhas pretas representam isolinhas de valores delta com intervalos de 2,0 ‰. A linha tracejada azul indica a isóbata de 200m.

### 6.1.3. Caracterização regional a partir das variáveis do bulk da matéria orgânica

A fim de identificar regiões que apresentam matéria orgânica sedimentar similar, uma análise de agrupamento foi aplicada e, a partir dela, 3 grupos de amostras foram identificados (Figura 12). Esses grupos apresentaram limites geográficos que permitiram associar processos oceanográficos a cada setor da MCAS. O Grupo 1 contempla principalmente a margem continental uruguaia, a plataforma sul-brasileira e a região de influência da Frente de Ressurgência de Cabo Frio. Este grupo é bastante distinto dos demais. O Grupo 2 representa principalmente a plataforma média do Embaiamento de São Paulo, enquanto o Grupo 3 representa a plataforma externa e o talude do Embaiamento de São Paulo.

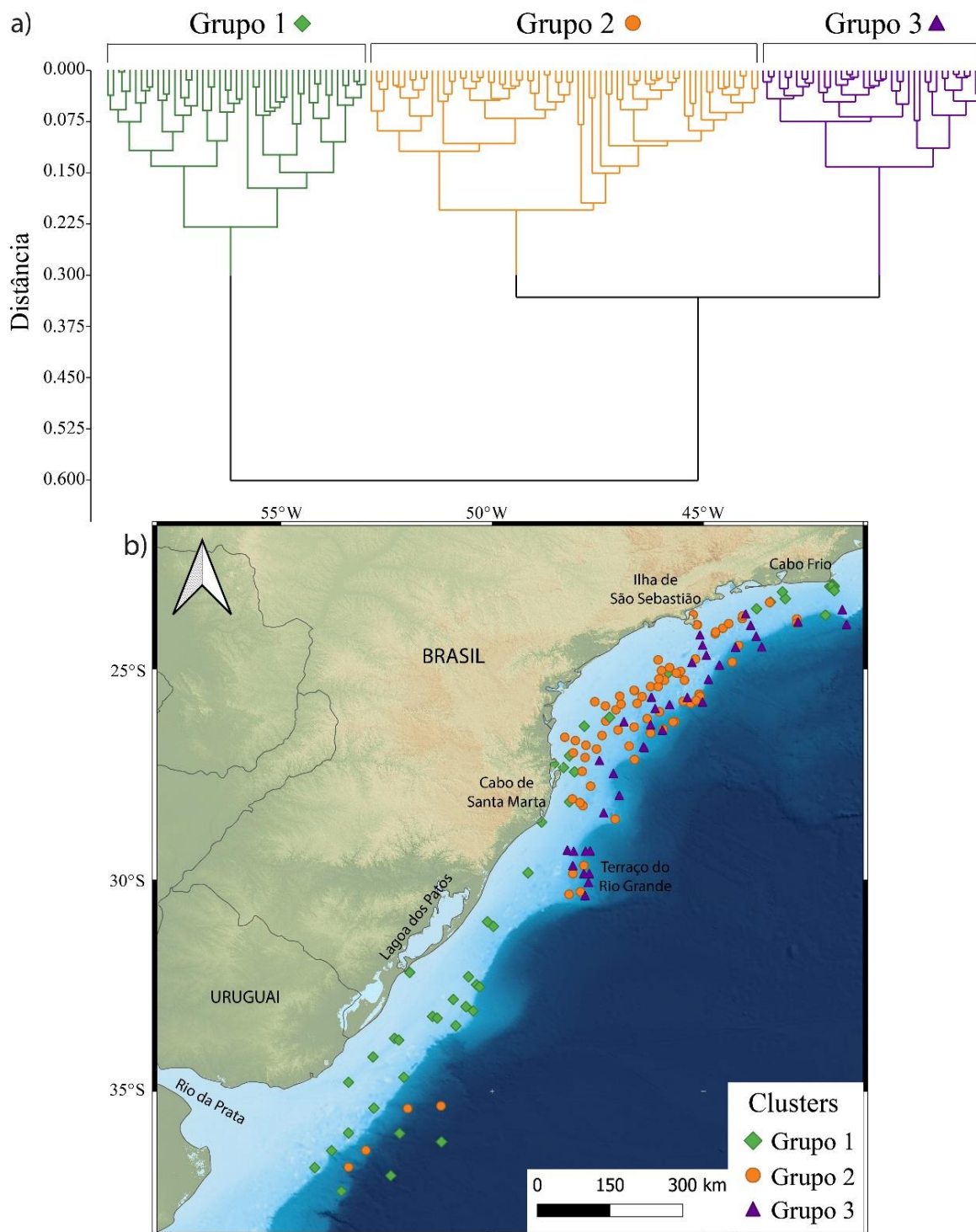


Figura 12 Classificação regional de sedimentos superficiais MCAS. (a) Dendrograma representando estações de amostragem com características de matéria orgânica e carbonato de cálcio semelhantes. (b) mapa com as localizações de cada grupo

Os Grupos 1 e 2 são caracterizados por conteúdos similares de COT e NT e são diferentes do Grupo 3, que apresenta relativamente menores conteúdos de COT e NT (Figura 13 A, B). Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  são similares entre os 3 grupos e, portanto, não são suficientes



para descrever as diferenças encontradas nos setores da MCAS (Figura 13 C). Os valores de  $\delta^{15}\text{N}$  diferiram as amostras ao sul (Grupo 1) das amostras coletadas ao norte do Cabo de Santa Marta (Grupos 2 e 3) (Figura 13 D). Finalmente, todos os grupos identificados apresentaram conteúdos de carbonato de cálcio significativamente diferentes entre si, sendo os menores valores encontrados no Grupo 1 e os maiores no Grupo 3 (Figura 13 E).

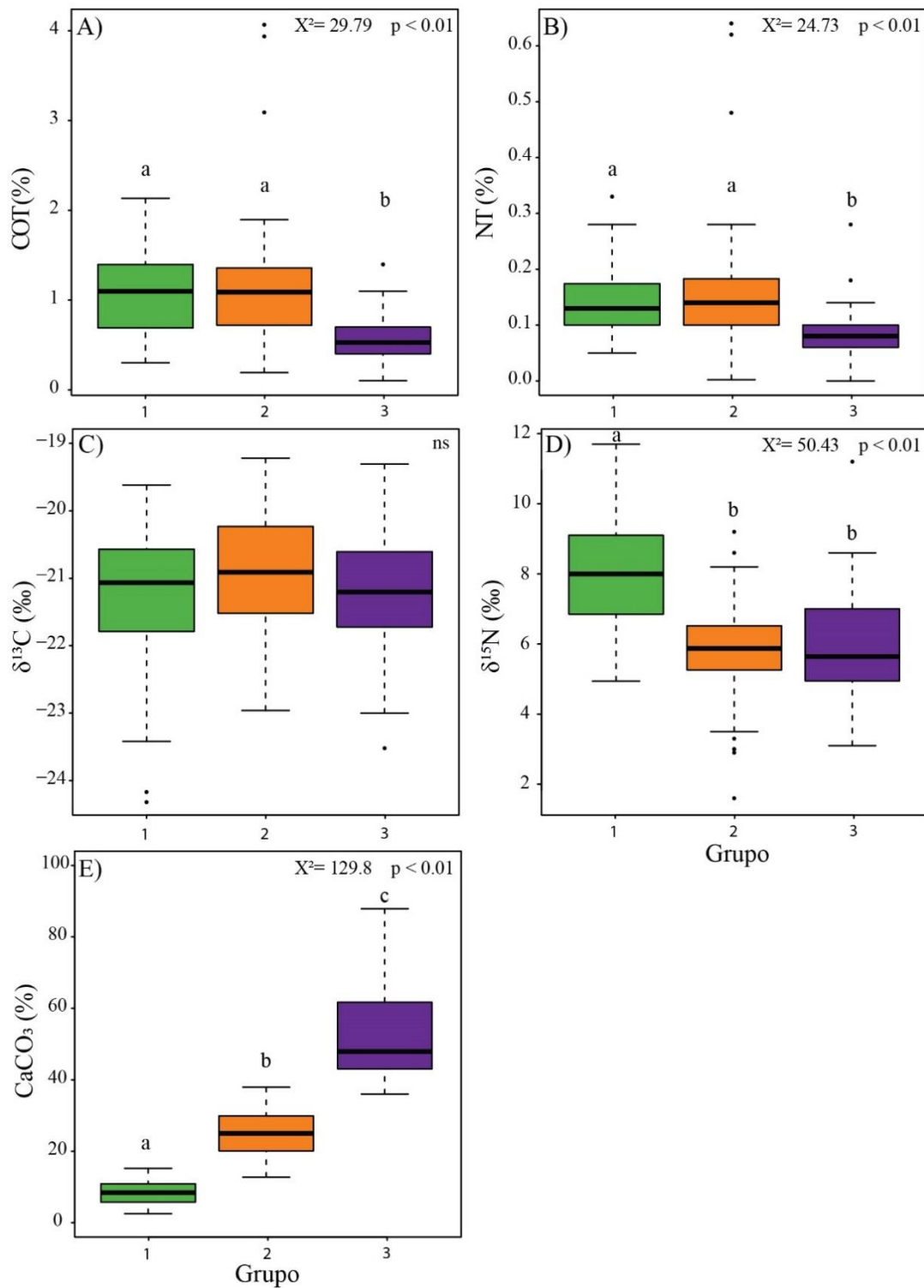


Figura 13 Comparação dos teores de carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (NT), carbonato de cálcio ( $CaCO_3$ ), valores de  $\delta^{13}C$  e  $\delta^{15}N$  para os três grupos reconhecidos no MCAS. Os valores de  $X^2$  e  $p$  referem-se à análise de variância não paramétrica (Kruskal-Wallis). Letras iguais indicam similaridade estatística entre as áreas sob o teste de Dunn. ns = não significativo.

Para estimar a origem da matéria orgânica sedimentar de cada grupo, os dados de  $\delta^{13}C$  foram analisados associadamente aos dados de razão COT/NT (Figura 14). A maioria das

amostras sedimentares estão situadas nos intervalos típicos da matéria orgânica de origem marinha. Algumas amostras dos grupos 1 e 2, porém, apresentaram origem mistas de plantas terrestres e carbono orgânico particulado marinho.

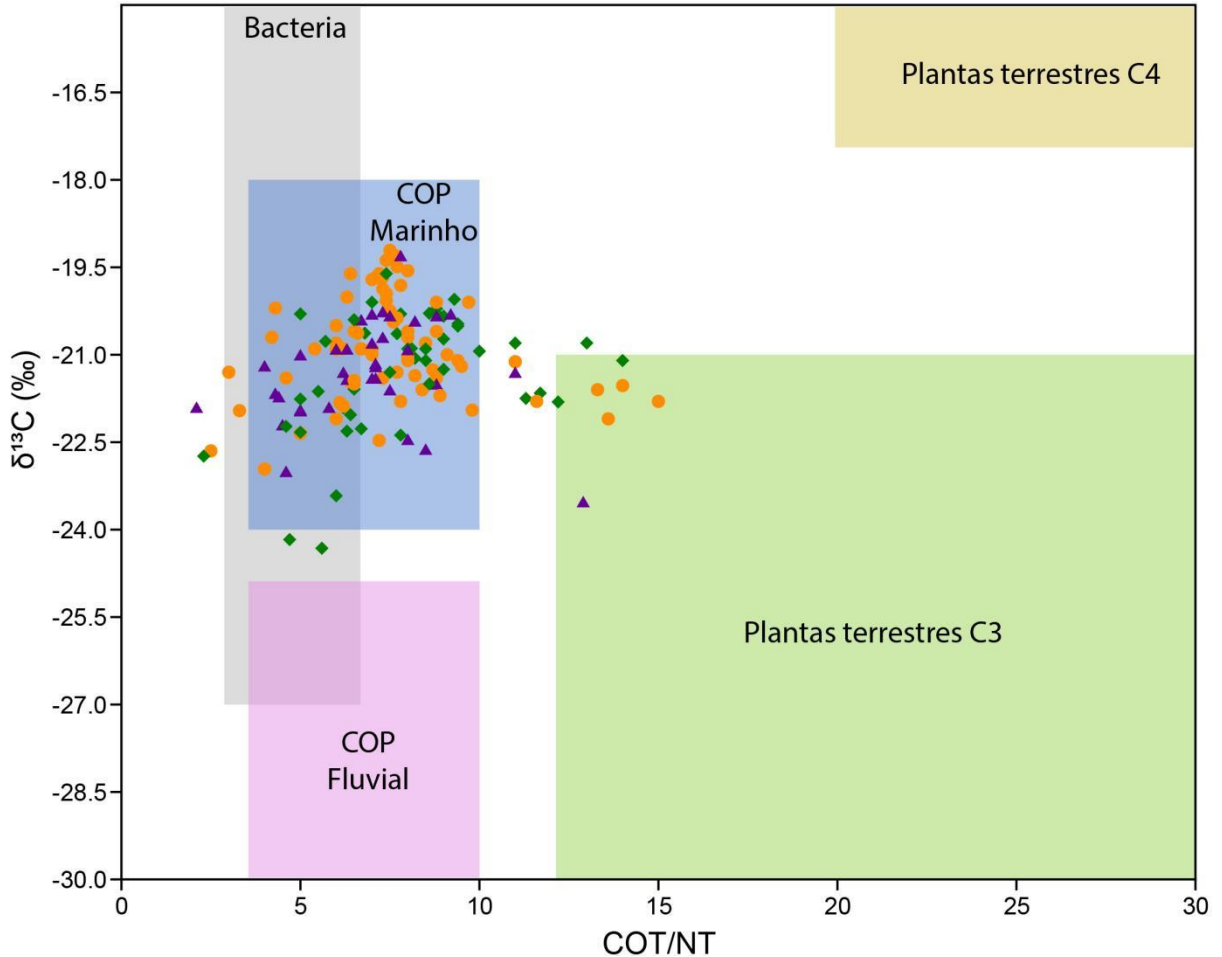


Figura 14 Gráfico  $\delta^{13}\text{C}$  vs COT/NT das amostras sedimentares de cada grupo (grupo 1- losangos verdes; grupo 2- pontos laranjas; e grupo 3- triângulos roxos) e os intervalos típicos dos aportes de matéria orgânica em ambientes marinhos (baseado em Lamb et al., 2006). COP significa carbono orgânico particulado.

Os 3 grupos de amostras de sedimento superficial identificados apresentaram características geoquímicas distintas e limites geográficos relativamente bem marcados. Os próximos itens exploram as relações entre esses grupos com as possíveis fontes da matéria orgânica sedimentar e os controles oceanográficos responsáveis por suas distribuições ao longo da MCAS.

#### 6.1.4. Margem uruguaia e plataforma sul-brasileira

Sedimentos depositados nas plataformas uruguaia e sul-brasileira são comumente classificados como arenosos (MARTINS; MARTINS; URIEN, 2003); conseqüentemente, esperava-se que pouca matéria orgânica fosse encontrada adsorvida nestes depósitos sedimentares. Contudo, áreas com altos teores de lama, carbono orgânico total e nitrogênio

total foram identificadas nesta região: ao norte da desembocadura do Rio da Prata, na desembocadura da Lagoa dos Patos e nas plataformas média e externa sul-brasileiras. Os conteúdos de lama e de COT se correlacionaram positivamente neste estudo (0,58, p-valor < 0,01), evidenciando que a distribuição do carbono orgânico sedimentar ao longo da MCAS está relacionada à distribuição dos sedimentos finos. Além disso, os teores relativamente altos de COT e NT nesta região são possivelmente relacionados ao aporte de nutrientes do Rio da Prata e, secundariamente, da Lagoa dos Patos. A entrada de nutrientes de origem continental na plataforma uruguaia e sul-brasileira favorece a floração do fitoplâncton especialmente na região da FSTP, na CBM, e no sistema de cânions submarinos uruguaio (ACHA et al., 2004; BRANDINI et al., 2000; FRANCO-FRAGUAS et al., 2014b; MELLO et al., 2014) e resulta na produção de matéria orgânica autóctone, que posteriormente se acumula no registro sedimentar.

Além de nutrientes, o Rio da Prata e a Lagoa dos Patos também fornecem matéria orgânica particulada para a MCAS (CALLIARI; GÓMEZ; GÓMEZ, 2005), o que pode contribuir com o aumento do COT e NT sedimentares. De fato, alguns estudos atribuíram os altos teores de COT e TN encontrados no talude uruguaio e norte-argentino ao aporte de matéria orgânica terrígena (HENKEL et al., 2011; MOLLENHAUER et al., 2006; STEVENSON; CHENG, 1972).

Considerando a elevada produção primária no talude uruguaio, maiores teores de carbonato de cálcio eram esperados para esta região. Dois mecanismos podem estar relacionados com estes baixos conteúdos: a dissolução química do carbonato devido ao elevado fluxo de carbono na CBM e/ou a diluição do sedimento carbonático pelo sedimento terrígeno, devido ao alto aporte continental oriundo do Rio da Prata durante o verão austral (FRENZ et al., 2003). Similarmente, durante o inverno austral, os sedimentos do Rio da Prata são deslocados para norte ao longo da plataforma interna/média (MÖLLER et al., 2008; PIOLA et al., 2005), o que explicaria os baixos conteúdos de carbonato de cálcio também nesta região da plataforma uruguaia e sul-brasileira.

Sedimentos com predomínio da matéria orgânica marinha são marcados por valores de  $\delta^{13}\text{C}$  entre -19 e -21‰ (GEARING et al., 1984). Estes valores foram observados na área de influência da FSTP, possivelmente devido à alta produção primária na região (MELLO et al., 2014). Valores similares foram encontrados ao norte da desembocadura da Lagoa dos Patos, possivelmente relacionados ao deslocamento sazonal da pluma da Lagoa dos Patos para norte (MARQUES et al., 2009). A margem continental uruguaia apresenta valores de  $\delta^{13}\text{C}$  relativamente mais empobrecidos (<-21‰). Considerando que os valores típicos de  $\delta^{13}\text{C}$  da

matéria orgânica terrígena variam entre 21 e -32‰ em plantas C3 e entre -9 e -17‰ em plantas C4 (DEINES, 1980), esta área reflete possivelmente uma mistura da matéria orgânica das fontes terrígena e marinha.

Em geral, os valores de  $\delta^{15}\text{N}$  da matéria orgânica de origem marinha e terrígena são amplos e dependentes da fonte de nitrogênio inorgânico dissolvido utilizada pelos produtores primários (Montoya, 1994). A matéria orgânica marinha apresenta intervalos de valores de  $\delta^{15}\text{N}$  entre 4 e 10‰, enquanto a matéria orgânica terrígena apresenta intervalos mais amplos, entre -10 e 10‰ (Gearing, 1988), mas geralmente mais perto de 0‰. O sedimento superficial das margens uruguaia e sul-brasileira apresentou valores de  $\delta^{15}\text{N}$  predominantemente entre 7 e 9‰, ou seja, dentro do intervalo marinho e terrígeno. Porém, considerando que os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  indicaram o predomínio da matéria orgânica marinha, estes valores de  $\delta^{15}\text{N}$  devem representar esta mesma origem. BURONE et al. (2013, 2019) encontraram valores de  $\delta^{15}\text{N}$  relativamente empobrecidos na plataforma interna uruguaia (4 - 7‰) e na desembocadura do Rio da Prata (2 - 6‰), o que parece representar uma maior influência terrígena em direção ao continente, como esperado.

Em regiões oceânicas oligotróficas, o  $\delta^{15}\text{N}$  sedimentar geralmente reflete os valores médios do nitrato oceânico (~5‰) (SIGMAN; KARSH; CASCIOTTI, 2009). Em regiões com alta disponibilidade de nutrientes, valores mais enriquecidos de  $\delta^{15}\text{N}$  podem ser associados com a maior utilização do nitrato pelos produtores primários na superfície do oceano (MONTROYA, 1994; SIGMAN; KARSH; CASCIOTTI, 2009). Os valores mais enriquecidos encontrados neste estudo estão em concordância com os resultados obtidos por TROINA et al. (2020), que observaram valores também enriquecidos de  $\delta^{15}\text{N}$  em amostras de zooplâncton coletadas ao sul do Cabo de Santa Marta. Os autores também atribuíram estes valores ao aporte de águas ao sul ricas em nutrientes em contraste às águas oligotróficas do Embaiamento de São Paulo.

#### ***6.1.5. Embaiamento de São Paulo - Plataforma continental***

Em geral, a literatura disponível divide o Embaiamento de São Paulo em dois setores com processos oceanográficos e sedimentares distintos: um ao sul outro ao norte da ilha de São Sebastião (e.g. MAHIQUES et al., 2008; NAGAI et al., 2014). Similarmente, no presente trabalho, a discussão sobre a matéria orgânica sedimentar na plataforma continental desta região foi dividida nestes mesmos dois setores.

Ao sul da Ilha de São Sebastião, as áreas com altos conteúdos de COT e NT coincidem com os depocentros de lama de plataforma média que são alimentados por sedimentos locais e distais (MAHIQUES et al., 2020). Durante o inverno austral, o aporte de nutrientes da pluma do Rio da Prata favorece a produção primária na plataforma do Embaiamento de São Paulo até os 25°S (BRANDINI, 1990). Como consequência, os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  encontrados nesta região apontam para um predomínio da matéria orgânica de origem marinha. Estes resultados estão em acordo com os reportados por LOURENÇO et al. (2017) que observaram altas concentrações de biomarcadores lipídicos de origem marinha ao longo da isóbata de 100m.

Na plataforma interna ao norte da Ilha de São Sebastião até o Cabo Frio, os sedimentos apresentaram assinaturas geoquímicas similares às encontradas na margem uruguaia e sul-brasileira (Figura 12), possivelmente devido ao grande aporte de nutrientes e à presença da Frente de Ressurgência de Cabo Frio (FRCF), responsável por aumentar a produtividade primária marinha nesta área (BRANDINI; TURA; SANTOS, 2018; BRANDINI et al., 2000).

Além do aporte de matéria orgânica de origem marinha, valores relativamente empobrecidos de  $\delta^{13}\text{C}$  e mais altos da razão COT/NT indicam a existência da contribuição terrígena para a matéria orgânica sedimentar ao norte da Ilha de São Sebastião. LOURENÇO et al. (2017b) reportaram altos conteúdos de material terrígeno nos sedimentos ao largo de Cabo Frio, possivelmente oriundos do aporte fluvial do rio Paraíba do Sul. A Baía de Guanabara pode ser outra fonte de material terrígeno para a região, visto que correntes de plataforma que fluem para leste podem interagir com a CB, resultando em depósitos perpendiculares à costa na plataforma interna de Cabo Frio (MENDOZA et al., 2014).

#### ***6.1.6. Embaiamento de São Paulo - Talude continental***

Os baixos conteúdos de COT e NT no talude do Embaiamento de São Paulo estão acompanhados por valores mais enriquecidos de  $\delta^{13}\text{C}$  e maiores teores de  $\text{CaCO}_3$ . Nesta região pode-se observar uma tendência de diminuição do aporte terrígeno com a profundidade. Porém, entre 25,5 e 26,5°S valores relativamente mais empobrecidos de  $\delta^{13}\text{C}$  e altos teores de COT e NT podem indicar a preservação de uma matéria orgânica terrígena distal. Como descrito anteriormente, o material oriundo do Rio da Prata pode chegar em menores latitudes transportado pela CCB que então é deslocada em direção offshore por volta dos 25°S (SOUZA; ROBINSON, 2004). Uma vez fora da plataforma, este material pode estar sendo distribuído ao longo do talude pela CB. Esta suposição está em acordo com os resultados de MAHIQUES et al. (2017) que sugeriram que a matéria orgânica terrígena encontrada nesta região do talude é proveniente de uma fonte mais distante do que o continente adjacente.

### *6.1.7. Implicações e comparações com outras margens continentais*

A compartimentalização proposta pelo presente estudo é comparável aos resultados obtidos por MAHIQUES et al. (2020, 2009) e NAGAI et al. (2014), que mostraram a influência do Rio da Prata ao longo da Margem Continental do Atlântico Sudoeste até 27-28°S. De maneira similar, os dados aqui apresentados mostram que a latitude de 28°S marca uma região de transição principalmente em relação ao  $\delta^{15}\text{N}$  sedimentar e os conteúdos de  $\text{CaCO}_3$ . SEITER et al. (2004) definiram duas províncias distintas da matéria orgânica sedimentar ao longo do talude desta mesma região e também separadas pela latitude de 28°S, o que sugere que o transporte transversal à plataforma que ocorre entre o Rio da Prata e o Embaiamento de São Paulo (COMBES; MATANO; PALMA, 2021) pode ser responsável por carregar matéria orgânica sedimentar para regiões mais profundas da margem continental.

A distribuição da matéria orgânica sedimentar ao longo da MCAS está fortemente relacionada a processos sedimentológicos e hidrodinâmicos. A distribuição espacial dos conteúdos de COT e NT está associada à ocorrência de depósitos sedimentares lamosos, especialmente os que estão sob influência de altas taxas de produção primária marinha (por exemplo, região da CBM, na desembocadura da Lagoa dos Patos, e na plataforma média do Embaiamento de São Paulo). Frentes oceânicas promovem a produção primária marinha e o consequente aporte da matéria orgânica autóctone, que permanece marcada no registro sedimentar ao longo da MCAS (por exemplo, na região da CBM, da FSTP e da FRCF). Os rios também disponibilizam nutrientes que são carregados pelas correntes fertilizando áreas remotas (por exemplo, a descarga do Rio da Prata que se direciona para o talude e para nordeste pela plataforma, sazonalmente). Além disso, o Rio da Prata também contribui com um aporte terrígeno de matéria orgânica, que é direcionada tanto para talude quanto para nordeste pelo transporte da CCB.

## 6.2. CONCLUSÕES - DESCRITORES COMPOSICIONAIS DA MATÉRIA ORGÂNICA

O presente capítulo descreveu a matéria orgânica sedimentar da Margem Continental do Atlântico Sudoeste através de descritores composicionais que permitiram identificar três grupos com características geoquímicas distintas e relacionados aos processos hidrodinâmicos e sedimentares que ocorrem ao longo da área de estudo.

O primeiro grupo, entre o Rio da Prata e os 28°S é caracterizado pela influência do aporte terrígeno do Rio da Prata (secundariamente da Lagoa dos Patos) tanto de nutrientes quanto de matéria orgânica. Os nutrientes oriundos desta fonte, aliados à presença de frentes oceânicas (FSTP e CBM), aumentam a contribuição de matéria orgânica marinha para o registro sedimentar. A assinatura geoquímica desta região é influenciada pelo fluxo da CCB para nordeste. Características geoquímicas similares foram encontradas ao largo de Cabo Frio e se devem à presença da FRCF aliada ao aporte terrígeno possivelmente do Rio Paraíba do Sul. Em resumo, a matéria orgânica sedimentar deste grupo reflete um expressivo aporte de nutrientes e matéria orgânica continental aliados à alta produtividade primária. O segundo grupo, das amostras da plataforma do Embaiamento de São Paulo, apresenta relativamente menor influência terrígena e menor acúmulo de matéria orgânica sedimentar, mas possivelmente com influência do aporte do Rio da Prata, entre os 28° e 24°S. Esta região apresenta depósitos sedimentares com matéria orgânica predominantemente marinha em decorrência do estabelecimento de áreas férteis, com alta produtividade marinha, principalmente na plataforma média. O último grupo, que reúne as amostras do talude do Embaiamento de São Paulo, apresenta relativamente baixo acúmulo de matéria orgânica e é caracterizado por uma assinatura geoquímica predominantemente marinha.



## 7. Avaliação dos *n*-alcanos de cadeia longa como indicadores de origem terrígena para a matéria orgânica sedimentar da MCAS

### 7.1. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 7.1.1. *n*-Alcanos de cadeia longa

Para a identificação da contribuição terrígena da matéria orgânica, os *n*-alcanos de cadeias longas serão reportados neste documento, por representarem o aporte de matéria orgânica continental (EGLINTON et al., 1962). *n*-Alcanos de cadeia longa (*n*-C22 ao *n*-C35) foram identificados em 128 amostras de sedimento superficial na área de estudo. Os homólogos *n*-C29, *n*-C31 e *n*-C33 foram os compostos que apresentaram maiores concentrações em relação aos demais (Figura 15).

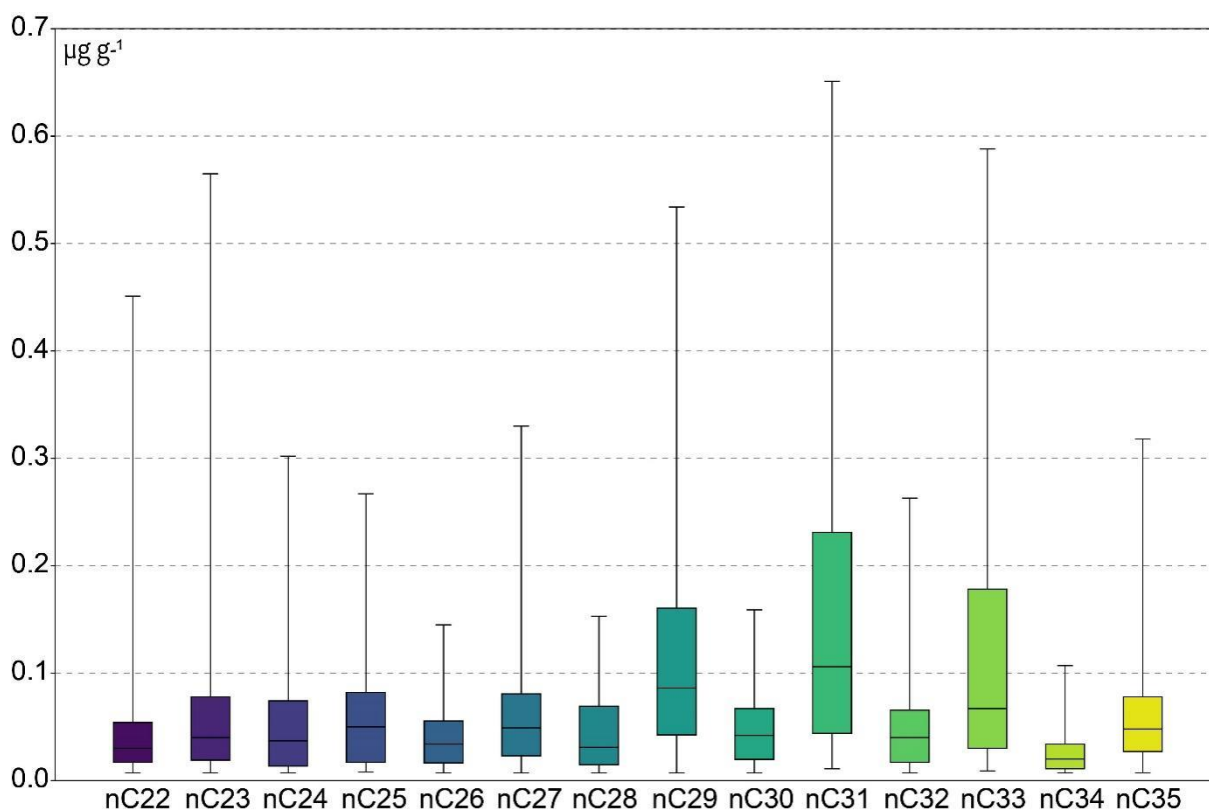


Figura 15. Box-plots das concentrações dos *n*-alcanos *n*-C22 a *n*-C35 em sedimentos superficiais.

A concentração média do *n*-C29 foi de  $0,11 \pm 0,11 \mu\text{g g}^{-1}$ , do *n*-C31 foi de  $0,15 \pm 0,13 \mu\text{g g}^{-1}$  e do *n*-C33 foi de  $0,11 \pm 0,11 \mu\text{g g}^{-1}$  (Tabela 2).

Tabela 2. Concentrações mínima, máxima, média (em  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) e dados de desvio padrão dos *n*-alcanos individuais e das razões diagnósticas IPC, TMC<sub>27-33</sub>, Norm31 e Norm33

	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
<b><i>n</i>-C22</b>	<LQ	0,451	0,049	0,060
<b><i>n</i>-C23</b>	<LQ	0,565	0,065	0,078
<b><i>n</i>-C24</b>	<LQ	0,302	0,053	0,056
<b><i>n</i>-C25</b>	<LQ	0,267	0,059	0,047
<b><i>n</i>-C26</b>	<LQ	0,145	0,040	0,029
<b><i>n</i>-C27</b>	<LQ	0,330	0,061	0,052
<b><i>n</i>-C28</b>	<LQ	0,153	0,045	0,037
<b><i>n</i>-C29</b>	0,007	0,534	0,114	0,097
<b><i>n</i>-C30</b>	<LQ	0,159	0,049	0,036
<b><i>n</i>-C31</b>	0,011	0,651	0,149	0,131
<b><i>n</i>-C32</b>	<LQ	0,263	0,048	0,041
<b><i>n</i>-C33</b>	<LQ	0,588	0,115	0,111
<b><i>n</i>-C34</b>	<LQ	0,107	0,027	0,021
<b><i>n</i>-C35</b>	<LQ	0,318	0,060	0,049
<b><math>\Sigma n\text{-C22a35}</math></b>	0,06	3,14	0,852	0,639
<b>IPC</b>	1,1	7,5	2,9	1,8
<b>TMC<sub>27-33</sub></b>	29,6	31,0	30,3	0,3
<b>Norm31</b>	0,40	0,68	0,55	0,07
<b>Norm33</b>	0,27	0,68	0,47	0,10

A  $\Sigma n\text{-C22-}n\text{-C35}$  variou ao longo da MCAS entre 0,06 e 3,14  $\mu\text{g g}^{-1}$ , sendo o valor mínimo encontrado no Terraço do Rio Grande e o máximo na desembocadura da Lagoa dos Patos. Outras áreas com concentrações elevadas ( $>1,50 \mu\text{g g}^{-1}$ ) também foram encontradas na região adjacente ao Cabo Frio, ao norte da Ilha de Santa Catarina e na plataforma média do Rio Grande do Sul (Figura 16). Por outro lado, baixas concentrações ( $<0,50 \mu\text{g g}^{-1}$ ) estão localizadas em geral no Terraço do Rio Grande, no talude do Embaiamento de São Paulo e na plataforma interna do Rio Grande do Sul.

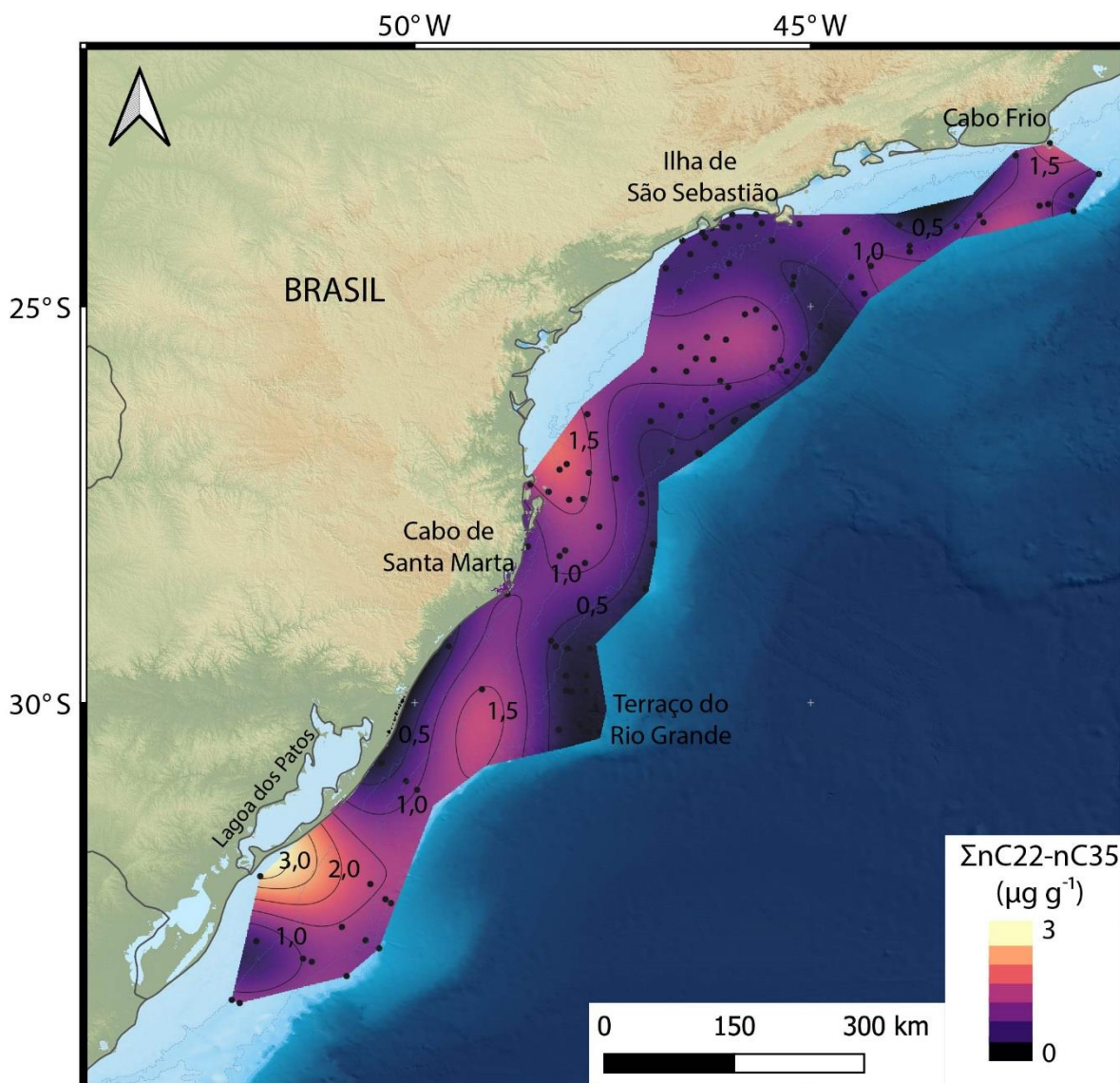


Figura 16. Distribuição espacial da somatória das concentrações dos *n*-alcenos de cadeia longa em sedimentos superficiais da área de estudo. As linhas pretas representam isolinhas de concentração com intervalos de 0,5  $\mu\text{g g}^{-1}$ .

As regiões de maior acúmulo de *n*-alcenos de cadeias longas estão mais associadas à presença de depocentros de lama descritos ao longo da MCAS do que à distância do continente. Por sua vez, a distribuição dos depocentros de lama está associada à hidrodinâmica da plataforma, especialmente ao fluxo da CCB, responsável por levar sedimentos finos de latitudes maiores em direção ao norte (NAGAI et al., 2014).

Os valores de IPC ao longo da MCAS variaram entre 1,1 e 7,5. Os menores valores (< 2,0) foram encontrados em geral na plataforma externa e talude do Embaiamento de São Paulo enquanto os maiores valores (> 4,0), tipicamente associados a uma origem terrígena (VOGTS et al., 2012), estão localizados na plataforma sul-brasileira até 30°S e nas plataformas interna e

média entre o Cabo de Santa Marta e a Ilha de São Sebastião (Figura 17). Em 25°S é possível observar que altos valores de IPC atravessam a plataforma atingindo o talude.

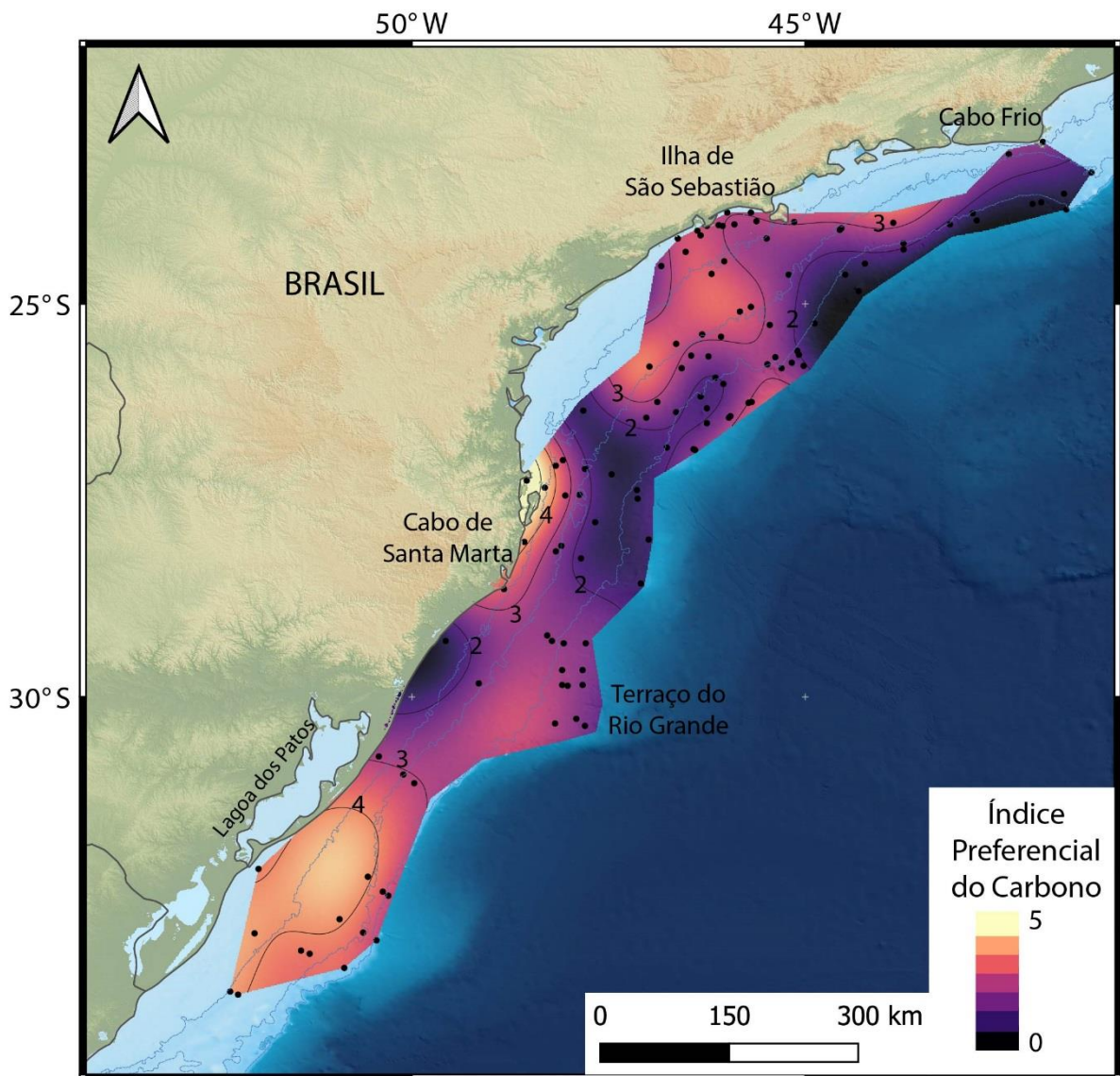


Figura 17. Distribuição espacial dos valores de IPC em sedimentos superficiais da área de estudo. As linhas pretas representam isolinhas de valores com intervalos de 1,0.

Os valores de  $TMC_{27-33}$  na MCAS variaram entre 29,6 e 31,0. Os maiores valores ( $> 30,6$ ) foram encontrados em toda a plataforma até 30°S, sendo a desembocadura da Lagoa dos Patos uma região com valores relativamente mais baixos ( $TMC_{27-33}$  entre 30,4 e 30,6) (Figura 18). Há uma variação latitudinal bastante evidente nos valores de  $TMC_{27-33}$  nas plataformas média e externa entre 30°S e 26°S, onde foi observada tendência de diminuição dos valores para nordeste (de 30,6 a 30,2). Em 25°S os valores de  $TMC_{27-33}$  aumentam novamente da plataforma média até o talude. Valores relativamente mais altos também são observados nas plataformas média e externa entre a Ilha de São Sebastião e o Cabo Frio. De uma forma geral, os menores

valores de  $TMC_{27-33}$  ( $< 30,2$ ) estão distribuídos nas porções mais próximas à costa entre  $30^{\circ}S$  e  $23^{\circ}S$  e no Terraço do Rio Grande.

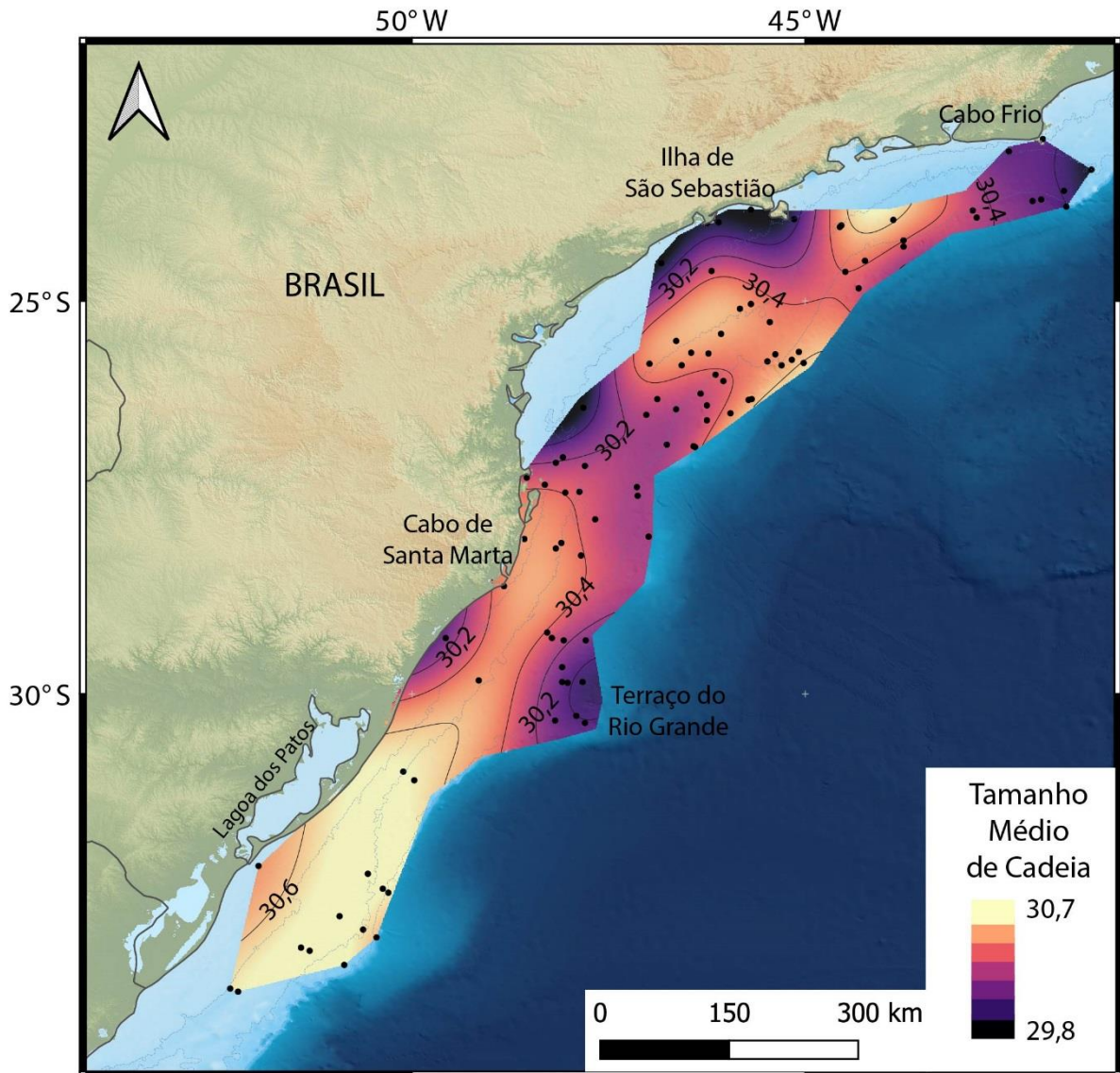


Figura 18. Distribuição espacial dos valores de  $TMC_{27-33}$  em sedimentos superficiais da área de estudo. As linhas pretas representam isolinhas de valores com intervalos de 0,2.

Os valores de  $Norm_{31}$  variaram entre 0,40 e 0,68. Assim como o  $TMC_{27-33}$ , o  $Norm_{31}$  evidenciou uma tendência de diminuição dos valores em direção a menores latitudes. Em ambos os índices é possível observar que a faixa com valores mais altos se mantém, principalmente nas plataformas média e externa, até os  $25^{\circ}S$  onde então se desvia em direção ao talude. Altos valores também são observados nas plataformas média e externa entre a Ilha de São Sebastião e o Cabo Frio. A região costeira e a plataforma interna do Embaiamento de São Paulo apresentaram valores mais baixos de  $Norm_{31}$  em relação ao restante da MCAS

(Figura 19). O Terraço do Rio Grande novamente se destaca das outras regiões mais profundas apresentando valores mais baixos de Norm31.

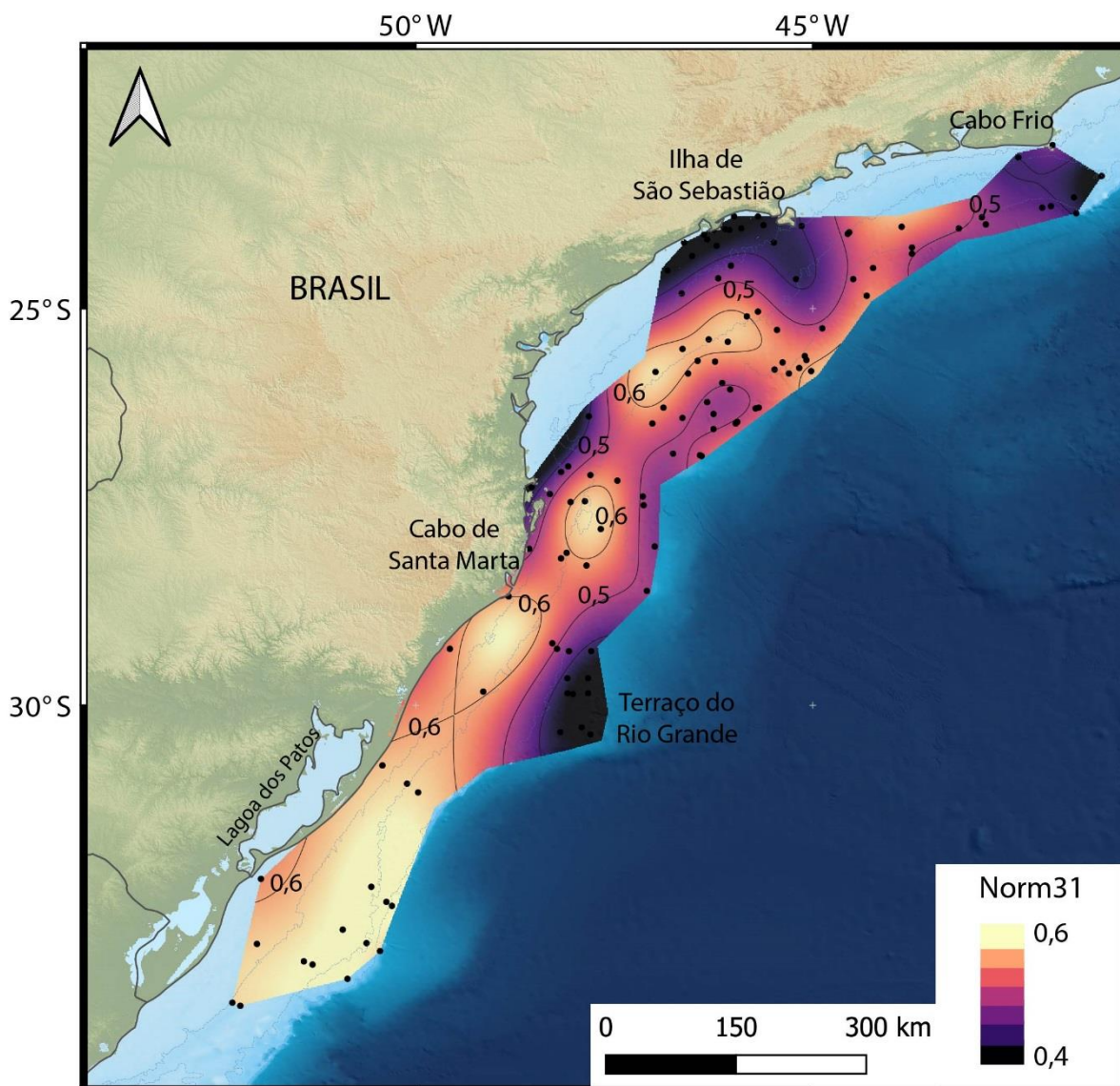


Figura 19. Distribuição espacial do índice Norm31 nos sedimentos superficiais da área de estudo. As linhas pretas representam isolinhas de valores Norm31 com intervalos de 0,10.

Os valores de Norm33 variaram entre 0,25 e 0,68. A distribuição dos valores de Norm33 ao longo da MCAS foi muito similar à dos valores de Norm31, com uma diminuição dos valores para latitudes mais baixas e nas regiões mais rasas do Embaiamento de São Paulo (Figura 20). Foram observados valores mais altos de Norm33 ao sul da desembocadura da Lagoa dos Patos e na região costeira até os 30°S com tendência de diminuição dos valores em direção ao talude.

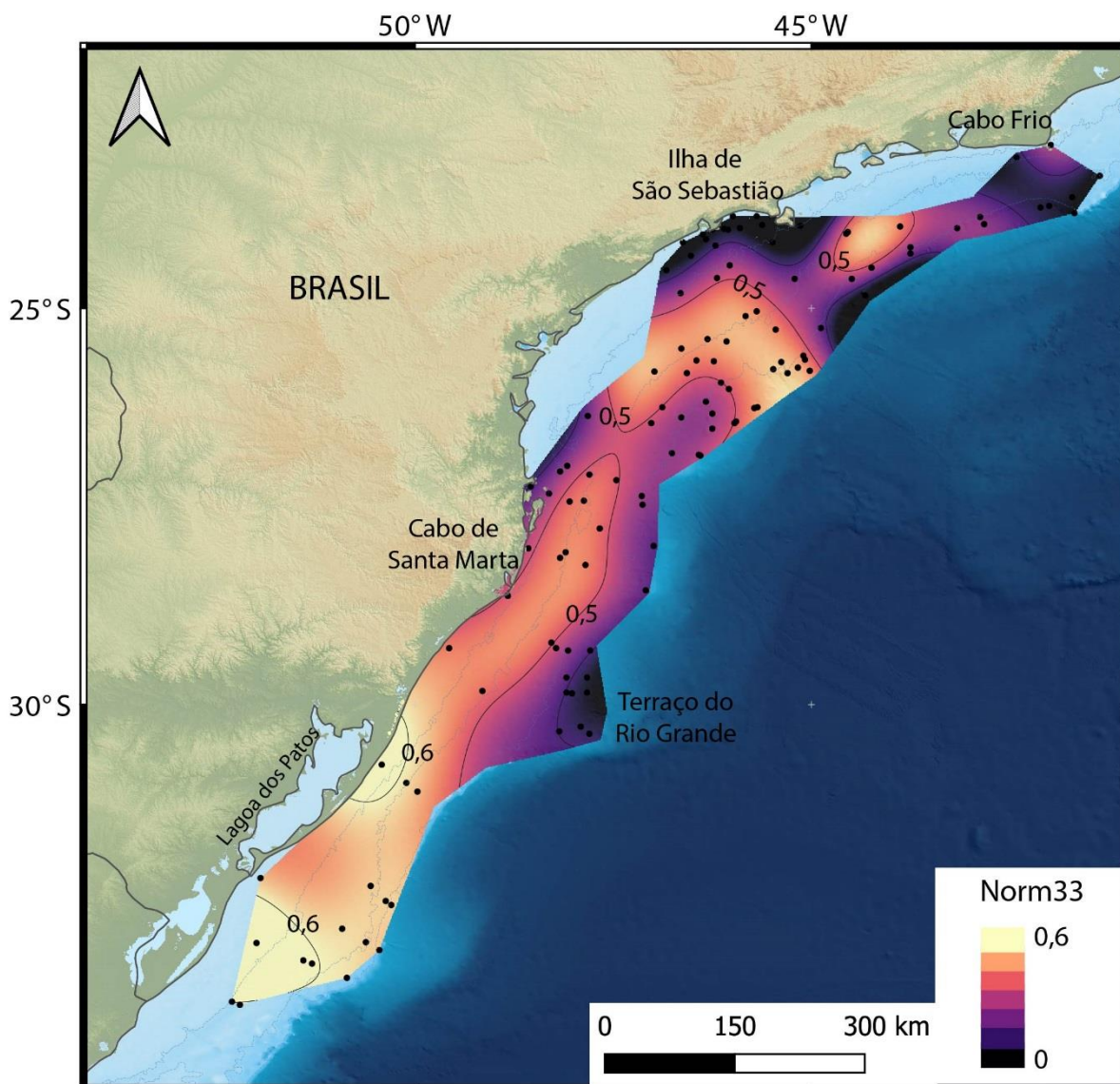


Figura 20. Distribuição espacial do índice Norm33 nos sedimentos superficiais da área de estudo. As linhas pretas representam isolinhas de valores Norm33 com intervalos de 0,10.

### 7.1.2. Isótopos estáveis de carbono em *n*-alcanos

Os isótopos estáveis de carbono nos *n*-alcanos *n*-C29 e *n*-C31, avaliados em 17 amostras de sedimento superficial ao longo da MCAS, variaram entre -33,7 e -29,9‰ e entre -33,8 e 28,9‰, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3. Média e desvio padrão das medidas da composição isotópica do carbono nos principais *n*-alcanos terrígenos (*n*-C29 e *n*-C31) nas amostras de sedimento superficial.

<b>Amostra</b>	<b><math>\delta^{13}\text{C } n\text{-C29}</math></b>	<b><math>\delta^{13}\text{C } n\text{-C31}</math></b>
367	-32,1±0,0	-30,8±0,2
368	-32,6±0,2	-31,4±0,1
370	-30,3±0,0	-29,5±0,0
372	-33,4±0,1	-33,8±0,1
373	-31,3±0,2	-28,9±0,1
378	-32,0±0,3	-30,3±0,4
556	-30,8±0,3	-30,2±0,2
564	-31,2±0,1	-31,2±0,5
565	-31,0±0,1	-30,0±0,2
566	-31,1±0,5	-30,5±0,4
568	-29,9±0,0	-29,1±0,0
573	-30,4±0,1	-29,0±0,0
576	-30,8±0,2	-29,9±0,2
579	-31,8±0,0	-30,3±0,1
583	-30,3±0,5	-29,4±0,1
NAP61	-33,7±0,2	-32,0±0,3
NAP62	-30,9±0,1	-29,4±0,4
Mínimo	-33,7	-33,8
Máximo	-29,9	-28,9
Média	-31,4	-30,3
Desvio padrão	1,1	1,2

Em geral, os valores encontrados são tipicamente associados à matéria orgânica com predomínio de plantas do tipo C3 (variação de -29‰ a -39‰ em plantas C3 e -14‰ a -26‰ em C4; BI et al., 2005). Apesar de ambos se correlacionarem ( $R=0,83$ ;  $p\text{-valor} < 0,001$ ) e apresentarem a mesma tendência espacial, os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  do homólogo *n*-C29 foram significativamente (teste  $t = 2,73$ ;  $N=17$ ;  $p\text{-valor} < 0,01$ ) mais empobrecidos em relação aos encontrados no *n*-C31 (Figura 21). Tal característica está possivelmente relacionada ao fato das plantas com metabolismo C3 produzirem maiores proporções de *n*-alcanos com cadeias menores e apresentarem valores de  $\delta^{13}\text{C}$  mais empobrecidos (ROMMERSKIRCHEN et al., 2006; VOGTS et al., 2009).



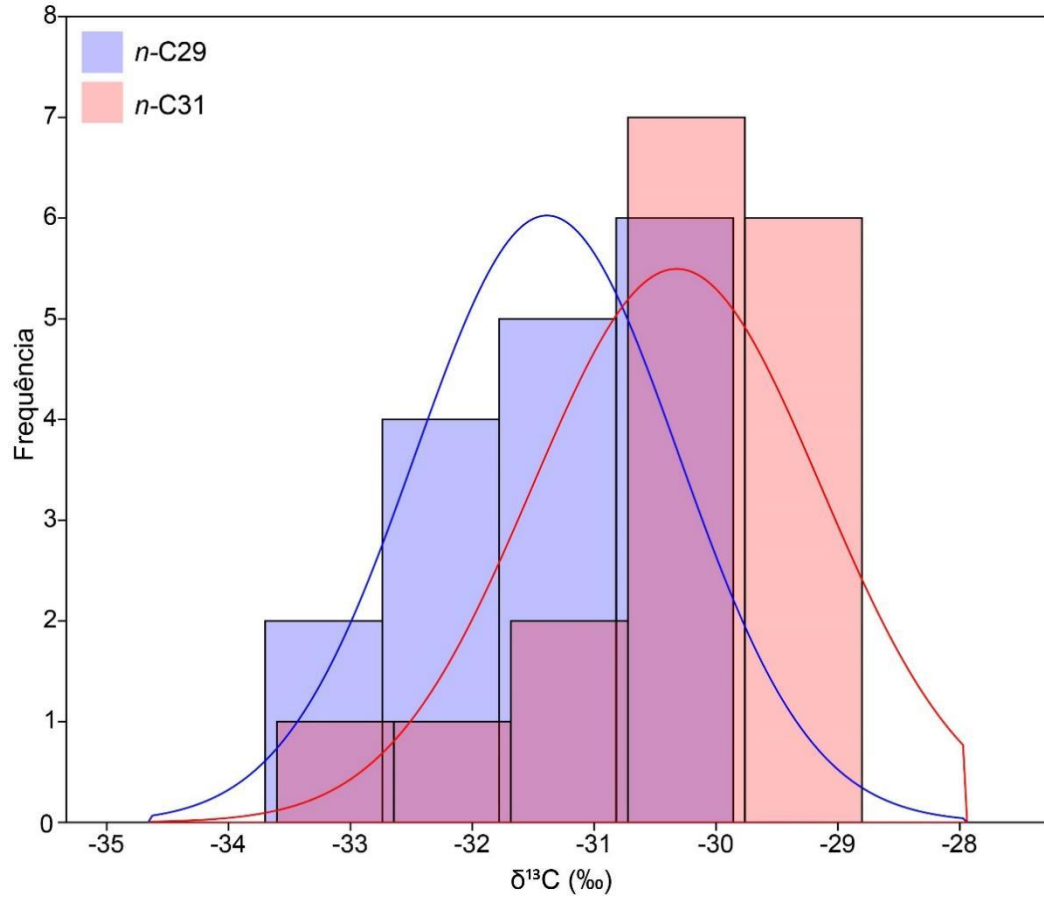


Figura 21 Histograma de frequência dos dados de  $\delta^{13}\text{C}$  do *n*-alcano *n*-C29 e *n*-C31 com gaussianas ajustadas

Uma análise de agrupamento das amostras foi realizada a fim de identificar grupos que tenham características isotópicas moleculares similares e que possam ser comparadas com as respectivas fontes. Para os dados de  $\delta^{13}\text{C}$  do *n*-C29, foram identificados dois grupos (Figura 22a): o primeiro com valores entre -33,7 e -31,8‰ e o segundo com valores entre -31,8 e -29,9‰. O primeiro grupo reúne amostras localizadas principalmente na plataforma interna do Embaiamento de São Paulo, enquanto o segundo grupo reúne amostras da plataforma sul-brasileira (interna à externa) e amostras da plataforma média do Embaiamento de São Paulo. Pode-se observar que a plataforma média do Embaiamento de São Paulo apresenta amostras de ambos os grupos, o que sugere uma mistura de fontes da matéria orgânica de origem continental neste setor da MCAS. Similarmente, os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  do *n*-C31 foram divididos em dois grupos (Figura 22b): um reunindo as amostras da plataforma interna do Embaiamento de São Paulo e uma amostra à frente da desembocadura da Lagoa dos Patos ( $\delta^{13}\text{C}$  entre -33,4 e -31,2‰) e outro com as demais amostras das plataformas média e externa da MCAS ( $\delta^{13}\text{C}$  entre -31,2 e -28,9‰).

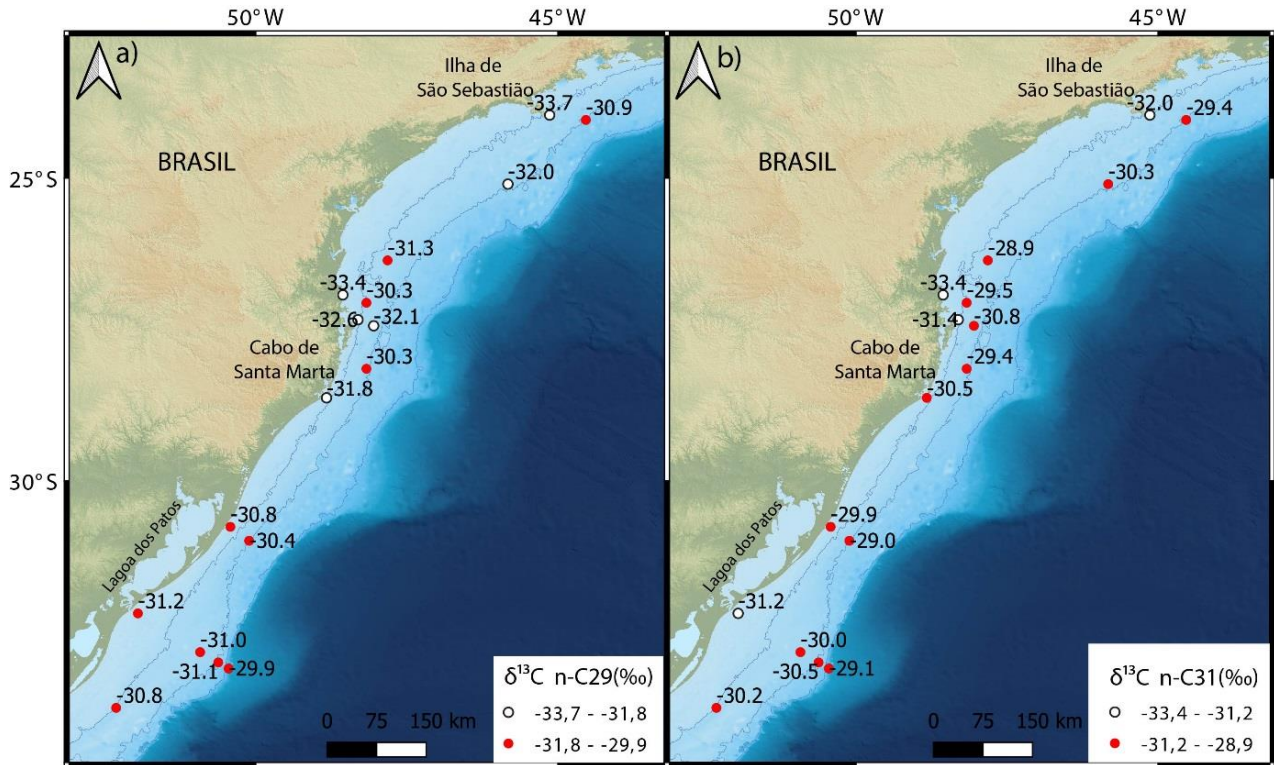


Figura 22. Valores de  $\delta^{13}\text{C}$  dos *n*-alcanos *n*-C29 (a) e *n*-C31 (b) analisados nas amostras de sedimento superficial.

A média e o desvio padrão dos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  do *n*-C29 e do *n*-C31 de cada um dos grupo identificados podem ser encontrados na Tabela 4.

Tabela 4 média e desvio padrão dos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  dos *n*-alcanos *n*-C29 e *n*-C31 das amostras de sedimento superficial da MCAS

	$\delta^{13}\text{C}$ <i>n</i> -C29	$\delta^{13}\text{C}$ <i>n</i> -C31
Plataforma interna do Embaiamento de São Paulo	$-32,6 \pm 0,6\text{‰}$	$-32,0 \pm 0,5\text{‰}$
Plataforma sul-brasileira e plataformas média externa do Embaiamento de São Paulo	$-30,7 \pm 0,1\text{‰}$	$-29,8 \pm 0,2\text{‰}$

Sedimentos costeiros coletados no sul do Embaiamento de São Paulo (estuário de Itajaí-Açu e Baía de Babitonga) apresentaram valores de  $\delta^{13}\text{C}$  do *n*-C29 e do *n*-C31 menores do que  $-32,0\text{‰}$  e foram relacionados à influência da vegetação de floresta ombrófila densa com predomínio de plantas com metabolismo C3 (MAIOLI et al., 2012). Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  molecular de espécies de mangue e de restinga comumente encontradas da região costeira do Embaiamento de São Paulo também são em geral também menores do que  $-32,0\text{‰}$  (ALBERGARIA-BARBOSA et al., 2022; CECCOPIERI et al., 2021).

Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  do homólogo *n*-C29 se correlacionaram positivamente com os valores de  $\text{TMC}_{27-33}$  observados ao longo da MCAS ( $R=0,56$ ;  $p\text{-valor} < 0,05$ ). Por outro lado, os valores

de  $\delta^{13}\text{C}$  do *n*-C31 não foram correlacionados com nenhum índice diagnóstico calculado neste estudo. Estes dados indicam que o  $\delta^{13}\text{C}$  do *n*-C29 pode ser um melhor indicador da origem da matéria orgânica continental para a MCAS do que os valores  $\delta^{13}\text{C}$  do *n*-C31. Porém, é necessário considerar o baixo número amostral (N=17) das análises de  $\delta^{13}\text{C}$  molecular, o que pode ter contribuído para a ausência de correlação entre a maioria das variáveis.

### ***7.1.3. n-Alcanos e $\delta^{13}\text{C}$ moleculares como indicativos de fonte de matéria orgânica terrígena para a MCAS***

A composição isotópica da vegetação terrestre da América do Sul foi estimada no trabalho de POWELL; YOO; STILL (2012) pela relação entre a distribuição das plantas com metabolismo C3 e C4 ao longo do continente e os dados dos *end-members* de  $\delta^{13}\text{C}$  das folhas de cada um destes grupos de plantas (Figura 23). O  $\delta^{13}\text{C}$  estimado para a vegetação da América do Sul, segundo este estudo, variou entre -12,5 e -32,3‰ (POWELL; YOO; STILL, 2012), como pode-se observar na Figura 23. No presente trabalho, a composição isotópica da vegetação terrestre foi utilizada em conjunto com as informações das drenagens continentais para estimar as vias de entrada da matéria orgânica para a MCAS. Foram identificadas quatro vias principais com as seguintes características (Figura 23): O Rio da Prata e seus afluentes, que drenam o interior do continente passando por diversos biomas, mas com a ocorrência predominante de gramíneas com valores de  $\delta^{13}\text{C}$  relativamente mais enriquecidos; a Lagoa dos Patos, que recebe aporte terrígeno de rios próximos, que drenam uma área mista de árvores e gramíneas C3 e que apresentam valores de  $\delta^{13}\text{C}$  um pouco mais empobrecidos em relação à vegetação ao entorno do Rio da Prata; os rios locais entre os 30°S e os 23°S, que ocupam uma área com densa cobertura arbórea com valores de  $\delta^{13}\text{C}$  ainda mais empobrecidos; e os rios ao norte de 23°S que passam por áreas com uma presença de gramíneas do tipo C4 e valores de  $\delta^{13}\text{C}$  consideravelmente mais enriquecidos.

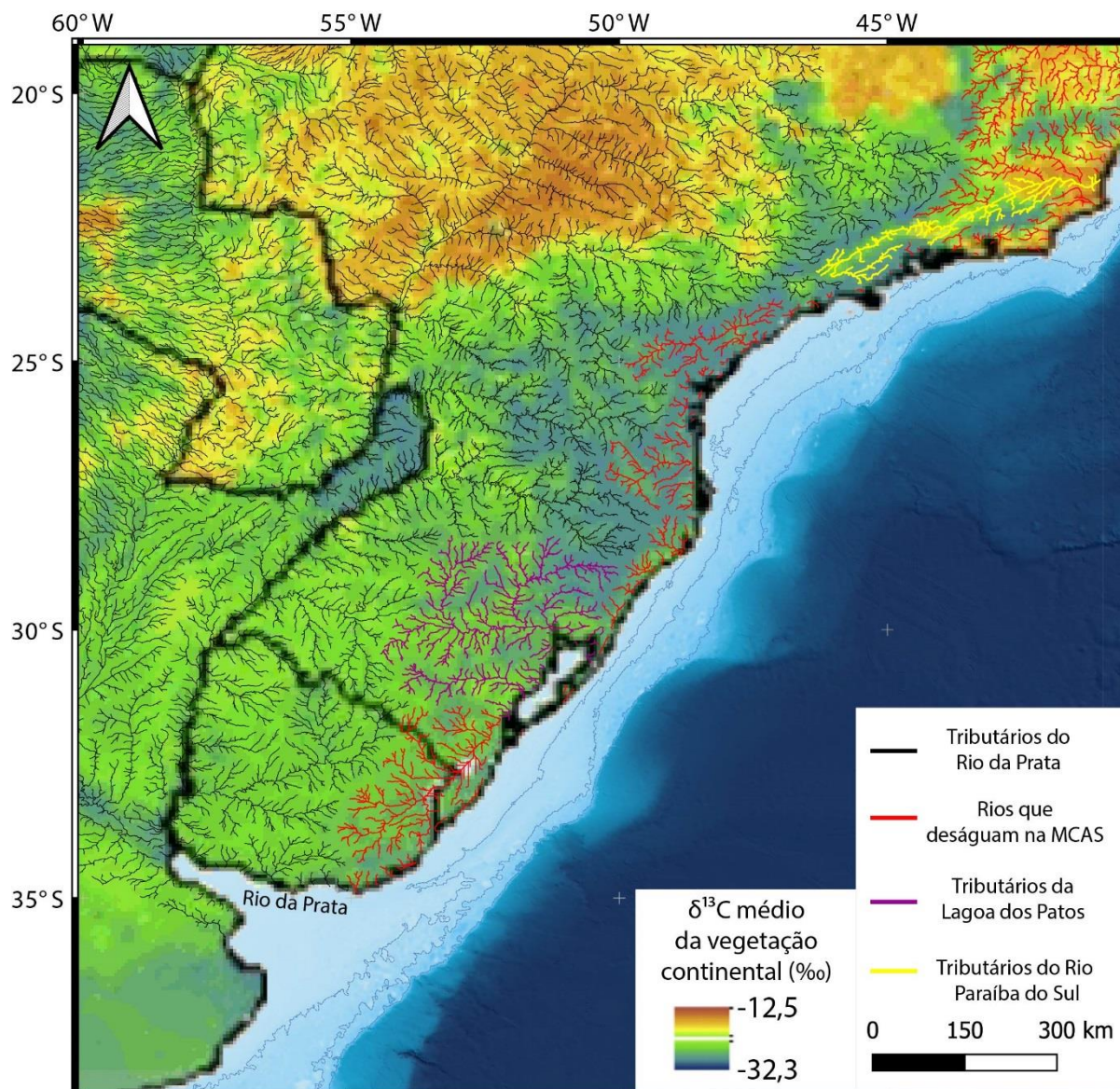


Figura 23.  $\delta^{13}\text{C}$  médio estimado em folhas da vegetação continental da América do Sul e drenagem continental. Adaptado de POWELL; YOO; STILL (2012)

Os padrões de distribuição dos índices  $\text{TMC}_{27-33}$ ,  $\text{Norm}_{31}$  e  $\text{Norm}_{33}$  e dos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  do  $n\text{-C}_{29}$  e  $n\text{-C}_{31}$  encontrados neste estudo refletem as diferenças do aporte terrígeno ao longo da MCAS. A plataforma interna do Embaiamento de São Paulo é caracterizada por baixos valores de  $\text{Norm}_{31}$ ,  $\text{Norm}_{33}$  e  $\text{TMC}_{27-33}$  e por valores mais empobrecidos de  $\delta^{13}\text{C}$  molecular. Estas características parecem estar relacionadas à vegetação predominantemente arbórea, com metabolismo  $\text{C}_3$ , da floresta tropical úmida do continente adjacente (POWELL; YOO; STILL, 2012). Em sua maioria, árvores com metabolismo do tipo  $\text{C}_3$  produzem mais  $n$ -alcanos  $n\text{-C}_{27}$  e  $n\text{-C}_{29}$  do que os homólogos  $n\text{-C}_{31}$  e  $n\text{-C}_{33}$  (DIEFENDORF; FREIMUTH, 2017; ROMMERSKIRCHEN et al., 2003; VOGTS et al., 2009) e, portanto, apresentam relativamente baixos valores de  $\text{Norm}_{31}$ ,  $\text{Norm}_{33}$  e  $\text{TMC}_{27-33}$ . É possível que parte desta

matéria orgânica terrígena do continente adjacente alcance setores mais profundos da plataforma entre 25°S e 24°S como pode ser observado nas Figuras 18, 19 e 20. Este fluxo de matéria orgânica continental em direção ao talude pode ser resultante das correntes de plataforma interna que são observadas durante o verão austral (SILVA, 2019). Neste período do ano, o regime de chuvas se intensifica e a drenagem continental aumenta. As correntes mencionadas fluem para nordeste e, antes de alcançarem a Ilha de São Sebastião, parte é defletida para o talude e outra parte contorna a Ilha de São Sebastião e segue em direção ao Cabo Frio ainda pela plataforma interna (Figura 24) (SILVA, 2019). Ao largo do Cabo Frio, as correntes são defletidas em direção ao talude e são enfraquecidas pela CB. Esse enfraquecimento das correntes pode ser responsável pela formação dos depósitos lamosos transversais à costa descritos por MENDOZA et al. (2014).

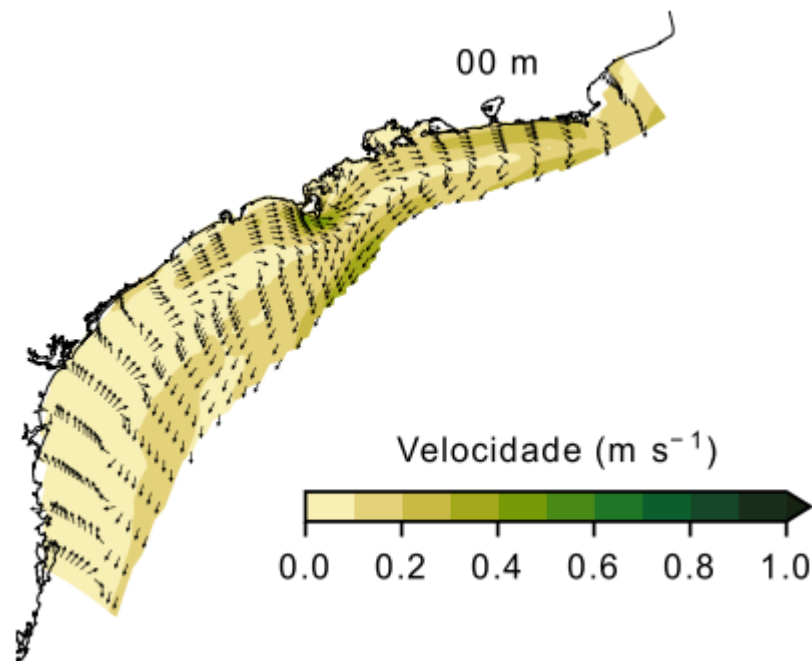


Figura 24 Modelo de campo de velocidade na superfície da plataforma continental do Embaiamento de São Paulo durante o verão. Retirado de (SILVA, 2019)

No talude do Embaiamento de São Paulo, a distribuição deste aporte continental parece seguir o percurso da CB. Propõe-se, portanto, que a matéria orgânica terrígena oriunda da vegetação da floresta tropical úmida entre o Cabo de Santa Marta e o Cabo Frio se distribui na plataforma interna do Embaiamento de São Paulo pela ação das correntes de plataforma e é direcionada para o talude em dois locais distintos: ao sul da Ilha de São Sebastião e ao largo do Cabo Frio. Uma vez direcionada para áreas mais profundas, essa matéria orgânica sofre a ação da CB que a distribui ao longo da plataforma externa e no talude superior. Os baixos valores de Norm31, Norm33 e TMC<sub>27-33</sub> encontrados no Terraço do Rio Grande podem ser também

explicados por esse fluxo. Neste caso, a vegetação predominantemente arbórea encontrada na região continental do Embaiamento de São Paulo seria a principal fonte de matéria orgânica terrígena para o Terraço do Rio Grande.

Em latitudes maiores do que 30°S, a cobertura de árvores no continente diminui e a presença de gramíneas do tipo C3 com valores de  $\delta^{13}\text{C}$  relativamente mais enriquecidos aumenta (Figura 23). Alguns rios que drenam essa vegetação deságuam na Lagoa dos Patos que, por sua vez, deságua na plataforma sul-brasileira. Em geral, gramíneas com metabolismo C4 produzem mais *n*-alcanos *n*-C31 e *n*-C33 do que os homólogos *n*-C27 e *n*-C29 (ROMMERSKIRCHEN et al., 2006), enquanto as gramíneas com metabolismo C3 produzem *n*-alcanos de forma similar às árvores com metabolismo C3, o que não resultaria em uma mudança nos valores de Norm31, Norm33 e TMC<sub>27-33</sub>. Contudo, para além da via metabólica, a aridez do ambiente é um importante controlador no tamanho das cadeias de *n*-alcanos sintetizadas (BUSH; MCINERNEY, 2013). Plantas em ambientes mais áridos produzem mais *n*-C31 e *n*-C33 e, portanto, espera-se que quanto mais ao sul do continente, maiores sejam os tamanhos de cadeias dos *n*-alcanos predominantes produzidos pelas plantas continentais e consequentemente maiores os valores de Norm31, Norm33 e TMC<sub>27-33</sub> encontrados na plataforma adjacente, visto que a precipitação anual é menor (ALVARES et al., 2013). Além disso, altos valores de Norm33, principalmente até os 30°S podem estar também associados ao aporte de plantas suculentas e cactáceas que ocorrem no sul do Brasil (CARNEIRO et al., 2016) e que usualmente apresentam concentrações relativamente mais altas do *n*-alcano *n*-C33 (CARR et al., 2014).

A bacia de drenagem do Rio da Prata ocupa uma extensa área da América do Sul que também apresenta predominância de gramíneas, principalmente do tipo C3 nas proximidades da desembocadura (Figura 23). Similarmente à Lagoa dos Patos, a pluma do Rio da Prata deve apresentar matéria orgânica terrígena com valores relativamente mais altos de Norm31, Norm33 e TMC<sub>27-33</sub>. Durante o inverno austral, a pluma do Rio da Prata é direcionada para nordeste pela ação da CCB, ocupando grande parte da plataforma continental até 25°S, como representado pelas baixas temperaturas de superfície do mar na Figura 25a. Os valores relativamente altos de Norm31, Norm33 e TMC<sub>27-33</sub> e os valores mais enriquecidos de  $\delta^{13}\text{C}$  molecular encontrados até essa latitude coincidem com a trajetória da pluma e podem ser resultantes do aporte principalmente do Rio da Prata e, secundariamente, da Lagoa dos Patos. Aos 25°S o registro sedimentar aponta que o transporte da matéria orgânica sedimentar terrígena deste aporte combinado do Rio da Prata e da Lagoa dos Patos é direcionado para o talude, provavelmente devido a interação da CCB com a CB nesta região. Esses resultados

estão de acordo com os resultados de MAHIQUES et al. (2017) que também sugeriram um aporte remoto de matéria orgânica terrígena para o talude continental desta região.

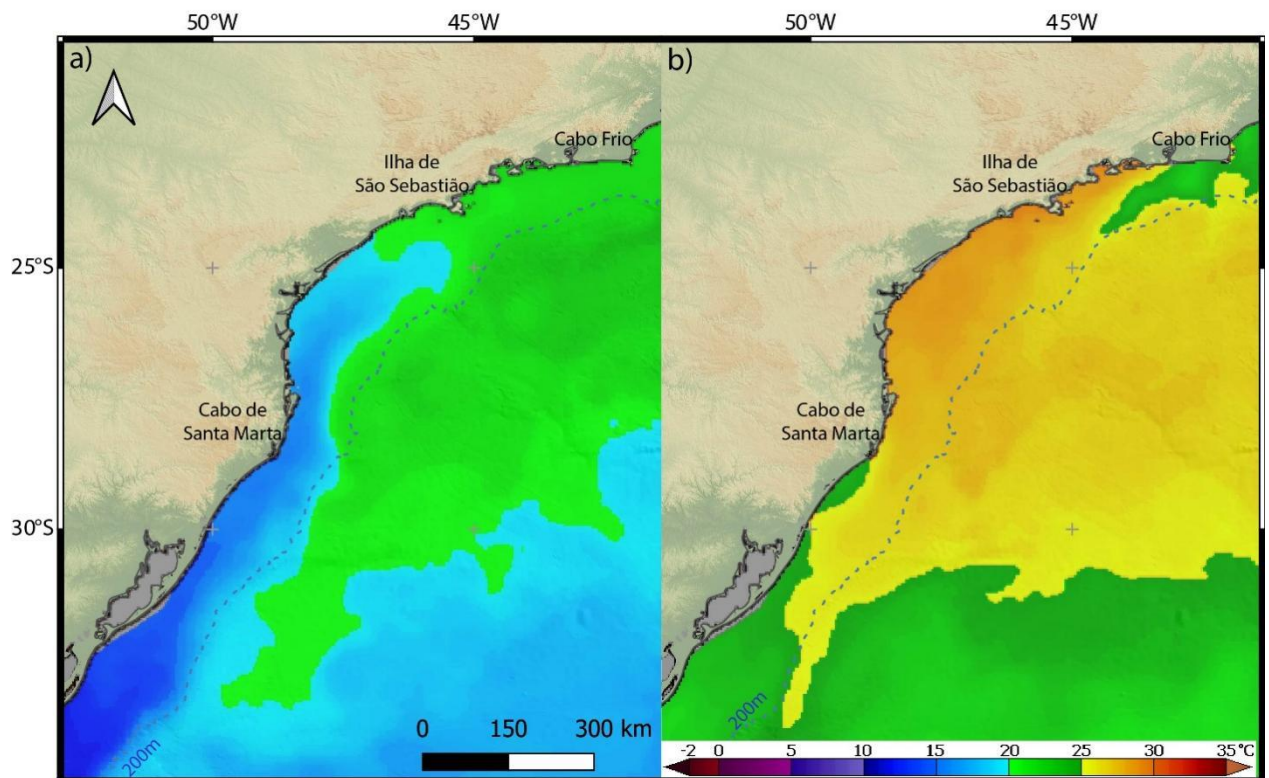


Figura 25 Temperatura da superfície do mar em (a) agosto e (b) dezembro de 2019. (Fonte: NOAA Watch Daily 5km Sea Surface Temperature Version 3.1)

Ao norte da Ilha de São Sebastião, valores relativamente altos de Norm<sub>31</sub>, Norm<sub>33</sub> e TMC<sub>27-33</sub> são encontrados nas plataformas média e externa. Porém, o alcance máximo da CCB é comumente reportado apenas até os 25°S (PIOLA et al., 2000; SOUZA; ROBINSON, 2004). Consequentemente, a matéria orgânica terrígena nessa região deve ter outra origem que não o aporte do Rio da Prata. Esses valores relativamente mais altos de Norm<sub>31</sub>, Norm<sub>33</sub> e TMC<sub>27-33</sub> estão possivelmente associados ao transporte de matéria orgânica continental produzida ao norte de Cabo Frio, na região do Rio Paraíba do Sul, onde a ocorrência de gramíneas com metabolismo C4 aumenta (POWELL; YOO; STILL, 2012) e os rios que drenam esta região podem ser os responsáveis pelo transporte dos *n*-alcanos de cadeia longa (*n*-C31 e *n*-C33) para a plataforma adjacente. Os valores mais enriquecidos de  $\delta^{13}\text{C}$  molecular nesta região (Figura 23) corroboram com esta suposição. As correntes atuantes neste setor, que fluem para sul/sudoeste durante o verão (CASTELAO; BARTH, 2006), como ilustrado pelas temperaturas da superfície do mar relativamente mais baixas na Figura 25b, podem ser responsáveis pelo transporte da matéria orgânica terrígena do Rio Paraíba do Sul para o sedimento superficial da plataforma média entre a Ilha de São Sebastião e o Cabo Frio.

#### 7.1.4. Modelo conceitual de exportação de matéria orgânica terrígena para a MCAS

Um modelo conceitual da exportação da matéria orgânica terrígena para a MCAS é proposto no presente estudo com base nos índices TMC<sub>27-33</sub>, Norm31, Norm33 e no  $\delta^{13}\text{C}$  molecular (Figura 26). A matéria orgânica oriunda do Rio da Prata e, em menor escala, da Lagoa dos Patos é predominante em todos os setores da plataforma até 30°S (Figura 26a). O transporte deste material na direção NE ocorre sazonalmente durante o inverno austral e é realizado pelo fluxo da CCB (SOUZA; ROBINSON, 2004). Entre os 30°S e o Cabo de Santa Marta, a matéria orgânica do Rio da Prata também é predominante na plataforma continental, porém a região costeira passa a ser influenciada pelo aporte de matéria orgânica do continente adjacente, essencialmente composta por árvores da floresta tropical úmida (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2004). No Embaiamento de São Paulo, a matéria orgânica continental do Rio da Prata parece ser predominante nas plataformas média e externa até 25°S, região onde é defletida na direção do talude em decorrência da deflexão da CCB.

Na plataforma média entre a Ilha de São Sebastião e o Cabo Frio, há um depósito de matéria orgânica terrígena provavelmente oriunda de plantas do tipo C4 tipicamente encontradas ao norte de Cabo Frio, na bacia de drenagem do Rio Paraíba do Sul (POWELL; YOO; STILL, 2012) e que são carregadas para o Embaiamento de Santos por correntes com sentido sudoeste (Figura 26a).

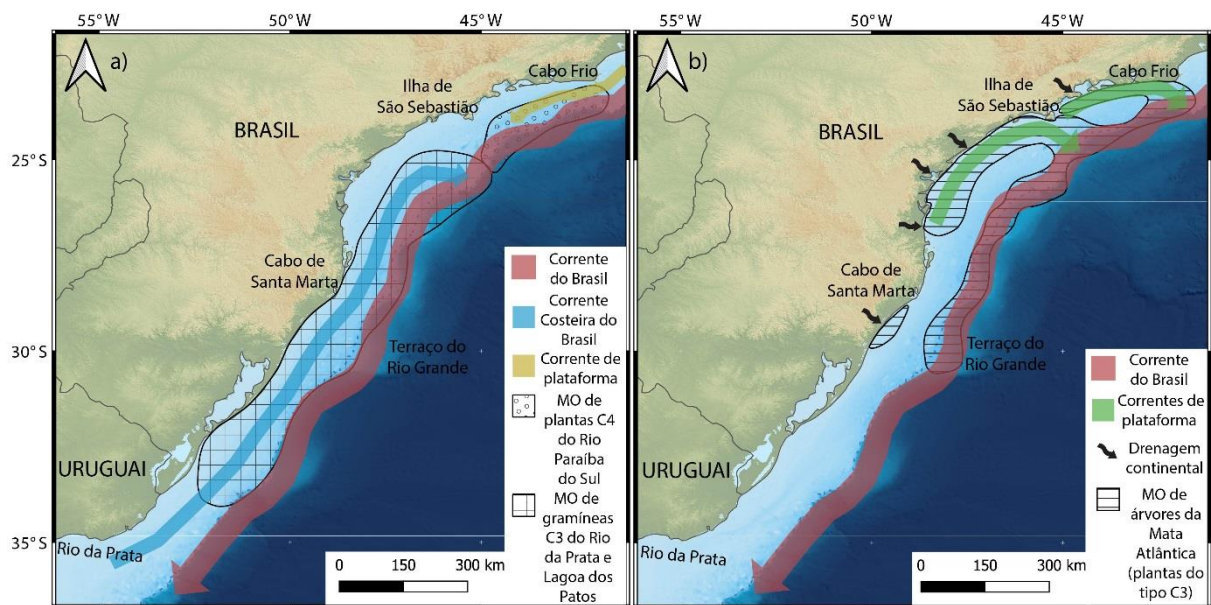


Figura 26 Modelo conceitual da exportação da matéria orgânica continental para a MCAS. (a) distribuição da matéria orgânica de regiões áridas oriunda do Rio da Prata/Lagoa dos Patos (ao sul) e da matéria orgânica oriunda do Rio Paraíba do Sul (ao norte). (b) distribuição da matéria oriunda da vegetação da floresta tropical úmida do Embaiamento de São Paulo.



No Embaiamento de São Paulo, entre o Cabo de Santa Marta e a Ilha de São Sebastião, a influência da vegetação da floresta tropical úmida no registro sedimentar aumenta principalmente na plataforma interna (Figura 26b). Isso é possível pois esta região apresenta menor influência do aporte do Rio da Prata e maior influência da matéria orgânica do continente adjacente que é distribuída por correntes de plataforma interna que se direcionam para o talude. Ao norte de São Sebastião, as correntes que atuam na plataforma interna fornecem material terrígeno da floresta tropical úmida para a plataforma e talude ao largo de Cabo Frio. A Corrente do Brasil então redistribui esse aporte ao longo do talude superior.

## 7.2. CONCLUSÕES - BIOMARCADORES E ISÓTOPOS MOLECULARES

No presente capítulo, as diferenças nas distribuições dos *n*-alcanos e nos isótopos moleculares da matéria orgânica terrígena encontradas nos sedimentos superficiais da Margem Continental do Atlântico Sudoeste permitiram identificar três principais fontes terrígenas: o Rio da Prata, os rios do Embaiamento de São Paulo e o Rio Paraíba do Sul. Os índices  $TMC_{27-33}$ , Norm31, Norm33 e o  $\delta^{13}C$  do *n*-C29 e do *n*-C31 apresentam valores similares tanto para a matéria orgânica sedimentar oriunda do Rio da Prata quanto a do Rio Paraíba do Sul por serem originadas de vegetações de climas relativamente mais áridos. Em geral, os valores de  $TMC_{27-33}$  característicos destas fontes estão entre 30,4 e 30,8; os de Norm31 e Norm33 entre 0,5 e 0,7; e os de  $\delta^{13}C$  do *n*-C29 e do *n*-C31 menores do que -32,0‰. Por outro lado, a matéria orgânica sedimentar oriunda da floresta tropical úmida do Embaiamento de São Paulo apresenta valores de  $TMC_{27-33}$  entre 30,0 e 30,2; de Norm31 e Norm33 entre 0,3 e 0,5; e de  $\delta^{13}C$  molecular de aproximadamente -30,0‰.

A matéria orgânica terrígena oriunda do Rio da Prata é predominante desde a plataforma continental sul-brasileira até os 27°S. Entre os 27°S e os 24°S, ainda é possível identificar a presença da matéria orgânica do Rio da Prata, principalmente nas plataformas média e externa, porém os sedimentos da plataforma interna são caracterizados pela presença matéria orgânica terrígena do continente adjacente, ou seja, de uma vegetação da floresta tropical úmida. Entre os 24°S e o Cabo Frio, a plataforma interna também apresenta sedimentos onde a matéria orgânica terrígena predominante é proveniente da floresta tropical úmida, porém, as plataformas média e externa apresentam uma fonte distinta, identificada como proveniente do Rio Paraíba do Sul. Por fim, o talude do Embaiamento de São Paulo apresenta geoquímica orgânica sedimentar mais complexa, visto que os aportes continentais de matéria orgânica das três fontes alcançam o talude, se misturam e são transportados para sul pela Corrente do Brasil.

## 8. Conclusões

Os descritores composicionais da matéria orgânica mostraram a influência do aporte de nutrientes e de matéria orgânica continental do Rio da Prata na matéria orgânica dos sedimentos superficiais desde a margem uruguaia até os 28°S. Os biomarcadores moleculares e os isótopos moleculares mostraram que a influência do Rio da Prata para a matéria orgânica sedimentar terrígena da MCAS vai além desta região, alcançando a plataforma continental até 25°S e sendo defletida para o talude. Foram definidas assinaturas geoquímicas que auxiliarão na identificação da presença da matéria orgânica oriunda do Rio da Prata em trabalhos futuros realizados ao longo da MCAS.

Além disso, tanto os descritores composicionais quanto os moleculares mostraram que a plataforma média entre a Ilha de São Sebastião e o Cabo Frio apresenta matéria orgânica sedimentar com características similares às oriundas do Rio da Prata, porém de uma fonte distinta: o Rio Paraíba do Sul. O aporte de matéria orgânica terrígena deste rio em conjunto com o estabelecimento da Frente de Ressurgência do Cabo Frio promove o acúmulo tanto de matéria orgânica de origem marinha quanto terrígena neste local.

Os biomarcadores moleculares e os isótopos moleculares também permitiram reconhecer o aporte de matéria orgânica terrígena da floresta tropical úmida presente entre o Cabo de Santa Marta e o Cabo Frio para os sedimentos da plataforma interna do Embaiamento de São Paulo. Este aporte também foi verificado atravessando a plataforma continental e atingindo o talude. Em geral, o talude do Embaiamento de São Paulo apresentou alta complexidade no que se refere às fontes da matéria orgânica terrígena, visto que as três fontes potenciais identificadas neste trabalho foram encontradas nesta região da MCAS.

A compilação e análise de dados de descritores composicionais, moleculares e isotópicos da matéria orgânica, obtidos de 288 amostras de sedimento superficial da Margem Continental do Atlântico Sudoeste, permitiu avançar o conhecimento sobre como a contribuição continental e os processos hidrodinâmicos controlam a distribuição da matéria orgânica sedimentar nesta extensa margem continental. O presente trabalho também trouxe, pela primeira vez, dados de isótopos em *n*-alcanos obtidos em amostras sedimentares da plataforma da MCAS.

Por fim, o presente estudo demonstrou o potencial dos *n*-alcanos e dos isótopos de carbono em compostos específicos, principalmente o índice  $TMC_{27-33}$  e o  $\delta^{13}C$  do *n*-alcano *n*-C29, como traçadores da matéria orgânica continental para a MCAS. A partir dos resultados deste estudo, sugere-se a utilização destas ferramentas para estudos paleoambientais que visem o

entendimento das mudanças dos aportes terrígenos ao longo do tempo para a MCAS. Adicionalmente, sugerem-se pesquisas sobre a variação temporal da assinatura geoquímica do aporte da matéria orgânica do Rio da Prata para a MCAS e a quantificação dos fluxos da matéria orgânica terrígena para o fundo marinho, considerando as três fontes potenciais identificadas no presente trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ACHA, Eduardo M.; MIANZAN, Hermes W.; GUERRERO, Raúl A.; FAVERO, Marco; BAVA, José. Marine fronts at the continental shelves of austral South America Physical and ecological processes. **Journal of Marine Systems**, *[S. l.]*, v. 44, n. 1, p. 83-105, 2004. DOI: 10.1016/j.jmarsys.2003.09.005.
- ALBERGARIA-BARBOSA, A. C. R.; SCHEFUß, E.; TANIGUCHI, S.; SANTOS, P. S.; CUNHA-LIGNON, M.; TASSONI-FILHO, M.; FIGUEIRA, R. C. L.; MAHIQUES, M. M.; BICEGO, M. C. Characterization of the organic matter produced by Atlantic Rainforest plants and its influence in the surface sediments deposited in a protected subtropical Estuarine-Lagoon system. **Regional Studies in Marine Science**, *[S. l.]*, 2022. DOI: 10.1016/j.rsma.2022.102728. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2022.110456>.
- ALBERGARIA-BARBOSA, Ana Cecília. Avaliação da influência do canal do Valo Grande na composição molecular e isotópica da matéria orgânica depositada no Sistema Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape-SP. *[S. l.]*, p. 147, 2013.
- ALVARES, Clayton Alcarde; SENTELHAS, Paulo Cesar; STAPE, Jose Luiz; GONÇALVES, José Leonardo de Moraes. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, *[S. l.]*, n. August 2020, 2013. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507.
- ANKIT, Yadav; MISHRA, Praveen K.; KUMAR, Prem; JHA, Deepak K.; KUMAR, Vivek V.; AMBILI, V.; ANOOP, Ambili. Molecular distribution and carbon isotope of n-alkanes from Ashtamudi Estuary, South India: Assessment of organic matter sources and paleoclimatic implications. **Marine Chemistry**, *[S. l.]*, v. 196, n. August, p. 62-70, 2017. DOI: 10.1016/j.marchem.2017.08.002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marchem.2017.08.002>.
- ATWOOD, Trisha B.; WITT, Andrew; MAYORGA, Juan; HAMMILL, Edd; SALA, Enric. Global Patterns in Marine Sediment Carbon Stocks. **Frontiers in Marine Science**, *[S. l.]*, v. 7, n. March, p. 1-9, 2020. DOI: 10.3389/fmars.2020.00165.
- BADEWIEN, Tanja; VOGTS, Angela; RULLKÖTTER, Jürgen. n-Alkane distribution and carbon stable isotope composition in leaf waxes of C3 and C4 plants from Angola. **Organic Geochemistry**, *[S. l.]*, v. 89-90, p. 71-79, 2015. DOI: 10.1016/j.orggeochem.2015.09.002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.orggeochem.2015.09.002>.
- BAUER, James E.; DRUFFEL, Ellen R. M. Ocean margins as a significant source of organic matter to the deep open ocean. **Nature**, *[S. l.]*, v. 392, n. 6675, p. 482-485, 1998. DOI: 10.1038/33122.
- BERTASSOLI, D. J.; HÄGGI, C.; CHIESSI, C. M.; SCHEFUß, E.; HEFTER, J.; AKABANE, T. K.; SAWAKUCHI, A. O. Controls on the distributions of GDGTs and n-alkane isotopic compositions in sediments of the Amazon River Basin. **Chemical Geology**, *[S. l.]*, v. 594, n. July 2021, 2022. DOI: 10.1016/j.chemgeo.2022.120777.
- BI, Xinhui; SHENG, Guoying; LIU, Xiaohong; LI, Chao; FU, Jiamo. Molecular and carbon and hydrogen isotopic composition of n-alkanes in plant leaf waxes. **Organic Geochemistry**, *[S. l.]*, v. 36,

- n. 10, p. 1405–1417, 2005. DOI: 10.1016/j.orggeochem.2005.06.001.
- BIANCHI, Thomas S.; CANUEL, Elizabeth A. **Chemical biomarkers in aquatic ecosystems**. [s.l: s.n.].
- BIRD, Michael I.; SUMMONS, Roger E.; GAGAN, Michael K.; ROKSANDIC, Zarko; DOWLING, Leslie; HEAD, John; KEITH FIFIELD, L.; CRESSWELL, Richard G.; JOHNSON, David P. Terrestrial vegetation change inferred from n-alkane  $\sigma^{13}\text{C}$  analysis in the marine environment. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, *[S. l.]*, v. 59, n. 13, p. 2853–2857, 1995. DOI: 10.1016/0016-7037(95)00160-2.
- BRANDINI, Frederico P.; TURA, Pedro M.; SANTOS, Pedro P. G. M. Ecosystem responses to biogeochemical fronts in the South Brazil Bight. **Progress in Oceanography**, *[S. l.]*, v. 164, n. August 2017, p. 52–62, 2018. DOI: 10.1016/j.pocean.2018.04.012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2018.04.012>.
- BRANDINI, Frederico Pereira. Hydrography and characteristics of the phytoplankton in shelf and oceanic waters off southeastern Brazil during winter (July/August 1982) and summer (February/March 1984). **Hydrobiologia**, *[S. l.]*, v. 196, n. 2, p. 111–148, 1990. DOI: 10.1007/BF00006105.
- BRANDINI, Frederico Pereira; BOLTOVSKOY, Demetrio; PIOLA, Alberto; KOCMUR, Santiago; RO, K.; ABREU, Paulo Cesar; LOPES, Rubens Mendes. Multiannual trends in fronts and distribution of nutrients and chlorophyll in the southwestern Atlantic (30°S–33°S). *[S. l.]*, v. 47, p. 1015–1033, 2000.
- BURDIGE, David J. Preservation of organic matter in marine sediments: Controls, mechanisms, and an imbalance in sediment organic carbon budgets? **Chemical Reviews**, *[S. l.]*, v. 107, n. 2, p. 467–485, 2007. DOI: 10.1021/cr050347q.
- BURONE, Leticia et al. A multiproxy study between the Río de la Plata and the adjacent South-western Atlantic inner shelf to assess the sediment footprint of river vs. marine influence. **Continental Shelf Research**, *[S. l.]*, v. 55, p. 141–154, 2013. DOI: 10.1016/j.csr.2013.01.003.
- BURONE, Leticia et al. The imprint of the geological inheritance and present dynamics on Uruguayan inner shelf sediments (South-Western Atlantic). *[S. l.]*, v. 4, n. 4, p. 403–420, 2019. DOI: 10.12957/jse.2019.47021.
- BUSH, Rosemary T.; MCINERNEY, Francesca A. Leaf wax n-alkane distributions in and across modern plants: Implications for paleoecology and chemotaxonomy. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, *[S. l.]*, v. 117, p. 161–179, 2013. DOI: 10.1016/j.gca.2013.04.016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gca.2013.04.016>.
- BUSH, Rosemary T.; MCINERNEY, Francesca A. Influence of temperature and C<sub>4</sub> abundance on n-alkane chain length distributions across the central USA. **Organic Geochemistry**, *[S. l.]*, v. 79, p. 65–73, 2015. DOI: 10.1016/j.orggeochem.2014.12.003.
- CALLIARI, Danilo; GÓMEZ, Mónica; GÓMEZ, Nora. Biomass and composition of the phytoplankton in the Río de la Plata: Large-scale distribution and relationship with environmental

- variables during a spring cruise. **Continental Shelf Research**, *[S. l.]*, v. 25, n. 2, p. 197–210, 2005. DOI: 10.1016/j.csr.2004.09.009.
- CAMPOS, E. J. D.; VELHOTE, D.; DA SILVEIRA, I. C. A. Shelf break upwelling driven by Brazil current cyclonic meanders. **Geophysical Research Letters**, *[S. l.]*, v. 27, n. 6, p. 751–754, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1029/1999GL010502>.
- CANUEL, Elizabeth A.; FREEMAN, Katherine H.; WAKEHAM, Stuart G. Isotopic compositions of lipid biomarker compounds in estuarine plants and surface sediments. **Limnology and Oceanography**, *[S. l.]*, v. 42, n. 7, p. 1570–1583, 1997. DOI: 10.4319/lo.1997.42.7.1570.
- CARNEIRO, A. M.; FARIAS-SINGER, R.; RAMOS, R. A.; NILSON, A. D. **Cactos do Rio Grande do Sul**. [s.l.: s.n.].
- CARR, Andrew S.; BOOM, Arnoud; GRIMES, Hannah L.; CHASE, Brian M.; MEADOWS, Michael E.; HARRIS, Angela. Leaf wax n -alkane distributions in arid zone South African flora : Environmental controls , chemotaxonomy and palaeoecological implications. **Organic Geochemistry**, *[S. l.]*, v. 67, p. 72–84, 2014. DOI: 10.1016/j.orggeochem.2013.12.004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.orggeochem.2013.12.004>.
- CASTELAO, Renato M.; BARTH, John A. Upwelling around Cabo Frio , Brazil : The importance of wind stress curl. *[S. l.]*, v. 33, n. November 2005, p. 2–5, 2006. DOI: 10.1029/2005GL025182.
- CECCOPIERI, Milena et al. Carbon isotopic composition of leaf wax n -alkanes in mangrove plants along a latitudinal gradient in Brazil. **Organic Geochemistry**, *[S. l.]*, v. 161, n. August, 2021.
- CHEN, Yunru; HUANG, Enqing; SCHEFUß, Enno; MOHTADI, Mahyar; STEINKE, Stephan; LIU, Jingjing; MARTÍNEZ-MÉNDEZ, Gema; TIAN, Jun. Wetland expansion on the continental shelf of the northern South China Sea during deglacial sea level rise. **Quaternary Science Reviews**, *[S. l.]*, v. 231, 2020. DOI: 10.1016/j.quascirev.2020.106202.
- CHIKARAISHI, Y.  **$^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  Signatures in Plants and Algae**. 2. ed. [s.l.] : Elsevier Ltd., 2014. v. 12 DOI: 10.1016/B978-0-08-095975-7.01008-1. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-095975-7.01008-1>.
- CIOTTI, Áurea M.; ODEBRECHT, Clarisse; FILLMANN, Gilberto; MOLLER, Osmar O. Freshwater outflow and Subtropical Convergence influence on phytoplankton biomass on the southern Brazilian continental shelf. **Continental Shelf Research**, *[S. l.]*, v. 15, n. 14, p. 1737–1756, 1995. DOI: 10.1016/0278-4343(94)00091-Z.
- COLLINS, Jennifer M.; CHAVES, Rosane Rodrigues; MARQUES, Valdo Da Silva. Temperature variability over South America. **Journal of Climate**, *[S. l.]*, v. 22, n. 22, p. 5854–5869, 2009. DOI: 10.1175/2009JCLI2551.1.
- COLLISTER, James W.; RIELEY, Gareth; STERN, Benjamin; EGLINTON, Geoffrey; FRY, Brian. Compound-specific  $\delta^{13}\text{C}$  analyses of leaf lipids from plants with differing carbon dioxide metabolisms. **Organic Geochemistry**, *[S. l.]*, v. 21, n. 6–7, p. 619–627, 1994. DOI: 10.1016/0146-6380(94)90008-6.

- COMBES, Vincent; MATANO, Ricardo P.; PALMA, Elbio D. Circulation and Cross-Shelf Exchanges in the Northern Shelf Region of the Southwestern Atlantic : Kinematics *Journal of Geophysical Research : Oceans*. **Journal of Geophysical Research: Oceans**, /S. l/, p. 1-16, 2021. DOI: 10.1029/2020JC016959.
- CONTRERAS-ROSALES, L. A.; JENNERJAHN, T.; STEINKE, S.; MOHTADI, M.; SCHEFUß, E. Holocene changes in biome size and tropical cyclone activity around the Northern South China Sea. **Quaternary Science Reviews**, /S. l/, v. 215, p. 45-63, 2019. DOI: 10.1016/j.quascirev.2019.05.004. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2019.05.004>.
- DAN, Solomon Felix; LIU, Su Mei; YANG, Bin; UDOH, Enobong Charles; UMOH, Unyime; EWA-OBOHO, Ita. Geochemical discrimination of bulk organic matter in surface sediments of the Cross River estuary system and adjacent shelf, South East Nigeria (West Africa). **Science of the Total Environment**, /S. l/, v. 678, p. 351-368, 2019. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.04.422. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.422>.
- DE MAHIQUES, Michel Michaelovitch; Y GOYA, Samara Cazzoli; MATOS, Maria Carolina da Silva Nogueira De; OLIVEIRA, Rodrigo Augusto Udenal De; KIM, Bianca Sung Mi; FERREIRA, Paulo Alves de Lima; FIGUEIRA, Rubens Cesar Lopes; BÍCEGO, Marcia Caruso. Grain-size end-members and environmentally sensitive grain-size components: A comparative study in the mud shelf depocenters off southern Brazil. **International Journal of Sediment Research**, /S. l/, n. xxxx, 2020. DOI: 10.1016/j.ijsrc.2020.07.004. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijsrc.2020.07.004>.
- DEINES, Peter. The Isotopic Composition of Reduced Organic Carbon. **The Terrestrial Environment**, A, /S. l/, p. 329-406, 1980. DOI: 10.1016/b978-0-444-41780-0.50015-8.
- DEPETRIS, P. J.; GRIFFIN, J. J. Suspended load in the Rio de la Plata drainage basin. **Sedimentology**, /S. l/, v. 11, p. 53-60, 1968.
- DIEFENDORF, Aaron F.; FREIMUTH, Erika J. Extracting the most from terrestrial plant-derived n-alkyl lipids and their carbon isotopes from the sedimentary record: A review. **Organic Geochemistry**, /S. l/, v. 103, p. 1-21, 2017. DOI: 10.1016/j.orggeochem.2016.10.016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.orggeochem.2016.10.016>.
- EGLINTON, G.; GONZALEZ, A. G.; HAMILTON, R. J.; RAPHAEL, R. A. Hydrocarbon constituents of the wax coatings of plant leaves: A taxonomic survey. **Phytochemistry**, /S. l/, v. 1, n. 2, p. 89-102, 1962. DOI: 10.1016/S0031-9422(00)88006-1.
- EURACHEM/CITAC. **Guide to quality in analytical chemistry - An aid to accreditation** Eurachem. [s.l: s.n.]. Disponível em: [www.eurachem.org](http://www.eurachem.org).
- FIGUEIREDO, Alberto; TESSLER, Moisés. **Topografia e composição do substrato marinho da região Sudeste-Sul do Brasil - Série documentos Revizee: Score Sul**. [s.l: s.n.].
- FRANCO-FRAGUAS, P. et al. Hydrodynamic and geomorphological controls on surface sedimentation at the Subtropical Shelf Front / Brazil-Malvinas Confluence transition off Uruguay (Southwestern Atlantic Continental Margin). **Marine Geology**, /S. l/, v. 349, p. 24-36, 2014. a. DOI:



- 10.1016/j.margeo.2013.12.010.
- FRANCO-FRAGUAS, P. et al. Hydrodynamic and geomorphological controls on surface sedimentation at the Subtropical Shelf Front / Brazil-Malvinas Confluence transition off Uruguay (Southwestern Atlantic Continental Margin). **Marine Geology**, *[S. l.]*, v. 349, p. 24–36, 2014. b. DOI: 10.1016/j.margeo.2013.12.010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.margeo.2013.12.010>.
- FRANCO-FRAGUAS, Paula; BURONE, Leticia; MAHIQUES, Michel; ORTEGA, Leonardo; CARRANZA, Alvar. Modern sedimentary dynamics in the Southwestern Atlantic Contouritic Depositional System: New insights from the Uruguayan margin based on a geochemical approach. **Marine Geology**, *[S. l.]*, v. 376, p. 15–25, 2016. DOI: 10.1016/j.margeo.2016.03.008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.margeo.2016.03.008>.
- FREITAS, Felipe Sales. Caracterização da matéria orgânica sedimentar da Plataforma Continental Sudeste Brasileira através de n-alcanos de cadeia longa e isótopos estáveis de carbono e nitrogênio. *[S. l.]*, p. 107, 2011.
- FRENZ, M.; HÖPPNER, R.; STUUT, J. B. W.; WAGNER, T.; HENRICH, R. Surface Sediment Bulk Geochemistry and Grain-Size Composition Related to the Oceanic Circulation along the South American Continental Margin in the Southwest Atlantic. **The South Atlantic in the Late Quaternary**, *[S. l.]*, n. Stommel 1958, p. 347–373, 2003. DOI: 10.1007/978-3-642-18917-3\_17.
- GALY, Valier; PEUCKER-EHRENBRINK, Bernhard; EGLINTON, Timothy. Global carbon export from the terrestrial biosphere controlled by erosion. **Nature**, *[S. l.]*, v. 521, n. 7551, p. 204–207, 2015. DOI: 10.1038/nature14400.
- GAO, Xuelu; YANG, Yuwei; WANG, Chuanyuan. Geochemistry of organic carbon and nitrogen in surface sediments of coastal Bohai Bay inferred from their ratios and stable isotopic signatures. **Marine Pollution Bulletin**, *[S. l.]*, v. 64, n. 6, p. 1148–1155, 2012. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2012.03.028. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.03.028>.
- GEARING, J. N. The use of stable isotope ratios for tracing nearshore-pffshore exchange of organic matter. *In: Coastal-Offshore Ecosystem Interactions*. [s.l.: s.n.], v. 22.
- GEARING, J. N.; GEARING, P. J.; RUDNICK, D. T.; REQUEJO, A. G.; HUTCHINS, M. J. Isotopic variability of organic carbon in a phytoplankton-based, temperate estuary. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, *[S. l.]*, v. 48, n. 5, p. 1089–1098, 1984. DOI: 10.1016/0016-7037(84)90199-6.
- GIREESHKUMAR, T. R.; DEEPULAL, P. M.; CHANDRAMOHANAKUMAR, N. Distribution and sources of sedimentary organic matter in a tropical estuary, south west coast of India (Cochin estuary): A baseline study. **Marine Pollution Bulletin**, *[S. l.]*, v. 66, n. 1–2, p. 239–245, 2013. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2012.10.002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.10.002>.
- GORDON, Elizabeth S.; GONI, Miguel A. Sources and distribution of terrigenous organic matter delivered by the Atchafalaya River to sediments in the northern Gulf of Mexico. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, *[S. l.]*, v. 67, n. 13, p. 2359–2375, 2003. DOI: 10.1016/S0016-7037(02)01412-6.
- GRIMM, Alice M. Interannual climate variability in South America: Impacts on seasonal precipitation,

- extreme events, and possible effects of climate change. **Stochastic Environmental Research and Risk Assessment**, *[S. l.]*, v. 25, n. 4, p. 537-554, 2011. DOI: 10.1007/s00477-010-0420-1.
- GYLLENCREUTZ, R.; MAHIQUES, M. M.; ALVES, D. V. P.; WAINER, I. K. .. Mid to late Holocene paleoceanographic changes on the southeastern Brazilian shelf based on grain size records. *[S. l.]*, 2010. DOI: 10.1177/0959683610365936.
- HEDGES, John I.; CLARK, Wayne A.; QUAY, Paul D.; RICHEY, Jeffrey E.; DEVOL, Allan H.; SANTOS, M. Compositions and fluxes of particulate organic material in the Amazon River. **Limnology and Oceanography**, *[S. l.]*, v. 31, n. 4, p. 717-738, 1986. DOI: 10.4319/lo.1986.31.4.0717.
- HEDGES, John I.; KEIL, Richard G. Sedimentary organic matter preservation: an assessment and speculative synthesis. **Marine Chemistry**, *[S. l.]*, v. 49, n. 2-3, p. 81-115, 1995. DOI: 10.1016/0304-4203(95)00008-F.
- HEDGES, John I.; PRAHL, Fredrick G. Early Diagenesis: Consequences for Applications of Molecular Biomarkers. *Lit*: [s.l: s.n.].
- HENKEL, Susann et al. An interdisciplinary investigation of a recent submarine mass transport deposit at the continental margin off Uruguay. **Geochemistry, Geophysics, Geosystems**, *[S. l.]*, v. 12, n. 8, p. 1-19, 2011. DOI: 10.1029/2011GC003669.
- HERRMANN, Nicole; BOOM, Arnoud; CARR, Andrew S.; CHASE, Brian M.; GRANGER, Robyn; HAHN, Annette; ZABEL, Matthias; SCHEFUß, Enno. Sources, transport and deposition of terrestrial organic material: A case study from southwestern Africa. **Quaternary Science Reviews**, *[S. l.]*, v. 149, p. 215-229, 2016. DOI: 10.1016/j.quascirev.2016.07.028. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.quascirev.2016.07.028>.
- HOWARD, S.; MCINERNEY, F. A.; CADDY-RETALIC, S.; HALL, P. A.; ANDRAE, J. W. Modelling leaf wax n-alkane inputs to soils along a latitudinal transect across Australia. **Organic Geochemistry**, *[S. l.]*, v. 121, p. 126-137, 2018. DOI: 10.1016/j.orggeochem.2018.03.013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.orggeochem.2018.03.013>.
- HÜLSE, Dominik; ARNDT, Sandra; WILSON, Jamie D.; MUNHOVEN, Guy; RIDGWELL, Andy. Understanding the causes and consequences of past marine carbon cycling variability through models. **Earth-Science Reviews**, *[S. l.]*, v. 171, n. September 2016, p. 349-382, 2017. DOI: 10.1016/j.earscirev.2017.06.004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.06.004>.
- INMETRO. **Orientação sobre validação de métodos analíticos Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia**. [s.l: s.n.]. Disponível em: [http://www.inmetro.gov.br/Sidoq/Arquivos/CGCRE/DOQ/DOQ-CGCRE-8\\_05.pdf](http://www.inmetro.gov.br/Sidoq/Arquivos/CGCRE/DOQ/DOQ-CGCRE-8_05.pdf).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de vegetacao do Brasil**, 2004.
- JENKS, George F. **Optimal Data Classification for Choropleth Maps**. [s.l: s.n.].
- KEIL, Richard G.; TSAMAKIS, Elizabeth; FUH, C. Bor; GIDDINGS, J. Calvin; HEDGES, John I.

- Mineralogical and textural controls on the organic composition of coastal marine sediments: Hydrodynamic separation using SPLITT-fractionation. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, *[S. l.]*, v. 58, n. 2, p. 879–893, 1994. DOI: 10.1016/0016-7037(94)90512-6.
- KENNICUTT, M. C.; BARKER, C.; BROOKS, J. M.; DEFREITAS, D. A.; ZHU, G. H. Selected organic matter source indicators in the Orinoco, Nile and Changjiang deltas. **Organic Geochemistry**, *[S. l.]*, v. 11, n. 1, p. 41–51, 1987.
- KHAN, Nicole S.; VANE, Christopher H.; ENGELHART, Simon E.; KENDRICK, Chris; HORTON, Benjamin P. The application of  $\delta^{13}\text{C}$ , TOC and C/N geochemistry of mangrove sediments to reconstruct Holocene paleoenvironments and relative sea levels, Puerto Rico. **Marine Geology**, *[S. l.]*, v. 415, 2019. DOI: 10.1016/j.margeo.2019.105963.
- KILLOPS, Stephen D.; KILLOPS, Vanessa J. **Introduction to Organic Chemistry**. [s.l.: s.n.]. DOI: 10.1002/9781118733745.ch5.
- KOWSMANN, Renato Oscar; COSTA, Márcio Paulo de Ataíde. Paleolinhas De Costa Na Plataforma Continental Das Regiões Sul E Norte Brasileira. **Revista Brasileira de Geociências**, *[S. l.]*, v. 4, n. 4, p. 215–222, 1974. DOI: 10.25249/0375-7536.1981215222.
- LAMB, Angela L.; WILSON, Graham P.; LENG, Melanie J. A review of coastal palaeoclimate and relative sea-level reconstructions using  $\delta^{13}\text{C}$  and C/N ratios in organic material. **Earth-Science Reviews**, *[S. l.]*, v. 75, n. 1–4, p. 29–57, 2006. DOI: 10.1016/j.earscirev.2005.10.003.
- LAROWE, D. E. et al. The fate of organic carbon in marine sediments - New insights from recent data and analysis. **Earth-Science Reviews**, *[S. l.]*, v. 204, n. February, p. 103146, 2020. DOI: 10.1016/j.earscirev.2020.103146. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2020.103146>.
- LEHMANN, Moritz F.; BERNASCONI, Stefano M.; BARBIERI, Alberto; MCKENZIE, Judith A. Preservation of organic matter and alteration of its carbon and nitrogen isotope composition during simulated and in situ early sedimentary diagenesis. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, *[S. l.]*, v. 66, n. 20, p. 3573–3584, 2002. DOI: 10.1016/S0016-7037(02)00968-7.
- LEITHOLD, Elana L.; BLAIR, Neal E.; WEGMANN, Karl W. Source-to-sink sedimentary systems and global carbon burial: A river runs through it. **Earth-Science Reviews**, *[S. l.]*, v. 153, p. 30–42, 2016. DOI: 10.1016/j.earscirev.2015.10.011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.earscirev.2015.10.011>.
- LIBES, Susan M. **Introduction to Marine Biogeochemistry**. Second Edi ed. [s.l.] : Elsevier, 2009.
- LIU, Dongyan; LI, Xin; EMEIS, Kay Christian; WANG, Yujue; RICHARD, Pierre. Distribution and sources of organic matter in surface sediments of Bohai Sea near the Yellow River Estuary, China. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, *[S. l.]*, v. 165, p. 128–136, 2015. DOI: 10.1016/j.ecss.2015.09.007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2015.09.007>.
- LOURENÇO, R. A. Aplicação de Marcadores Orgânicos Moleculares em Estudos Oceanográficos e Paleooceanográficos : Estudo de Caso na Margem Continental Superior do Sudeste do Brasil. *[S. l.]*, p. 142, 2007.

- LOURENÇO, Rafael André; MAGALHÃES, Caio Augusto; MAHIQUES, Michel Michaelovitch De; TANIGUCHI, Satic; BÍCEGO, Márcia Caruso. Distribution of terrigenous and marine material along the Southeastern Brazilian continental margin. **Regional Studies in Marine Science**, *[S. l.]*, v. 14, p. 118-125, 2017. a. DOI: 10.1016/j.rsma.2017.05.012.
- LOURENÇO, Rafael André; MARTINS, César C.; TANIGUCHI, Satic; MAHIQUES, Michel Michaelovitch; MONTONE, Rosalinda Carmela; MAGALHÃES, Caio Augusto; BÍCEGO, Márcia Caruso. Distribution and evolution of sterols and aliphatic hydrocarbons in dated marine sediment cores from the Cabo Frio upwelling region, SW Atlantic, Brazil. **Environmental Science and Pollution Research**, *[S. l.]*, v. 24, n. 24, p. 19888-19901, 2017. b. DOI: 10.1007/s11356-017-9657-2.
- MAHIQUES, Michel Michaelovitch De; MISHIMA, Yasufumi; RODRIGUES, Marcelo. Characteristics of the sedimentary organic matter on the inner and middle continental shelf between Guanabara Bay and Sa o Francisco do Sul , southeastern Brazilian margin. **Continental Shelf Research**, *[S. l.]*, v. 19, n. 95, p. 775-798, 1999.
- MAHIQUES, Michel et al. Inorganic and organic geochemical fingerprinting of sediment sources and ocean circulation on a complex continental margin (São Paulo Bight, Brazil). **Ocean Science**, *[S. l.]*, v. 13, n. 2, p. 209-222, 2017. DOI: 10.5194/os-13-209-2017.
- MAHIQUES, Michel et al. Sedimentation on the southern Brazilian shelf mud depocenters : Insights on potential source areas. **Journal of South American Earth Sciences**, *[S. l.]*, v. 100, n. February, p. 102577, 2020. DOI: 10.1016/j.jsames.2020.102577. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.102577>.
- MAHIQUES, Michel Michaelovitch et al. A high-resolution Holocene record on the Southern Brazilian shelf: Paleoenvironmental implications. **Quaternary International**, *[S. l.]*, v. 206, n. 1-2, p. 52-61, 2009. DOI: 10.1016/j.quaint.2008.09.010.
- MAHIQUES, Michel Michaelovitch et al. The building, shaping, and filling of an Upper Slope Terrace: the Rio Grande Terrace, SW Atlantic. **Solid Earth Discussions**, *[S. l.]*, v. 25, n. February, p. 1-27, 2019. DOI: 10.5194/se-2018-140.
- MAHIQUES, Michel Michaelovitch; HANEETH, Till J. J.; MARTINS, César C.; MONTOYA-MONTES, Isabel; ALCÁNTARA-CARRIÓ, Javier; FIGUEIRA, Rubens C. L.; BÍCEGO, Marcia C. Mud depocentres on the continental shelf: a neglected sink for anthropogenic contaminants from the coastal zone. **Environmental Earth Sciences**, *[S. l.]*, v. 75, n. 1, p. 1-12, 2016. DOI: 10.1007/s12665-015-4782-z.
- MAHIQUES, Michel Michaelovitch; TASSINARI, Colombo Celso Gaeta; MARCOLINI, Susana; VIOLANTE, Roberto A.; FIGUEIRA, Rubens Cesar Lopes; DA SILVEIRA, Ilson Carlos Almeida; BURONE, Leticia; DE MELLO E SOUSA, Silvia Helena. Nd and Pb isotope signatures on the Southeastern South American upper margin: Implications for sediment transport and source rocks. **Marine Geology**, *[S. l.]*, v. 250, n. 1-2, p. 51-63, 2008. DOI: 10.1016/j.margeo.2007.11.007.
- MAHIQUES, Michel Michaelovitch; TESSLER, Moysés Gonzalez; MARIA CIOTTI, Aurea; DA

- SILVEIRA, Ilson Carlos Almeida; E SOUSA, Silvia Helena De Mello; FIGUEIRA, Rubens Cesar Lopes; TASSINARI, Colombo Celso Gaeta; FURTADO, Valdenir Veronese; PASSOS, Raquel Fernanda. Hydrodynamically driven patterns of recent sedimentation in the shelf and upper slope off Southeast Brazil. **Continental Shelf Research**, *[S. l.]*, v. 24, n. 15, p. 1685–1697, 2004. DOI: 10.1016/j.csr.2004.05.013.
- MAIOLI, Otávio Luiz Gusso; OLIVEIRA, Cristiane Rossi; DAL SASSO, Marco Aurélio; DOS SANTOS MADUREIRA, Luiz Augusto; DE ALMEIDA AZEVEDO, Débora; DE AQUINO NETO, Francisco Radler. Evaluation of the organic matter sources using the  $\delta^{13}\text{C}$  composition of individual n -alkanes in sediments from Brazilian estuarine systems by GC / C / IRMS. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, *[S. l.]*, v. 114, p. 140–147, 2012. DOI: 10.1016/j.ecss.2012.09.001. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2012.09.001>.
- MANTOVANELLI, Simone S.; TASSINARI, Colombo C. G.; MAHIQUES, Michel M.; JOVANE, Luigi; BONGIOLO, Everton. Characterization of nd radiogenic isotope signatures in sediments from the southwestern Atlantic margin. **Frontiers in Earth Science**, *[S. l.]*, v. 6, n. June, p. 1–13, 2018. DOI: 10.3389/feart.2018.00074.
- MARQUES, W. C.; FERNANDES, E. H.; MONTEIRO, I. O.; MÖLLER, O. O. Numerical modeling of the Patos Lagoon coastal plume, Brazil. **Continental Shelf Research**, *[S. l.]*, v. 29, n. 3, p. 556–571, 2009. DOI: 10.1016/j.csr.2008.09.022.
- MARQUES, Wilian C.; FERNANDES, Elisa H. L.; MORAES, Bruno C.; MÖLLER, Osmar O.; MALCHEREK, Andreas. Dynamics of the Patos Lagoon coastal plume and its contribution to the deposition pattern of the southern Brazilian inner shelf. **Journal of Geophysical Research: Oceans**, *[S. l.]*, v. 115, n. 10, p. 1–22, 2010. DOI: 10.1029/2010JC006190.
- MARTINS, César De Castro; FILLMANN, Gilberto; MONTONE, Rosalinda Carmela. Natural and anthropogenic sterols inputs in surface sediments of Patos Lagoon, Brazil. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, *[S. l.]*, v. 18, n. 1, p. 106–115, 2007. DOI: 10.1590/S0103-50532007000100012.
- MARTINS, Luiz Roberto; MARTINS, I. R.; URIEN, Carlos María. Aspectos Sedimentares da Plataforma Continental na Área de Influência do Rio de La Plata. **Gravel**, *[S. l.]*, v. 1, p. 68–80, 2003. Disponível em: [http://www.ufrgs.br/gravel/1/Gravel\\_1\\_06.pdf](http://www.ufrgs.br/gravel/1/Gravel_1_06.pdf).
- MATHIAS, Grasiane L.; NAGAI, Renata H.; TRINDADE, Ricardo I. F.; MAHIQUES, Michel M. De. Magnetic fingerprint of the late Holocene inception of the Río de la Plata plume onto the southeast Brazilian shelf. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, *[S. l.]*, v. 415, p. 183–196, 2014. DOI: 10.1016/j.palaeo.2014.03.034. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.palaeo.2014.03.034>.
- MAYER, Lawrence M. Surface area control of organic carbon accumulation in continental shelf sediments. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, *[S. l.]*, v. 58, n. 4, p. 1271–1284, 1994. DOI: 10.1016/0016-7037(94)90381-6.
- MCKEE, Brent. **RiOMar: The Transport, Transformation and Fate of Carbon in River-dominated**

- Ocean Margins: a Report of the RioMar Community Workshop Biogeochemistry.** [s.l: s.n.].
- MEAD, Ralph; XU, Yunping; CHONG, Jodi; JAFFÉ, Rudolf. Sediment and soil organic matter source assessment as revealed by the molecular distribution and carbon isotopic composition of n-alkanes. **Organic Geochemistry**, *[S. l.]*, v. 36, n. 3, p. 363–370, 2005. DOI: 10.1016/j.orggeochem.2004.10.003.
- MEDEIROS, Patricia Matheus; BÍCEGO, Márcia Caruso; CASTELAO, Renato Menezes; DEL ROSSO, Clarissa; FILLMANN, Gilberto; ZAMBONI, Ademilson Josemar. Natural and anthropogenic hydrocarbon inputs to sediments of Patos Lagoon Estuary, Brazil. **Environment International**, *[S. l.]*, v. 31, n. 1, p. 77–87, 2005. DOI: 10.1016/j.envint.2004.07.001.
- MEI, Xi; LI, Xinxin; WANG, Zhongbo; ZHANG, Chuanlun; ZHANG, Yong. Cross shelf transport of terrigenous organic matter in surface sediments from outer shelf to Okinawa Trough in East China Sea. **Journal of Marine Systems**, *[S. l.]*, v. 199, n. January, p. 103224, 2019. DOI: 10.1016/j.jmarsys.2019.103224. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2019.103224>.
- MELLO, Camila; BURONE, Leticia; ORTEGA, Leonardo; FRANCO-FRAGUAS, Paula; LAHUERTA, Nuria; MAHIQUES, Michel; MARIN, Yamandu. Benthic foraminiferal distributions on the Uruguayan continental margin (South-western Atlantic) and controlling environmental factors. **Continental Shelf Research**, *[S. l.]*, v. 91, p. 120–133, 2014. DOI: 10.1016/j.csr.2014.08.006. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.csr.2014.08.006>.
- MENDOZA, Ursula; NETO, Arthur Ayres; ABUCHACRA, Rodrigo C.; BARBOSA, Cátia Fernandes; JR, Alberto G. Figueiredo; GOMES, Manoela C.; BELEM, Andre; CAPILLA, Ramsés; ALBUQUERQUE, Ana Luiza S. Geoacoustic character , sedimentology and chronology of a cross-shelf Holocene sediment deposit off Cabo Frio , Brazil ( southwest Atlantic Ocean ). **Geo-Marine Letters**, *[S. l.]*, v. 34, p. 297–314, 2014. DOI: 10.1007/s00367-014-0370-6.
- MEYERS, Philip A. Preservation of elemental and isotopic source identification of sedimentary organic matter. **Chemical Geology**, *[S. l.]*, v. 114, n. 3–4, p. 289–302, 1994. DOI: 10.1016/0009-2541(94)90059-0.
- MEYERS, Philip A. Organic geochemical proxies of paleoceanographic, paleolimnologic and paleoclimatic processes. **Organic Geochemistry**, *[S. l.]*, v. 27, n. 5, p. 213–250, 1997.
- MILLIMAN, John D.; MEADE, Robert H. World-wide delivery of river sediment to the oceans. **The Journal of Geology**, *[S. l.]*, v. 91, n. 1, 1983. Disponível em: [http://www.boneandjoint.org.uk/highwire/filestream/13335/field\\_highwire\\_article\\_pdf/0/741.full-text.pdf](http://www.boneandjoint.org.uk/highwire/filestream/13335/field_highwire_article_pdf/0/741.full-text.pdf).
- MOLLENHAUER, Gesine; MCMANUS, Jerry F.; BENTHIEN, Albert; MÜLLER, Peter J.; EGLINTON, Timothy I. Rapid lateral particle transport in the Argentine Basin: Molecular <sup>14</sup>C and <sup>230</sup>Thxs evidence. **Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers**, *[S. l.]*, v. 53, n. 7, p. 1224–1243, 2006. DOI: 10.1016/j.dsr.2006.05.005.
- MÖLLER, Osmar O.; PIOLA, Alberto R.; FREITAS, Ana Cristina; CAMPOS, Edmo J. D. The

- effects of river discharge and seasonal winds on the shelf off southeastern South America. **Continental Shelf Research**, */S. I./*, v. 28, n. 13, p. 1607-1624, 2008. DOI: 10.1016/j.csr.2008.03.012.
- MONTOYA, Joseph P. Nitrogen isotope fractionation in the modern ocean: implications for the sedimentary record. *In: Carbon Cycling in the Glacial Ocean: Constraints on the Ocean's Role in Global Change*. [s.l.: s.n.]. p. 259-279.
- MUELBERT, José H. et al. Biological, physical and chemical properties at the Subtropical Shelf Front Zone in the SW Atlantic Continental Shelf. **Continental Shelf Research**, */S. I./*, v. 28, n. 13, p. 1662-1673, 2008. DOI: 10.1016/j.csr.2007.08.011.
- NAGAI, R. H.; FERREIRA, P. A. L.; MULKHERJEE, S.; MARTINS, M. V.; FIGUEIRA, R. C. L.; SOUSA, S. H. M.; MAHIQUES, M. M. Hydrodynamic controls on the distribution of surface sediments from the southeast South American continental shelf between 23°S and 38°S. **Continental Shelf Research**, */S. I./*, v. 89, p. 51-60, 2014. DOI: 10.1016/j.csr.2013.09.016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.csr.2013.09.016>.
- NAGAOKA, Dóris. **Caracterização geoquímica orgânica em sedimentos presentes nos pockmarks e diápiros do talude sul do Brasil**. 2018. Universidade de São Paulo, */S. I./*, 2018.
- ORTEGA, Leonardo; MARTÍNEZ, Ana. Multiannual and Seasonal Variability of Water Masses and Fronts Over the Uruguayan Shelf. **Journal of Coastal Research**, */S. I./*, v. 233, p. 618-629, 2007. DOI: 10.2112/04-0221.1.
- PALMA, Elbio D.; MATANO, Ricardo P. Disentangling the upwelling mechanisms of the South Brazil Bight. **Continental Shelf Research**, */S. I./*, v. 29, n. 11-12, p. 1525-1534, 2009. DOI: 10.1016/j.csr.2009.04.002.
- PANCOST, Richard D.; BOOT, Christopher S. The palaeoclimatic utility of terrestrial biomarkers in marine sediments. **Marine Chemistry**, */S. I./*, v. 92, n. 1- 4 SPEC. ISS., p. 239-261, 2004. DOI: 10.1016/j.marchem.2004.06.029.
- PIOLA, Alberto R.; CAMPOS, Edmo J. D.; MÖLLER, Osmar O.; CHARO, Marcela; MARTINEZ, Carlos. Subtropical Shelf Front off eastern South America. **Journal of Geophysical Research: Oceans**, */S. I./*, v. 105, n. C3, p. 6565-6578, 2000. DOI: 10.1029/1999jc000300.
- PIOLA, Alberto R.; MATANO, Ricardo P.; PALMA, Elbio D.; MÖLLER, Osmar O.; CAMPOS, Edmo J. D. The influence of the Plata River discharge on the western South Atlantic shelf. **Geophysical Research Letters**, */S. I./*, v. 32, n. 1, p. 1-4, 2005. DOI: 10.1029/2004GL021638.
- PIOLA, Alberto R.; MÖLLER, Osmar O.; GUERRERO, Raúl A.; CAMPOS, Edmo J. D. Variability of the subtropical shelf front off eastern South America: Winter 2003 and summer 2004. **Continental Shelf Research**, */S. I./*, v. 28, n. 13, p. 1639-1648, 2008. DOI: 10.1016/j.csr.2008.03.013.
- POWELL, Rebecca L.; YOO, Eun-Hye; STILL, Christopher J. Vegetation and soil carbon-13 isoscapes for South America: integrating remote sensing and ecosystem isotope measurements. **Ecosphere**, */S. I./*, v. 3, n. 11, p. art109, 2012. DOI: 10.1890/es12-00162.1.
- PRAHL, F. G.; ERTEL, J. R.; GONI, M. A.; SPARROW, M. A.; EVERSMEYER, B. Terrestrial

- organic carbon contributions to sediments on the Washington margin. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, *[S. l.]*, v. 58, n. 14, p. 3035-3048, 1994. DOI: 10.1016/0016-7037(94)90177-5.
- PREMUZIC, Eugene T.; BENKOVITZ, Carmen M.; GAFFNEY, Jeffrey S.; WALSH, John J. The nature and distribution of organic matter in the surface sediments of world oceans and seas. **Organic Geochemistry**, *[S. l.]*, v. 4, n. 2, p. 63-77, 1982. DOI: 10.1016/0146-6380(82)90009-2.
- PREU, Benedict; HERNÁNDEZ-MOLINA, F. Javier; VIOLANTE, Roberto; PIOLA, Alberto R.; PATERLINI, C. Marcelo; SCHWENK, Tilmann; VOIGT, Ines; KRASTEL, Sebastian; SPIESS, Volkhard. Morphosedimentary and hydrographic features of the northern Argentine margin: The interplay between erosive, depositional and gravitational processes and its conceptual implications. **Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers**, *[S. l.]*, v. 75, p. 157-174, 2013. DOI: 10.1016/j.dsr.2012.12.013.
- RAMASWAMY, V.; GAYE, Birgit; SHIRODKAR, P. V.; RAO, P. S.; CHIVAS, Allan R.; WHEELER, David; THWIN, Swe. Distribution and sources of organic carbon, nitrogen and their isotopic signatures in sediments from the Ayeyarwady (Irrawaddy) continental shelf, northern Andaman Sea. **Marine Chemistry**, *[S. l.]*, v. 111, n. 3-4, p. 137-150, 2008. DOI: 10.1016/j.marchem.2008.04.006. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marchem.2008.04.006>.
- RAMOS, Raíssa Basti; DOS SANTOS, Rosangela Felício; SCHATTNER, Uri; FIGUEIRA, Rubens Cesar Lopes; BÍCEGO, Marcia Caruso; LOBO, Francisco José; DE MAHIQUES, Michel Michaelovitch. Deep pockmarks as natural sediment traps: a case study from southern Santos Basin (SW Atlantic upper slope). **Geo-Marine Letters**, *[S. l.]*, n. 2013, 2019. DOI: 10.1007/s00367-019-00617-8.
- RAO, Zhiguo; ZHU, Zhaoyu; WANG, Suping; JIA, Guodong; QIANG, Mingrui; WU, Yi. CPI values of terrestrial higher plant-derived long-chain n-alkanes: A potential paleoclimatic proxy. **Frontiers of Earth Science in China**, *[S. l.]*, v. 3, n. 3, p. 266-272, 2009. DOI: 10.1007/s11707-009-0037-1.
- RICCOMINI, Claudio; GROHMANN, C. H.; SANT'ANNA, L. G.; HIRUMA, S. T. A captura das cabeceiras do Rio Tietê pelo Rio Paraíba do Sul. *In: A Obra de Aziz Nacib Ab'Sáber*. [s.l.: s.n.]. p. 157-169.
- ROMANKEVICH, Evgenii A. **Geochemistry of Organic Matter in the Ocean**. [s.l.: s.n.].
- ROMMERSKIRCHEN, Florian; EGLINTON, Geoffrey; DUPONT, Lydie; GÜNTNER, Ute; WENZEL, Claudia; RULLKÖTTER, Jürgen. A north to south transect of Holocene southeast Atlantic continental margin sediments: Relationship between aerosol transport and compound-specific  $\delta^{13}\text{C}$  land plant biomarker and pollen records. **Geochemistry, Geophysics, Geosystems**, *[S. l.]*, v. 4, n. 12, 2003. DOI: 10.1029/2003GC000541.
- ROMMERSKIRCHEN, Florian; EGLINTON, Geoffrey; DUPONT, Lydie; RULLKÖTTER, Jürgen. Glacial/interglacial changes in southern Africa: Compound-specific  $\delta^{13}\text{C}$  land plant biomarker and pollen records from southeast Atlantic continental margin sediments. **Geochemistry, Geophysics, Geosystems**, *[S. l.]*, v. 7, n. 8, 2006. DOI: 10.1029/2005GC001223.



- RUAN, Yanming; MOHTADI, Mahyar; VAN DER KAARS, Sander; DUPONT, Lydie M.; HEBBELN, Dierk; SCHEFUß, Enno. Differential hydro-climatic evolution of East Javanese ecosystems over the past 22,000 years. **Quaternary Science Reviews**, *[S. l.]*, v. 218, p. 49–60, 2019. DOI: 10.1016/j.quascirev.2019.06.015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2019.06.015>.
- SCHEFUß, Enno; RATMEYER, Volker; STUUT, Jan Berend W.; JANSEN, J. H. Fre.; SINNINGHE DAMSTÉ, Jaap S. Carbon isotope analyses of n-alkanes in dust from the lower atmosphere over the central eastern Atlantic. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, *[S. l.]*, v. 67, n. 10, p. 1757–1767, 2003. DOI: 10.1016/S0016-7037(02)01414-X.
- SCHIRRMACHER, Julien; WEINELT, Mara; BLANZ, Thomas; ANDERSEN, Nils; SALGUEIRO, Emília; SCHNEIDER, Ralph R. Multi-decadal atmospheric and marine climate variability in southern Iberia during the mid- to late-Holocene. *[S. l.]*, p. 617–634, 2019.
- SCHMID, Claudia; GARZOLI, Silvia L. New observations of the spreading and variability of the Antarctic intermediate water in the Atlantic. **Journal of Marine Research**, *[S. l.]*, v. 67, n. 6, p. 815–843, 2009. DOI: 10.1357/002224009792006151.
- SCHULZ, Horst D.; ZABEL, Matthias. **Marine Geochemistry**. Second Edi ed. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag, 2006. DOI: 10.1007/3-540-32144-6. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/3-540-32144-6>.
- SEITER, Katherina; HENSEN, Christian; SCHROTER, Jurgen; ZABEL, Matthias. Organic carbon content in surface sediments – defining regional provinces. **Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers**, *[S. l.]*, v. 51, p. 2001–2026, 2004. DOI: 10.1016/j.dsr.2004.06.014.
- SEKI, Osamu; YOSHIKAWA, Chisato; NAKATSUKA, Takeshi; KAWAMURA, Kimitaka; WAKATSUCHI, Masaaki. Fluxes, source and transport of organic matter in the western Sea of Okhotsk: Stable carbon isotopic ratios of n-alkanes and total organic carbon. **Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers**, *[S. l.]*, v. 53, n. 2, p. 253–270, 2006. DOI: 10.1016/j.dsr.2005.11.004.
- SIGMAN, D. M.; KARSH, K. L.; CASCIOTTI, K. L. Nitrogen Isotopes in the Ocean. **Encyclopedia of Ocean Sciences**, *[S. l.]*, p. 40–54, 2009. DOI: 10.1016/B978-012374473-9.00632-9.
- SIKES, Elisabeth L.; UHLE, Maria E.; NODDER, Scott D.; HOWARD, Meg E. Sources of organic matter in a coastal marine environment: Evidence from n-alkanes and their  $\delta^{13}\text{C}$  distributions in the Hauraki Gulf, New Zealand. **Marine Chemistry**, *[S. l.]*, v. 113, n. 3–4, p. 149–163, 2009. DOI: 10.1016/j.marchem.2008.12.003. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marchem.2008.12.003>.
- SILVA, Danilo Augusto. Circulação gerada por ventos anômalos na Plataforma Continental sudeste durante o verão de 2014. *[S. l.]*, p. 81, 2019.
- SILVEIRA, Ilson C. A.; SCHMIDT, André C. K.; CAMPOS, Edmo J. D.; GODOI, Sueli Susana De; IKEDA, Yoshimine. The Brazil Current off the Eastern Brazilian Coast. **Brazilian Journal of Oceanography**, *[S. l.]*, n. 2, p. 171–183, 2000. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413->

- 77392000000200008.
- SOUZA, Ronald Buss; ROBINSON, Ian S. Lagrangian and satellite observations of the Brazilian Coastal Current. **Continental Shelf Research**, *[S. l.]*, v. 24, n. 2, p. 241–262, 2004. DOI: 10.1016/j.csr.2003.10.001.
- SOUZA, Thaísa Abreu; GODOY, José Marcus; GODOY, Maria Luiza D. P.; MOREIRA, Isabel; CARVALHO, Zenildo L.; SALOMÃO, Marcos Sarmet M. B.; REZENDE, Carlos E. Use of multitracers for the study of water mixing in the Paraíba do Sul River estuary. **Journal of Environmental Radioactivity**, *[S. l.]*, v. 101, n. 7, p. 564–570, 2010. DOI: 10.1016/j.jenvrad.2009.11.001.
- STEVENSON, F. J.; CHENG, C. N. Organic geochemistry of the Argentine Basin sediments: Carbon-nitrogen relationships and Quaternary correlations. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, *[S. l.]*, v. 36, n. 6, p. 653–671, 1972. DOI: 10.1016/0016-7037(72)90109-3.
- STROBEL, P.; KASPER, T.; FRENZEL, P.; SCHITTEK, K.; QUICK, L. J.; MEADOWS, M. E.; MÄUSBACHER, R.; HABERZETTL, T. Late Quaternary palaeoenvironmental change in the year-round rainfall zone of South Africa derived from peat sediments from Vankervelsvlei. **Quaternary Science Reviews**, *[S. l.]*, v. 218, p. 200–214, 2019. DOI: 10.1016/j.quascirev.2019.06.014.
- SUH, Yeon Jee; DIEFENDORF, Aaron F.; BOWEN, Gabriel J.; COTTON, Jennifer M. Plant wax integration and transport from the Mississippi River Basin to the Gulf of Mexico inferred from GIS-enabled isoscapes and mixing models. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, *[S. l.]*, v. 257, p. 131–149, 2019. DOI: 10.1016/j.gca.2019.04.022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gca.2019.04.022>.
- TROINA, Genyffer Cibele; DEHAIRS, Frank; BOTTA, Silvina; TULLIO, Juliana Couto Di; ELSKENS, Marc; SECCHI, Eduardo Resende. Zooplankton-based  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  isoscapes from the outer continental shelf and slope in the subtropical western South Atlantic. **Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers**, *[S. l.]*, v. 159, n. January 2019, p. 103235, 2020. DOI: 10.1016/j.dsr.2020.103235. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2020.103235>.
- VENTURINI, Natalia; BÍCEGO, Márcia C.; TANIGUCHI, Satie; SASAKI, Silvio T.; GARCÍA-RODRÍGUEZ, Felipe; BRUGNOLI, Ernesto; MUNIZ, Pablo. A multi-molecular marker assessment of organic pollution in shore sediments from the Río de la Plata Estuary, SW Atlantic. **Marine Pollution Bulletin**, *[S. l.]*, v. 91, n. 2, p. 461–475, 2015. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2014.06.056. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.06.056>.
- VIEIRA, Ivo; LOBO, Francisco José; MONTOYA-MONTES, Isabel; SIEGLE, Eduardo; PASSOS, Jorge Luiz; DE MAHIQUES, Michel Michaelovitch. A non-deltaic clinof orm wedge fed by multiple sources off São Sebastião Island, southeastern Brazilian Shelf. **Geo-Marine Letters**, *[S. l.]*, v. 38, n. 1, p. 63–81, 2018. DOI: 10.1007/s00367-017-0516-4.
- VOGTS, Angela; MOOSSEN, Heiko; ROMMERSKIRCHEN, Florian; RULLKÖTTER, Jürgen. Distribution patterns and stable carbon isotopic composition of alkanes and alkan-1-ols from plant waxes of African rain forest and savanna C3 species. **Organic Geochemistry**, *[S. l.]*, v. 40, n. 10, p.

1037-1054, 2009. DOI: 10.1016/j.orggeochem.2009.07.011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.orggeochem.2009.07.011>.

VOGTS, Angela; SCHEFUß, Enno; BADEWIEN, Tanja; RULLKÖTTER, Jürgen. n-Alkane parameters from a deep sea sediment transect off southwest Africa reflect continental vegetation and climate conditions. **Organic Geochemistry**, */S. l./*, v. 47, p. 109-119, 2012. DOI: 10.1016/j.orggeochem.2012.03.011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.orggeochem.2012.03.011>.

WANG, Chuanyuan; LV, Yingchun; LI, Yuanwei. Riverine input of organic carbon and nitrogen in water-sediment system from the Yellow River estuary reach to the coastal zone of Bohai Sea, China. **Continental Shelf Research**, */S. l./*, v. 157, n. February, p. 1-9, 2018. DOI: 10.1016/j.csr.2018.02.004. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.csr.2018.02.004>.

WEI, Bingbing; MOLLENHAUER, Gesine; HEFTER, Jens; KUSCH, Stephanie; GROTHEER, Hendrik; SCHEFUß, Enno; JIA, Guodong. The nature, timescale, and efficiency of riverine export of terrestrial organic carbon in the (sub)tropics: Insights at the molecular level from the Pearl River and adjacent coastal sea. **Earth and Planetary Science Letters**, */S. l./*, v. 565, p. 116934, 2021. DOI: 10.1016/j.epsl.2021.116934. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2021.116934>.

# APÊNDICES

## APÊNDICE A – Informações de coleta das amostras de sedimento superficial

<b>Amostra</b>	<b>Longitude (°O)</b>	<b>Latitude (°S)</b>	<b>Ano</b>	<b>Embarcação</b>	<b>Equipamento de coleta</b>	<b>Projeto</b>
253	-45,68	-26,25	2016	Alpha Crucis	box corer	TALUDE
254	-45,72	-26,26	2016	Alpha Crucis	box corer	TALUDE
256	-45,97	-26,45	2016	Alpha Crucis	box corer	TALUDE
257	-45,95	-26,43	2016	Alpha Crucis	box corer	TALUDE
262	-46,42	-26,85	2016	Alpha Crucis	box corer	TALUDE
264	-46,40	-26,86	2016	Alpha Crucis	box corer	TALUDE
367	-48,05	-27,44	2017	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
368	-48,31	-27,34	2017	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
369	-48,54	-27,25	2017	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
370	-48,17	-27,06	2017	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
373	-47,82	-26,36	2017	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
378	-45,83	-25,10	2017	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
421	-47,68	-29,31	2017	Alpha Crucis	box corer	TALUDE
422	-47,79	-29,32	2017	Alpha Crucis	box corer	TALUDE
423	-48,07	-29,32	2017	Alpha Crucis	box corer	TALUDE
426	-47,83	-29,66	2017	Alpha Crucis	box corer	TALUDE
427	-48,09	-29,66	2017	Alpha Crucis	box corer	TALUDE
428	-48,09	-29,85	2017	Alpha Crucis	box corer	TALUDE
430	-47,83	-29,85	2017	Alpha Crucis	box corer	TALUDE
431	-47,70	-29,85	2017	Alpha Crucis	box corer	TALUDE
432	-48,18	-30,34	2017	Alpha Crucis	box corer	TALUDE
433	-47,91	-30,28	2017	Alpha Crucis	box corer	TALUDE
434	-47,80	-30,37	2017	Alpha Crucis	box corer	TALUDE
435	-47,72	-30,06	2017	Alpha Crucis	box corer	TALUDE
556	-52,31	-33,75	2019	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
557	-52,21	-33,79	2019	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
559	-52,00	-33,01	2019	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
560	-51,41	-33,23	2019	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
561	-51,30	-33,27	2019	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
562	-50,86	-33,45	2019	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
564	-51,95	-32,19	2019	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
565	-50,92	-32,83	2019	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
566	-50,62	-33,00	2019	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
568	-50,45	-33,10	2019	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
569	-50,56	-32,29	2019	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
570	-50,37	-32,48	2019	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
571	-50,30	-32,53	2019	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
572	-50,42	-30,76	2019	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
573	-50,11	-30,99	2019	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
574	-49,97	-31,10	2019	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
575	-49,57	-29,29	2019	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS

<b>576</b>	-49,15	-29,83	2019	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
<b>579</b>	-48,83	-28,63	2019	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
<b>580</b>	-48,22	-29,29	2019	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
<b>581</b>	-48,28	-29,22	2019	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
<b>582</b>	-48,57	-28,03	2019	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
<b>583</b>	-48,17	-28,15	2019	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
<b>584</b>	-47,85	-28,24	2019	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
<b>586</b>	-44,59	-25,05	2019	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
<b>587</b>	-44,48	-25,00	2019	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
<b>588</b>	-44,48	-24,94	2019	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
<b>589</b>	-44,43	-24,92	2019	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
<b>591</b>	-44,57	-24,9	2019	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
<b>592</b>	-44,49	-24,88	2019	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
<b>593</b>	-44,47	-24,9	2019	Alpha Crucis	multi-corer	MUDBELTS
<b>5521</b>	-43,07	-23,34	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5522</b>	-43,13	-23,18	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5524</b>	-43,51	-23,10	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5525</b>	-43,46	-23,26	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5526</b>	-43,41	-23,42	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5527</b>	-43,74	-23,58	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5528</b>	-43,82	-23,35	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5529</b>	-43,89	-23,11	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5530</b>	-44,23	-23,23	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5531</b>	-44,16	-23,47	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5532</b>	-44,07	-23,81	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5533</b>	-44,40	-23,93	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5534</b>	-44,50	-23,62	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5535</b>	-44,57	-23,40	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5536</b>	-44,92	-23,49	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5537</b>	-44,86	-23,69	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5538</b>	-44,79	-23,93	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5539</b>	-44,72	-24,17	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5540</b>	-44,93	-24,68	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5541</b>	-45,02	-24,44	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5542</b>	-45,08	-24,20	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5543</b>	-45,16	-23,96	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5544</b>	-45,24	-23,72	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5545</b>	-45,58	-23,85	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5546</b>	-45,53	-24,04	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5547</b>	-45,43	-24,33	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5548</b>	-45,36	-24,57	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5549</b>	-45,27	-24,85	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5550</b>	-45,58	-25,11	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5551</b>	-45,67	-24,82	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5552</b>	-45,74	-24,58	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5553</b>	-45,82	-24,35	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT

<b>5554</b>	-45,89	-24,11	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5555</b>	-45,97	-23,85	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5556</b>	-46,29	-24,08	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5557</b>	-46,22	-24,32	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5558</b>	-46,14	-24,56	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5559</b>	-46,07	-24,79	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5560</b>	-45,99	-25,04	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5561</b>	-45,92	-25,28	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5562</b>	-46,26	-25,43	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5563</b>	-46,33	-25,20	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5564</b>	-46,40	-24,96	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5565</b>	-46,48	-24,72	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5566</b>	-46,56	-24,48	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5567</b>	-46,63	-24,23	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5568</b>	-46,92	-24,47	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5569</b>	-46,88	-24,71	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5570</b>	-46,80	-24,94	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5571</b>	-46,72	-25,19	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5572</b>	-46,64	-25,52	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5573</b>	-46,98	-25,65	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5574</b>	-47,06	-25,40	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5575</b>	-47,13	-25,17	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5576</b>	-47,21	-24,93	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5577</b>	-47,28	-24,68	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5578</b>	-47,58	-24,96	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5579</b>	-47,49	-25,20	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5580</b>	-47,35	-25,52	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5585</b>	-47,57	-25,79	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5586</b>	-47,32	-25,88	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5587</b>	-47,13	-25,98	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5588</b>	-47,30	-26,24	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5589</b>	-47,56	-26,16	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5590</b>	-47,82	-26,07	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5595</b>	-47,92	-26,39	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5596</b>	-47,67	-26,48	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5597</b>	-47,40	-26,58	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5598</b>	-47,53	-26,90	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5599</b>	-47,78	-26,81	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5600</b>	-48,03	-26,71	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5778</b>	-43,06	-23,34	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5779</b>	-43,13	-23,18	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5783</b>	-43,41	-23,42	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5784</b>	-43,74	-23,58	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5789</b>	-44,08	-23,81	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5790</b>	-44,40	-23,93	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5796</b>	-44,72	-24,17	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT

<b>5797</b>	-44,93	-24,68	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5798</b>	-45,02	-24,44	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5799</b>	-45,08	-24,20	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5800</b>	-45,16	-23,96	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5801</b>	-45,24	-23,72	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5806</b>	-45,27	-24,85	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5807</b>	-45,58	-25,11	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5816</b>	-46,07	-24,79	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5817</b>	-45,99	-25,04	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5818</b>	-45,92	-25,27	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5819</b>	-46,25	-25,42	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5829</b>	-46,63	-25,52	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5830</b>	-46,98	-25,65	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5842</b>	-47,57	-25,78	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5843</b>	-47,32	-25,88	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5844</b>	-47,07	-25,97	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5845</b>	-47,31	-26,24	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5854</b>	-47,40	-26,58	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5855</b>	-47,53	-26,90	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5856</b>	-47,78	-26,81	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5857</b>	-48,03	-26,70	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>5858</b>	-48,28	-26,62	1991-1993	Besnard	vanveen	PADCT
<b>6271</b>	-45,06	-24,02	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
<b>6272</b>	-45,11	-23,94	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
<b>6273</b>	-45,14	-23,87	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
<b>6274</b>	-45,19	-23,79	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
<b>6275</b>	-45,23	-23,83	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
<b>6276</b>	-45,27	-23,64	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
<b>6277</b>	-45,28	-23,61	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
<b>6288</b>	-45,39	-24,16	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
<b>6289</b>	-45,42	-24,09	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
<b>6290</b>	-45,46	-24,02	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
<b>6291</b>	-45,51	-23,94	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
<b>6297</b>	-45,55	-23,87	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
<b>6298</b>	-45,57	-23,82	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
<b>6541</b>	-41,71	-23,60	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
<b>6542</b>	-41,61	-23,95	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
<b>6553</b>	-42,79	-23,82	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
<b>6554</b>	-42,76	-23,89	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
<b>6561</b>	-44,00	-23,70	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
<b>6573</b>	-44,62	-24,91	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
<b>6595</b>	-46,64	-26,38	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
<b>6608</b>	-46,99	-28,00	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
<b>6610</b>	-47,09	-28,56	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
<b>6611</b>	-47,36	-28,41	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
<b>6613</b>	-47,92	-28,17	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT

6622	-46,25	-26,52	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
6625	-43,62	-24,48	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
6626	-43,75	-24,23	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
6627	-43,88	-23,97	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
6630	-45,30	-25,82	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
6631	-45,48	-25,77	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
6635	-47,46	-27,17	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
6641	-46,88	-26,25	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
6642	-46,57	-25,82	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
6643	-46,07	-25,42	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
6647	-45,38	-25,68	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
6651	-45,71	-25,90	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
6652	-45,80	-25,85	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
6653	-46,05	-25,72	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
6654	-46,59	-25,47	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
6655	-46,66	-25,44	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
6657	-46,92	-25,28	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
6664	-44,17	-24,45	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
6669	-44,71	-24,13	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
6678	-45,19	-24,77	1997-1998	Besnard	box corer	PADCT
6680	-44,88	-25,25	1997-1998	Besnard	box corer	REVIZEE
6683	-45,54	-25,06	1997-1998	Besnard	box corer	REVIZEE
6684	-45,17	-25,75	1997-1998	Besnard	box corer	REVIZEE
6688	-47,22	-26,15	1997-1998	Besnard	box corer	REVIZEE
6689	-46,63	-27,15	1997-1998	Besnard	box corer	REVIZEE
6691	-47,02	-26,45	1997-1998	Besnard	box corer	REVIZEE
6692	-46,95	-25,84	1997-1998	Besnard	box corer	REVIZEE
6696	-46,69	-25,57	1997-1998	Besnard	box corer	REVIZEE
6697	-46,25	-26,33	1997-1998	Besnard	box corer	REVIZEE
6698	-46,33	-26,18	1997-1998	Besnard	box corer	REVIZEE
6700	-46,37	-25,42	1997-1998	Besnard	box corer	REVIZEE
6703	-46,23	-25,67	1997-1998	Besnard	box corer	REVIZEE
6704	-46,05	-25,24	1997-1998	Besnard	box corer	REVIZEE
6735	-44,07	-23,75	1997-1998	Besnard	box corer	REVIZEE
6740	-43,43	-23,43	1997-1998	Besnard	box corer	REVIZEE
6743	-42,79	-23,92	1997-1998	Besnard	box corer	REVIZEE
6752	-42,11	-23,73	1997-1998	Besnard	box corer	REVIZEE
6773	-40,03	-21,82	1997-1998	Besnard	box corer	REVIZEE
6779	-46,76	-26,83	1997-1998	Besnard	box corer	REVIZEE
6785	-47,13	-27,48	1997-1998	Besnard	box corer	REVIZEE
6788	-47,87	-27,43	1997-1998	Besnard	box corer	REVIZEE
6793	-47,67	-27,78	1997-1998	Besnard	box corer	REVIZEE
6794	-48,10	-28,08	1997-1998	Besnard	box corer	REVIZEE
6949	-42,01	-23,05	2001	Besnard	box corer	ALQUENONAS
6950	-41,98	-23,07	2001	Besnard	box corer	ALQUENONAS
6951	-41,97	-23,01	2001	Besnard	box corer	ALQUENONAS



<b>6952</b>	-41,93	-23,01	2001	Besnard	box corer	ALQUENONAS
<b>6953</b>	-41,90	-23,05	2001	Besnard	box corer	ALQUENONAS
<b>6954</b>	-41,95	-23,05	2001	Besnard	box corer	ALQUENONAS
<b>6956</b>	-41,90	-23,15	2001	Besnard	box corer	ALQUENONAS
<b>7605</b>	-47,80	-27,10	2004	Besnard	box corer	PALEOPROD
<b>7606</b>	-48,08	-26,99	2004	Besnard	box corer	PALEOPROD
<b>7608</b>	-46,14	-25,94	2004	Besnard	box corer	PALEOPROD
<b>7609</b>	-46,04	-26,02	2004	Besnard	box corer	PALEOPROD
<b>7610</b>	-46,64	-25,51	2004	Besnard	box corer	PALEOPROD
<b>7611</b>	-46,45	-25,66	2004	Besnard	box corer	PALEOPROD
<b>7613</b>	-45,80	-24,97	2004	Besnard	box corer	PALEOPROD
<b>7615</b>	-45,45	-25,27	2004	Besnard	box corer	PALEOPROD
<b>7616</b>	-45,64	-25,10	2004	Besnard	box corer	PALEOPROD
<b>7623</b>	-44,24	-24,49	2004	Besnard	box corer	PALEOPROD
<b>#01</b>	-23,84	-45,69	2005	Besnard	box corer	ECOSAN
<b>#02</b>	-23,95	-45,62	2005	Besnard	box corer	ECOSAN
<b>#03</b>	-24,17	-45,49	2005	Besnard	box corer	ECOSAN
<b>#04</b>	-24,63	-45,21	2005	Besnard	box corer	ECOSAN
<b>#05</b>	-23,84	-45,99	2005	Besnard	box corer	ECOSAN
<b>#06</b>	-23,99	-45,90	2005	Besnard	box corer	ECOSAN
<b>#07</b>	-24,00	-46,10	2005	Besnard	box corer	ECOSAN
<b>#08</b>	-24,01	-46,05	2005	Besnard	box corer	ECOSAN
<b>#09</b>	-24,01	-46,25	2005	Besnard	box corer	ECOSAN
<b>#10</b>	-24,21	-46,21	2005	Besnard	box corer	ECOSAN
<b>#11</b>	-24,46	-46,03	2005	Besnard	box corer	ECOSAN
<b>#12</b>	-25,04	-45,69	2005	Besnard	box corer	ECOSAN
<b>#13</b>	-24,07	-46,37	2005	Besnard	box corer	ECOSAN
<b>#14</b>	-24,13	-46,33	2005	Besnard	box corer	ECOSAN
<b>#16</b>	-24,17	-46,62	2005	Besnard	box corer	ECOSAN
<b>#17</b>	-24,34	-46,52	2005	Besnard	box corer	ECOSAN
<b>#18</b>	-24,52	-46,83	2005	Besnard	box corer	ECOSAN
<b>#20</b>	-24,81	-46,65	2005	Besnard	box corer	ECOSAN
<b>#21</b>	-25,39	-46,31	2005	Besnard	box corer	ECOSAN
<b>04E</b>	-54,80	-36,20	2016	Sarmiento de Gamboa	box corer	ANCAP
<b>07E</b>	-54,20	-36,81	2016	Sarmiento de Gamboa	box corer	ANCAP
<b>10E</b>	-53,57	-37,37	2016	Sarmiento de Gamboa	box corer	ANCAP
<b>15E</b>	-53,40	-36,80	2016	Sarmiento de Gamboa	box corer	ANCAP
<b>17E</b>	-53,80	-36,41	2016	Sarmiento de Gamboa	box corer	ANCAP
<b>27E</b>	-53,40	-35,99	2016	Sarmiento de Gamboa	box corer	ANCAP
<b>29E</b>	-52,99	-36,40	2016	Sarmiento de Gamboa	box corer	ANCAP
<b>32E</b>	-52,40	-37,00	2016	Sarmiento de Gamboa	box corer	ANCAP

<b>47E</b>	-53,40	-34,79	2016	Sarmiento de Gamboa	box corer	ANCAP
<b>50E</b>	-52,80	-35,40	2016	Sarmiento de Gamboa	box corer	ANCAP
<b>53E</b>	-52,19	-36,00	2016	Sarmiento de Gamboa	box corer	ANCAP
<b>61E</b>	-51,20	-36,20	2016	Sarmiento de Gamboa	box corer	ANCAP
<b>65E</b>	-52,00	-35,41	2016	Sarmiento de Gamboa	box corer	ANCAP
<b>68E</b>	-52,60	-34,80	2016	Sarmiento de Gamboa	box corer	ANCAP
<b>71E</b>	-52,82	-34,19	2016	Sarmiento de Gamboa	box corer	ANCAP
<b>74E</b>	-52,09	-34,67	2016	Sarmiento de Gamboa	box corer	ANCAP
<b>78E</b>	-51,21	-35,35	2016	Sarmiento de Gamboa	box corer	ANCAP
<b>NAP61</b>	-45,14	-23,96	2013	Alpha Crucis	multi-corer	NAP
<b>NAP62</b>	-44,54	-24,04	2013	Alpha Crucis	multi-corer	NAP
<b>NAP63</b>	-44,32	-24,84	2013	Alpha Crucis	multi-corer	NAP
<b>NAP66</b>	-45,10	-25,60	2013	Alpha Crucis	multi-corer	NAP
<b>NAP67</b>	-45,08	-25,65	2013	Alpha Crucis	multi-corer	NAP
<b>NAP68</b>	-45,02	-25,79	2013	Alpha Crucis	multi-corer	NAP

### APÊNDICE B - Dados bulk da matéria orgânica

Tabela 5. Dados do conteúdo de  $\text{CaCO}_3$ , COT,  $\delta^{13}\text{C}$ , NT,  $\delta^{15}\text{N}$ , razão COT/NT e lama nas amostras de sedimento superficial

Amostra	$\text{CaCO}_3$ (%)	COT (%)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	NT (%)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	COT/NT	Lama (%)
253	33,5	0,9	-21,4	0,11	5,0	8,2	59,6
254	26,0	0,9	-20,9	0,15	6,1	6,0	72,3
256	49,9	0,5	-21,4	0,08	5,6	6,3	66,7
257	27,0	1,1	-21,1	0,10	5,4	11,0	68,3
262	42,0	0,4	-20,4	0,06	5,7	6,7	54,7
264	43,6	0,3	-21,9	0,06	3,6	5,0	31,7
367	7,7	1,1	-21,8	0,09	7,0	12,2	85,9
368	13,4	0,3	-22,7	0,13	8,7	2,3	70,9
369	11,6	0,5	-24,3	0,09	9,4	5,6	84,3
370	5,4	0,7	-24,2	0,15	7,0	4,7	84,6
373	7,8	1,7	-21,8	0,15	11,0	11,3	86,2
378	11,5	1,3	-21,6	0,20	6,9	6,5	94,6
421	44,8	0,5	-21,2	0,07	7,8	7,1	95,5
422	51,1	0,4	-21,7	0,09	7,8	4,4	92,3
423	63,4	0,2	-21,2	0,05	7,5	4,0	72,5
426	25,9	0,7	-21,5	0,05	7,9	14,0	-
427	41,3	0,4	-20,9	0,05	6,1	8,0	59,8
428	19,6	0,2	-22,4	0,04	6,4	5,0	90,6
430	46,5	0,2	-22,5	0,03	-	8,0	37,0
431	45,7	0,3	-21,7	0,07	7,6	4,3	92,5
432	34,9	0,4	-22,5	0,05	9,6	7,2	73,4
433	32,0	0,2	-23,0	0,05	8,6	4,0	51,1
434	72,9	0,6	-21,6	0,08	8,0	7,5	94,4
435	88,5	0,9	-23,5	0,07	8,5	12,9	96,4
556	4,5	1,6	-20,5	0,17	9,2	9,4	95,0
557	8,1	0,9	-20,7	0,10	9,9	9,0	59,9
559	3,9	0,1	-22,4	0,02	-	6,5	-
560	6,9	1,4	-21,6	-	-	-	58,1
561	11,8	1,1	-20,9	0,11	9,9	10,0	74,5
562	9,3	1,7	-20,5	0,18	8,3	9,4	96,6
564	3,8	1,8	-20,3	0,20	8,1	9,0	99,7
565	9,1	1,4	-20,2	0,16	8,0	8,8	99,4
566	9,7	0,3	-23,4	0,05	11,7	6,0	23,4
568	13,4	0,5	-22,3	0,08	9,4	6,3	54,2
569	4,9	1,4	-20,1	0,15	7,9	9,3	99,6
570	10,2	1,4	-20,3	0,18	8,4	7,8	99,0
571	3,7	1,2	-20,3	0,14	9,5	8,6	89,7
572	2,0	0,1	-25,1	-	-	-	11,0
573	12,0	0,7	-22,0	0,11	8,9	6,4	-
574	14,0	0,7	-22,4	0,09	10,2	7,8	87,1
575	5,9	0,1	-24,6	-	-	-	0,4
576	15,2	1,5	-20,3	0,17	8,6	8,8	99,9
579	7,9	0,8	-22,3	0,12	7,7	6,7	99,5
580	68,5	0,3	-22,0	0,06	11,2	5,0	80,5
581	63,0	0,2	-22,4	0,04	-	5,0	67,2
582	11,0	0,5	-23,1	-	-	-	16,2
583	9,7	0,7	-21,7	0,06	10,2	11,7	70,0
584	19,2	1,3	-21,3	0,15	7,5	8,7	98,0
5521	42,2	0,9	-	0,12	-	7,5	-

5522	11,8	0,4	-	0,06	-	6,4	-
5524	10,3	0,2	-	0,03	-	6,2	-
5525	14,0	0,5	-	0,07	-	6,7	-
5526	28,8	1,2	-	0,16	-	7,5	-
5527	20,1	1,1	-	0,15	-	7,2	-
5528	46,0	0,4	-	0,06	-	7,5	-
5529	4,6	0,1	-	0,01	-	4,8	-
5530	19,9	0,2	-	0,02	-	7,5	2,1
5531	17,3	0,4	-	0,05	-	7,7	14,3
5532	35,3	1,0	-	0,13	-	8,1	70,3
5533	28,5	0,6	-	0,07	-	8,9	42,6
5534	15,0	0,6	-	0,08	-	7,4	21,2
5535	38,7	0,2	-	0,03	-	6,6	7,7
5536	21,9	0,2	-	0,04	-	6,7	17,2
5537	17,0	0,6	-	0,08	-	7,6	17,2
5538	20,1	0,2	-	0,03	-	7,5	7,3
5539	31,1	0,3	-	0,04	-	7,1	15,7
5540	84,2	0,2	-	0,03	-	7,2	63,9
5541	74,6	0,4	-	0,03	-	10,6	18,4
5542	43,7	0,3	-	0,03	-	9,5	9,9
5543	14,8	0,8	-	0,08	-	10,1	9,9
5544	18,7	0,7	-	0,07	-	8,9	68,7
5545	4,3	0,1	-	0,01	-	6,0	2,7
5546	5,6	0,2	-	0,03	-	6,8	0,4
5547	14,7	0,2	-	0,03	-	7,4	9,5
5548	21,3	0,3	-	0,04	-	7,4	12,9
5549	38,8	0,6	-	0,08	-	7,4	32,9
5550	21,6	1,3	-	0,18	-	7,0	99,5
5551	25,0	0,8	-	0,11	-	7,7	52,2
5552	19,5	0,4	-	0,05	-	8,4	18,3
5553	12,3	0,3	-	0,04	-	9,5	15,4
5554	5,8	0,2	-	0,02	-	8,1	0,3
5555	8,0	0,1	-	0,02	-	7,8	7,3
5556	6,0	0,1	-	0,02	-	6,4	7,3
5557	4,9	0,1	-	0,02	-	5,0	0,4
5558	18,2	0,3	-	0,04	-	5,9	9,5
5559	27,5	0,5	-	0,05	-	9,4	28,0
5560	23,0	1,1	-	0,15	-	7,2	99,4
5561	21,8	1,3	-	0,17	-	8,0	99,9
5562	51,1	1,3	-	0,16	-	8,1	99,6
5563	23,7	1,0	-	0,12	-	8,2	91,3
5564	27,0	0,3	-	0,04	-	9,1	28,3
5565	15,8	0,2	-	0,02	-	11,4	9,8
5566	7,3	0,1	-	0,01	-	11,9	0,5
5567	5,4	0,1	-	0,01	-	9,2	1,0
5568	6,0	0,2	-	0,02	-	10,5	7,7
5569	7,4	0,1	-	0,01	-	8,6	0,6
5570	14,2	0,1	-	0,01	-	13,4	1,3
5571	21,7	0,4	-	0,05	-	9,1	23,6
5572	17,5	1,0	-	0,12	-	8,5	85,8
5573	15,5	0,7	-	0,08	-	9,2	63,3
5574	19,6	0,2	-	0,02	-	9,3	13,0
5575	10,0	0,1	-	0,03	-	4,1	-
5576	5,8	0,1	-	0,02	-	4,5	0,2
5577	4,5	0,1	-	0,01	-	9,4	0,3
5578	5,6	0,1	-	0,01	-	9,3	0,2
5579	5,2	0,1	-	0,01	-	10,3	-

5580	19,1	0,2	-	0,02	-	12,5	-
5585	19,8	0,3	-	0,03	-	11,3	15,3
5586	16,1	0,6	-	0,07	-	9,6	52,5
5587	17,7	1,2	-	0,14	-	8,2	96,4
5588	19,5	1,2	-	0,13	-	8,7	-
5589	19,1	0,9	-	0,10	-	9,1	-
5590	16,1	0,3	-	0,03	-	11,6	-
5595	17,2	0,5	-	0,04	-	11,1	-
5596	19,9	1,2	-	0,13	-	8,6	-
5597	21,0	1,1	-	0,13	-	7,9	-
5598	17,5	0,9	-	0,10	-	8,9	-
5599	18,8	1,2	-	0,14	-	8,5	-
5600	49,1	0,9	-	0,10	-	9,2	-
5778	5,6	1,2	-20,9	0,15	5,4	8,1	59,5
5779	5,2	0,6	-21,1	0,07	4,9	8,2	26,8
5783	2,4	1,4	-20,6	0,18	5,8	7,7	94,3
5784	5,8	1,2	-20,6	0,15	5,7	8,0	92,9
5789	19,1	1,3	-20,4	0,17	5,7	7,7	87,1
5790	16,1	1,1	-20,4	0,15	5,8	7,6	68,5
5796	25,3	0,5	-20,8	0,06	5,8	8,5	28,4
5797	80,5	0,5	-20,4	0,06	5,6	8,2	27,9
5798	50,4	0,2	-20,3	0,03	6,1	7,3	9,2
5799	43,1	0,2	-20,3	0,02	5,8	7,5	19,0
5800	18,9	1,0	-21,0	0,12	5,9	8,0	60,1
5801	23,7	0,8	-22,0	0,08	6,0	9,8	57,9
5806	44,1	0,5	-20,3	0,06	5,0	8,8	37,2
5807	27,2	1,6	-20,0	0,22	5,8	7,4	99,7
5816	35,3	0,5	-20,7	0,06	5,3	8,0	35,2
5817	22,6	0,7	-20,1	0,10	5,8	7,4	62,9
5818	23,2	1,6	-19,7	0,22	6,1	7,1	99,8
5819	21,7	1,4	-19,7	0,19	6,2	7,3	98,6
5829	22,3	1,4	-19,6	0,19	6,1	7,2	99,6
5830	21,8	0,9	-19,8	0,11	5,6	7,8	95,6
5842	20,6	0,3	-20,3	0,04	5,6	7,5	23,8
5843	25,4	0,8	-19,9	0,11	5,5	7,3	66,3
5844	22,1	1,2	-19,7	0,17	6,4	7,0	87,5
5845	20,6	1,1	-19,4	0,15	6,3	7,4	86,0
5854	21,6	1,2	-19,3	0,16	5,6	7,7	99,6
5855	20,2	1,1	-19,5	0,14	6,0	7,7	95,5
5856	20,0	1,4	-19,2	0,18	6,5	7,5	99,5
5857	18,6	0,9	-19,6	0,11	6,3	8,0	77,4
5858	15,7	0,2	-20,0	0,03	6,5	6,3	18,4
6271	38,6	0,8	-21,3	0,05	6,1	14,5	15,0
6272	16,1	0,9	-21,5	0,08	6,0	11,5	46,2
6273	17,6	0,9	-21,4	0,07	6,2	13,3	34,7
6274	29,0	1,7	-21,5	0,17	6,2	10,0	53,0
6275	23,2	1,1	-22,1	0,08	5,9	14,5	65,6
6276	11,9	0,4	-21,3	0,11	7,6	4,0	24,5
6277	13,7	0,3	-21,8	0,02	7,0	15,1	25,6
6288	10,3	0,6	-20,9	0,05	5,6	10,6	7,1
6289	9,2	0,5	-20,7	0,05	6,3	10,8	14,4
6290	11,7	0,8	-21,1	0,14	5,8	5,9	6,6
6291	14,0	0,5	-21,1	0,06	6,5	8,9	4,3
6297	9,0	0,3	-20,7	0,02	8,1	14,3	20,2
6298	11,3	0,4	-22,6	0,04	6,3	8,2	21,1
6541	47,5	0,6	-20,9	0,10	4,7	6,0	70,2
6542	45,1	0,1	-20,4	-	-	-	90,2

6553	56,8	0,3	-21,3	0,10	5,8	3,0	58,8
6554	39,8	0,7	-20,8	0,10	5,0	7,0	76,6
6561	43,9	1,1	-21,3	0,10	5,3	11,0	86,0
6573	43,3	0,5	-20,6	-	-	-	59,9
6595	30,9	0,8	-21,1	0,10	5,7	8,0	-
6608	60,7	0,5	-20,9	0,08	4,6	6,3	-
6610	27,4	0,5	-20,7	0,12	5,6	4,2	88,6
6611	43,0	0,8	-20,3	0,08	6,1	9,2	70,3
6613	26,4	1,0	-20,1	0,12	6,9	8,8	88,4
6622	34,8	0,7	-21,0	0,10	5,4	7,0	92,6
6625	48,2	0,7	-20,3	0,10	7,0	7,0	23,4
6626	68,7	0,5	-21,0	0,10	5,3	5,0	42,6
6627	63,2	0,7	-21,4	0,10	5,3	7,0	38,9
6630	28,9	1,2	-21,4	0,26	5,5	4,6	58,9
6631	30,8	1,0	-21,3	0,13	5,4	7,7	49,1
6635	62,1	0,8	-21,3	0,13	5,5	6,2	-
6641	36,2	1,4	-19,3	0,18	5,6	7,8	-
6642	34,8	1,3	-20,9	0,21	6,1	6,2	-
6643	19,4	1,5	-20,9	0,28	5,8	5,4	-
6647	53,3	0,7	-21,9	0,12	4,6	5,8	-
6651	28,5	0,5	-	0,06	-	8,5	-
6652	48,9	0,5	-20,7	0,07	6,4	7,3	67,4
6653	56,9	0,7	-	0,09	-	7,4	-
6654	23,0	1,5	-	0,17	-	8,8	-
6655	24,6	1,2	-	0,12	-	10,0	-
6657	17,6	0,5	-	0,04	-	11,8	-
6664	25,0	0,8	-20,6	0,10	7,5	8,0	87,6
6669	20,1	0,3	-21,8	-	-	-	11,5
6678	35,0	0,7	-20,9	0,10	6,9	7,0	49,6
6680	51,7	0,5	-22,2	0,11	4,6	4,5	67,3
6683	29,0	1,9	-21,2	0,20	6,8	9,5	73,5
6684	21,6	1,1	-21,4	0,15	4,8	7,3	-
6688	10,9	1,4	-20,1	0,20	7,0	7,0	86,8
6689	38,1	1,1	-21,8	0,09	7,0	11,6	-
6691	27,2	1,2	-20,9	0,18	4,9	6,7	-
6692	17,2	1,7	-20,1	0,17	7,1	9,7	-
6696	22,0	1,4	-	0,14	-	10,1	-
6697	68,1	1,0	-21,4	0,14	4,9	7,1	-
6698	28,4	0,9	-20,5	0,15	5,9	6,0	-
6700	16,8	1,5	-	0,17	-	9,2	85,5
6703	43,1	0,7	-21,5	0,08	4,2	8,8	86,9
6704	19,6	1,6	-20,6	0,19	6,6	8,8	88,5
6735	20,4	1,3	-20,6	0,20	6,4	6,5	76,9
6740	26,0	1,3	-21,5	0,20	6,8	6,5	36,0
6743	27,5	0,6	-20,8	0,10	7,4	6,0	76,0
6752	11,6	0,5	-20,3	0,10	6,6	5,0	54,5
6773	31,8	0,7	-	0,08	-	7,8	-
6779	82,8	1,5	-21,8	0,10	5,1	15,0	-
6785	57,3	0,6	-23,0	0,13	6,4	4,6	-
6788	15,1	1,0	-20,9	0,15	3,8	6,7	-
6793	30,2	1,0	-21,0	0,11	3,5	9,1	89,0
6794	12,7	1,1	-20,8	0,13	4,1	8,5	90,8
6949	9,9	1,5	-21,3	0,20	6,6	7,5	50,5
6950	9,2	1,7	-21,1	0,20	6,8	8,5	47,7
6951	6,4	1,4	-21,1	0,10	6,7	14,0	63,1
6952	7,2	0,8	-20,9	0,10	6,9	8,0	46,6
6953	9,0	1,7	-20,9	0,20	6,7	8,5	70,0

<b>6954</b>	4,2	1,1	-20,8	0,10	6,5	11,0	66,8
<b>6956</b>	6,7	1,3	-20,8	0,10	7,0	13,0	57,8
<b>7605</b>	20,4	1,5	-21,1	0,16	3,0	9,4	-
<b>7606</b>	20,3	1,4	-21,4	0,16	4,0	8,8	20,0
<b>7608</b>	65,1	0,6	-21,9	-	-	-	5,0
<b>7609</b>	29,8	0,3	-20,2	0,07	1,6	4,3	7,0
<b>7610</b>	25,2	1,6	-21,6	0,19	3,0	8,4	-
<b>7611</b>	31,9	1,2	-21,6	0,09	3,3	13,3	8,0
<b>7613</b>	26,1	1,7	-21,7	0,19	2,9	8,9	-
<b>7615</b>	27,9	1,9	-22,1	0,14	3,6	13,6	-
<b>7616</b>	24,4	1,8	-21,8	0,23	3,7	7,8	-
<b>7623</b>	39,9	1,0	-21,2	0,14	3,1	7,1	31,0
<b>04E</b>	3,5	0,2	-22,1	0,02	-	10,0	5,8
<b>07E</b>	4,4	0,6	-21,6	0,11	8,3	5,5	3,0
<b>10E</b>	10,8	0,6	-22,2	0,13	6,8	4,6	43,2
<b>15E</b>	20,2	3,1	-21,4	0,48	6,5	6,5	91,9
<b>17E</b>	4,1	0,7	-21,9	0,11	7,9	6,2	4,4
<b>27E</b>	4,5	1,0	-21,5	0,11	9,0	8,6	9,8
<b>29E</b>	18,3	4,0	-21,9	0,64	6,6	6,2	95,7
<b>32E</b>	10,0	0,6	-22,3	0,12	6,2	5,0	97,2
<b>47E</b>	5,7	0,4	-21,8	0,08	10,8	5,0	34,6
<b>50E</b>	8,3	1,9	-20,6	0,28	8,5	6,8	18,6
<b>53E</b>	13,5	2,1	-20,4	0,33	8,0	6,5	86,7
<b>61E</b>	10,6	1,0	-20,8	0,17	7,1	5,7	76,3
<b>65E</b>	16,4	4,1	-20,6	0,62	6,9	6,6	89,9
<b>68E</b>	3,2	0,2	-20,7	0,02	-	10,5	1,6
<b>71E</b>	14,1	1,3	-19,6	0,18	8,6	7,4	98,1
<b>74E</b>	7,7	0,5	-21,3	0,06	10,4	9,0	14,8
<b>78E</b>	18,2	1,2	-19,6	0,19	9,2	6,4	99,6
<b>NAP61</b>	18,6	0,4	-22,7	0,16	5,2	2,5	-
<b>NAP62</b>	30,8	0,4	-22,0	0,12	5,9	3,3	22,4
<b>NAP63</b>	34,5	0,9	-21,5	0,14	4,9	6,4	-
<b>NAP66</b>	31,1	0,6	-22,1	0,10	6,3	6,0	-
<b>NAP67</b>	31,5	1,1	-21,8	0,18	4,5	6,1	-
<b>NAP68</b>	39,7	1,1	-22,6	0,13	4,0	8,5	-

### APÊNDICE C – Dados *n*-alcanos

Tabela 6. Concentrações dos *n*-alcanos individuais de cadeia longa (nC22 a nC35) nas amostras de sedimento superficial da MCAS em  $\mu\text{g g}^{-1}$ . LQ = limite de quantificação =  $0,006 \mu\text{g g}^{-1}$ . Amostras 253 a 264 foram retiradas de NAGAOKA (2018); 367 a 435, #01 a #21 e NAP61 a NAP68 retiradas do banco de dados do LabQOM; 6541-6794 retiradas de FREITAS (2011) e 7605 a 7623 retiradas de LOURENÇO (2007).

Amostra	nC22	nC23	nC24	nC25	nC26	nC27	nC28	nC29	nC30	nC31	nC32	nC33	nC34	nC35
253	0,017	0,017	0,015	0,014	0,025	0,021	0,013	0,053	0,017	0,051	0,015	0,053	0,018	0,032
254	0,007	0,008	0,011	0,013	<LQ	0,027	0,015	0,063	0,017	0,090	0,022	0,072	0,022	0,035
256	0,009	0,013	0,016	0,016	0,007	0,011	<LQ	0,031	0,008	0,042	0,009	0,031	0,009	0,014
257	0,007	0,008	0,008	0,010	0,021	0,017	0,014	0,046	0,013	0,064	0,017	0,060	0,020	0,029
262	0,012	0,014	0,011	0,010	0,018	0,012	0,007	0,027	0,007	0,035	0,007	0,029	0,007	0,013
264	0,013	0,016	0,016	0,014	0,008	0,017	0,011	0,040	0,011	0,057	0,011	0,042	0,010	0,016
367	0,029	0,064	0,072	0,115	0,057	0,113	0,043	0,146	0,038	0,307	0,060	0,193	0,022	0,123
368	0,020	0,030	0,023	0,052	0,039	0,116	0,088	0,452	0,112	0,450	0,067	0,414	0,010	0,147
369	0,007	0,012	0,008	0,022	0,014	0,059	0,034	0,293	0,042	0,296	0,040	0,196	0,009	0,082
370	0,047	0,046	0,045	0,036	0,021	0,330	0,078	0,534	0,089	0,387	0,063	0,267	0,072	<LQ
373	0,056	0,100	0,151	0,139	0,135	0,124	0,117	0,101	0,104	0,095	0,080	0,066	0,053	<LQ
377	<LQ	0,025	0,029	0,039	0,032	0,079	0,053	0,200	0,062	0,345	0,059	0,287	<LQ	<LQ
378	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,049	0,043	0,182	0,059	0,232	0,045	0,201	<LQ	<LQ
379	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,031	<LQ	0,075	<LQ	0,059	<LQ	0,056	<LQ	<LQ
422	<LQ	<LQ	0,009	0,010	0,011	0,028	0,020	0,075	0,022	0,070	0,024	0,051	0,018	0,024
423	<LQ	<LQ	0,007	0,008	0,007	0,023	0,011	0,035	0,010	0,033	0,008	0,022	<LQ	0,009
426	0,007	0,010	0,012	0,015	0,015	<LQ	0,024	0,079	0,018	0,066	0,017	0,044	0,010	0,016
427	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,014	0,013	0,038	0,009	0,033	0,007	0,025	0,038	0,008
428	<LQ	0,008	0,010	0,015	0,014	0,035	0,022	0,084	0,019	0,075	0,017	0,056	0,010	0,021
429	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,011	0,009	0,021	0,009	0,019	0,007	0,014	<LQ	<LQ
430	<LQ	0,007	0,012	0,010	0,010	0,015	0,013	0,027	0,011	0,024	0,009	0,016	<LQ	0,008
432	<LQ	<LQ	0,008	0,011	0,010	0,021	0,017	0,050	0,012	0,044	0,010	0,030	<LQ	<LQ
433	<LQ	<LQ	0,008	0,008	0,008	0,014	0,012	0,028	0,007	0,025	0,010	0,018	<LQ	0,008
434	<LQ	<LQ	0,008	<LQ	<LQ	0,012	0,009	0,026	0,007	0,022	0,007	0,017	<LQ	0,007
435	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,012	<LQ	0,019	<LQ	0,017	<LQ	0,010	<LQ	<LQ
556	0,031	0,055	0,044	0,088	0,145	0,177	0,077	0,421	0,111	0,635	0,099	0,494	0,034	0,127
557	0,028	0,034	0,028	0,049	0,088	0,088	0,038	0,205	0,054	0,338	0,062	0,290	0,027	0,078
559	0,013	0,018	0,012	0,010	<LQ	0,010	<LQ	0,022	<LQ	0,036	0,011	0,047	0,007	<LQ
560	0,034	0,031	0,037	0,061	0,067	0,056	0,025	0,132	0,039	0,216	0,045	0,189	0,020	0,043
561	0,036	0,047	0,043	0,050	0,079	0,061	0,028	0,161	0,040	0,285	0,047	0,237	0,017	0,056
562	0,031	0,046	0,043	0,057	0,056	0,068	0,032	0,169	0,046	0,299	0,061	0,263	0,019	0,075
564	0,075	0,120	0,084	0,182	0,115	0,270	0,115	0,458	0,130	0,651	0,149	0,588	0,038	0,170
565	0,029	0,044	0,040	0,061	0,079	0,101	0,046	0,266	0,078	0,452	0,083	0,356	0,023	0,102
566	0,012	0,017	0,013	0,017	0,019	0,025	0,012	0,067	0,021	0,123	0,024	0,112	0,011	0,022
568	0,024	0,026	0,047	0,081	0,078	0,107	0,082	0,168	0,081	0,255	0,052	0,180	0,020	0,043
569	0,041	0,044	0,029	0,045	0,038	0,081	0,035	0,196	0,056	0,347	0,041	0,247	0,020	0,067
570	0,451	0,266	0,134	0,096	0,060	0,072	0,033	0,169	0,056	0,300	0,060	0,250	0,019	0,086
571	0,057	0,050	0,029	0,034	0,036	0,059	0,030	0,148	0,047	0,263	0,033	0,204	0,015	0,045



572	0,013	0,014	0,009	0,008	<LQ	<LQ	<LQ	0,007	<LQ	0,011	<LQ	0,012	0,007	<LQ
573	0,026	0,030	0,024	0,030	0,037	0,045	0,023	0,109	0,037	0,175	0,040	0,163	0,013	0,042
574	0,103	0,082	0,056	0,044	0,034	0,054	0,028	0,132	0,044	0,215	0,045	0,162	0,013	0,050
575	0,016	0,016	0,017	0,012	0,010	0,009	0,008	0,008	0,008	0,011	0,007	0,009	<LQ	<LQ
576	0,254	0,157	0,096	0,093	0,065	0,089	0,049	0,221	0,079	0,344	0,065	0,240	0,020	0,027
579	0,041	0,055	0,046	0,064	0,043	0,095	0,052	0,226	0,052	0,356	0,062	0,220	0,014	0,033
580	0,011	0,012	0,013	0,016	0,015	0,020	0,014	0,045	0,021	0,060	0,019	0,050	0,009	0,027
581	0,032	0,025	0,020	0,017	0,013	0,018	0,013	0,038	0,015	0,055	0,017	0,045	0,007	0,021
582	0,009	0,011	0,008	0,015	0,012	0,026	0,014	0,072	0,017	0,082	0,016	0,072	0,007	0,014
583	0,247	0,154	0,082	0,063	0,033	0,039	0,022	0,082	0,031	0,108	0,028	0,093	0,008	0,041
584	0,123	0,076	0,043	0,042	0,035	0,048	0,032	0,104	0,051	0,158	0,040	0,142	0,012	0,081
586	0,023	0,025	0,015	0,043	0,047	0,071	0,059	0,164	0,076	0,203	0,059	0,159	0,042	0,082
587	0,093	0,078	0,072	0,071	0,059	0,090	0,082	0,199	0,107	0,232	0,090	0,207	0,071	0,134
588	0,243	0,088	0,056	0,047	0,043	0,052	0,037	0,102	0,048	0,120	0,045	0,092	0,025	0,057
589	0,051	0,034	0,040	0,049	0,043	0,077	0,066	0,182	0,101	0,224	0,084	0,204	0,074	0,132
591	0,027	0,026	0,024	0,023	0,018	0,031	0,023	0,075	0,028	0,090	0,023	0,060	0,016	0,032
592	0,076	0,092	0,099	0,083	0,063	0,078	0,061	0,153	0,076	0,184	0,061	0,147	0,037	0,075
593	0,167	0,090	0,039	0,025	0,021	0,034	0,026	0,084	0,037	0,106	0,033	0,081	0,023	0,045
6541	0,021	0,016	0,013	0,019	0,015	0,014	0,017	0,051	0,027	0,042	0,020	0,034	0,017	0,044
6595	0,019	0,019	0,020	0,026	0,022	0,038	0,037	0,046	0,029	0,036	0,025	0,026	0,031	0,048
6608	0,016	0,015	0,011	0,014	0,009	0,010	0,017	0,029	0,016	0,032	0,013	0,019	0,008	0,025
6610	0,027	0,029	0,022	0,013	0,007	<LQ	0,009	0,019	0,008	0,023	<LQ	0,014	0,009	0,017
6622	0,115	0,191	0,181	0,111	0,042	0,038	0,027	0,081	0,028	0,096	0,019	0,052	0,023	0,058
6626	0,028	0,023	0,018	0,026	0,023	0,027	0,024	0,086	0,048	0,119	0,024	0,063	0,017	0,084
6627	0,012	0,011	<LQ	0,013	0,007	0,013	0,011	0,061	0,024	0,102	0,013	0,059	0,011	0,073
6630	0,044	0,027	0,015	0,057	0,034	0,108	0,036	0,131	0,048	0,232	0,044	0,263	0,034	0,204
6631	0,049	0,027	0,018	0,039	0,024	0,072	0,018	0,091	0,024	0,171	0,012	0,159	0,011	0,128
6635	0,017	0,021	0,016	0,013	0,008	<LQ	0,014	0,023	0,017	0,029	0,014	0,021	0,015	0,031
6641	0,040	0,025	0,018	0,042	0,026	0,073	0,036	0,093	0,022	0,189	0,016	0,173	0,013	0,129
6642	0,027	0,021	0,012	0,027	0,011	0,029	0,019	0,067	0,010	0,144	0,013	0,061	0,007	0,095
6643	0,086	0,056	0,035	0,103	0,047	0,206	0,045	0,217	0,060	0,412	0,263	0,416	0,031	0,318
6647	0,038	0,063	0,058	0,048	0,066	0,025	0,029	0,041	0,032	0,045	0,024	0,031	0,022	0,048
6680	0,021	0,020	0,015	0,015	0,008	<LQ	0,007	0,014	0,008	0,014	<LQ	0,009	0,007	0,015
6684	0,069	0,095	0,089	0,062	0,032	0,023	0,026	0,046	0,029	0,046	0,024	0,033	0,022	0,068
6691	0,023	0,023	0,020	0,019	0,047	0,007	0,013	0,037	0,016	0,050	0,009	0,029	0,016	0,027
6697	0,117	0,163	0,126	0,060	0,027	0,033	0,021	0,064	0,028	0,095	0,018	0,063	0,024	0,043
6698	0,052	0,089	0,085	0,048	0,021	0,008	0,018	0,029	0,020	0,029	0,013	0,020	0,015	0,030
6703	0,053	0,078	0,098	0,086	0,043	0,018	0,016	0,041	0,063	0,059	0,011	0,033	0,008	0,034
6742	0,021	<LQ	0,007	<LQ	<LQ	<LQ	0,007	0,013	0,008	0,016	0,007	0,011	<LQ	0,007
6751	0,013	0,015	0,012	0,038	0,016	0,033	0,028	0,069	0,025	0,059	0,018	0,031	0,013	0,035
6752	0,076	0,029	0,065	0,079	0,098	0,122	0,134	0,145	0,118	0,124	0,098	0,093	0,081	0,098
6756	0,050	0,080	0,075	0,047	0,025	0,020	0,028	0,041	0,027	0,044	0,021	0,026	0,021	0,028
6759	0,039	0,037	0,042	0,078	0,051	0,048	0,056	0,070	0,048	0,051	0,030	0,026	0,017	0,038
6779	0,039	0,036	0,044	0,052	0,049	0,059	0,066	0,093	0,066	0,113	0,053	0,068	0,044	0,077
6785	0,029	0,033	0,037	0,038	0,036	0,042	0,045	0,063	0,043	0,068	0,037	0,044	0,032	0,057
6788	0,046	0,081	0,137	0,162	0,101	0,092	0,068	0,132	0,060	0,187	0,046	0,122	0,042	0,120

<b>6793</b>	0,127	0,234	0,239	0,150	0,073	0,067	0,049	0,105	0,054	0,180	0,041	0,110	0,028	0,098
<b>6794</b>	0,043	0,054	0,047	0,074	0,059	0,112	0,092	0,187	0,087	0,270	0,067	0,185	0,058	0,153
<b>7605</b>	0,085	0,151	0,075	0,131	0,051	0,096	0,103	0,189	0,093	0,320	0,080	0,286	0,073	0,043
<b>7606</b>	0,070	0,122	0,109	0,148	0,078	0,146	0,153	0,332	0,159	0,438	0,119	0,359	0,107	0,063
<b>7607</b>	0,017	0,034	0,025	0,057	0,025	0,041	0,071	0,118	0,062	0,142	0,069	0,117	<LQ	<LQ
<b>7608</b>	0,060	0,095	0,117	0,113	0,051	0,056	0,071	0,108	0,087	0,111	0,103	0,118	0,059	0,076
<b>7609</b>	0,016	0,078	0,087	0,134	0,058	0,049	0,050	0,108	0,064	0,106	0,074	0,122	<LQ	<LQ
<b>7610</b>	0,044	0,098	0,143	0,157	0,085	0,100	0,124	0,239	0,114	0,306	0,115	0,275	0,064	0,060
<b>7611</b>	0,132	0,260	0,164	0,136	0,071	0,082	0,125	0,193	0,144	0,284	0,160	0,247	0,047	<LQ
<b>7612</b>	0,017	0,055	0,048	0,069	0,043	0,075	0,101	0,153	0,064	0,203	0,079	0,192	0,009	0,057
<b>7615</b>	0,146	0,259	0,168	0,138	0,074	0,102	0,134	0,185	0,110	0,277	0,108	0,222	0,066	0,051
<b>7617</b>	0,025	0,044	0,046	0,093	0,052	0,067	0,117	0,155	0,119	0,194	0,122	0,160	0,067	<LQ
<b>7618</b>	0,054	0,070	0,058	0,103	0,046	0,078	0,083	0,163	0,080	0,230	0,089	0,166	0,029	0,078
<b>7619</b>	0,171	0,268	0,185	0,102	0,051	0,050	0,069	0,108	0,080	0,112	0,093	0,086	0,055	0,067
<b>7620</b>	0,008	0,565	0,302	0,267	0,093	0,158	0,141	0,209	0,056	0,282	0,068	0,273	0,053	0,056
<b>7621</b>	0,060	0,129	0,075	0,058	0,034	0,052	0,070	0,094	0,107	0,124	0,099	0,039	0,058	0,089
<b>7622</b>	0,026	0,054	0,035	0,065	0,054	0,068	0,102	0,147	0,106	0,144	0,100	0,127	<LQ	0,076
<b>7623</b>	0,028	0,057	0,044	0,081	0,054	0,063	0,086	0,143	0,123	0,168	0,134	0,129	0,074	0,066
<b>#01</b>	<LQ	0,010	0,010	0,050	0,020	0,080	0,040	0,180	0,050	0,130	0,030	0,070	0,020	<LQ
<b>#02</b>	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,050	<LQ	0,120	0,060	0,120	0,040	0,070	<LQ	<LQ
<b>#03</b>	0,030	0,070	0,080	0,050	0,020	0,040	<LQ	0,090	0,040	0,090	<LQ	0,050	0,010	<LQ
<b>#04</b>	0,030	0,070	0,070	0,040	0,010	<LQ	<LQ	0,040	<LQ	0,040	<LQ	0,030	<LQ	<LQ
<b>#05</b>	<LQ	0,010	0,010	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,050	0,030	0,040	<LQ	0,020	<LQ	<LQ
<b>#06</b>	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,050	<LQ	0,090	0,090	0,110	0,080	0,090	0,050	<LQ
<b>#07</b>	<LQ	0,050	0,040	0,090	0,040	0,140	0,090	0,300	0,090	0,270	0,050	0,150	<LQ	<LQ
<b>#08</b>	0,020	0,040	0,040	0,030	0,020	<LQ	<LQ	0,040	<LQ	0,030	<LQ	0,020	<LQ	<LQ
<b>#09</b>	<LQ	0,050	0,060	0,070	0,060	0,100	0,090	0,190	0,100	0,170	0,060	0,110	0,040	<LQ
<b>#10</b>	<LQ	0,020	0,010	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,050	<LQ	0,040	<LQ	0,030	<LQ	<LQ
<b>#11</b>	0,060	0,160	0,170	0,120	0,040	0,040	<LQ	0,070	<LQ	0,070	<LQ	0,050	<LQ	<LQ
<b>#12</b>	0,010	0,040	0,020	0,030	0,020	0,080	0,050	0,160	0,050	0,270	0,040	0,180	0,030	<LQ
<b>#13</b>	<LQ	<LQ	<LQ	0,070	<LQ	0,090	<LQ	0,200	0,070	0,180	0,040	0,110	<LQ	<LQ
<b>#14</b>	0,040	0,070	0,080	0,050	0,030	<LQ	<LQ	0,060	<LQ	0,040	<LQ	0,020	<LQ	<LQ
<b>#16</b>	0,090	0,200	0,210	0,130	0,060	0,040	<LQ	0,050	0,030	0,040	<LQ	0,020	0,010	<LQ
<b>#17</b>	0,010	0,020	0,010	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,030	<LQ	0,030	<LQ	0,020	<LQ	<LQ
<b>#18</b>	0,050	0,050	0,070	0,060	0,070	0,070	0,080	0,100	0,080	0,090	0,030	0,060	<LQ	<LQ
<b>#20</b>	<LQ	0,010	0,010	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,040	<LQ	0,040	<LQ	0,030	<LQ	<LQ
<b>#21</b>	0,020	0,030	0,020	<LQ	0,020	0,060	<LQ	0,140	0,040	0,210	0,030	0,160	0,020	<LQ
<b>NAP61</b>	0,018	0,035	0,038	0,082	0,025	0,141	0,050	0,286	0,064	0,288	0,065	0,010	0,029	0,085
<b>NAP62</b>	0,013	0,018	0,018	0,022	0,012	0,033	0,013	0,073	0,024	0,092	0,033	0,147	0,025	0,046
<b>NAP63</b>	0,035	0,049	0,063	0,076	0,050	0,043	0,028	0,087	0,042	0,146	0,095	0,017	0,047	0,070
<b>NAP64</b>	0,056	0,105	0,152	0,101	0,054	0,031	0,010	0,026	0,009	0,039	0,017	0,048	0,008	0,015
<b>NAP66</b>	0,010	0,014	0,015	0,011	0,007	0,023	0,010	0,055	0,021	0,096	0,037	<LQ	0,020	0,050
<b>NAP67</b>	0,037	0,045	0,042	0,032	0,018	0,018	0,010	0,037	0,018	0,068	0,037	0,077	0,019	0,037
<b>NAP68</b>	0,008	0,014	0,009	0,010	0,008	0,017	0,016	0,044	0,020	0,069	0,043	0,057	0,022	0,046

Tabela 7. Razões aplicadas aos *n*-alcanos de cadeia longa na caracterização do aporte terrígena da matéria orgânica para a Margem Continental do Atlântico Sudoeste.

Amostra	$\Sigma nC_{22}a_{35}$ ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	IPC	TMC <sub>27a33</sub>	Norm31	Norm33
253	0,361	2,4	30,4	0,49	0,50
254	0,402	3,5	30,6	0,59	0,53
256	0,216	3,2	-	0,58	0,50
257	0,334	2,8	30,7	0,58	0,57
262	0,209	2,6	30,5	0,56	0,52
264	0,282	2,9	30,5	0,59	0,51
367	1,382	3,5	30,5	0,68	0,57
368	2,020	4,7	30,5	0,50	0,48
369	1,114	6,3	30,4	0,50	0,40
370	2,015	4,7	29,8	0,42	0,33
373	1,321	1,1	29,6	0,48	0,40
377	1,210	4,5	30,7	0,63	0,59
378	0,811	4,5	30,6	0,56	0,52
379	0,221	-	-	0,44	0,43
422	0,362	2,7	30,2	0,48	0,40
423	0,173	3,1	29,9	0,49	0,39
426	0,333	2,5	-	0,46	0,36
427	0,185	2,7	30,1	0,46	0,40
428	0,386	3,5	30,1	0,47	0,40
429	0,090	2,6	30,0	0,48	0,40
430	0,162	2,0	29,9	0,47	0,37
432	0,213	3,0	30,0	0,47	0,38
433	0,146	2,3	30,0	0,47	0,39
434	0,115	2,5	30,1	0,46	0,40
435	0,058	-	-	0,47	0,34
556	2,538	4,4	30,6	0,60	0,54
557	1,407	4,1	30,7	0,62	0,59
559	0,186	4,4	-	0,62	0,68
560	0,995	3,4	30,7	0,62	0,59
561	1,187	3,8	30,8	0,64	0,60
562	1,265	3,9	30,8	0,64	0,61
564	3,145	3,8	30,5	0,59	0,56
565	1,760	4,2	30,7	0,63	0,57
566	0,495	4,0	30,9	0,65	0,63
568	1,244	2,6	30,3	0,60	0,52
569	1,287	4,6	30,7	0,64	0,56
570	2,052	2,4	30,8	0,64	0,60
571	1,050	3,9	30,7	0,64	0,58
572	0,081	2,8	-	0,61	0,63
573	0,794	3,4	30,8	0,62	0,60
574	1,062	2,8	30,6	0,62	0,55
575	0,131	1,2	30,0	0,58	0,53
576	1,799	2,6	30,6	0,61	0,52
579	1,359	3,9	30,5	0,61	0,49
580	0,332	2,4	30,5	0,57	0,53
581	0,336	2,2	30,5	0,59	0,54
582	0,375	4,1	30,5	0,53	0,50
583	1,031	2,0	30,5	0,57	0,53
584	0,987	2,3	30,6	0,60	0,58
586	1,069	2,5	30,4	0,55	0,49
587	1,584	1,9	30,4	0,54	0,51
588	1,057	1,6	30,3	0,54	0,47

<b>589</b>	1,361	2,1	30,5	0,55	0,53
<b>591</b>	0,494	2,4	30,3	0,54	0,44
<b>592</b>	1,284	1,9	30,3	0,55	0,49
<b>593</b>	0,810	1,9	20,4	0,56	0,49
<b>6541</b>	0,350	1,7	30,3	0,45	0,40
<b>6595</b>	0,422	1,3	29,7	0,44	0,36
<b>6608</b>	0,234	1,6	30,2	0,52	0,40
<b>6610</b>	0,197	1,6	-	0,55	0,42
<b>6622</b>	1,062	1,7	30,1	0,54	0,39
<b>6626</b>	0,610	2,3	30,4	0,58	0,42
<b>6627</b>	0,410	4,1	30,6	0,63	0,49
<b>6630</b>	1,277	4,1	30,7	0,64	0,67
<b>6631</b>	0,843	4,9	30,6	0,65	0,64
<b>6635</b>	0,239	1,3	-	0,56	0,48
<b>6641</b>	0,895	4,5	30,6	0,67	0,65
<b>6642</b>	0,543	4,6	30,5	0,68	0,48
<b>6643</b>	2,295	2,9	30,8	0,66	0,66
<b>6647</b>	0,570	1,2	30,1	0,52	0,43
<b>6680</b>	0,153	1,5	-	0,50	0,39
<b>6684</b>	0,664	1,3	30,1	0,50	0,42
<b>6691</b>	0,336	1,7	30,4	0,57	0,44
<b>6697</b>	0,882	1,8	30,4	0,60	0,50
<b>6698</b>	0,477	1,2	30,2	0,50	0,41
<b>6703</b>	0,641	1,3	30,2	0,59	0,45
<b>6742</b>	0,097	1,1	-	0,55	0,46
<b>6751</b>	0,405	2,4	29,9	0,46	0,31
<b>6752</b>	1,360	1,1	29,8	0,46	0,39
<b>6756</b>	0,533	1,3	30,0	0,52	0,39
<b>6759</b>	0,631	1,4	29,6	0,42	0,27
<b>6779</b>	0,859	1,4	30,0	0,55	0,42
<b>6785</b>	0,604	1,4	30,0	0,52	0,41
<b>6788</b>	1,396	1,9	30,1	0,59	0,48
<b>6793</b>	1,555	1,7	30,3	0,63	0,51
<b>6794</b>	1,488	2,4	30,3	0,59	0,50
<b>7605</b>	1,776	2,6	30,6	0,63	0,60
<b>7606</b>	2,403	2,3	30,4	0,57	0,52
<b>7607</b>	0,778	2,1	30,4	0,55	0,50
<b>7608</b>	1,225	1,3	30,4	0,51	0,52
<b>7609</b>	0,946	1,9	30,5	0,50	0,53
<b>7610</b>	1,924	2,0	30,5	0,56	0,54
<b>7611</b>	2,045	1,7	30,5	0,60	0,56
<b>7612</b>	1,165	2,3	30,4	0,57	0,56
<b>7615</b>	2,040	1,8	30,4	0,60	0,55
<b>7617</b>	1,261	1,5	30,4	0,56	0,51
<b>7618</b>	1,327	2,2	30,4	0,59	0,50
<b>7619</b>	1,497	1,3	30,3	0,51	0,44
<b>7620</b>	2,531	2,8	30,2	0,57	0,57
<b>7621</b>	1,088	1,2	30,1	0,57	0,29
<b>7622</b>	1,104	1,6	30,2	0,49	0,46
<b>7623</b>	1,250	1,4	30,4	0,54	0,47
<b>#01</b>	0,690	3,5	29,8	0,42	0,28
<b>#02</b>	0,460	3,6	-	0,50	0,37
<b>#03</b>	0,570	2,6	-	0,50	0,36
<b>#04</b>	0,330	2,5	-	0,50	0,43
<b>#05</b>	0,160	3,0	-	0,44	0,29
<b>#06</b>	0,560	1,8	-	0,55	0,50
<b>#07</b>	1,310	3,5	29,9	0,47	0,33

<b>#08</b>	0,240	2,7	-	0,43	0,33
<b>#09</b>	1,100	2,0	29,9	0,47	0,37
<b>#10</b>	0,150	-	-	0,44	0,38
<b>#11</b>	0,780	2,3	-	0,50	0,42
<b>#12</b>	0,980	4,0	30,5	0,63	0,53
<b>#13</b>	0,760	5,9	-	0,47	0,35
<b>#14</b>	0,390	2,1	-	0,40	0,25
<b>#16</b>	0,880	1,5	-	0,44	0,29
<b>#17</b>	0,120	7,5	-	0,50	0,40
<b>#18</b>	0,810	1,3	29,7	0,47	0,38
<b>#20</b>	0,130	-	-	0,50	0,43
<b>#21</b>	0,750	5,0	-	0,60	0,53
<b>NAP61</b>	1,216	3,3	29,6	0,50	-
<b>NAP62</b>	0,569	3,4	31,0	0,56	0,67
<b>NAP63</b>	0,848	1,4	30,3	0,63	-
<b>NAP64</b>	0,671	1,4	30,4	0,60	0,65
<b>NAP66</b>	0,369	2,0	-	0,64	-
<b>NAP67</b>	0,495	1,9	31,0	0,65	0,68
<b>NAP68</b>	0,383	2,0	30,7	0,61	0,56