



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO GEOLOGIA SEDIMENTAR**

**TESE DE DOUTORADO**

**DISTRIBUIÇÃO E ORIGEM DA MATÉRIA ORGÂNICA NOS SEDIMENTOS DA  
PLATAFORMA CONTINENTAL EM FRENTE À EMBOCADURA DO RIO DE  
CONTAS- ITACARÉ- BAHIA**

**AUDREY MACEDO DE CARVALHO**

**SALVADOR- BAHIA  
SETEMBRO-2008**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Distribuição e origem da matéria orgânica nos sedimentos da  
plataforma continental em frente à desembocadura do Rio de  
Contas, Itacaré-Bahia

por

Audrey Macedo de Carvalho  
Química (Universidade Federal da Bahia - 1996)

TESE DE DOUTORADO

Submetida em satisfação parcial dos requisitos ao grau de

DOUTOR EM CIÊNCIAS

- GEOLOGIA -

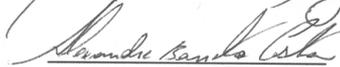
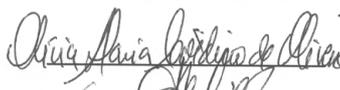
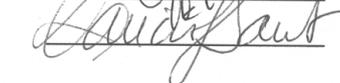
à

Câmara de Ensino de Pesquisa e Pós-Graduação

da

Universidade Federal da Bahia

COMISSÃO EXAMINADORA:

 (Prof. Dr. José Maria Landim Dominguez-UFBA)  
(Orientador)  
 (Prof. Dr. Alexandre Barreto Costa- UFBA)  
 (Prof.ª Dra. Olivia Maria C. de Oliveira-UFBA)  
 (Prof. Dr. Ronaldo Montenegro Barbosa (UFBA)  
 (Prof.ª Dra. Vera Lúcia Cância S. Santos (UFBA)

Data de aprovação: 10/10/2008 Grau conferido em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

## AGRADECIMENTOS

Quero expressar meus sinceros agradecimentos a:

À banca examinadora, pelo tempo e conhecimentos despendidos na avaliação deste estudo;

Ao meu orientador, Professor Doutor José Maria Landim Dominguez, pelo respeito e compreensão para realização deste trabalho;

Ao Professor Doutor Epaminondas Ferraz do Centro de Energia Nuclear da Universidade São Paulo-USP pela significativa contribuição para realização deste trabalho;

Ao Laboratório de Ecologia Isotópica do Centro de Energia Nuclear da Universidade São Paulo- USP pela contribuição na realização das análises de isótopos estáveis;

Ao Professor Doutor Roberto Max de Argollo do Laboratório de Física Nuclear da Universidade Federal da Bahia- UFBA pela significativa contribuição para realização deste trabalho;

Ao Laboratório de Física Nuclear da Universidade Federal da Bahia- UFBA pela contribuição na realização das análises de Taxa de sedimentação com  $^{210}\text{Pb}$ ;

Ao Departamento de Sedimentologia do Instituto de Geociências da UFBA, ao Curso de Pós-Graduação em Geologia e ao Laboratório de Estudos Costeiros pelo apoio técnico e científico.

Aos Doutores Vera Lucia Câncio Souza Santos, Alexandre Barreto Costa, Expedito, Ronaldo Montenegro Barbosa pela sincera atenção e contribuição para realização deste trabalho;

À Universidade do Estado da Bahia- UNEB pela liberação das minhas atividades;

Especialmente, a minha família da qual me orgulho e para quem busco ser sempre motivo de orgulho;

E a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para este momento da minha vida.

## RESUMO

A origem da matéria orgânica em diferentes ambientes plataformais com diferentes condições sedimentológicas, geomorfológicas e oceanográficas são comparados. A maioria das plataformas continentais foi extensivamente estudada ao longo das últimas três décadas. Vários fatores (oceanografia física, condições químicas e razão sedimentar) podem influenciar na preservação da matéria orgânica. A maior parte da matéria orgânica é mineralizada na coluna d'água e uma pequena parte é incorporada aos sedimentos de fundo. As plataformas continentais funcionam como um importante reservatório de matéria orgânica sendo importante para a manutenção do ciclo global de carbono. Atualmente, muitas áreas de plataformas continentais não apresentam grandes acumulações de matéria orgânica nos sedimentos de fundo devido às intensas mudanças climáticas e a influencia antrópica, entre outros. Esta diminuição influencia sobremaneira a produtividade primária e afeta a produção pesqueira destas áreas. O rio de Contas é um importante rio que deságua no litoral sul do Estado da Bahia. Associada à desembocadura deste rio na plataforma continental, ocorre uma das principais acumulações de sedimentos lamosos no Estado da Bahia que se estende aproximadamente da isóbata de 10m até a borda da plataforma, a qual neste trecho também é bastante estreita (aprox. 5-8 km). Essa extensa acumulação de sedimentos finos torna, portanto, esta área, ideal para o estudo da origem da matéria orgânica (MO). Em virtude deste fato este trabalho tem como objetivo estudar a origem e a distribuição da MO em sedimentos plataformais em frente à embocadura do Rio de Contas. Foram coletadas: (i) em março de 2004, um testemunho com 1,5m de comprimento, na isóbata de 20m, aproximadamente na região central da acumulação de lama e (ii) em março de 2007, 39 amostras do sedimento superficial de fundo ao longo de oito transectos perpendiculares à linha de costa. A taxa de deposição dos sedimentos foi calculada através da atividade do  $^{210}\text{Pb}$  e apresenta uma razão de  $6,5\text{mm}\cdot\text{a}^{-1}$ . As datações pelo método  $^{14}\text{C}$ -AMS no testemunho forneceram idades de (1830-1910 anos Cal AD) para o microgastropode e (1910-1950 anos Cal AD) para o fragmento de matéria orgânica que corroboram as taxas de deposição calculadas pelo método de  $^{210}\text{Pb}$ . Os perfis de profundidade das concentrações de  $\text{C}_{\text{org}}$  variaram entre 1,4% e 3,1%, MO variaram entre 2,4% e 5,4% e a distribuição superficial dos parâmetros: MO (0,3% e 3,7%), Corg. (0,2% e 2,2%), Cinorg. (menor limite de detecção-9,33%), CT (0,3% a 9,7%), NT (0,01% a 0,16%),  $\delta^{13}\text{C}$  (-22,94‰ a 1,8‰),  $\delta^{15}\text{N}$  (4,39‰ e 10,14‰), CO/NT (4,0 e 23,3) são abordados. Os resultados sugerem que a MO acumulada em frente ao Rio de Contas apresenta origem continental e pelas assinaturas isotópicas de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  a composição da MO está associada ao nitrogênio total presente na MO dos sedimentos depositados. A Norte e Sul da embocadura do rio a influência de lama carbonática é importante devido, principalmente, a maior presença de carbono inorgânico nas estações e a origem da MO é tipicamente marinha.

## ABSTRACT

The origin of the organic matter in different continental shelf from different sedimentological, geomorphological and oceanographical conditions are compared. Most of these shelves have been studied extensively over the last three decades. Various factors (physical oceanography, chemical conditions, sedimentation ratios) that could influence the preservation of the organic matter. Most of the organic matter is mineralized in the water column and a small part is incorporated to the bottom sediments. The continental shelves work as an important reservoir of organic matter being important for the maintenance of the global carbon cycle. Nowadays, a lot of areas of continental shelves don't present big accumulations of organic matter in the bottom sediments due to the intense climatic changes, its anthropogenic influences, among others. This decrease influences the primary productivity excessively and it affects the fishing production of these areas. The Contas River is an important river that empties in the south coast of the State of Bahia. Associated to the outlet of this river in the continental shelf, it happens one of the main accumulations of mud sediments in the State of Bahia that extends approximately of the 10m isobate to the break shelf, which is also quite narrow in this passage (~5-8 km). That extensive accumulation of fine sediments turns, therefore, this area, ideal for the study of the origin of the organic matter (OM). Because of this fact this work has as objective studies the origin and distribution of the OM in shelf sediments in front of the mouth of Contas River. They were collected: (i) in March of 2004, a testimony with 1,5m of length, in the 20m isobate, approximately in the central area of the accumulation of mud and (ii) in March of 2007, 39 samples of the superficial sediment of bottom along eight perpendicular transects to the coast line. The rate of deposition of the sediments was calculated through the activity of the  $^{210}\text{Pb}$  and it presents a rate of 6,5mm.a<sup>-1</sup>. The datings for the method  $^{14}\text{C}$ -AMS in the testimony supplied ages of (1830-1910 years Cal AD) for the microgastropode and (1910-1950 years Cal AD) for the fragment of organic matter that corroborate the deposition rates made calculations by the method of  $^{210}\text{Pb}$ . The profiles of depth of the concentrations of OC they varied between 1,4% and 3,1%, OM varied between 2,4% and 5,4% and the superficial distribution of the parameters: OM (0,3% and 3,7%), OC (0,2% and 2,2%),  $\text{CaCO}_3$  (limit of detection-9,33%), TC (0,3% to 9,7%), TN (0,01% to 0,16%),  $\delta^{13}\text{C}$  (-22,94. to 1,8.),  $\delta^{15}\text{N}$  (4,39. and 10,14.), OC/TN (4,0 and 23,3) they are approached. The results suggest that the accumulated OM in front of Contas River presents continental origin and for the isotopic signatures of  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  the composition of the OM is associated to the present total nitrogen in the OM of the deposited sediments. To North and South of the mouth of the river the influence of mud carbonate is important due, mainly, the largest presence of  $\text{CaCO}_3$  in the stations and the origin of the OM is typically marine.

## INDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Delimitação do Tema.....	7
2. METODOLOGIA.....	9
2.1. Amostragem.....	9
2.2. Descontaminação de Material.....	9
2.3. Análise Elementar.....	10
2.3.1 Determinação dos Teores de Carbonato (CaCO <sub>3</sub> ).....	10
2.3.2 Determinação de Matéria Orgânica (MO) e Carbono Orgânico (CO)..	11
2.3.3 Determinação das Razões Isotópicas de carbono ( <sup>13</sup> C/ <sup>12</sup> C), nitrogênio ( <sup>15</sup> N/ <sup>14</sup> N), Carbono Total e Nitrogênio Total.....	13
2.3.4 Taxa de Sedimentação pelo método <sup>210</sup> Pb.....	15
2.3.5 Taxa de Sedimentação de mais longo prazo pelo método AMS- <sup>14</sup> C...	16
3. ARTIGO 1- REVISÃO.....	17
4. ARTIGO 2- ORIGINAL.....	39
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	73
6. REFERÊNCIAS.....	77

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1- Localização da Bacia do Rio de Contas, Itacaré. Chapada Diamantina. Estado da Bahia, Jequié, Barragem de Pedras. Testemunho e amostras de sedimento superficial. Batimetria.....	56
FIGURA 2- Mapa mostrando o perfilamento de sub-fundo orientado ao longo das estações 32, 27, 22 e 12.....	57
FIGURA 3 – Mapa de isotores da fração areia na região de estudo.....	58
FIGURA 4- Mapa de isotores da fração cascalho na região de estudo.....	59
FIGURA 5- Mapa de isotores da fração lama na região de estudo.....	60
FIGURA 6- Mapa de isotores dos componentes bioclásticos do sedimento superficial de fundo da área de estudo.....	61
FIGURA 7- Mapa de isotores de Matéria Orgânica(MO) na área de estudo....	62
FIGURA 8- Mapa de isotores de Carbono Orgânico (CO) na área de estudo.....	63
FIGURA 9- Mapa de isotores de Carbono Inorgânico ( $C_{inorg.}$ ) na área de estudo.....	64
FIGURA 10- Mapa de isotores de Carbono Total (CT) na área de estudo.....	65
FIGURA 11- Mapa de isotores de Nitrogênio Total (NT) na área de estudo.....	66
FIGURA 12- Mapa de isotores das razões isotópicas de $\delta^{13}C$ na área de estudo.....	67
FIGURA 13- Mapa de isotores das razões isotópicas de $\delta^{15}N$ na área de estudo.....	68
FIGURA 14- Mapa de isotores das razões CO/NT na área de estudo.....	69
FIGURA 15- Atividade do $^{210}Pb$ medida em testemunho coletado na área de estudo.....	70
FIGURA 16- Distribuição vertical dos teores de Carbono Orgânico (CO) e Matéria Orgânica (MO) no testemunho coletado na estação 22.....	70
FIGURA 17- Gráfico mostrando a correlação do conteúdo de nitrogênio total, em percentagem, com o conteúdo de carbono orgânico, em percentagem nas amostras do sedimento superficial de fundo da área de estudo.....	71
FIGURA 18- Gráfico das razões elementares de CO/NT na região de estudo.....	71
FIGURA 19 - Gráficos mostrando a correlação entre os parâmetros: (1) Nitrogênio Total (%NT) e Matéria Orgânica (%MO); (2) Nitrogênio Total (%NT) e Carbono Orgânico (%CO); (3) Matéria Orgânica (%MO) e $\delta^{13}C$ da Matéria Orgânica; (4) $\delta^{15}N$ da Matéria Orgânica e $\delta^{13}C$ da Matéria Orgânica; (5) Carbono Inorgânico com relação ao Carbono Total (% Carbono Inorgânico com relação ao total) e $\delta^{13}C$ da Matéria Orgânica determinados nas amostras do sedimento superficial de fundo da área de estudo.....	72

## 1. INTRODUÇÃO

A matéria orgânica (MO) constitui um importante atributo dos sedimentos que recobrem a Plataforma Continental. Sua origem pode ser alóctone (i.e, terrígena) ou autóctone (i.e, marinha), ou mesmo, uma combinação de ambas. Sua distribuição é afetada por diferentes variáveis oceanográficas, como a profundidade da coluna d'água, a hidrodinâmica local e o diâmetro das partículas, entre outras (Siqueira et al., 2004; Meyers, 1997) e sua dinâmica é mais bem compreendida dentro do arcabouço do ciclo global do carbono.

O ciclo global do carbono é variável, quer no espaço quer no tempo (Ogrinc & Faganeli, 2003). Ele consiste na transferência do carbono (via queima, respiração, reações químicas) para a atmosfera ou para o mar e a sua reintegração na MO via assimilação fotossintética. O carbono inicia seu ciclo nos seres fotossintetizantes. A MO gerada na fotossíntese é distribuída ao longo do ciclo pelos animais, produtores e consumidores, e os decompositores. Existem organismos produtores, que sintetizam a MO a partir da inorgânica, através da fotossíntese, que utiliza a luz como fonte de energia, como ocorre com os fitoplânctons, bactérias fotossintetizantes e outros vegetais marinhos, como as gramíneas marinhas existentes nas regiões costeiras. A outra forma é através de processos de quimiossíntese, em que a fonte de energia para síntese de MO é obtida de alguns componentes inorgânicos. Este tipo de produção é a base, por exemplo, da cadeia alimentar das fontes termais submarinas. No nível seguinte estão os organismos consumidores, que se alimentam da biomassa

dos produtores (herbívoros) ou de outros consumidores (carnívoros). Por último, existem os organismos decompositores, constituídos basicamente, pelas bactérias que decompõem a MO novamente em compostos inorgânicos, fechando o ciclo dos materiais.

Segundo Hedges & Keil (1995), a maior parte da MO está incorporada aos sedimentos clásticos associados à fração lama e distribuída, preferencialmente, ao longo da Plataforma Continental e regiões do Talude Continental. Cerca de 95% da MO é mineralizada por processos biológicos e químicos na coluna d'água e nos primeiros centímetros da interface água-sedimento (Haas et al., 2002).

A Plataforma Continental é um ambiente sedimentar complexo devido à interação de diversos processos relacionados aos agentes de sedimentação que ocorrem tanto no continente quanto no ambiente marinho. A atuação desses processos, como o aporte de material terrígeno para o oceano, a produtividade primária, a dinâmica das massas d'água; os potenciais de oxi-redução; as taxas de sedimentação e as atividades humanas, entre outros, são fatores chave para o controle da contribuição, transferência e deposição de MO alóctone (derivada de solos, fitoplâncton de rios, vegetais terrestres e animais) e autóctone (fitoplâncton marinho/estuarino, zooplâncton e restos fecais; Meyers, 1994; Prahli et al., 1994; Hedges & Oades, 1997; Hedges et al. 1997; Goni, et al. 1998; Gordon & Goni, 2003, Boldrin et al., 2005; Goni et al. 2006).

A MO sedimentar é heterogênea e representa uma mistura complexa das diferentes características químicas relacionadas à suas diferentes fontes (Tesi, 2007). A compreensão da origem e dos processos químicos que afetam a deposição e preservação da MO nos sedimentos marinhos permite melhor compreender o comportamento do carbono no ambiente. O carbono e o nitrogênio nas suas formas orgânicas são os principais constituintes da MO depositada no fundo marinho.

Estudos sobre a distribuição e origem da MO incorporada aos sedimentos marinhos em ambientes plataformais tem sido apresentados por diferentes autores (Haas et al., 2002; Madureira, 2002; Meyers, 1997; Mollenhauer et al., 2004; Tesi et al., 2007), principalmente, em ecossistemas costeiros temperados. Nos ecossistemas costeiros tropicais a origem e a distribuição da MO ainda não são tão bem compreendidas.

No ambiente marinho a MO é importante na disponibilidade de nutrientes para os organismos marinhos, estabilidade estrutural do sedimento e no fluxo de gases de efeito estufa entre o oceano e a atmosfera. Neste sentido, contribui para predição dos efeitos do clima e composição atmosférica. Por outro lado, as mudanças no clima influenciam as taxas de acumulação e decomposição da MO por meio de alterações na temperatura, umidade e taxa de retorno de resíduos vegetais. Em ambiente tropical, as mudanças resultantes de atividades humanas, que alcançam o oceano, têm influenciado no ciclo global do carbono,

pois, a reciclagem da MO é mais rápida do que em ambientes temperados, há grande quantidade de carbono e, por fim, as mudanças ocorrem rapidamente. Em termos de biodiversidade marinha e de como ela se distribui, observa-se que, é especialmente nas plataformas continentais e nos litorais que a vida marinha se manifesta em sua mais forte expressão, em consequência principalmente pela maior demanda de MO resultando maior produtividade nesse ambiente. Entretanto, sabe-se que a MO em excesso passa a interferir no sistema e o desequilibra.

Dessa forma tornam-se importantes estudos desta natureza, não só visando a sustentabilidade desses ecossistemas, como também para uma melhor compreensão do ciclo global do carbono e suas implicações para o aquecimento global.

Os primeiros dados publicados sobre a origem da MO em sedimentos marinhos foi apresentado por Trask em 1932, porém, estes estudos se intensificaram nas últimas três décadas. Premuzic et al. (1982) apresentaram a maior compilação de dados sobre os conteúdos de carbono orgânico em sedimentos superficiais. O trabalho mais detalhado e recente, já publicado, foi apresentado por Seiter et al (2004), onde se evidencia que as maiores concentrações de MO em ambientes plataformais do mundo ocorrem em ambientes de baixa energia, como as regiões estuarinas e, principalmente, próximo a embocaduras fluviais. Por outro lado, regiões de ressurgência são ambientes propícios à deposição de MO de origem marinha, devido à sua elevada produtividade primária.

No Brasil, as maiores concentrações de MO na Plataforma Continental encontram-se na porção norte do país, sob a influência direta dos aportes do rio Amazonas (Haas et al., 2002; Mollenhauer et al., 2004). Outras regiões de destaque são a região sul, onde os maiores teores de MO estão associados ao aporte de material sedimentar do rio da Prata (Mollenhauer et al., 2004); a região sudeste, mais especificamente, a área de ressurgência em Cabo Frio, Rio de Janeiro, a região costeira de São Paulo (Mahiques et al., 1999); e a região nordeste com destaque para o Estado da Bahia que é banhado por diferentes rios com elevada capacidade de drenagem.

Diferentemente da América do Norte, Europa e Ásia, a margem continental brasileira apresenta poucas informações sobre a origem da MO. A região mais estudada é a Amazônica (Haas et al., 2002; Mollenhauer et al., 2004; Pereira, 2001; Siqueira et al., 2005) e a seguir a região sudeste (Carreira & Wagner, 2003; Matsuura & Wada, 1995; Mahiques, 1999; Siqueira et al., 2004). Na margem continental nordeste, especialmente, no Estado da Bahia, não há informações de parâmetros que indiquem a origem da MO.

O rio de Contas é um importante rio que deságua no litoral sul do Estado da Bahia. Sua nascente está localizada na Chapada Diamantina, aproximadamente 1500 m de altitude, percorrendo cerca de 620 km até sua foz situada na região estuarina do município de Itacaré. A bacia do Rio de Contas representa a maior bacia hidrográfica totalmente inserida no Estado da Bahia, com uma área total de 55.315km<sup>2</sup> (<http://hidroweb.ana.gov.br>). Sua vazão média é de 98,9 m<sup>3</sup>/s,

representativa da porção central e centro oeste da bacia onde predomina o clima semi-árido, com temperatura média entre 19,8 e 27,7°C e precipitação inferior a 900mm/ano. Ao longo da bacia do Rio de Contas apresentam-se 9 barramentos, com volumes acima de 6hm<sup>3</sup>, sendo que o maior é o de Pedras que fica localizado na cidade de Jequié e tem capacidade de máximo armazenamento de 1640hm<sup>3</sup> (<http://www.srh.ba.gov.br>). As atividades humanas mais impactantes são a agropecuária, a mineração, a urbanização e o extrativismo vegetal com manejo incorreto dos solos que ficam excessivamente descobertos, favorecendo o assoreamento dos rios (Espinheira, 2001). O desmatamento, as queimadas, o assoreamento dos rios, os barramentos e, sobretudo, o clima fazem com que os sedimentos transportados pelo rio sejam empobrecidos em MO, com uma contribuição de nitrogênio igualmente pequena o que afeta, sobremaneira, a produtividade primária na zona costeira adjacente.

Associada à desembocadura deste rio na plataforma continental, ocorre uma das principais acumulações de sedimentos lamosos no Estado da Bahia que se estende aproximadamente da linha de costa até a borda da plataforma, que neste trecho também é bastante estreita (aprox. 5-8 km). Essa extensa acumulação de sedimentos finos torna, portanto, esta área ideal para o estudo da origem da MO.

Este trabalho tem como objeto norteador o estudo da distribuição e origem da MO em sedimentos costeiros em frente à embocadura do rio de Contas, município de Itacaré, com via a melhor entender os controles desta distribuição

no ambiente plataformal baiano. Para isto, foi necessário atingir os seguintes objetivos específicos:

- Determinação da contribuição relativa dos aportes continentais e da produção primária para a matéria orgânica;
- Avaliar a evolução da contribuição relativa destas duas fontes ao longo do tempo;
- Determinar a distribuição da matéria orgânica nos sedimentos plataformais da região de estudo.

### 1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA

A discussão sobre a MO em sedimentos marinhos consiste em um tema global, importante para o equilíbrio do planeta e do ciclo global do carbono.

Como o comportamento da MO depende de diferentes variáveis, tais como, aportes de material continental, fenômenos de ressurgência, condicionantes oceanográficas, como correntes e ventos, mudanças climáticas e impactos de atividades humanas, entre outros, este trabalho foi desenvolvido a partir de uma área plataformal associada à embocadura de um rio com relevante bacia de drenagem que está inserido em uma região de clima semi-árido, com pouca vegetação, impactado por atividades humanas ao longo dos últimos cem anos e que apresenta a maior acumulação de lama do Estado da Bahia.

Para tal, desenvolveu-se o trabalho a partir do estudo dos parâmetros Matéria Orgânica (MO), Carbono Orgânico (CO), Carbono Total (Ctotal), Carbonato de Cálcio (CaCO<sub>3</sub>), isótopos estáveis <sup>13</sup>C e <sup>15</sup>N, taxa de sedimentação por <sup>210</sup>Pb e de mais longo prazo por <sup>14</sup>C-AMS. Os resultados nos permitirá melhor compreender a evolução da contribuição relativa da MO para a área; avaliar a origem da MO depositada nos sedimentos e sua distribuição ao longo da plataforma continental.

Este trabalho é inédito e pode ser utilizado como modelo para estudos futuros. Devido à circunscrição do tema o texto permite ao leitor entender o comportamento da MO em sedimentos de ambientes plataformais associados a aportes de rios com expressiva bacia de drenagem.

Este trabalho está distribuído em cinco capítulos:

- O primeiro capítulo apresenta a introdução ao assunto e a delimitação do problema a respeito do tema abordado;
- O segundo capítulo apresenta a metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho;
- O terceiro capítulo apresenta uma revisão desenvolvida a partir de um expressivo levantamento bibliográfico a cerca do tema;
- O quarto capítulo apresenta um artigo fruto deste estudo;
- O quinto e último capítulo apresenta as considerações finais deste trabalho.

## **2.0 METODOLOGIA**

### *2.1 AMOSTRAGEM*

Foram coletadas: (i) em março de 2004, um testemunho com 1,5m de comprimento, na isóbata de 20m, na região central da acumulação de lama da plataforma e (ii) em março de 2007, 39 amostras de sedimentos superficiais ao longo de oito transectos perpendiculares a linha de costa. Na estação 22 foi coletado um testemunho com tubo de alumínio de diâmetro 7,5cm durante mergulho autônomo. Os sedimentos superficiais foram coletados com draga do tipo van Veen, acondicionados em recipientes de alumínio previamente descontaminados. Tanto o testemunho quanto as amostras superficiais foram congeladas, imediatamente, após a coleta.

### *2.2 DESCONTAMINAÇÃO DE MATERIAL*

Toda a vidraria utilizada foi deixada em solução de isodert a 10 % por 25 h, lavada com água deionizada e mantida numa solução de HCl 10 % durante 24 h. Depois, novamente lavada com água deionizada e posta à secar em estufa a 100 °C. Em seguida todo o material foi lavado com ácido clorídrico. Para o material metálico o procedimento foi o mesmo, exceto o banho em solução de HCl. Todo este procedimento foi repetido todas as vezes que algum material precisava ser reutilizado (Santos et al. 1993).

## 2.3 ANÁLISE ELEMENTAR

O testemunho foi amostrado em intervalos de 3cm. As amostras do testemunho e dos sedimentos superficiais foram secas a temperatura de 50 °C, em estufa e a seguir foram dessecadas, quarteadas e peneiradas para obtenção apenas da fração fina do sedimento, abaixo de 63 µm.

### 2.3.1 Determinação dos Teores de Carbonato (CaCO<sub>3</sub>)

Foram pesados cerca de 1 g de sedimento seco e transferido para um tubo de centrífuga, em seguida, foi vagarosamente adicionado (para evitar efervescência) aproximadamente 20 ml de HCl 1 M. A seguir, o sistema foi deixado em repouso por 24 h. A solução sobrenadante foi descartada e o sedimento foi lavado exaustivamente com água deionizada. Finalmente a amostra de sedimento foi levada a secar em estufa a 30 °C. Por diferença de peso antes e depois do ataque ácido foi determinado o teor percentual de carbonato (SANTOS, *et al*, 1993).

### 2.3.2 Determinação de Matéria Orgânica (MO) e Carbono Orgânico (CO)

As análises de matéria orgânica e carbono orgânico foram realizadas no Laboratório de Estudos do Petróleo (LEPETRO), Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. O material de carbono orgânico determinado

relaciona-se à fração orgânica acumulada nos sedimentos, devido ao transporte, deposição e retenção de metais traços pelo método Loring (1992). Este método diferencia material húmus proveniente de diferentes fontes de carbono orgânico na forma de grafite e carvão.

O método baseia-se nas reações exotérmicas, calor e oxidação com dicromato de potássio e  $H_2SO_4$  concentrado na amostra, seguidas de titulação do excesso de dicromato com 0,5 N de sulfato ferroso amoniacal com indicador para identificação do ponto final. O cloreto contido deve ser previamente oxidado pelo  $Ag_2SO_4$  durante a digestão da mistura.

#### *Procedimento*

1. Pesar 0,50g de amostra, previamente macerada, em erlenmeyer de 500mL, de vidro;
2. Preparar um ensaio em branco para a padronização das amostras;
3. Adicionar 10mL de solução  $K_2Cr_2O_7$  1N (utilizando bureta) e 20 ml de  $H_2SO_4$  concentrado com  $Ag_2SO_4$  ;
4. Manter sob agitação por 1 minuto, garantindo a completa mistura entre o reagente e o sedimento;
5. Após a mistura, aguardar por 30 minutos (os frascos devem estar devidamente tampados);

6. Após os 30 minutos, adicionar 200mL de água destilada, 10mL de  $\text{H}_3\text{PO}_3$  85% e aproximadamente 0,2g de NaF;
7. Adicionar 0,5mL do indicador de difenilamina (aparecerá uma coloração escura);
8. Proceder com a titulação com sulfato ferroso amoniacal até o aparecimento de uma coloração verde brilhante (a viragem é gradual, ocorrendo uma coloração verde escuro opaco antes do ponto final).

Nota: Foi possível fazer uma adaptação visando à economia de reagentes, sem alteração qualitativa da análise. No item 3, utiliza-se 5mL de solução  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  1N e 10ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado com  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  ;

#### *Cálculos e Resultados*

$$\% \text{ MO} = 10 ( 1 - T/S ) \times F \quad (\text{Oxidável})$$

$$\% \text{ CO} = \frac{\% \text{ MO}}{1,724}$$

onde: T = volume gasto de Sulfato ferroso amoniacal na titulação da amostra;

S = volume gasto na titulação da prova em branco;

F = fator de correção:

$$F = (1.0 N) \times 12/4000 \times 1,72 \times 100 / \text{massa da amostra}$$

Nota: Este (1.726) é utilizado em virtude de se admitir que, na composição média da matéria orgânica do solo, o carbono participa com 58% .

### Padronização

O padrão utilizado é a dextrose ( $C_6H_{12}O_6$ ), que contém 39,99% de Carbono.

O procedimento da padronização é o mesmo que com amostra de sedimento, sendo esta substituída por exatos 0,01g de dextrose.

O carbono contido na dextrose é calculado como se segue:

$\begin{aligned} \% C &= 10 (1 - T / S) \times F \\ F &= 12 / 4000 \times 100 / \text{massa de dextrose} = 30 \\ &\text{para } 0,01\text{g de dextrose} \end{aligned}$
--

### 2.3.3 Determinação das Razões Isotópicas de carbono ( $^{13}C/^{12}C$ ), nitrogênio ( $^{15}N/^{14}N$ ), Carbono Total e Nitrogênio Total

As razões isotópicas de carbono ( $^{13}C/^{12}C$ ) e nitrogênio ( $^{15}N/^{14}N$ ) foram determinadas em espectrômetro de massa Thermo Finnigan Delta Plus (Finnigan-MAT, USA), aferido com padrões internacionais, no Laboratório de Ecologia Isotópica do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, em Piracicaba, São Paulo. A amostra foi manipulada em laboratório para filtragem, extração em colunas específicas. Os extratos são

preparados para introdução num sistema de cromatografia gasosa/micro forno de combustão/espectrômetro de massa de monitoramento isotópico, onde é determinada a composição isotópica do carbono em várias frações separadas no cromatógrafo.

Foi utilizado um espectrômetro de massa específico para determinação de razão de isótopos estáveis. O equipamento apresenta sua parte básica constituída de fontes de íons, sistema de vácuo, ótica de íons, eletrônica de aquisição de dados controlada por micro computador, sistema de admissão com dupla entrada, com bomba turbomolecular para linha de descarga, coletor universal triplo para a coleção de até três feixes de íons de CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> ou SO<sub>2</sub>, coletor duplo específico para hidrogênio/deutério, módulo de introdução de amostra composto por cromatógrafo de gás e forno de combustão para a preparação de amostras orgânicas, e módulo de redução de amostras aquosas e orgânicas a hidrogênio.

As razões isotópicas de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  são expressas como desvio por mil (‰) em relação a um padrão primário (Vienna Pee Dee Belemnite (vPDB) para o carbono e N<sub>2</sub> atmosférico para o nitrogênio) através da equação:

$$\delta X (\text{‰}) = \frac{R_{\text{amostra}} - R_{\text{padrão}}}{R_{\text{padrão}}} \times 1000$$

onde X é  $^{13}\text{C}$  ou  $^{15}\text{N}$ , R corresponde a razão  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  ou  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ , e  $\delta$  a composição isotópica na amostra.

As amostras não foram descarboxatadas para a determinação de  $\delta^{13}\text{C}$ , desta forma os valores aqui reportados são relativos à amostra total e não apenas aqueles da matéria orgânica. Segundo Lohse et al. (2000), o ataque ácido às amostras de sedimentos pode provocar perda de nitrogênio.

#### 2.3.4 Taxa de Sedimentação pelo método $^{210}\text{Pb}$

A taxa de sedimentação foi determinada pelo método do  $^{210}\text{Pb}$  nos 30 cm iniciais do testemunho em frações de 1 em 1cm no Laboratório de Física Nuclear da Universidade Federal da Bahia. A determinação de  $^{210}\text{Pb}$  foi feita a partir da medida da atividade alfa de seu descendente  $^{210}\text{Po}$  (Argollo, 2001). O  $^{210}\text{Pb}$  decai para  $^{210}\text{Bi}$  (meia vida de 5 dias) e este para  $^{210}\text{Po}$  (meia vida de 138,4 dias). O equilíbrio radioativo entre esses radionuclídeos é estabelecido em torno de seis meses, de modo que depois desse tempo a atividade do  $^{210}\text{Po}$  na amostra é igual ao do  $^{210}\text{Pb}$ . Para extrair o polônio da amostra, as fatias secadas são pulverizadas usando morteiro e pistilo de ágata e alíquotas de cerca de 2,5g são postas em béquer de teflon de 150mL e digeridas seguidamente em quatro soluções, as duas primeiras contendo 10mL de ácido fluorídrico e 10mL de ácido nítrico, ambos concentrados e as duas últimas 15mL de ácido fluorídrico, 15mL de ácido nítrico e 10mL de ácido perclórico, todos concentrados. A mistura é

levada a secura e repete-se o processo até atingir a eficiência para extração do  $^{210}\text{Po}$ . A preparação do disco de prata é feita de acordo com Argollo(2001). Concluído o processo de recuperação do polônio, o disco é retirado do béquer lavado com água destilada e , em seguida, com metanol, secado com ar quente e posto no espectrofotômetro alfa para contagem de 24h.

### 2.3.5 Taxa de Sedimentação de mais longo prazo pelo método AMS- $^{14}\text{C}$

A datação pelo método do AMS- $^{14}\text{C}$  da base e meio do testemunho para avaliar as taxas de sedimentação de mais longo prazo foi realizada no Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory, Miami, Florida.

### 3.0 ARTIGO 1- REVISÃO

#### **Origem e Acumulação da Matéria Orgânica em Sedimentos de Plataformas Continentais: a situação atual da plataforma continental brasileira.**

*Audrey Macêdo de Carvalho,<sup>1,2</sup> José Maria Landim Dominguez,<sup>2</sup> Vera Lúcia Cândia Souza Santos<sup>2,3</sup> & Alexandre Barreto Costa,<sup>4</sup>.*

<sup>1</sup> Universidade do Estado da Bahia  
Departamento de Educação e Ciências  
(Rua Silveira Martins, 2555, Cabula, CEP 41195-001 , Salvador- BA, Brasil)

<sup>2</sup> Universidade Federal da Bahia  
Instituto de Geociências  
Departamento de Pós-graduação em Geologia  
(Rua Caetano Moura, 123, Federação, CEP 40210-340, Salvador- BA., Brasil)

<sup>3</sup> Universidade Federal da Bahia  
Instituto de Química  
Departamento de Química Analítica  
Rua Geremoabo, s/nº, Campus de Ondina, CEP 40210-340, Salvador-BA, Brasil

<sup>4</sup> Universidade Federal da Bahia  
Instituto de Física  
Centro de Pesquisa em Geofísica e Geologia  
(Rua Geremoabo, s/nº, Campus de Ondina, CEP 40210-340, Salvador-BA, Brasil)

#### Abstract

The origin of the organic matter in different continental shelf from different sedimentological, geomorphological and oceanographical conditions are compared. Most of these shelves have been studied extensively over the last three decades. Various factors (physical oceanography, chemical conditions, sedimentation rates) that could influence the preservation of the organic matter. Most of the organic matter is mineralized in the water column and a small part is incorporated to the bottom sediments. The continental shelves work as an important reservoir of organic matter being important for the maintenance of the global carbon cycle. Nowadays, a lot of areas of continental shelves don't present big accumulations of organic matter in the bottom sediments due to the intense climatic changes, antropogenic influences, among others. This decrease influences the primary productivity excessively and it affects the fishing production of these areas. The Brazil possesses the Amazonian Coast that it represents the largest accumulation of organic matter of the country and one of the most important of the world. Associate to that along the Coast Brazil presents

places with significant accumulations of mud associated to rivers with important drainage basin. The Brazilian Continental shelf represents an important reservoir of organic matter for the planet.

## Resumo

A origem da matéria orgânica em diferentes ambientes plataformais com diferentes condições sedimentológicas, geomorfológicas e oceanográficas são comparados. A maioria das plataformas continentais foram extensivamente estudadas ao longo das últimas três décadas. Vários fatores (oceanografia física, condições químicas e razão sedimentar) podem influenciar na preservação da matéria orgânica. A maior parte da matéria orgânica é mineralizada na coluna d'água e uma pequena parte é incorporada aos sedimentos de fundo. As plataformas continentais funcionam como um importante reservatório de matéria orgânica sendo importante para a manutenção do ciclo global de carbono. Atualmente, muitas áreas de plataformas continentais não apresentam grandes acumulações de matéria orgânica nos sedimentos de fundo devido às intensas mudanças climáticas e a influencia antrópica, entre outros. Esta diminuição influencia sobremaneira a produtividade primária e afeta a produção pesqueira destas áreas. O Brasil possui a costa Amazônica que representa a maior acumulação de matéria orgânica do país e uma das mais importantes do mundo. Associado a isso ao longo da costa, o Brasil apresenta locais com significativas acumulações de lama associadas a rios com importante bacia de drenagem. A Plataforma Continental brasileira representa um importante reservatório de matéria orgânica para o planeta.

## Introdução

O comportamento da Matéria Orgânica (MO) no oceano tem chamado a atenção de cientistas durante as últimas décadas (Bianchi, 2002; Naidu, 2000; Premuzic, 1982; Meyers, 1994; Meyers, 1997; Trask, 1932) e seu entendimento é importante para o ciclo global do carbono (Bernier, 1989). Como resultado do lançamento de combustíveis fósseis na atmosfera desde o início da Revolução Industrial, a quantidade de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) tem aumentado progressivamente e aparentemente é um dos principais responsáveis pelo aquecimento global, isto é, aumento de gases de efeito estufa modificando a temperatura global do planeta. Este aumento de CO<sub>2</sub> afeta diretamente a quantidade de carbono presente nos oceanos. Dois processos conhecidos são relacionados ao aprisionamento de carbono nos oceanos: a formação de esqueletos de carbonato de cálcio por diferentes organismos, tais como, corais e foraminíferos, entre outros e a formação de MO por algas no processo de fotossíntese (Haas, et al. 2002), dando origem a MO marinha além do aporte sedimentar dos rios, dando origem a MO continental. Essa MO é mineralizada e

incorporada aos sedimentos do fundo marinho (Meyers, 1997). A plataforma continental e a margem continental adjacente recebem as maiores quantidades de MO através do aporte sedimentar dos rios (Schulnz, 1999). O fluxo total de MO terrestre para os oceanos no mundo é da ordem de  $0,13-0,23 \times 10^{15} \text{gC}\cdot\text{ano}^{-1}$ . Mais de 90% desta MO se acumulam nas plataformas continentais (Haas et al., 2002). A MO depositada nos sedimentos marinhos ocorre preferencialmente adsorvida em argilominerais e está diretamente associada à fração lama dos sedimentos (Hedges, 1995). Observa-se que os aportes de MO para os oceanos tem sido afetados por atividades humanas, como desmatamentos, assoreamento de rios, construção de barragens, mudanças climáticas e despejo de efluentes domésticos e industriais. Essas atividades associadas aos processos naturais de bioturbação- deposição- ressuspensão e redeposição afetam diretamente a biodisponibilidade da MO na coluna d'água e seu aprisionamento nos sedimentos de fundo. A MO é importante na disponibilidade de nutrientes para os organismos marinhos, estabilidade estrutural do sedimento e no fluxo de gases de efeito estufa entre o oceano e a atmosfera. Por outro lado, as mudanças no clima influenciam as taxas de acumulação e decomposição da MO por meio de alterações na temperatura, umidade e taxa de aporte de resíduos vegetais. Em ambiente tropical, as mudanças resultantes de atividades humanas, que alcançam o oceano, têm influenciado no ciclo global do carbono, pois, a reciclagem da MO é mais rápida do que em ambientes temperados, há grande quantidade de carbono e, por fim, as mudanças ocorrem rapidamente. Em termos de biodiversidade marinha e de como ela se distribui, observa-se que, é especialmente nas plataformas continentais e nos litorais que a vida marinha se manifesta em sua mais forte expressão, em consequência principalmente pela maior demanda de MO resultando maior produtividade nesse ambiente. Entretanto, sabe-se que a MO em excesso passa a interferir no sistema e o desequilibra. Informações sobre as características e origem da matéria orgânica em ambientes marinhos são de grande relevância, principalmente, na plataforma continental onde os estudos realizados têm sido escassos e dispersos. Nesta revisão, são descritas a origem e acumulação da MO em sedimentos plataformais, dando ênfase aos estudos mais recentes realizados na plataforma continental brasileira.

### *Breve Descrição da Matéria Orgânica nas Plataformas Continentais do Mundo*

#### *Ambientes Plataformais de Bering e Chukchi.*

As plataformas de Bering e Chukchi estão localizadas ao sul e norte do estreito de Bering, respectivamente, entre a Sibéria e o Alaska. Os mares de Bering e Chukchi ficam cobertos de gelo de maio a novembro. A produtividade primária no mar de Bering é de  $50 \text{ a } 300 \text{g C}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{ano}^{-1}$ . Há um aporte considerável de material terrígeno transportado pelo Rio Yukon para o mar de Bering. Este material, em sua maioria, é transportado para a região nordeste do Mar de Bering e para o Mar Chukchi (Walsh et al., 1989) e a MO depositada nos mares

de Bering e Chukchi corresponde a uma mistura marinha, devido à produtividade primária, e terrígena pela influência do Rio Yukon.

#### *Ambientes plataformais da Europa*

##### *Ambiente Plataformal do Mar do Norte*

O Mar do Norte é um mar epicontinental com uma área de 575.000Km<sup>2</sup>, localizado a noroeste da margem continental passiva europeia. A leste e sul são bordeados pelo continente da Europa (Noruega, no norte e França, no sul), enquanto que a oeste é bordado pela Ilhas Britânicas. A sul, conecta-se com o Oceano Atlântico através de um canal. Os depósitos de sedimento são resultado do retrabalhamento de areias fluviais e glaciais, bem como, sedimentos de granulometria fina. A MO depositada no Mar do Norte tem 20% de origem terrígena e a MO preservada nos sedimentos plataformais correspondem a 0,1 x 10<sup>6</sup> ton. C.ano<sup>-1</sup> (Haas et al. 1997).

##### *Ambiente Plataformal do Mar Céltico*

A Plataforma Continental do Mar Céltico está localizada a nordeste do oceano Atlântico e é bordada pela Irlanda, a norte, Inglaterra, a oeste e França, a sudeste. A área total da superfície é de 130.000Km<sup>2</sup>. Os depósitos de sedimento são resultado de retrabalhamento e depósito na transgressão Pleistocênica e Holocênica. A maioria do sedimento tem granulometria com fração areia e em menor proporção silte e argila (0-20%, <63 µm; Pantin & Evan, 1984). A produtividade primária é da ordem de 15 x 10<sup>6</sup> ton C. ano<sup>-1</sup> (Joint et al., 1986) e a MO depositada na plataforma consiste em uma mistura de MO de origem terrígena a marinha. Neste trabalho, os autores observaram que a MO pode apresentar origem marinha e continental, ou seja, uma mistura. Ficou, portanto, evidente que o aporte de material alóctone adicionado à produção primária na coluna d'água permite uma combinação de compostos orgânicos incorporados aos sedimentos de fundo que modificam a composição da MO depositada.

##### *Ambiente Plataformal do Mar Mediterrâneo*

A plataforma continental noroeste do Mediterrâneo, Golfo de Lion, não sofre influência de maré e é caracterizada por um outono e inverno com fortes chuvas que induzem importantes contribuições terrígenas de MO dos Rios Têt, Aude e Rhône. Os depósitos sedimentares consistem em silte e argila, pobres em carbonato (5%) e carbono orgânico (0,5%). Os teores de CO encontrados variam entre 0,1% e 2,5% para a área em frente à embocadura do Rio Têt, 1,1% e 1,4% em frente ao Rio Aude e, entre 1,1 e 1,6% em frente ao Rio Rhône. Durante todo o ano o processo de ressuspensão favorece a exportação de MO para as regiões mais profundas. No inverno com o forte regime de chuvas os rios contribuem com uma quantidade grande de MO e apresenta uma mistura de origem continental a marinha devido à intensa floração e produção primária no

local (Buscail, 1995, Kim et al., 2007). Neste trabalho, os autores observaram que as condições climáticas e as forçantes oceanográficas interferem diretamente no transporte e deposição da MO nos sedimentos de fundo. Ficou, portanto, evidente que os processos de deposição-bioturbação-ressuspensão e redeposição influenciam diretamente na preservação da MO nos sedimentos de fundo no ambiente marinho.

#### *Ambiente Plataformal do Mar Adriático*

A plataforma continental pertence à parte oeste da Itália, banhada pelo Mar Adriático. Estudos foram realizados nesta área por Boldrin et al. (2005), Tesi (2006) e Tesi (2007), entre outros, para estudar a origem e distribuição da MO na plataforma. Esta região está sob influência do Rio Pó que deságua diretamente na plataforma. Condições oceanográficas como ventos e ação de correntes são responsáveis pela dispersão do material terrígeno em direção sul. A vazão média do rio é  $1511 \text{ m}^3 \cdot \text{seg}^{-1}$  (Boldrin et al. 2005) e a origem da MO é predominantemente marinha com influência de fitoplâncton decorrente da elevada produtividade primária “*in situ*”. A MO de origem continental está associada aos aportes do Rio Pó e é dispersada para sul pela ação de correntes. A acumulação de MO em sedimentos superficiais, próxima à borda da plataforma é de origem marinha com 90% de sua composição derivada de fitoplâncton e 10% de plantas vasculares de origem terrígena.

#### *Ambiente Plataformal do Mar Negro*

A área da plataforma continental, banhada pelo Mar Negro, está localizada a nordeste sob a influência dos aportes do Rio Danúbio, segundo maior rio do continente europeu, com vazão média de  $6500 \text{ m}^3 \cdot \text{seg}^{-1}$ . Para Banaru et al. (2007) a costa românica se estende por 244Km, divididas em duas áreas com geomorfologia e geografia distintas. A norte, adjacente ao delta do Rio Danúbio, responsável pelos maiores aportes de sedimentos para o litoral e, a sul, é caracterizada por forte erosão marcada por escarpas. A mais importante fonte de MO para o Mar Negro é decorrente da elevada produtividade primária, principalmente de organismos fitoplanctônicos e a MO de origem continental é proveniente dos aportes do Rio Danúbio e é distribuída para norte do mar Negro. O conjunto desses dois fatores, aporte terrígeno e elevada produtividade primária, promovem uma relevante importância econômica para a região.

#### *Ambientes Plataformais das Américas*

##### *Ambientes Plataformais dos Estados Unidos*

A MO em sedimentos plataformais dos Estados Unidos foi discutida por diferentes autores (Haas et al. 2002, Mayer et al., 2007; Meyers, 1994; Meyers, 1997). Os primeiros dados publicados sobre a origem da MO em sedimentos marinhos foi apresentado por Trask em 1932, porém, estes estudos se

intensificaram nas últimas três décadas. Premuzic et al. (1982) apresentaram a maior compilação de dados sobre os conteúdos de carbono orgânico em sedimentos superficiais, porém o trabalho mais detalhado e recente, já publicado, foi apresentado por Seiter et al (2004), e indica a acumulação de CO em ambientes costeiros do planeta e sua origem.

A maior parte dos sedimentos da Atlantic Bight em frente à Nova York consiste em holocênico recente, parcialmente fluvial, com retrabalhamento e deposição costa – afora. A MO nos sedimentos é, em sua maioria, material marinho retrabalhado misturado a material terrígeno (Biscaye, 1994). A produtividade primária total na região da plataforma entre Labrador e Cabo Hatteras é da ordem de  $250-300\text{g C.m}^{-2}\text{.ano}^{-1}$  ou  $7,5 \times 10^7 \text{ ton. ano}^{-1}$ . Já, na plataforma da região da Califórnia com aportes dos rios Mônica e San Pedro o depósito de sedimentos na plataforma é do tipo relíquia. Cerca de 80% da MO depositada é continental e 20% de origem marinha composta de carbonatos, sílica e organismos marinhos (Haas et al. 2002). Outra região importante é a plataforma de Washington banhada pelo oceano pacífico sob a influência do Rio Columbia. A maior parte da plataforma continental é coberta por sedimentos do Rio Columbia e cerca de 25% da MO preservada nos sedimentos é de origem terrígena. Neste trabalho, os autores observaram que a origem terrígena para MO depende do aporte sedimentar dos rios adjacentes à plataforma continental.

#### *Ambientes Plataformais do Canadá*

A plataforma continental do oeste do Canadá, banhada pelo oceano Pacífico, com uma área de  $100.000\text{Km}^2$ , está localizada em uma margem ativa com topografia irregular e cortada por canais glaciais profundos. Em contraste, a plataforma continental leste, banhada pelo oceano Atlântico, com uma área de  $906.000\text{Km}^2$ , está localizada em uma margem passiva (Haas et al., 2002). A plataforma continental ártica é dividida em duas partes, a primeira pertence a uma planície litorânea e outra coberta de gelo, com uma área total de  $347.000\text{Km}^2$ . A área da plataforma continental Beaufort em frente ao Rio Mackenzie, possui uma área de  $60.000\text{Km}^2$  (MacDonald et al., 1998).

Quase não há aportes de material terrígeno para as plataformas oeste e leste do Canadá, sobretudo porque tempestades dominam os processos sedimentares e resultam em erosão, ressuspensão e transporte de sedimentos costa - afora (Buckley, 1991). Os sedimentos superficiais consistem em depósitos glaciais marinhos retrabalhados durante a transgressão holocênica. A plataforma oeste do Canadá apresenta produtividade primária de  $150-200\text{g C.m}^{-2}\text{.ano}^{-1}$  e a MO depositada nos sedimentos superficiais é de origem marinha (MacDonald & Pedersen, 1991). Quase todo sedimento da plataforma ártica é do tipo relíquia. A plataforma continental Beaufort recebe os aportes do Rio Mackenzie e a MO tem origem continental. A produtividade primária é de  $3 \times 10^6 \text{ ton. ano}^{-1}$  e o Rio Mackenzie contribui com  $2,1 \times 10^6 \text{ ton de CO. ano}^{-1}$  para a plataforma. Cerca de 90% da MO depositada em frente ao Mar Beaufort é de origem terrígena e

aproximadamente 16% desta MO é transportada para o Oceano Ártico (MacDonald et al., 1998; Goñi et al., 2000). Neste trabalho, os autores observaram que a origem e deposição da MO dependem da influência de aspectos biogeoquímicos e oceanográficos. Ficou, portanto, evidente que a acumulação da MO se dá, preferencialmente, em regiões de elevada produção primária, seja pela influência do aporte de terrígenos, ou mesmo pelo processo de ressurgência.

#### *Ambiente Plataformal do México Sul*

A plataforma continental sul do México está localizada entre as coordenadas 98°00'W e 99°00'W, com precipitação entre 1200mm e 1600mm. Esta área está condicionada a freqüentes atividades tectônicas e recebe a influência do Rio Quetzala, entre Puerto Angel e Manzanillo. Para Carranza-Edwards et al. (2005) os teores de carbonato ( $\%CaCO_3$  médio = 20,23±14,21%) são elevados pela presença de diferentes organismos marinhos. Os teores de MO ( $\%MO = 1,48 \pm 0,98\%$ ) são baixos, pois os sedimentos do Rio Quetzala são transportados para o canhão submarino Quetzala. A batimetria da área sugere que os sedimentos são carregados para sul da embocadura e acumulados no cânion submarino Quetzala e isso, desfavorece a deposição de MO ao longo da plataforma continental. A presença carbonática na área sugere a produção de MO autóctone para a plataforma.

#### *Ambiente Plataformal do Golfo do México*

A área de estudo é a plataforma continental da Louisiana que recebe os aportes dos Rios Atchafalaya, a oeste, braço do Rio Mississippi e do Rio Red. Para Gordon (2003) o transporte de sedimentos do Rio Atchafalaya é da ordem de  $67 \times 10^{12} \text{g.ano}^{-1}$ , o sistema Mississippi- Atchafalaya drena cerca de 40% do continente americano e grande parte da vegetação da América do Norte. O material transportado pelo Rio Atchafalaya é direcionado para oeste ao longo da linha de costa pela ação de correntes e ventos. Os teores de CO na área (0,1%-1,4%), nitrogênio total (0,02%-0,22%), a razão CO/NT (10 a 29), isótopo de  $\delta^{13}C$  (-23‰ a -20‰) sugerem que a MO de origem continental é transportada para oeste da plataforma. Os baixos teores de MO associados aos resultados de carbono orgânico, apresentados acima, estão diretamente relacionados às condições ambientais da área do entorno do Rio Mississippi.

#### *Matéria Orgânica na Plataforma Continental do Brasil*

##### *Ambientes Plataformais do Brasil*

A Plataforma Continental brasileira tem sido discutida por diferentes autores (Haas et al. 2002, Mollenhauer et al., 2004, Milliman et al. 1975, Nittrouer et al., 1983, Nittrouer & Figueiredo, 1995, Siqueira et al, 2005, Zembrusky et al., 1972). A distribuição de sedimentos é controlada por vários fatores

interdependentes, entre os quais a morfologia de fundo, sua produtividade primária, a circulação oceânica, a deposição de carbonatos biogênicos e o aporte de terrígenos. Para melhor compreensão da Plataforma Continental Brasileira está dividida em setores: norte, nordeste, leste, sudeste e sul.

### *Plataforma Continental Norte*

A Plataforma Continental Amazônica tem sido a mais estudada e representa o ambiente plataformal mais importante descrito no país. A bacia amazônica é importante pela sua elevada área de drenagem e pelo aporte de terrígenos para plataforma continental.

### *Ambiente Plataformal da Amazônia*

A Plataforma Continental Amazônica limitada pelo estuário do Rio Pará, a sul ( $\pm 1^\circ$  S) e a norte, pela Guiana Francesa, ( $\pm 5^\circ$  N) recebe uma vazão fluvial média de  $1,8 \times 10^5 \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Os aportes de MO oriundos da bacia amazônica não são distribuídos uniformemente costa afora, mas dispersos pela ação das correntes em direção à costa do Amapá (Mollenhauer et al., 2004). Os sedimentos na plataforma são finos e oriundos do Rio Amazonas.

A maior parte da descarga sedimentar forma um depósito de lama na plataforma interna, estendendo-se até a isóbata de 70m. A idade e as condições de sedimentação da fácies de lama que cobre a plataforma interna têm sido motivo de controvérsias e vários modelos foram propostos para explicar sua existência.

Segundo Martins (1974), os depósitos de lama, cobrindo uma superfície plana até a isóbata de 40m, representam à parte “topset” de uma feição deltaica subaquosa. Por outro lado, Milliman et al. (1975), interpretando dados de material em suspensão na superfície da água do mar, verificaram que a contribuição moderna de terrígenos em suspensão para a plataforma é quase nula e concluíram que a maior parte da lama da plataforma interna é relíquia, formada durante períodos de nível de mar baixo por progradação.

Esse modelo foi questionado por Gibbs (1976), que considera os depósitos de lama, sobre a plataforma interna amazônica de idade recente, associados ao atual transporte do rio, cuja pluma de águas turvas se desloca para noroeste pela Corrente Costeira Norte Brasileira.

Nittrouer et al. (1983) sugerem uma idade moderna para a sedimentação dos depósitos de lama e confirmam a presença de uma feição deltaica subaquosa, descrita inicialmente por Martins (1974), e adicionam novos dados sobre os três níveis de sedimentação que formam o delta subaquoso do Rio Amazonas.

Dados mais recentes de Kuehl et al. (1986) e de Eisma et al. (1991) confirmam a idade recente da fácies de lama da plataforma interna, conforme havia sido

sugerido em trabalhos anteriores (Ottmann, 1959; Coutinho & Morais, 1968; Zemrusky et al., 1972; Martins, 1974).

O conteúdo de areia nestes sedimentos é geralmente menos que 1%. A transição das lamas da plataforma interna para as areias e cascalhos das plataformas média e externa coincide com o gradiente relativamente abrupto entre a cunha transparente (de lama) e o fundo altamente refletivo de areias (Zemrusky et al., 1972).

As lamas adjacentes ao Rio Amazonas são compostas, principalmente, por silte, em uma proporção que alcança até nove vezes o teor de argila, contribuindo com cerca de 95 % do material em suspensão, com diâmetro médio de 4  $\mu\text{m}$ . Em contraste, os sedimentos que recobrem a plataforma são ricos em argila e esta distribuição, provavelmente, reflete o efeito de retrabalhamento, influenciado por correntes de marés ao longo do Amazonas, e o transporte de argila, para noroeste, por correntes litorâneas, por cerca de 1.600 Km de extensão além do Rio Orinoco, formando o mais longo e contínuo depósito de lama moderna do mundo (Fass, 1986).

Os depósitos de lama oriundos do Amazonas, ao longo de 350 Km da costa do Amapá, são de idade entre 500 e 1.300 anos. Os estratos holocênicos foram depositados, em planícies de maré e mangues, sendo registrados, no mínimo, dois ciclos de progradação-recuo da linha de costa nos últimos 3.000 anos (Allison et al., 1993). A quantidade de MO depositada na plataforma é de  $4,5 \times 10^6 \text{ ton. ano}^{-1}$ , sendo que  $3,1 \times 10^6 \text{ ton}$ , isto é, 70%, são de origem terrígena (Haas et al., 2002).

Siqueira et al. (2005) durante estudos realizados pelo Projeto Recursos Vivos da Zona Econômica Exclusiva (REVIZEE), determinou os teores de CO em 20 estações ao longo da plataforma continental amazônica e encontraram valor médio de  $0,75 \pm 0,42\%$  com %MO variando entre 0,92% e 3,97%. Por outro lado, os valores encontrados por Pereira (2000) variaram entre 1,11% e 2,05%. Os baixos valores encontrados pelos autores indicam uma elevada quantidade de material em suspensão na coluna d'água, ocasionando diminuição de transparência e conseqüentemente, reduzindo a produção primária e desfavorecendo a deposição de MO. Estes resultados indicam que este trecho é dominado por lama de origem continental. Já, no cone do Amazonas a acumulação de MO é dominada pela produção marinha autóctone.

#### *Plataforma Continental Nordeste*

Estudos na plataforma continental nordeste são ainda pouco desenvolvidos (Barreto & Summerhayes, 1975, Jennerjahn et al., 1999, Mollenhauer et al., 2004, Vital et al., 2005, Zocatelli et al., 2007). A sedimentação na plataforma rasa e estreita do Nordeste reflete a geologia da parte emersa adjacente, clima, drenagem e arcabouço estrutural. Devido ao clima tropical e incipiente

sedimentação terrígena, carbonatos biogênicos dominam a maior parte da plataforma média, entre Macau e Maceió, e toda a plataforma externa. Os sedimentos carbonáticos são dominados por algas calcárias recentes, sendo que as coralinhas ramificadas são predominantes em toda a área.

Na região que vai do Ceará (CE) a Alagoas (AL) a acumulação de MO é dominada pela produção marinha autóctone devida, principalmente, ao baixo suprimento de sedimentos do continente (Mollenhauer et al., 2004). Neste trabalho, os autores observaram que a MO de origem marinha em ambientes com baixo aporte de terrígenos é influenciada pela produção fitoplanctônica e de organismos marinhos que utilizam carbonatos para sua síntese.

Os sedimentos terrígenos são, predominantemente, relíquias, exceto ao largo dos rios São Francisco e Jaguaribe, entre outros, onde ocorre sedimentação moderna até uma distância 10 Km costa-afora. O rio Jaguaribe é o principal curso d'água do estado do Ceará, com extensão aproximada de 610 km e uma bacia de cerca de 72.043 km<sup>2</sup>. Sua zona estuarina é extensa e a penetração das águas salinas se faz sentir até a barragem de Itaiçaba, a cerca de 34 Km da sua desembocadura (Marins et al., 2003). O clima regional é semi-árido no interior com precipitação anual da ordem de 400 mm aumentando na região costeira para 1.100 mm. Zocatelli et al., (2007) realizaram estudos em sedimentos superficiais no canal do Rio Jaguaribe e determinaram teores de CO, NT, a razão elementar CO/NT e as assinaturas isotópicas de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$ . Os resultados indicaram (%N = 5,4; CO/NT = 8;  $\delta^{15}\text{N}$  = 5,2;  $\delta^{13}\text{C}$  = -21,9‰) origem diversa para os sedimentos sugerindo a influência de efluentes domésticos misturados a MO autóctone.

A plataforma interna é coberta, principalmente, por areia e algum cascalho, ambos praticamente sem fração argila. Cobrem a maior parte da plataforma interna e a plataforma média ao sul de Maceió e noroeste de Macau, podendo ser movimentados pelas ondas e correntes na plataforma interna, enquanto que, na plataforma média, a maior parte destes sedimentos é relíquia.

O conteúdo de lama da plataforma interna e partes mais próximas da plataforma média é, geralmente, inferior a 2,5%. Em direção à plataforma externa, o conteúdo de lama aumenta para 5 a 15 %, bem como se observa um aumento no teor de carbonatos (Zocatelli et al., 2007). A maior parte dos depósitos de lama não contém muito carbonato, particularmente ao largo do Rio São Francisco. Jennerjahn et al., (1999) encontrou uma variação entre 0,8 e 1,0% para o CO em sedimentos superficiais da Plataforma Continental em frente à embocadura do rio São Francisco. A fração lama dos sedimentos é predominantemente associada à desembocadura do rio São Francisco e é, geralmente, moderna, exceto as lamas das cabeceiras dos Cânions do São Francisco e de Japarutuba, cuja deposição parece sugerir nível de mar mais baixo, já que a distribuição dos sedimentos modernos do rio está limitada à cerca de 5 Km da costa (Barreto & Summerhayes, 1975).

### *Plataforma Continental Leste*

Estudos realizados durante o Projeto Revizee, com o objetivo de estimar a origem e distribuição da MO e determinar níveis de poluição por componentes orgânicos na região que vai de Salvador (BA) a cabo de São Tomé (RJ) apresentaram teores de carbonato dos sedimentos amostrados. Os valores variaram de 22,97 % p/p, na estação localizada na área da bacia petrolífera na direção do Cabo de São Tomé, RJ a 99,07 % p/p na estação, próximo ao banco Royal Charlotte (Carvalho et al. 2000). Os resultados indicam que os sedimentos da maior parte dos pontos amostrados têm origem carbonática. O carbonato nos sedimentos pode ser derivado, principalmente, de atividades de algas calcárias associadas a outros organismos que encontram na Plataforma Continental, condições favoráveis ao seu desenvolvimento (Skinner et al, 1982). Em algumas estações foram coletados amostras de lama com baixo teor de carbonato indicando origem continental, nas estações em frente às embocaduras do Rio de Contas, na Bahia e do Rio Doce, no Espírito Santo. Os teores de CO variaram entre 0,11 %, próximo ao cabo de São Tomé, no Rio de Janeiro, e 0,74 % p/p, em frente à embocadura do Rio de Contas na Bahia. Na plataforma externa, os teores de CO apresentaram-se entre 0,12%, próximo ao Rio Jequitinhonha, na Bahia e 0,90%, perpendicular à linha de costa, em direção ao Rio Pardo, sul da Bahia (Carvalho et al. 2000).

A baía de Todos os Santos é uma das maiores baías do Brasil com 1.086 km<sup>2</sup> de extensão e profundidade média de 6m, atingindo, entretanto, profundidades de até 102m (Argollo, 2001). Ela abriga os manguezais dos estuários dos rios Paraguaçu, Subaé, Jaguaripe, Cobre, dentre outros, em mais de 60 % de seu perímetro.

Costa (2006) realizou estudos com diferentes técnicas analíticas em sedimentos da baía de Todos os Santos. A região apresenta acumulação recente, com taxa de deposição de 6,9mm.a<sup>-1</sup>. Os valores de CO variaram entre 0,95% e 2,73% em frente ao rio Subaé e entre 1,36% e 2,64%, na região próxima a Refinaria Mataripe, entre as ilhas Frades e Maré, Madre Deus. Estes valores estão de acordo com os valores de CO (0,67- 3,52%) encontrados por Venturini & Tomasi (2004) na baía de Todos os Santos. Na área da foz do rio Subaé, esta variação depende mais da variação da vazão de descarga do rio. A influência antrópica é constatada nas duas regiões. A contribuição da MO de origem terrestre é maior na área da foz do rio Subaé do que na região de Madre de Deus. De um modo geral, a MO depositada nos sedimentos da baía de Todos os Santos tem origem continental, próxima a embocaduras fluviais e, marinha pela produção primária na coluna d'água. Ficou evidente, portanto, que os ambientes costeiros são sensíveis a impactos antrópicos e sua capacidade de regeneração fica comprometida quando os aportes de efluentes industriais e de esgotos domésticos alteram significativamente a possibilidade de retroalimentação destes ambientes cercados por baías.

Estudos realizados por Carvalho et al., em preparação, na Bahia, na plataforma continental em frente à embocadura do Rio de Contas, no município de Itacaré sugerem deposição moderna, últimos cem anos, com uma taxa de deposição de  $6,5\text{mm}\cdot\text{ano}^{-1}$ . Predominam na plataforma continental lama siliciclástica em frente à embocadura do Rio de Contas e imediatamente, a norte e a sul da região, presença de lama carbonática (Freire, 2006).

Associada a desembocadura deste rio na plataforma continental, ocorre uma das principais acumulações de sedimentos lamosos no Estado da Bahia que se estende aproximadamente da linha de costa até a borda da plataforma, que neste trecho também é bastante estreita (aprox. 5-8 km).

Carvalho et al., em preparação, determinaram os teores de MO que variaram entre 0,06% e 3,73% e os de CO variaram entre 0,04% e 2,16%, CO/NT variaram entre 4,0 e 23,3, nas estações em frente à embocadura do rio de Contas. Estes resultados indicam que a MO acumulada na maior porção de lama é de origem continental, pela influência dos aportes sedimentares do rio. A influência carbonática está presente na área, a norte e a sul da desembocadura do Rio de Contas, e isso é confirmado pelos resultados das assinaturas isotópicas de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{total}}$ , variando entre -22,94‰ e 1,8‰ e  $\delta^{15}\text{N}$ , variando entre 4,39‰ e 10,14‰, realizados em 39 estações perpendiculares a linha de costa, ao longo de 8 transectos, nas isóbatas de 10, 20, 30, 40 e 50m (Carvalho et al., em prep.). Imediatamente, a norte e a sul da embocadura do Rio de Contas a MO sugere origem marinha pela presença de organismos planctônicos e vegetais. Neste trabalho, os autores observaram que a quantidade de MO depositada nos sedimentos de fundo é pequena em detrimento a grande acumulação de lama no local. Ficou evidente, portanto, que o clima semi-árido na bacia adjacente ao rio, o forte desmatamento e a construção de barragens ao longo do Rio de Contas tem diminuído, ao longo do tempo, o aporte de terrígenos para a plataforma adjacente. Estes fatores, associados às condicionantes oceanográficas, promovem a diminuição da quantidade de MO e, conseqüentemente, afetam a produção pesqueira local. Esta região, notadamente, pode ser utilizada como modelo para estudos futuros.

#### *Plataforma Continental Sudeste*

Poucas informações a respeito da origem e distribuição da MO em sedimentos marinhos plataformais da costa sudeste brasileira foram descritas na literatura (Matsura & Wada, 1995; Mahiques et al. 1997, Mahiques et al., 1999; Siqueira et al. 2006).

Mahiques (1999) realizou estudos na margem continental brasileira do trecho sudeste que vai da Baía de Guanabara a São Francisco do Sul com o objetivo de determinar a origem e distribuição de MO nos sedimentos superficiais. A plataforma continental interna e média neste trecho apresenta uma dicotomia marcante. Dois setores podem ser identificados, um a norte e outro a sul da Ilha

de São Sebastião. Estes dois setores se diferenciam pela configuração geomorfológica e sedimentológica característica. A sul da Ilha de São Sebastião a ausência de mudanças no relevo submarino provoca uma ação mais efetiva das ondas, conseqüentemente, a deposição da MO aumenta em direção a borda da plataforma. Já, a norte da Ilha de São Sebastião a complexa morfologia e processos hidrodinâmicos permitem a deposição de grande quantidade de sedimentos finos e MO. A origem da MO pela razão CO/NT (24) e  $\delta^{13}\text{C}$  (-26‰) indicam uma tendência a MO alóctone no trecho. A exportação de MO terrígena costa - afora pode ser explicada pelo modelo da dinâmica das massas d'água condicionado pela ação dos ventos. Estes processos são freqüentemente alterados pela ação de vórtices provocados pelo deslocamento da corrente do Brasil, o que resulta em bioturbação e ressuspensão do fundo oceânico e, conseqüente, transporte da MO para plataforma externa.

A Baixada Santista é a área central do litoral paulista compreendida entre Bertioga, a noroeste, Mongaguá a sudeste, Santos no litoral, e estendendo-se até a escarpa da Serra do Mar. O ambiente costeiro que compreende os estuários de Santos e São Vicente receberam, nos últimos cem anos, um elevado aporte de efluentes industriais e esgotos domésticos que influenciaram sobremaneira a composição natural da MO nos sedimentos de fundo.

Para Siqueira et al. (2006) as razões CO/NT presentes variaram de 4,33 a 22,67, com média de  $12,39 \pm 4,07$  para todo o Estuário de Santos. Nos canais de Santos e São Vicente, foram obtidas médias de 12,43 e 15,97, respectivamente. Já na baía de Santos, a média determinada foi de 8,84. As razões CO/NT determinadas refletem certa estabilidade da MO preservada nos sedimentos coletados, com padrão CO/NT < 20, excluindo as estações localizadas no canal de São Vicente (largo e barra de São Vicente) que apresentaram eventos de CO/NT = 20,64 e 22,67, respectivamente. Baseados nos dados gerados para relação molar CO/NT, pode-se afirmar que a MO (0,16%-9,94%) depositada recebe contribuições de compostos orgânicos tanto de origem continental como marinha. Neste trabalho, os autores observaram que a contribuição antrópica afeta sobremaneira a composição da MO incorporada aos sedimentos de fundo. Ficou evidente, portanto, que o elevado aporte de efluentes industriais e esgotos domésticos "in natura", ou mesmo, com tratamento primário, tem prejudicado os ambientes costeiros e alterado as condições ambientais desses ecossistemas. Uma vez diminuída significativamente a capacidade de retroalimentação do ecossistema o ambiente torna-se poluído trazendo conseqüências negativas para a vida marinha e a economia local.

A alteração da composição da MO pelos aportes antrópicos provocam, também, mudanças significativas no pH da coluna d'água o que eleva sobremaneira a quantidade de  $\text{CO}_2$  para o ambiente marinho e atmosfera. Ficou evidente, portanto, que as alterações ambientais provocadas pelo homem no ambiente costeiro podem estar diretamente ligadas a biodisponibilidade de gás carbônico para a atmosfera contribuindo para o aumento do aquecimento global.

### *Plataforma Continental Sul*

Para Mollenhauer et al. (2004), no Brasil, outro sistema fluvial que pode contribuir de maneira relevante para o conteúdo de CO nos sedimentos e elevação da produtividade primária é a região sul sob a influência da bacia da Prata. Esta é a segunda maior bacia da América do Sul. É formada pelos rios Paraguai e Paraná que juntos drenam uma área correspondente a 10,5% do território brasileiro, com 3,2 milhões de km<sup>2</sup>. Das cabeceiras até a foz, atravessa quatro países: Brasil, Paraguai, Argentina e Uruguai. O rio Paraguai é um dos mais importantes rios de planície do Brasil, superado apenas pelo Amazonas.

Apesar da descarga dos sedimentos se dar fora da plataforma continental brasileira o material é transportado pelas correntes atingindo a costa sul do Brasil. Nessa região os resultados de CO variaram entre 0,3% e 1% indicando uma mistura para MO de origem terrígena e biogênica para a MO. Neste trabalho, os autores observaram a importância da bacia do Prata para a acumulação de MO nos ambientes plataformais da costa sul do Brasil. Ficou evidente, portanto, que a influência das forçantes oceanográficas promovem sobremaneira o transporte de material terrígeno em direção à costa sul brasileira contribuindo para acumulação de MO nos sedimentos de fundo.

### Discussão

Mollenhauer et al, 2004 e Seiter et al., 2004 realizaram a maior compilação de dados da acumulação de CO em sedimentos superficiais de plataformas continentais ao longo do planeta, especialmente Mollenhauer et al. (2004) realizaram a maior compilação de dados da América do Sul. Wollast (1998) sugere uma acumulação de CO em plataformais continentais da ordem de 7g C.m<sup>-2</sup>.ano<sup>-1</sup> ou 200x10<sup>12</sup>g C.ano<sup>-1</sup>. Adicionado a isso, o projeto PANGAEA ([www.pangaea.de](http://www.pangaea.de)), apresenta um banco de dados mundial de 5500 medidas de CO, onde apenas 316 dados deste parâmetro correspondem à plataforma continental brasileira. Na região Norte da costa do Brasil, limitada entre as latitudes de -5° e 5° e longitudes entre -60° e -35°, foram registradas 114 amostras deste parâmetro onde os valores variaram entre 0,09% e 1,65%, com um valor médio de (0,54±0,37)%. Na porção Nordeste da costa, entre as latitudes de -18° e -5° e longitudes de -40° a -33°, foram registradas 81 amostras com valores entre 0,11% e 1,86 %, e uma média de (0,69±0,42)%. Na parte sudeste, limitada pelas latitudes de -25° a -18° e longitudes de -50° a -37°, foram registradas 48 amostras com valores entre 0,14% e 1,51% e uma média de (0,71±0,45)%. A costa Sul, limitada pelas latitudes entre -35° e -25° e longitudes entre -55° e -47° apresentou valores entre 0,31% e 2,98% com uma média de (0,98±0,63)% para as 73 amostras registradas. Com base nos valores médios, pode-se afirmar que a costa norte teve o menor valor e a sul teve o maior. As costas nordeste e sudeste tiveram valores intermediários e muito próximos entre si. Os resultados dos teores de CO variaram entre 0,1% e 3% para a costa brasileira com maiores evidências na plataforma continental em frente ao Rio Amazonas (%MO= 0,32-3,97% e %CO= 0,19%-2,31%; Siqueira et al. 2005) e,

para região sul, sob a influência dos aportes continentais do Rio da Prata (%CO= 0,3-3%; Mollenhauer et al, 2004). Resultados de  $\delta^{13}\text{C}$  indicam que a MO varia entre -28‰ e -30‰ para áreas de manguezais (Kristensen, 2008); -15‰ e -35‰ para MO de origem continental (Banaru, 2007); 0‰ e -10‰ para carbonatos (Loubere et al. 2007); -5‰ e -30‰ para MO de origem marinha (Banaru, 2007). Haas et al. (2002) estudaram a costa Norte Brasileira e identificaram que os sedimentos são dispersados pela ação das correntes em direção à costa do Amapá e os teores de MO em frente à embocadura do rio Amazonas são baixos e de até 4%. A elevada quantidade de material em suspensão, diminui a transparência da coluna d'água desfavorecendo a produção primária da MO, isso pode indicar menor acumulação de CO nos sedimentos, em contradição com a elevada quantidade de lama depositada na plataforma continental. A MO é, predominantemente, terrígena devido à presença de restos de vegetais, animais e solo do tipo podzólicos e latossólicos (Pereira, 2000).

A costa Nordeste no trecho que vai do Ceará a Paraíba apresenta baixo suprimento de MO nos sedimentos devido, provavelmente, a ausência de grandes bacias de drenagem e é dominada pela produção marinha autóctone e sedimentação carbonática. Não há trabalhos publicados que indiquem assinaturas isotópicas de  $\delta^{13}\text{C}$  em MO de sedimentos da plataforma continental nesta região. No trecho que vai de Alagoas a Sergipe a Plataforma Continental é dominada por sedimentos oriundos do rio São Francisco. A fração lama dos sedimentos é predominantemente associada à desembocadura deste rio e é, geralmente moderna, exceto as das cabeceiras dos cânions São Francisco e Japarutuba, cuja deposição sugere mais baixo nível do mar. Zocatelli et al., (2007) determinaram teores de CO, NT, a razão elementar CO/NT e as assinaturas isotópicas de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$ . Os resultados indicaram (%N de 5,4; CO/NT = 8;  $\delta^{15}\text{N}$ = 5,2;  $\delta^{13}\text{C}$ = -21,9‰) origem marinha e continental para MO acumulada na plataforma continental.

De acordo com estudos realizados por Carvalho et al. (2000) durante o Projeto REVIZEE a costa Leste no trecho Salvador, na Bahia ao cabo de São Tomé, no Rio de Janeiro, é dominada por MO sedimentar de origem continental (%CO= 0,11%-0,90%) nas estações próximas às desembocaduras de rios, por outro lado, nos pontos próximos ao limite da plataforma continental os sedimentos apresentaram origem biogênica associada, provavelmente, a produtividade primária. Ao longo da costa do Estado da Bahia há regiões com importante acumulação de lama, tais como, a região em frente ao Rio Itapicuru, no litoral Norte. Em Salvador, há uma importante contribuição na plataforma continental, em frente à praia da Boca do Rio e, na plataforma continental, em frente ao Rio Almada, em Ilhéus, porém nenhum estudo sobre a origem da MO nos sedimentos destes trechos foi realizado, sendo indicadas para estudos futuros. Somente, em frente à embocadura do Rio de Contas, região de maior acumulação de lama do Estado da Bahia, Carvalho et al., em preparação, determinaram %MO (0,06%-3,73%), %CO (0,04-2,16%), %CT (0,32%-9,66%),

%NT (0,01%-0,16%), %C<sub>inorg</sub> (menor limite de detecção-9,33%), CO/NT (4,0-23,3),  $\delta^{13}\text{C}_{\text{total}}$  (-22,4‰-1,8‰ e  $\delta^{15}\text{N}$  (4,39‰-10,14‰) e concluíram que a MO depositada em frente à embocadura do rio tem origem continental com os aportes terrígenos diminuindo sua contribuição em direção sul, já a origem marinha se dá a norte e sul, da embocadura do rio. Nos ambientes de baía, como a baía de Todos os Santos, na Bahia, Costa (2006) determinou os teores de MO e os resultados indicaram origem antrópica para MO (0,95%-2,74%), já a baía de Guanabara, no Rio de Janeiro, Mahiques (1999) determinou a razão CO/NT (24) e  $\delta^{13}\text{C}$  (-26‰) indicando uma tendência a MO alóctone no trecho, já a baía de Santos, em São Paulo, Siqueira et al. (2006) determinaram a razão CO/NT variando entre 4,33 e 22,67, o que indica uma mistura de origem marinha e continental para MO que variou entre 0,16% e 9,94%. Os resultados de carbonato (22,97%- 99,07%) foram elevados ao longo da costa nordeste e leste, indicando a presença de lama carbonática ao longo da plataforma continental, somente as estações próximas às desembocaduras dos rios de Contas, na Bahia, Carvalho et al., em preparação, determinaram  $\delta^{13}\text{C}_{\text{total}}$  (-22,94‰ a 1,8‰) indicando uma forte influência carbonática a norte e sul da embocadura do rio. Por outro lado, para o rio Doce, no Espírito Santo, Carvalho et al. (2000) indicam a presença de MO continental em frente ao rio com teores de CO variando entre 0,37% e 0,52%.

Mollenhauer et al. (2004) indicam a plataforma continental Sul como um sistema que pode contribuir de maneira relevante para o conteúdo de MO nos sedimentos. Apesar da descarga dos sedimentos se dar fora da plataforma continental brasileira o material oriundo da bacia do rio da Prata é transportado pelas correntes marinhas em direção ao sul do Brasil e constitui a segunda maior acumulação de MO em sedimentos de fundo da plataforma continental brasileira (%CO= 0,3-1%; Mollenhauer et al, 2004 e 0,3%-2,98%; [www.pangaea.de](http://www.pangaea.de)). Nessa região os resultados mostraram origem terrígena e biogênica para a MO, maiores teores podem estar relacionados à influência antrópica devido, principalmente, a MO depositada em sedimentos do rio da Prata que carrega, em grande parte de sua extensão, efluentes domésticos e resíduos, lançados no rio até sua embocadura.

De uma maneira geral, a preservação da MO nos sedimentos da plataforma continental brasileira está associada, principalmente, a argilominerais. Há uma tendência de cerca de 80% da MO incorporada em sedimentos de plataforma continental ter origem terrígena em locais associados a desembocaduras de rios (Haas et al., 2002). Especialmente, Seiter et al. (2004) reportam em seu trabalho a preservação natural da MO nos sedimentos plataformais do Atlântico Sul como referência mundial devido à sua distribuição ao longo da margem continental representando um importante sumidouro de carbono do planeta. Recomenda-se a continuidade de estudos para melhor avaliar a origem e acumulação da MO em ambientes plataformais da costa Brasileira.

## Conclusões

1. De um modo geral, a faixa de concentração de CO e MO na plataforma continental mundial fica em torno de 0% a 5%, com exceção em ambientes onde a contribuição de MO continental ou marinha supera este intervalo.
2. A Matéria Orgânica de origem continental, em sua maioria, apresenta-se depositada em sedimentos plataformais, em frente à embocadura de rios.
3. A Matéria Orgânica de origem marinha se dá em ambientes plataformais com significativa contribuição de produtividade primária.
4. A acumulação de Matéria Orgânica nos sedimentos plataformais é influenciada por condicionantes oceanográficas e sob influência antrópica que associadas ao fenômeno de bioturbação-ressuspensão-redeposição podem diminuir sobremaneira o conteúdo de Matéria Orgânica nos sedimentos marinhos de fundo.
5. A acumulação de Matéria Orgânica em sedimentos marinhos é importante para a manutenção do equilíbrio do ciclo global de carbono.

## Referências

Argollo, R. M. 2001. Cronologias de sedimentação recente e de deposição de metais pesados na Baía de Todos os Santos usando  $Pb^{210}$  e  $Cs^{137}$ , Tese de Doutorado, Universidade Federal da Bahia, Salvador-Ba.

Banaru, D., Harmelin-Vivien, M., Gomoiu, M-T., Onciu, T-M. 2007. Influence of the Danube River inputs on C and N stable isotope ratios of the Romanian coastal waters and sediment (Black Sea). *Marine Pollution Bulletin* 54: 1385-1394.

Berner, R. A. 1989. Biogeochemical cycles of carbon and sulfur and their effect on atmospheric oxygen over Phanerozoic time. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 73: 97-122.

Biscaye, P. E., Anderson, R. F., 1994. Fluxes of particulate matter on the slope of the southern Middle Atlantic Bight: Seep II. *Deep-sea Research II*, 41: 459-509.

Boldrin, A., Langone, L., Miserocchi, S., Turchetto, M., Acri, F. 2005. Po River plume on the Adriatic continental shelf: Dispersion and sedimentation of dissolved and suspended matter during different river discharge rates. *Marine Geology* 222-223: 135-158.

Buckley, D.E. 1991. Depositional and diagenetic alteration of sediment in Emerald Basin, Scotian Shelf. *Continental Shelf Research* 11: 1099-1122.

Buscail, R., Pocklington, R., Germain, C. 1995. Seasonal variability of the organic matter in a sedimentary coastal environment: sources, degradation and accumulation (continental shelf of the Gulf of Lions---northwestern Mediterranean Sea). *Continental Shelf Research*. 15, 7: 843-869.

Carranza-Edwards, A., Rosales-Hoz, L., Urrutia-Fucugauchi, Sandoval-Fortanel, A., Garza, E. M., Cruz, R. L. S. 2005. Geochemical distribution pattern of sediments in an active continental shelf in Southern Mexico. *Continental Shelf Research* 25: 521-537.

Carvalho, A. M. de, Pessoa Neto, A., Santos, V.L.C.S. 2000. Estudo Geoquímico de Metais Pesados, Carbonatos e Lipídios em Sedimentos do Oceano Atlântico na costa de Salvador(BA) a Vitória(ES). Anais do III Congresso Iberoamericano de Contaminação e Toxicologia Ambiental, Lisboa, 26-27.

Ceplab. 1979. Bacias hidrográficas do estado da Bahia. Séries, Recursos Naturais., Governo do estado da Bahia, Salvador.

Costa, A. B. 2006. Caracterização Molecular e Isotópica de Material Orgânico em Sedimentos da Baía de Todos os Santos- BA, Tese de Doutorado, Universidade Federal da Bahia, Salvador-Ba.

Eisma, D. Agustinus, P.G. E. F. & Alexander, C. 1991. Recent and subrecent changes in the dispersal of Amazonas mud. *Netherland Journal Sea Research*, 28(3): 181-192.

Espinheira, M. de F. T., et al. Programa de Resíduos Sólidos Urbanos do Estado da Bahia, Salvador, 2001.

Fass, R. W. 1986. Mass-physical and geotechnical properties of surficial sediments and dense nearbed suspensions on the Amazon continental shelf. *Continental Shelf Research*, 6(1/2): 189-208.

Gibbs, R. J. 1976. Amazon River sediment transport in the Atlantic Ocean. *Geology*, 4: 45-48.

Goñi, M. A., Yuker, M. B., Macdonald, R. W., Eglinton, T. I. 2000. Distribution and sources of organic biomarkers in arctic sediments from the Mackenzie River and Beaufort Shelf. *Marine Chemistry* 71: 23-51.

Gordon, E. S., Goñi, M. A. 2003. Sources and distribution of terrigenous organic matter delivered by the Atchafalaya River to sediments in the northern Gulf of Mexico. *Geochimica et Cosmochimica* 67(13): 2359-2375.

Haas, H. de, Boer, W., van Weering, T. C. E. 1997. Recent sedimentation and organic carbon burial in a shelf sea: the North Sea. *Marine Geology*, 144: 131-146.

Haas, H. de, van Weering, T. C. E., Stigter, H. de. 2002. Organic carbon in shelf seas: sinks or sources, processes and products. *Continental Shelf Research*, 22: 691-717.

Hedges, J. I. & Keil, R. G. 1995. Sedimentary organic matter preservation: an assessment and speculative synthesis. *Marine Chemistry*, 49: 81-115.

Jennerjahn, T. C., Ittekkot, V. 1999. Changes in organic matter from surface waters to continental slope sediments off the Sao Francisco River, eastern Brazil. *Marine Geology*, 161: 129-140.

Kempf, M., Mabesoone, J. M. & Tinoco, I. M. Estudo da plataforma continental da área do Recife. – Generalidades sobre o fundo. *Trab. Oceanogr. Univ. Federal de Pernambuco*, (9/11), pp. 125-148, 1970. In: *Relatórios do Projeto REVIZEE*, Centro de Hidrografia e Navegação, Rio de Janeiro, 1994.

Kim, J-H., Ludwig, W., Schouten, S. Kerhervé, P., Herfort, L., Bonni, J., Damsté, J. S. S. 2007. Impact of flood events on the transport of terrestrial organic matter to the ocean: A study of the Têt River (SW France) using the BIT index. *Organic Geochemistry*. 38:1593-1606.

Kowsmann, R. O. & Costa, M. A. 1979. Sedimentação quaternária da margem continental brasileira e das áreas oceânicas adjacentes. In: *Projeto REMAC-Geomorfologia da margem continental brasileira e das áreas oceânicas adjacentes*. PETROBRÁS. Rio de Janeiro. Série Projeto REMAC, 8: 1-55.

Kristensen, E., Bouillon, S., Dittmar, T., Marchand, C. 2008. Organic carbon dynamics in mangrove ecosystems: A review. *Aquatic Botany*, 89: 201-219.

Kuehl, S.A., Demaster, D. J. & Nittrouer, C. A. 1986. Nature of sediment accumulation on the Amazon continental shelf. *Continental Shelf Research*, v. 6(1/2): 209-225.

Mabesoone, J. M. & Tinoco, I. M. Shelf off Alagoas and Sergipe(Northeastern Brazil)- Geology. *Trab. Oceanogr., Univ. Fed. Pernambuco*, v. 7 e 8, pp.151-186, 1970. In: *Relatórios do Projeto REVIZEE*, Centro de Hidrografia e Navegação, Rio de Janeiro, 1994.

MacDonald, R.W., Thomas, D.J., 1991. Chemical interactions and sediments of the western Canadian Arctic shelf. *Continental Shelf Research* v. 11, p. 843-863.

MacDonald, R. W.; Solomon, S.M.; Cranston, R.E.; Welch, H. E.; Yunker, M.B.; Gobeil, C. 1998. A sediment and organic carbon budget for the Canadian Beaufort Shelf. *Marine Geology* 144: 255-273.

Mahiques, M.M., Tessler, M.G., Hoshika, A., Mishima, Y., Suguio, K., Kawana, K., 1997. Infra-annual variations in the characteristics of the organic matter from Bertioga channel, southeastern Brazil. 6<sup>th</sup> Congress of the Brazilian Association on Quaternary Research. Extended Abstracts, Curitiba, ABEQUA. 94-98. (in Portuguese).

Mahiques, M. M.; Mishima, Y.; Rodrigues, M. 1999. Characteristics of the sedimentary organic matter on the inner and middle continental shelf between Guanabara Bay and São Francisco do Sul, southeastern Brazilian margin. *Continental Shelf Research* 19: 775- 798.

Mayer, L. M., Schick, L. L., Allison, M. A., Ruttenberg, K.C., Bentley, S.J. 2007. Marine vs. terrigenous organic matter in Louisiana coastal sediments: The uses of bromide: organic carbon ratios. *Marine Chemistry* 107: 244-254.

Marins, R.V.; Lacerda, L.D.; Abreu, I.M.; Dias, F.J.S. 2003. Efeitos da açudagem no Rio Jaguaribe. *Ciência Hoje*. 197:66-70.

Matsuura, Y., Wada, E., 1995. Carbon and nitrogen stable isotope ratios in marine organic matters of the coastal ecosystem in Ubatuba, southern Brazil. *Ciência e Cultura* 46: 141-146.

Meyers, P. A. 1994. Preservation of elemental and isotopic source identification of sedimentary organic matter. *Chemical Geology*, 144: 289-302.

Meyers, P. A. 1997. Organic geochemical proxies of paleoceanographic, paleolimnologic and paleoclimatic processes. *Organic Geochemistry*. , 27(5/6): 213-250.

Milliman, J. D. & Barretto, H. T. 1975. Upper continental margin sedimentation off Brazil. Part I. Background. *Contr. Sedimentology*, 4: 1-10.

Mollenhauer, G., Schneider, R. R., Jennerjahn, T., Muller, P.J. & Wefer, G. 2004. Organic carbon accumulation in the South Atlantic Ocean: its modern, mid-holocene and last glacial distribution. *Global and Planetary Change*. 40(3-4): 249-266.

Muehe, D. 1995. Caracterização físico-natural da plataforma continental interna e área costeira adjacente. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, Brasília, 70p.

Nittrouer, C. A., Kuehl, S. A. 1995. Geological significance of sediment transport and accumulation on the Amazon continental shelf. *Marine Geology*, 125(3/4): 175-401.

Pantin, H.M., Evans, C.D.R., 1984. The Quaternary history of the central and southwestern Celtic Sea. *Marine Geology* 57: 259-293.

Pereira, S. B. 2000. Aspectos geoquímicos do material particulado da pluma estuarina do rio Amazonas: fatores que controlam as interações com as águas oceânicas. Dissertação de Mestrado. Centro de Geociências, CG/UFPa, 130pp.

Premuzic, E. T., Benkovitz, C. M., Gafaney, J. S., Walsh, J.J., 1982. The nature and distribution of organic matter in the surface sediments of world oceans and seas. *Organic Geochemistry*, 4: 63-77.

Projeto Radam – DNPM – Ministério de Minas e Energias. 1973. Levantamento de Recursos Naturais, 3.

Seiter, K., Hensen, C., Schroter, J., Zabel, M. 2004. Organic carbon content in surface sediments- defining regional provinces. *Deep- Sea Research I*, 51: 2001-2026.

Siqueira, G. W.; Braga, E. S.; Lima, W. N. de & Pereira, S. F. P. 2004. Estudo granulométrico e de metais pesados (Pb, Zn e Cu) nos sedimentos de fundo do Sistema Estuarino de Santos/São Paulo-Brasil. *Anais do IV Congresso Brasileiro de Pesquisas Ambientais e Saúde, Santos/SP*, 1: 64-68.

Siqueira, G. W., Mendes, A. S., Lima, W. N., Aprile, F. M., Braga, E. S. Distribuição Geoquímica de Carbono, Nitrogênio, Fósforo e outros Parâmetros Geoquímicos na Plataforma Continental do Amazonas - Norte do Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar*, 2005.

Siqueira, G. W., Braga, E.S., Mahiques, M. M., Aprile, F. M. Determinação da Matéria Orgânica e Razões C/N e C/S em Sedimentos de Fundo do Estuário de Santos - SP/Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar*, 2006.

Summerhayes, C. P. Coutinho, P. N., França, A. M. C. & Ellis, J. P. Upper continental margin sedimentation of Brazil. Part III. Salvador to Fortaleza, Northeastern Brazil. *Contr. Sedimentology*, v. 4, pp. 44-78, 1975. In: *Relatórios do Projeto REVIZEE*, Centro de Hidrografia e Navegação, Rio de Janeiro, 1994.

Summerhayes, C. P., Melo, U. & Barreto, H. T. 1976. The influence of upwelling on suspended matter and shelf sediments of southeastern Brazil. *Journal Sedimentary Petrology*, 6(4), 819-828.

Tesi, T., Miserocchi, S., Langone, L., Boni, L., Guerrini, F. 2006. Sources, Fate and Distribution of Organic Matter on the Western Adriatic Continental Shelf, Italy. *Water, Air and Soil Pollution* 6: 593-603.

Tesi, T., Miserocchi, S., Goñi, M. A. , Langone, L., Boldrin, A., Turchetto, M. 2007. Organic matter and distribution in suspended particulate materials and surficial sediments from the western Adriatic Sea (Italy). *Estuarine Coastal and Shelf Science* 73: 431-446.

Trask, P. D. 1932. Origin and environment of source sediments of petroleum. Project 4 of the American Petroleum Institute Research Programs. *Am Petrol Inst. Gulf Publ. Co.*,4-323.

Vital, H., Silveira, I. M. da, Amaro, V. E. 2005. Carta Sedimentológica da Plataforma Continental Brasileira- Área Guamaré a Macau (NE Brasil), utilizando integração de dados geológicos e sensoriamento remoto. *Revista Brasileira de Geofísica*, 23(3): 233-241.

Zembruski, S. G., Barretto, H. T. , Palma, I. I. C, Milliman, I.D. estudo preliminar das províncias geomorfológicas da margem continental brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26 Belém, 1972, Anais . São Paulo, SBG, 1972, 3(2): 187-208.

Zembrusky, S. G. 1972. Geomorfologia da margem continental sul brasileira e das bacias adjacentes. In: Projeto REMAC- Geomorfologia da margem continental brasileira e das áreas oceânicas adjacentes. PETROBRÁS. Rio de Janeiro. Série Projeto REMAC, 7: 129-177.

Zocatelli, R. O., Bernardes, F., Pereira, U. J., Marins, R., Lacerda, L. D., Dias, F. J. S. 2007. Distribuição e Caracterização da Matéria Orgânica no Gradiente Estuarino do Rio Jaguaribe, CE, Brasil. *Anais do XII Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar*, 1-3.

Wollast, R., 1998. Evaluation and comparison of the global carbon cycle in the coastal zone and in the open ocean. In: Brink, A.R., Robinson, A.R. (Eds.), *The Sea. The Global Coastal Ocean: Processes and Methods*. Wiley, New York, vol. 10: 213– 252.

#### 4. ARTIGO 2

### ORIGEM E DISTRIBUIÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA EM SEDIMENTOS COSTEIROS EM FRENTE AO RIO DE CONTAS – ITACARÉ- BAHIA.

*Audrey Macêdo de Carvalho,<sup>1,2</sup> José Maria Landim Dominguez<sup>2</sup>, Vera Lúcia Cândia Souza Santos<sup>2,3</sup> & Alexandre Barreto Costa,<sup>4</sup>.*

<sup>1</sup> Universidade do Estado da Bahia  
Departamento de Educação e Ciências, Campus VIII.  
(Rua Silveira Martins, 2555, Cabula, CEP 41195-001, Salvador- BA, Brasil)

<sup>2</sup> Universidade Federal da Bahia

Instituto de Geociências  
Departamento de Pós-graduação em Geologia  
(Rua Caetano Moura, 123, Federação, CEP 40210-340, Salvador- BA., Brasil)

<sup>3</sup>Universidade Federal da Bahia  
Instituto de Química  
Departamento de Química Analítica  
(Rua Geremoabo, s/nº, Campus de Ondina, CEP 40210-340, Salvador-BA, Brasil)

<sup>4</sup>Universidade Federal da Bahia  
Instituto de Física  
Centro de Pesquisa em Geofísica e Geologia  
(Rua Geremoabo, s/nº, Campus de Ondina, CEP 40210-340, Salvador-BA, Brasil)

#### Abstract

The Contas River is an important river that empties in the south coast of the State of Bahia. Associated to the outlet of this river in the continental shelf, it happens one of the main accumulations of mud sediments in the State of Bahia that extends approximately of the 10m isobate to the break shelf, which is also quite narrow in this passage (~5-8 km). That extensive accumulation of fine sediments turns, therefore, this area, ideal for the study of the origin of the organic matter (OM). Because of this fact this work has as objective studies the origin and distribution of the OM in shelf sediments in front of the mouth of Contas River. They were collected: (i) in March of 2004, a testimony with 1,5m of length, in the 20m isobate, approximately in the central area of the accumulation of mud and (ii) in March of 2007, 39 samples of the superficial sediment of bottom along eight perpendicular transects to the coast line. The tax of deposition of the sediments was calculated through the activity of the <sup>210</sup>Pb and it presents a reason of 6,5mm.a<sup>-1</sup>. The datings for the method <sup>14</sup>C-AMS in

the testimony supplied ages of (1830-1910 years Cal AD) for the microgastropode and (1910-1950 years Cal AD) for the fragment of organic matter that corroborate the deposition rates made calculations by the method of  $^{210}\text{Pb}$ . The profiles of depth of the concentrations of OC they varied between 1,4% and 3,1%, OM varied between 2,4% and 5,4% and the superficial distribution of the parameters: OM (0,3% and 3,7%), OC (0,2% and 2,2%),  $\text{CaCO}_3$  (limit of detection-9,33%), TC (0,3% to 9,7%), TN (0,01% to 0,16%),  $\delta^{13}\text{C}$  (-22,94. to 1,8.),  $\delta^{15}\text{N}$  (4,39. and 10,14.), OC/TN (4,0 and 23,3) they are approached. The results suggest that the accumulated OM in front of Contas River presents continental origin and for the isotopic signatures of  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  the composition of the OM is associated to the present total nitrogen in the OM of the deposited sediments. To North and South of the mouth of the river the influence of mud carbonate is important due, mainly, the largest presence of  $\text{CaCO}_3$  in the stations and the origin of the OM is typically marine.

### Resumo

O rio de Contas é um importante rio que deságua no litoral sul do Estado da Bahia. Associada à desembocadura deste rio na plataforma continental, ocorre uma das principais acumulações de sedimentos lamosos no Estado da Bahia que se estende aproximadamente da isómeta de 10m até a borda da plataforma, a qual neste trecho também é bastante estreita (aprox. 5-8 km). Essa extensa acumulação de sedimentos finos torna, portanto, esta área, ideal para o estudo da origem da matéria orgânica (MO). Em virtude deste fato este trabalho tem como objetivo estudar a origem e a distribuição da MO em sedimentos plataformais em frente à embocadura do Rio de Contas. Foram coletadas: (i) em março de 2004, um testemunho com 1,5m de comprimento, na isómeta de 20m, aproximadamente na região central da acumulação de lama e (ii) em março de 2007, 39 amostras do sedimento superficial de fundo ao longo de oito transectos perpendiculares à linha de costa. A taxa de deposição dos sedimentos foi calculada através da atividade do  $^{210}\text{Pb}$  e apresenta uma razão de  $6,5\text{mm}\cdot\text{a}^{-1}$ . As datações pelo método  $^{14}\text{C}$ -AMS no testemunho forneceram idades de (1830-1910 anos Cal AD) para o microgastropode e (1910-1950 anos Cal AD) para o fragmento de matéria orgânica que corroboram as taxas de deposição calculadas pelo método de  $^{210}\text{Pb}$ . Os perfis de profundidade das concentrações de  $\text{C}_{\text{org}}$  variaram entre 1,4% e 3,1%, MO variaram entre 2,4% e 5,4% e a distribuição superficial dos parâmetros: MO (0,3% e 3,7%),  $\text{C}_{\text{org}}$  (0,2% e 2,2%),  $\text{C}_{\text{inorg}}$  (menor limite de detecção-9,33%), CT (0,3% a 9,7%), NT (0,01% a 0,16%),  $\delta^{13}\text{C}$  (-22,94‰ a 1,8‰),  $\delta^{15}\text{N}$  (4,39‰ e 10,14‰), CO/NT (4,0 e 23,3) são abordados. Os resultados sugerem que a MO acumulada em frente ao Rio de Contas apresenta origem continental e pelas assinaturas isotópicas de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  a composição da MO está associada ao nitrogênio total presente na MO dos sedimentos depositados. A Norte e Sul da embocadura do rio a influência de lama carbonática é importante devido, principalmente, a maior presença de carbono inorgânico nas estações e a origem da MO é tipicamente marinha.

## Introdução

A matéria orgânica (MO) constitui um importante atributo dos sedimentos que recobrem a Plataforma Continental. Sua origem pode ser alóctone (i.e., terrígena) ou autóctone (i.e., marinha), ou mesmo, uma combinação de ambas. Sua distribuição é afetada por diferentes variáveis oceanográficas, como a profundidade da coluna d'água, a hidrodinâmica local e o diâmetro das partículas, entre outras (Siqueira et al., 2004; Meyers, 1997) e sua dinâmica é mais bem compreendida dentro do arcabouço do ciclo global do carbono.

O ciclo global do carbono é variável, no espaço e no tempo (Ogrinc, 2003). Ele consiste na transferência do carbono (via queima, respiração, reações químicas) para a atmosfera ou para o mar e a sua reintegração na MO via assimilação fotossintética. O carbono inicia seu ciclo nos seres fotossintetizantes. A MO gerada na fotossíntese é distribuída ao longo do ciclo pelos animais, produtores e consumidores, e os decompositores.

Segundo Hedges (1995), a maior parte da MO está incorporada aos sedimentos clásticos associados à fração lama e distribuída, preferencialmente, ao longo da Plataforma Continental e regiões do Talude Continental. Cerca de 95% da MO é mineralizada por processos biológicos e químicos na coluna d'água e nos primeiros centímetros da interface água-sedimento (Haas et al., 2002).

A Plataforma Continental é um ambiente sedimentar complexo devido à interação de diversos processos relacionados aos agentes de sedimentação que ocorrem tanto no continente quanto no ambiente marinho. A atuação desses processos, como o aporte de material terrígeno para o oceano, a produtividade primária, a dinâmica das massas d'água; os potenciais de oxi-redução; as taxas de sedimentação e as atividades humanas, entre outros, são fatores chave para o controle da contribuição, transferência e deposição de MO alóctone (derivada de solos, fitoplâncton de rios, vegetais terrestres e animais) e autóctone (fitoplâncton marinho/estuarino, zooplâncton e restos fecais) (Meyers, 1994; Prah et al., 1994; Hedges & Oades, 1997; Hedges et al. 1997; Goni, et al. 1998; Bianchi et al., 2002; Gordon & Goni, 2003, Boldrin et al., 2005; Goni et al. 2006).

A MO sedimentar é heterogênea e representa uma mistura complexa das diferentes características químicas relacionadas à suas diferentes fontes (Tesi, 2007). A compreensão da origem e dos processos químicos que afetam a deposição e preservação da MO nos sedimentos marinhos permite melhor compreender o comportamento do carbono no ambiente. O carbono e o nitrogênio nas suas formas orgânicas são os principais constituintes da MO depositada no fundo marinho.

Os primeiros dados publicados sobre a origem da MO em sedimentos marinhos foi apresentado por Trask em 1932, porém, estes estudos se intensificaram nas últimas três décadas. Premuzic et al. (1982) apresentaram uma importante

compilação de dados sobre o conteúdo de carbono orgânico em sedimentos superficiais marinhos. O trabalho mais detalhado e recente, já publicado, foi apresentado por Seiter et al (2004), onde se evidencia que as maiores concentrações de MO em ambientes plataformais do mundo ocorrem em ambientes de baixa energia, como as regiões estuarinas e, principalmente, próximo a embocaduras fluviais. Por outro lado, regiões de ressurgência são ambientes propícios à deposição de MO de origem marinha, devido à sua elevada produtividade primária.

Estudos sobre a distribuição e origem da MO incorporada aos sedimentos marinhos em ambientes plataformais tem sido apresentados por diferentes autores (Haas et al., 2002; Madureira, 2002; Meyers, 1997; Mollenhauer et al., 2004; Tesi, 2007), principalmente, em ecossistemas costeiros temperados. Nos ecossistemas costeiros tropicais a origem e a distribuição da MO ainda não são tão bem compreendidas. Dessa forma tornam-se importantes estudos desta natureza, não só visando a sustentabilidade desses ecossistemas, como também para uma melhor compreensão do ciclo global do carbono e suas implicações para o aquecimento global.

No carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) está armazenado o carbono inorgânico presente nos sedimentos marinhos. A quantidade de  $\text{CaCO}_3$  depositado nos sedimentos depende da peculiaridade de cada área. Plataformas continentais localizadas em ambientes tropicais afastados de importantes influxos de sedimentos terrígenos são normalmente os locais mais favoráveis para a acumulação de carbonato de cálcio

A análise dos indicadores discutidos, complementados pelo conhecimento das variáveis ambientais e das contribuições antrópicas que influenciam diretamente no comportamento da MO depositada nos sedimentos, permite inferir a origem e distribuição da MO nos sedimentos marinhos costeiros.

No Brasil, as maiores concentrações de MO na Plataforma Continental encontram-se na porção norte do país, sob a influência direta dos aportes do rio Amazonas (Haas et al., 2002; Mollenhauer et al, 2004). Outras regiões de destaque são a região sul, onde os maiores teores de MO estão associados ao aporte de material sedimentar do rio da Prata (Mollenhauer et al, 2004); a região sudeste, mais especificamente, a área de ressurgência em Cabo Frio, Rio de Janeiro; a região costeira de São Paulo (Mahiques, 1999); e a região nordeste com destaque para o Estado da Bahia que é banhado por diferentes rios com elevada capacidade de drenagem.

Diferentemente da América do Norte, Europa e Ásia, a margem continental brasileira apresenta poucas informações sobre a origem da MO. A região mais estudada é a Amazônica (Haas et al., 2002; Mollenhauer et al., 2004; Pereira, 2001; Siqueira et al., 2005) e a seguir a região sudeste (Carreira, 2003; Matsuura & Wada, 1995; Mahiques, 1999; Siqueira et al., 2004). Na margem

continental nordeste, especialmente, no Estado da Bahia, não há informações de parâmetros que indiquem a origem da MO.

O rio de Contas é um importante rio que deságua no litoral sul do Estado da Bahia. Sua nascente está localizada na Chapada Diamantina, aproximadamente a 1500 m de altitude, percorrendo cerca de 620 km até sua foz situada na região estuarina do município de Itacaré (Fig. 1). A bacia do Rio de Contas representa a maior bacia hidrográfica totalmente inserida no Estado da Bahia, com uma área total de 55.315km<sup>2</sup> (<http://hidroweb.ana.gov.br>). Sua vazão média é de 98,9 m<sup>3</sup>/s, representativa da porção central e centro oeste da bacia onde predomina o clima semi-árido, com temperatura média entre 19,8 e 27,7°C e precipitação inferior a 900mm/ano. Ao longo da bacia do Rio de Contas existem 9 barragens, com volumes acima de 6hectômetros<sup>3</sup>, sendo que a maior é a de Pedras que fica localizada na cidade de Jequié e tem capacidade de armazenamento máximo de 1640hm<sup>3</sup> (<http://www.srh.ba.gov.br>). As atividades humanas mais impactantes são a agropecuária, a mineração, a urbanização e o extrativismo vegetal com manejo incorreto dos solos que ficam excessivamente descobertos, favorecendo o assoreamento dos rios (Espinheira, 2001). O desmatamento, as queimadas, o assoreamento dos rios, as barragens e, sobretudo, o clima fazem com que os sedimentos transportados pelo rio sejam empobrecidos em MO, com uma contribuição de nitrogênio igualmente pequena o que afeta, sobremaneira, a produtividade primária na zona costeira adjacente.

Associada à desembocadura deste rio na plataforma continental, ocorre uma das principais acumulações de sedimentos lamosos no Estado da Bahia que se estende aproximadamente, da isóbata de 10m, até a borda da plataforma, que neste trecho é bastante estreita (aprox. 5-8 km). Essa extensa acumulação de sedimentos finos torna, portanto, esta área ideal para o estudo da origem da MO. Este trabalho tem como objetivo, portanto, estudar a origem e distribuição da matéria orgânica depositada na plataforma continental em frente à embocadura do Rio de Contas.

## Material e Métodos

### *Amostragem*

Foram coletadas: (i) em março de 2004, um testemunho com 1,5m de comprimento, na isóbata de 20m, aproximadamente na região central da acumulação de lama e (ii) em março de 2007, 40 amostras do sedimento superficial de fundo ao longo de oito transectos perpendiculares a linha de costa, (Fig. 1). O testemunho foi coletado com um tubo de alumínio de diâmetro 7,5cm durante mergulho autônomo. Os sedimentos superficiais foram coletados com draga do tipo van Veen e acondicionados em recipientes de alumínio previamente descontaminados. Tanto o testemunho quanto as amostras superficiais foram congeladas, imediatamente após a coleta. O testemunho foi amostrado em intervalos de 3cm. As amostras do testemunho e do sedimento

superficial foram secas a temperatura de 50 °C, em estufa e a seguir foram dessecadas, quarteadas e peneiradas para obtenção apenas da fração fina do sedimento, abaixo de 63 µm.

As análises de carbonato foram realizadas por ataque ácido com ácido clorídrico (HCl) 1M e os resultados expressos em percentagem de carbono inorgânico em carbonato de cálcio. As análises de matéria orgânica e carbono orgânico do testemunho foram realizadas no Laboratório SENAI, Lauro de Freitas, Bahia.

A taxa de sedimentação foi determinada pelo método do  $^{210}\text{Pb}$  nos 30 cm iniciais do testemunho em frações de 1 em 1cm no Laboratório de Física Nuclear da Universidade Federal da Bahia. No testemunho foram coletados ainda um microgastropode (1,2m de profundidade) e um fragmento de matéria orgânica (0,82m de profundidade) que foram atados pelo método do AMS- $^{14}\text{C}$  no Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory, Miami, Florida.

As determinações de matéria orgânica, carbono orgânico e calcimetria nas amostras de sedimento superficial foram realizados no Laboratório de Estudos do Petróleo, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia. As razões isotópicas de carbono ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) e nitrogênio ( $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ) foram determinadas em espectrômetro de massa Thermo Finnigan Delta Plus (Finnigan-MAT, USA), aferido com padrões internacionais, no Laboratório de Ecologia Isotópica do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, em Piracicaba, São Paulo (Tab.1).

As amostras não foram descarboxatadas para a determinação de  $\delta^{13}\text{C}$ , desta forma os valores aqui reportados são relativos à amostra total e não apenas aqueles da matéria orgânica. Segundo Lohse et al. (2000), o ataque ácido às amostras de sedimento pode provocar perda de nitrogênio. Os resultados de Carbono Orgânico, Carbono Total, Carbonato de Cálcio, Matéria Orgânica e Nitrogênio Total são dados em percentagem peso-peso (% p-p).

Além da amostragem para sedimento foi, também, realizado uma seção utilizando um perfilador de sub-fundo orientada ao longo das amostras 32, 27, 22 e 12 (Fig.2)

## Resultados

### *Sedimentos Superficiais de Fundo*

As figuras 3, 4 e 5 mostram mapas de isotores de areia, cascalho e lama no sedimento superficial de fundo, construídos utilizando-se um conjunto de amostras disponíveis no acervo do Instituto de Geociências (UFBA). Estas amostras foram coletadas entre os anos de 2002 e 2006. Em frente à embocadura do Rio de Contas predomina sedimentos da fração lama. Próximo da linha de costa predomina a fração areia. A norte e a sul, da área de estudo

verifica-se a predominância da fração cascalho. A figura 6 mostra a distribuição de grãos bioclásticos nas frações areia + cascalho nos sedimentos superficiais de fundo. O principal componente bioclástico do sedimento são os fragmentos de algas coralinas.

#### *Distribuição da matéria orgânica*

As figuras 7 a 14 mostram a distribuição espacial dos teores de MO, CO,  $C_{inorg.}$ , CT, NT,  $\delta^{13}C$ ,  $\delta^{15}N$  e CO/NT na área de estudo. Os teores de MO, em percentagem peso-peso (% p-p), variaram de 0,06% a 3,73%. Os maiores teores foram verificados na estação 12 próximo à desembocadura do Rio de Contas e nas estações 17, 18, 19, 22, 23 e 27 coincidentes com as maiores concentrações de lama da região. A distribuição espacial do carbono orgânico, mostra que os maiores teores ocorrem em frente à embocadura do Rio de Contas. Os teores de CO, em percentagem peso-peso (% p-p), variaram de 0,04% a 2,16%. A estação que apresentou o maior teor de CO localiza-se em frente à embocadura do Rio de Contas (estação 12). As estações 13 a 20 apresentam concentrações elevadas de CO e do mesmo modo que a MO são coincidentes com os trechos que exibem as maiores concentrações de lama. Os teores de carbono inorgânico ( $C_{inorg.}$ ), em percentagem peso-peso (% p-p), variaram entre o menor limite de detecção e 9,3%. Os teores de carbono total (CT), em percentagem peso-peso (% p-p), variaram de 0,32% a 9,66%. Os pontos que apresentaram maiores teores de CT correspondem às estações 34, 35 e 39. Os teores elevados de CT nestas estações refletem, provavelmente, uma maior contribuição de lama carbonática, uma vez que estas amostras estão mais próximas de áreas da plataforma onde os teores dos componentes bioclásticos são maiores no sedimento superficial de fundo. Os teores de nitrogênio total, em percentagem peso-peso (% p-p), variaram de 0,01% a 0,16%. As estações 12 a 19 apresentam concentrações elevadas e do mesmo modo que a MO e o CO são coincidentes com os trechos que exibem as maiores concentrações de lama. A distribuição espacial da razão isotópica  $\delta^{13}C$  variou de -22,94‰ a 1,8‰. Os valores de  $\delta^{13}C$ , variaram entre -10,57‰ e -22,94‰, em frente à embocadura do Rio de Contas. Os valores de  $\delta^{15}N$  variaram entre 4,39 e 10,14‰. Os níveis mais elevados de  $\delta^{15}N$  foram encontrados em frente à embocadura do Rio de Contas e estão em concordância com os resultados para o  $\delta^{13}C$ . Os valores de CO/NT variaram entre 4,0 e 23,25. A distribuição espacial da razão elementar CO/NT mostra que os valores acima de 10 ocorrem em frente à embocadura do Rio de Contas.

#### *Taxa de deposição, Datação de Carbono 14 – $^{14}C$ AMS, Carbono orgânico e Matéria Orgânica no Testemunho*

A taxa de deposição dos sedimentos foi calculada através da atividade de  $^{210}Pb$  e apresenta uma razão de 6,5mm.a<sup>-1</sup>(Fig. 15). As datações pelo método  $^{14}C$ -AMS no testemunho forneceram idades de (1830-1910 anos Cal AD) para o microgastropode e (1910-1950 anos Cal AD) para o fragmento de matéria

orgânica o que corrobora as taxas de deposição calculadas pelo método de  $^{210}\text{Pb}$ .

A figura 16 mostra os perfis das concentrações de CO e MO no testemunho nos últimos 200 anos, aproximadamente. Os valores de CO e MO se mantiveram, mais ou menos constantes ao longo de todo o testemunho apresentando um aumento relativamente brusco próximo ao topo, que deve corresponder, aproximadamente, ao período de 1950-atual, se supormos que as taxas de deposição permanecem constantes (Tab. 2).

### *Discussão*

Os valores de MO e CO encontrados para a área de estudo são compatíveis com aqueles por diferentes autores em sedimentos plataformais associados a desembocadura de rios (Boldrin et al. 2005, Haas et al. 2002, Mahiques et al. 1999, Mayer, 2007; Meyers, 1994; Meyers, 1997, Pereira, 2000, Siqueira et al., 2004, Siqueira et al., 2005, Tesi, 2006, Tesi 2007).

Dentre os nutrientes essenciais à manutenção da vida no planeta, o nitrogênio é um dos mais importantes, pois limita a produtividade primária nos ecossistemas afetando toda a cadeia produtiva (Vitousek et al., 1997; Galloway, 1998; Dodds et al., 2000; Galloway et al., 2003). A disponibilidade de nitrogênio determina a composição das espécies de plantas numa área, e o excesso desse nutriente altera os ecossistemas aquáticos e terrestres (Bruijnzeel, 1992; Tilman, 1996; Vitousek et al., 1997; David & Minshall, 1999; Chapman et al., 2001; Dodds et al., 2000; Stevens et al., 2003). De uma maneira geral, os baixos teores de NT (0,01%- 0,16%) na área de estudo podem influenciar diretamente na produtividade primária local. Em frente ao Rio de Contas os resultados foram discretamente mais elevados devido à influência da MO continental depositada nos sedimentos de fundo. Por outro lado, quando a MO se decompõe, os compostos nitrogenados são os primeiros a serem consumidos, ainda na coluna d'água, pelos organismos. Apenas, uma pequena quantidade deles consegue alcançar e ser incorporada nos sedimentos. Isto pode justificar o baixo teor de NT observado na área do estudo (Santos et al., 1994). A contribuição relativa orgânica e inorgânica do nitrogênio pode ser estimada pela plotagem dos valores de NT e carbono orgânico (Mahiques et al. 1999). A boa correlação ( $R=0,94$ ) entre NT e o CO indica que grande parte do nitrogênio foi depositado com o carbono orgânico, levando a crer que sua origem é predominantemente orgânica (Fig. 17).

Para interpretar a origem da MO nos sedimentos marinhos é necessário analisar múltiplos indicadores. As razões específicas dos conteúdos de CO, NT e isótopos de  $^{13}\text{C}$  e  $^{15}\text{N}$  nos sedimentos são muito utilizados. Razões de CO/NT de organismos planctônicos marinhos variam entre 4,0 e 7,0. Os organismos bentônicos são ricos em proteínas, apresentando valores desta razão próximos a 4,0. Nos aportes de material trazido pelos rios, os vegetais terrestres, são os

responsáveis pelas maiores contribuições de MO para os ambientes costeiros. Estes seres vivos apresentam menos de 20% de proteínas em sua constituição orgânica, resultando em valores de razão CO/NT iguais ou superiores a 30 (Meyers, 1994). Portanto, os sedimentos contendo MO, provenientes de origem marinha apresentam razão CO/NT em torno de 6,0 atingindo valores próximos a 10,0, quando há decomposição de componentes protéicos em detritos orgânicos na coluna d'água. Por outro lado, sedimentos ricos em MO de origem terrestre apresentam valores desta razão superiores a 10,0 (Hedges, 1995; Meyers, 1997 e Tesi, 2007). A maior parte das amostras analisadas apresenta valores CO/NT maiores que 10 indicando contribuição continental para a MO em frente à embocadura do Rio de Contas (Fig.18). Outras regiões estudadas, no Hemisfério Norte, indicaram razão CO/NT acima de 10 chegando a 30 para MO de origem continental (Hedges, 1997; Ogrinc, 2003; Madureira, 2002; Meyers, 1994; Meyers, 1997). Apenas nas extremidades norte e sul da área de estudo é que os valores de CO/NT são menores que 10 indicando portanto uma contribuição marinha mais importante.

Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$ , entre -10,57‰ e -22,94‰ e  $\delta^{15}\text{N}$ , entre 5,9‰ e 10,1‰, em frente à embocadura do Rio de Contas, indicam uma origem continental para MO depositada, especialmente, a estação 12, que apresentou o valor de -22,94‰ localizado na maior porção de gás depositado. Para Lamb et al., (2007) valores de  $\delta^{13}\text{C}$  em torno de -23,5‰ correspondem a sedimentos de estuários predominando a presença de plantas C3 e C4. Para Hedges (1997) a MO de origem terrestre apresenta valores de  $\delta^{13}\text{C}$  entre -28‰ e -26‰ nos rios e valores de, -26‰ a -20‰ nos deltas associados, condizente com o valor da estação 12, amostra considerada isenta de carbono inorgânico. O empobrecimento em  $^{13}\text{C}$  na área da estação 12 corrobora a presença de gás na área. A norte e a sul, os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  (-10,1‰ e 0,9‰) indicam a contribuição de lama carbonática. Segundo Dolenc et al. (1984) os sedimentos carbonáticos apresentam valores de  $\delta^{13}\text{C}$  variando entre -1,5‰ e 4,56‰ o que está em concordância com os valores encontrados nas porções norte e sul da região estudada.

Na figura 19, os gráficos 1 e 2 mostram a correlação do NT com a MO e o CO. As correlações significativas obtidas em ambos os gráficos confirmam que grande parte do NT compõe a MO o que já havia sido observado na figura 17. No gráfico 3 da figura 19, existe uma correlação inversa entre o teor de MO e o  $\delta^{13}\text{C}$  do CT. A diminuição do teor de MO leva a um enriquecimento de  $^{13}\text{C}$  devido à presença do carbono inorgânico, fato observado também no gráfico 5 da figura 19, onde a boa correlação entre o percentual de carbono inorgânico contido no carbono total e o aumento do  $\delta^{13}\text{C}$  confirmam a correlação inversa mostrada no gráfico 3. O gráfico 4 da figura 19 mostra uma boa correlação inversa entre os valores de  $\delta^{15}\text{N}$  e os valores de  $\delta^{13}\text{C}$ . Esta correlação mostra que o nitrogênio associado ao carbono orgânico (valores empobrecidos em  $\delta^{13}\text{C}$ ) é mais enriquecido em  $^{15}\text{N}$  do que aquele associado ao carbono inorgânico.

No testemunho coletado, observa-se um aumento das concentrações de CO e MO (Fig. 17) o que pode ser atribuído, provavelmente, ao aumento da ocupação humana na zona costeira da região próxima das margens do Rio de Contas, cidade de Itacaré (14.720 habitantes, [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)). Os esgotos desta cidade são lançados diretamente neste rio sem nenhum tipo de tratamento. A brusca diminuição do CO e MO nos primeiros centímetros do topo do testemunho, entretanto estão em contradição com esta conclusão, ou poderia ter resultado de uma deposição muito recente associada a episódio de elevada vazão diluindo os efeitos da contribuição antrópica.

Resumindo as razões isotópicas de  $\delta^{13}\text{C}$  (-22,9‰ e -5,3‰) e  $\delta^{15}\text{N}$  (6,2‰ e 8,4‰), bem como, a razão CO/NT (>10) em frente à embocadura do Rio de Contas indicam que a MO presente nestes sedimentos é de origem terrígena e aportada pelo Rio de Contas. A influência dos aportes terrígenos diminui progressivamente para norte e para sul da área de estudo conforme indicam os valores destas razões isotópicas.

#### Conclusões

1. Os teores de MO, na região estudada, variaram entre 0,06% e 3,73% e CO variaram entre 0,04% e 2,16%.
2. Os sedimentos de fundo estudados representam deposição recente nos últimos 100 anos, conforme apontam os resultados do  $^{210}\text{Pb}$  e AMS- $^{14}\text{C}$ .
3. Na área de estudo, os parâmetros analisados permitiram identificar as contribuições de matéria orgânica de origens continental e marinha.
4. As razões isotópicas de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  e a razão C:N (>10) indicam que a matéria orgânica depositada nos sedimentos de fundo apresenta origem continental em frente à embocadura do Rio de Contas. A norte e sul a contribuição terrígena diminui gradativamente, associada a um aumento da contribuição marinha e da lama carbonática.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem especialmente ao Dr. Epaminondas Ferraz pela contribuição para realização deste trabalho. Ao Laboratório de Ecologia Isotópica do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, em Piracicaba, São Paulo e ao Laboratório de Física Nuclear da Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, pela realização de algumas das análises. Agradecimentos são também extensivos aos pesquisadores Dr. Roberto Argollo e Dr. Michel Mahiques, pelas sugestões apresentadas.

## Referências

Boldrin, A.; Langone, L.; Miserochl, S.; Turchetto, M.; Acri, A. 2005. Poriver plume on the Adriatic continental shelf: observations on dispersion and sedimentation dynamics of dissolved and suspended matter during different river discharge rates. *Marine Geology*, 223:135-158.

Bruijnzeel, L. A. (1992). Nutrient input-output budgets of tropical forest ecosystems: a review. *Journal of Tropical Ecology*, 7: 1-24.

Carreira, R. S., Wagener, A. L. R., 2003. Caracterização da Matéria Orgânica Sedimentar na Baía de Guanabara Através de Marcadores Moleculares. *Anuário do Instituto de Geociências*, 26: 1-23.

Chester, R. 1990. *Marine Geochemistry*. Unwin Hyman. Boston. 698pp.

Chapman, P. J.; Edwards, A. C.; Cresser, M. S. 2001. The nitrogen composition of streams in upland Scotland: some regional and seasonal differences. *The Science of the Total Environment*, Amsterdam, 265: 265-283.

David, J. U.; Minshall, W. 1999 Nutrient input-output budget of tropical Forest. *Ecosystems*, New York, 7 (1): 1-24,

Dodds, W. K.; Evans-White, M. A.; Gerlanc, N. M.; Gray, L.; Gudder, D. A.; Kemp, M. J.; Lopez, A. L.; Stagliano, D.; Strauss, E. A.; Tank, J. L.; Whiles, M. R.; Wollheim, W. M. 2000. Quantification of nitrogen cycle in Prairie streams. *Ecosystems*, New York, 3: 574-589.

Dolenec, T., Pezdie, J., Ogorelec, M. and Misic, M.: 1984, *Geologija* 27: 161-170.

Espinheira, M. de F. T., *et al.* Programa de Resíduos Sólidos Urbanos do Estado da Bahia, Salvador, 2001.

Galloway, J. N. 1998. The global nitrogen cycle: changes and consequences. *Environmental Pollution*, London, 102 :15-24.

Galloway, J. N.; Aber, J. D.; Ersiman, J. W.; Seitzinger, S. P.; Howarth, R. W.; Cowling, E. B.; Cosby, J. 2003. The Nitrogen Cascade. *BioScience*, Washington, 53(4): 341-356.

Goni, M. A., Ruttenberg, K. C., Eglinton, T. I. 1998. A reassessment of the sources and importance of land-derived organic matter in surface sediments from the gulf of Mexico. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 62: 3055-3075.

Goni, M. A.; Monacci, N.; Gisewhite, R.; Andrea Ogston, A.; Croken, J.; Nitrouer, C. 2006. Distribution and sources of particulate organic matter in the water column and sediments of the Fly River Delta, Gulf of Papua (Papua New Guinea). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 69: 225-245.

Gordon, E.S.; Goni, M. A. 2003. Sources and distribution of terrigenous organic matter delivered by Atchafalaya River to sediments in the Gulf of Mexico. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 67: 2359-2375.

Haas, H. de, van Weering, T. C. E., Stigter, H. de. 2002. Organic carbon in shelf seas: sinks or sources, processes and products. *Continental Shelf Research*, 22: 691-717.

Hedges, J. I. & Keil, R. G. 1995. Sedimentary organic matter preservation: an assessment an speculative synthesis. *Marine Chemistry*, 49: 81-115.

Hedges, J. I. & Oades, J. M. 1997. Comparative organic geochemistries of soils and sediments. *Organic Geochemistry*, 27: 319-361.

Hedges, J. I.; Keil, R. G.; Benner. R. 1997. What happens to terrestrial organic matter in the ocean? *Organic Geochemistry*, 27: 195-212.

Jennerjahn, T. C., Ittekkot, V. 1999. Changes in organic matter from surface waters to continental slope sediments off the Sao Francisco River, eastern Brazil. *Marine Geology*, 161: 129-140.

Lamb, A. L., Vane, C. H., Wilson, G. P., Rees, J. G., Moss-Hayes, V. L. 2007. Assessing  $\delta^{13}\text{C}$  and C/N ratios from organic material in archived cores as Holocene sea level and palaeoenvironmental indicators in the Humber Estuary, UK. *Marine Geology*, 244: 109-128.

Lohse, L., Kloosterhuis, R. T., Stigter, H. C. de, Helder, W., van Raaphorst, W., van Weering, T. C. E. 2000. Carbonate removal by acidification causes loss of nitrogenous compounds in continental margin sediments. *Marine Chemistry* 69: 193-201.

Loubere, P., Siedlecki, S. A., Bradtmiller, L. I., 2007. Organic carbon and carbonate fluxes: Links to climate change. *Deep-sea Research II*, 54: 437-446.

Madureira, L.A. dos S., 2002. Compostos Orgânicos em Sedimentos Marinhos: uma viagem ao fundo do oceano Atlântico Norte, *Química Nova*, 25 (5): 814-824.

Mahiques, M. M. de; Mishima, Y.; Rodrigues, M. 1999. Characteristics of the sedimentary organic matter on the inner and middle continental shelf between Guanabara Bay and São Francisco do Sul, southeastern Brazilian margin, *Continental Shelf Research* 19: 775-798.

Matsuura, Y., Wada, E., 1995. Carbon and nitrogen stable isotope ratios in marine organic matters of the coastal ecosystem in Ubatuba, southern Brazil. *Ciência e Cultura* 46: 141-146.

Mazurec, A. P. Alterações na fertilidade do solo e composição isotópica do carbono e do nitrogênio na matéria orgânica: uma região de Mata Atlântica no norte fluminense. 2002. 115p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos de Goytacazes, 2002.

Meyers, P. A. 1994. Preservation of elemental and isotopic source identification of sedimentary organic matter. *Chemical Geology*, 144: 289-302.

Meyers, P. A. 1997. Organic geochemical proxies of paleoceanographic, paleolimnologic and paleoclimatic processes. *Organic Geochemistry*, 27 (5/6): 213-250.

Mollenhauer, G., Schneider, R. R., Jennerjahn, T., Muller, P.J. & Wefer, G. 2004. Organic carbon accumulation in the South Atlantic Ocean: its modern, mid-holocene and last glacial distribution. *Global and Planetary Change*. 40 (3-4): 249-266.

Ogrinc, N., Faganeli, J. 2003. Stable carbon isotopes in pore water os coastal marine sediments (the gulf of trieste, N Adriatic), *Acta Chim. Slov.*, 50: 645-662.

Ottmann, F. Estudo das amostras do fundo recolhidas pelo Navio E. Almirante Saldanha, na região da embocadura do Rio Amazonas. *Trab. Inst. Marit. Oceanogr.*, Univ. de Recife, v. 1, n. 1, pp. 77-106, 1959. In: *Relatórios do Projeto REVIZEE*, Centro de Hidrografia e Navegação, Rio de Janeiro, 1994.

Pereira, S. B. A natureza geoquímica da matéria orgânica transportada para a foz do rio Amazonas (Brasil, região norte). Programa REVIZEE. pp. 73- 74. Portugal. 2001.

Prahl, F. G.; Ertel, J. R.; Goni, M. A.; Sparrow, M. A.; Eversmeyer, B. 1994. Terrestrial organic carbon contributions to sediments on the Washington margin. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 58: 3035-3048.

Premuzic, E. T., Benkovitz, C. M., Gafaney, J. S., Walsh, J.J. 1982. The nature and distribution of organic matter in the surface sediments of orld oceans and seas. *Organic Geochemistry*., 4:63-77.

Santos, V; Billet, D. S; Rice, A.; Wolff, G. A. 1994. Organic matter in deep sea sediments from Porcupine abyssal plain in the north-east Atlantic ocean. I- Lipids. *Deep Sea Research I*;41: 787-819.

Seiter, K., Hensen, C., Schroter, J., Zabel, M. 2004. Organic carbon content in surface sediments- defining regional provinces. *Deep- Sea Research I*, 51: 2001-2026.

Siqueira, G. W. et al. 2004. Evolução do Impacto Ambiental causado por Matéria Orgânica, Mercúrio e Arsênio nos Sedimentos do Fundo de Sistema Estuarino de Santos. *Geochimica Brasiliensis*, 18(1): 054-063.

Siqueira, G. W. Mendes, A. S.; Lima, W. N.; Aprile, F. M & Braga, E. S. 2005. Distribuição Geoquímica de Carbono, Nitrogênio, Fósforo e outros parâmetros Geoquímicos na Plataforma Continental do Amazonas - Norte do Brasil, *Anuário de Ciências do Mar*, 165-178.

Siqueira, G. W., Braga, E.S., Mahiques, M. M., Aprile, F. M. Determinação da Matéria Orgânica e Razões C/N e C/S em Sedimentos de Fundo do Estuário de Santos - SP/Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar*, 2006.

Silva, D. M. L de. Dinâmica de nitrogênio em microbacias no Estado de São Paulo. 2005. 135 p., Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo- São Paulo-2005.

Stevens, C. J.; Dise, N. B.; Owen Mountford, J.; Gowing, 2003. D. J. Impact of Nitrogen Deposition on the Species Richness of Grasslands. *Science*, Washington, 303:1876-1879.

Summerhayes, C. P., Melo, U. & Barreto, H. T. 1976. The influence of upwelling on suspended matter and shelf sediments of southeastern Brazil. *Journal Sedimentary Petrology*, 6 (4): 819-828.

Tesi, T.; Misericchi, S.; Goni, M. A. ; Langone, L. Boldrin, A. ; Turchetto, M. 2007. Organic matter origin and distribution in suspended particulate materials and surficial sediments from the western Adriatic Sea (Italy). *Estuarine Coastal and Shelf Science* 73: 431-446.

Teeri, J.A. ; Stowe, L. G. 1976. Climatic patters and the distribution of C4 graisses in North America. *Oecologia* 23: 1-12.

Trask, P. D. 1932. Origin and environment of source sediments of petroleum. Project 4 of the American Petroleum Institute Research Programs. *Am Petrol Inst. Gulf Publ. Co.*, 4-323.

Tilman, D. 1996. Biodiversity: population versus ecosystem stability. *Ecology*, Brooklyn, 77: 350-363.

Vitousek, P. M.; Gosz, J. R.; Grier, C. C.; Mellilo, J. M.; Reiners, W. A. 1982. A comparative analyses of potential nitrification and nitrate mobility in 99 forest ecosystems. *Ecological Monographs*, Durham, v. 52, 2: 155-177.

Vitousek, P. M.; Aber, J. D.; Howarth, R. W.; Likens, G. E.; Matson, P. A.; Schindler, D. W.; Schlesinger, W. H.; Tilman, D. G. 1997. Human alteration of Global nitrogen cycle: sources and consequences. *Ecological Applications*, Washington, v. 7, 3: 737-750.

Volkman, J.K., Revill, A. T., Bonham, P. I., Clementson, L. A. 2007. Sources of organic matter in sediments from the Ord River in tropical northern Austrália. *Organic Geochemistry* 38: 1039–1060.

Zembrusky, S. G. 1972. Geomorfologia da margem continental sul brasileira e das bacias adjacentes. In: Projeto REMAC- Geomorfologia da margem continental brasileira e das áreas oceânicas adjacentes. PETROBRÁS. Rio de Janeiro. Série Projeto REMAC, 7: 129-177.

Zocatelli, R. O., Bernardes, F., Pereira, U. J., Marins, R., Lacerda, L. D., Dias, F. J. S. 2007. Distribuição e Caracterização da Matéria Orgânica no Gradiente Estuarino do Rio Jaguaribe, CE, Brasil. *Anais do XII Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar*, 1-3.

Tabela 1- Teores de matéria orgânica, carbono orgânico, carbono total e nitrogênio total, razões isotópicas e razão CO/NT na fração lama, dos sedimentos superficiais da plataforma continental em frente ao Rio de Contas.

Amostra	%CT (%p/p)	%NT (%p/p)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	%MO (%p/p)	%CO (%p/p)	%C inorg. (%p/p)	(%)C inorg. relativa ao total	CO/NT
1	-	-	-	-	0,49	0,28			
2	0,62	0,01	0,95	6,61	0,06	0,04	0,58	93,55	4,00
3	3,52	0,09	-5,79	6,17	1,52	0,88	2,64	75,00	9,78
4	4,83	0,08	-2,54	6,2	1,71	0,99	3,84	79,50	12,38
5	3,47	0,1	-6,16	5,67	2	1,16	2,31	66,57	11,60
6	1,55	0,02	-0,82	6,12	0,31	0,18	1,37	88,39	9,00
7	0,32	0,01	-2,06	6,08	0,12	0,07	0,25	78,13	7,00
8	2,78	0,08	-8,32	6,59	1,89	1,1	1,68	60,43	13,75
9	5,14	0,07	-1,86	6,16	1,39	0,81	4,33	84,24	11,57
10	3,21	0,11	-7,54	5,89	2,14	1,24	1,97	61,37	11,27
11	0,53	0,02	-8,09	7,45	0,31	0,19	0,34	64,15	9,50
12	2,01	0,16	-22,94	10,15	3,73	2,16	0	0,00	13,50
13	2,23	0,12	-16,28	8,26	2,81	1,63	0,6	26,91	13,58
14	2,5	0,14	-14,82	8,46	2,94	1,7	0,8	32,00	12,14
15	2,61	0,13	-12,42	7,94	2,51	1,46	1,15	44,06	11,23
16	1,56	0,07	-13,66	7,96	1,65	0,95	0,61	39,10	13,57
17	2,54	0,12	-13,87	7,52	2,85	1,65	0,89	35,04	13,75
18	2,81	0,13	-11,54	6,71	2,94	1,71	1,1	39,15	13,15
19	2,93	0,12	-10,57	7,06	2,66	1,54	1,39	47,44	12,83
20	3,92	0,1	-5,3	6,15	2,03	1,17	2,75	70,15	11,70
21	0,44	0,02	-9,13	5,76	0,36	0,21	0,23	52,27	10,50
22	2,78	0,09	-10,1	6,99	2,39	1,38	1,4	50,36	15,33
23	3,07	0,1	-8,21	6,3	2,19	1,27	1,8	58,63	12,70
24	4,15	0,08	-3,9	5,37	1,14	0,66	3,49	84,10	8,25
25	7,23	0,05	0,4	4,58	1,05	0,61	6,62	91,56	12,20
26	2,7	0,04	-3,4	5,25	1,6	0,93	1,77	65,56	23,25
27	3,15	0,07	-5,45	5,49	2,3	1,33	1,82	57,78	19,00
28	3,5	0,1	-7,67	5,67	1,28	0,74	2,76	78,86	7,40
29	5,44	0,06	-1,36	5,15	1,25	0,72	4,72	86,76	12,00
30	6,38	0,07	-0,7	4,97	1,26	0,73	5,65	88,56	10,43
31	2,33	0,02	0,46	5,46	0,41	0,24	2,09	89,70	12,00
32	3,03	0,07	-4,89	5,47	0,97	0,56	2,47	81,52	8,00
33	4,57	0,08	-3,64	5,23	1,69	0,98	3,59	78,56	12,25
34	9,66	0,04	1,19	4,88	0,57	0,33	9,33	96,58	8,25
35	9,16	0,03	2,14	4,91	0,34	0,2	8,96	97,82	6,67
36	2,2	0,01	1,8	5,49	0,07	0,04	2,16	98,18	4,00
37	2,38	0,02	-0,39	4,93	0,24	0,14	2,24	94,12	7,00
38	4,47	0,09	-4,27	4,66	1,83	1,06	3,41	76,29	11,78
39	8,28	0,06	0,43	4,39	0,81	0,47	7,81	94,32	7,83
40	9,05	0,06	1,21	4,49	0,91	0,52	8,53	94,25	8,67

Tabela 2- Teores de Carbono Orgânico e Matéria Orgânica nos sedimentos do testemunho coletado na estação 22.

<b>AMOSTRAS</b>	<b>Prof.(cm) Fatia do centro</b>	<b>%CO</b>	<b>%MO</b>
1(Topo)	1,5	1,62	2,79
2	4,5	1,53	2,63
3	7,5	1,41	2,42
4	10,5	1,68	2,89
5	13,5	2,84	4,89
6	16,5	2,91	5,05
7	19,5	3,10	4,01
8	22,5	2,91	5,02
9	25,5	3,13	5,40
10	28,5	2,82	4,79
11	31,5	1,40	2,42
12	34,5	1,97	3,41
13	37,5	1,96	3,37
14	40,5	2,05	3,53
15	43,5	2,20	3,8
16	46,5	2,06	3,55
17	49,5	1,96	3,37
18	52,5	1,99	3,42
19	55,5	2,00	3,46
20	58,5	2,41	3,94
21	61,5	2,27	3,93
22	64,5	2,23	3,85
23	67,5	2,16	3,72
24	70,5	1,89	3,25
25	73,5	2,05	3,53
26	76,5	1,89	3,25
27	79,5	2,07	3,57
28	82,5	2,37	4,09
29	85,5	2,03	3,50
30	88,5	1,94	3,34
31	91,5	1,91	3,29
32	94,5	1,88	3,25
33	97,5	1,91	3,31
34	100,5	1,97	3,41
35	103,5	1,87	3,22
36	106,5	2,04	3,52
37	109,5	2,09	3,61
38	112,5	2,02	3,48
39	115,5	2,23	3,85
40	118,5	2,21	3,81
41(Fundo)	121,5	1,99	3,44

Figuras

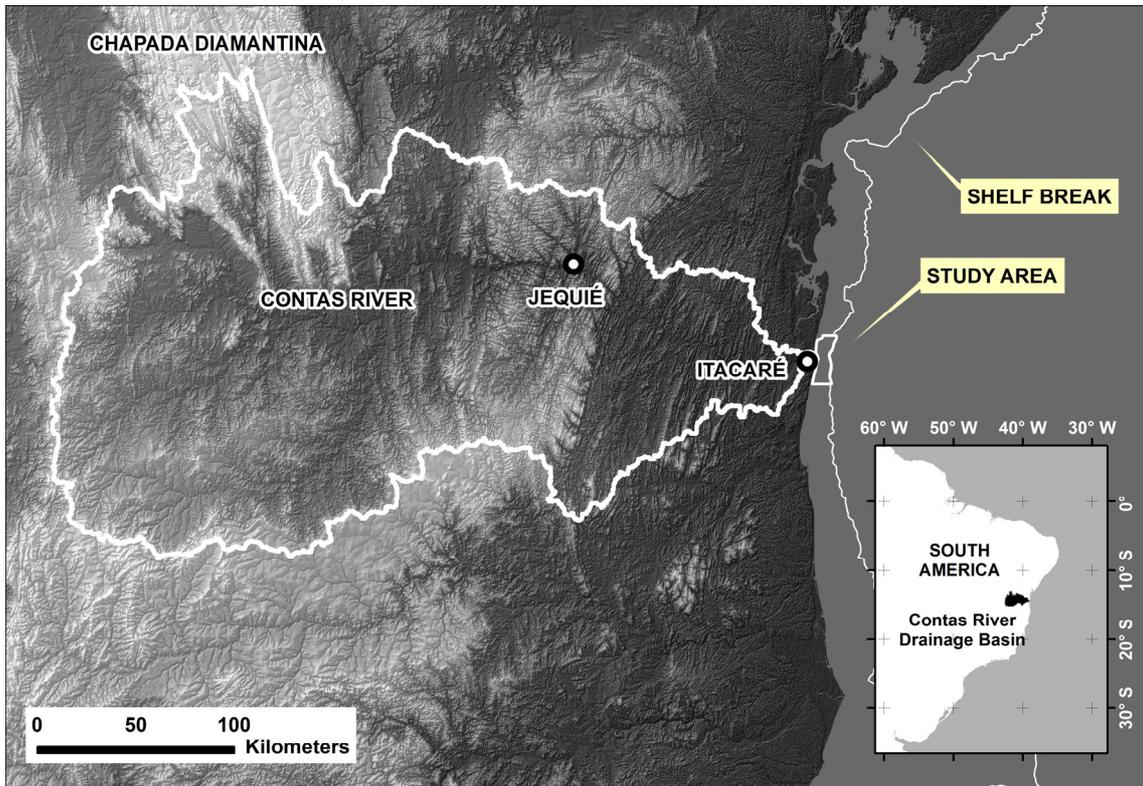


Fig. 1- Localização da Bacia do Rio de Contas, Itacaré. Chapada Diamantina. Estado da Bahia, Jequié, Barragem de Pedras. Testemunho e amostras de sedimento superficial. Batimetria.

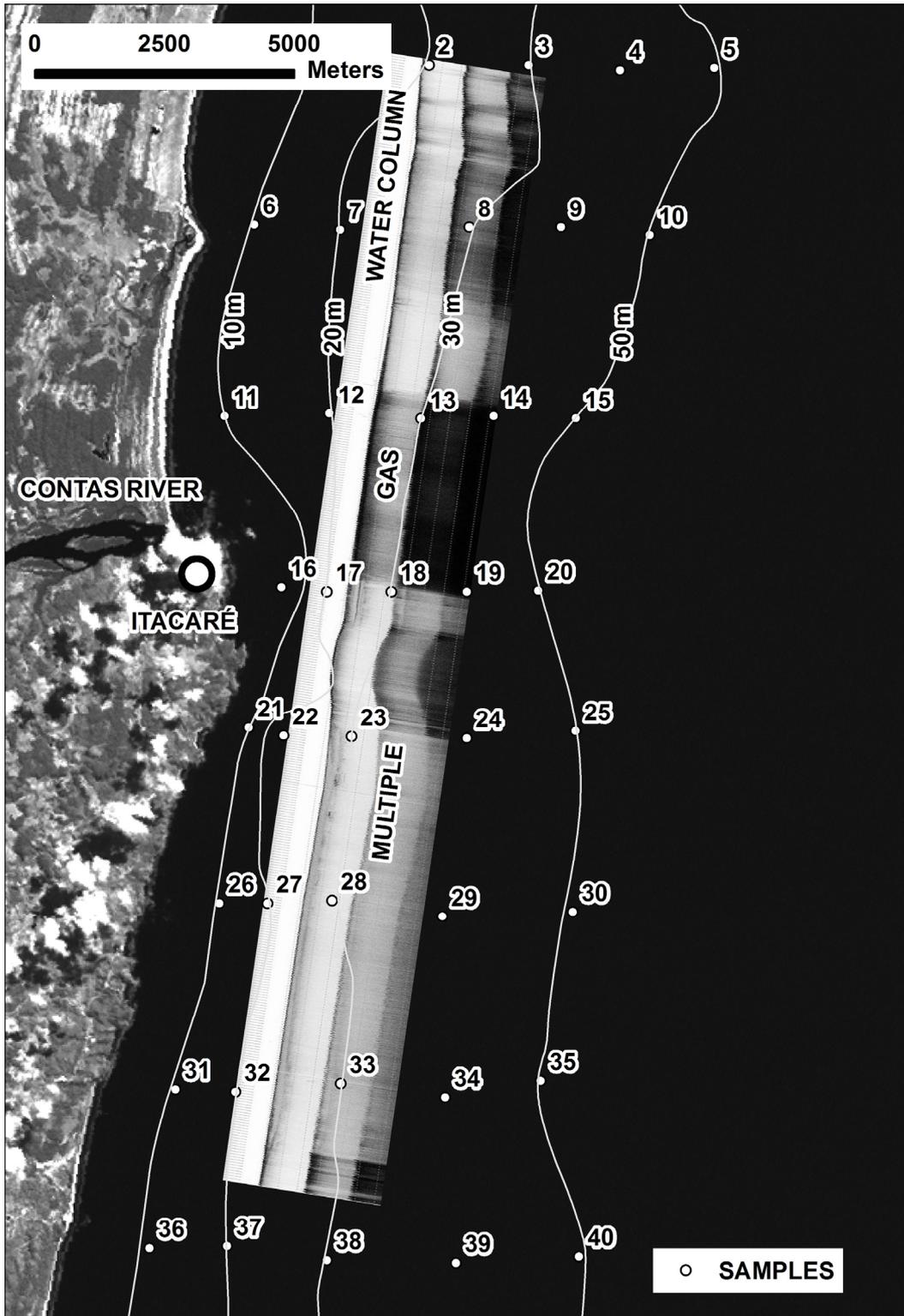


Figura 2 – Mapa mostrando o perfilamento de sub-fundo orientado ao longo das estações 32, 27, 22 e 12.

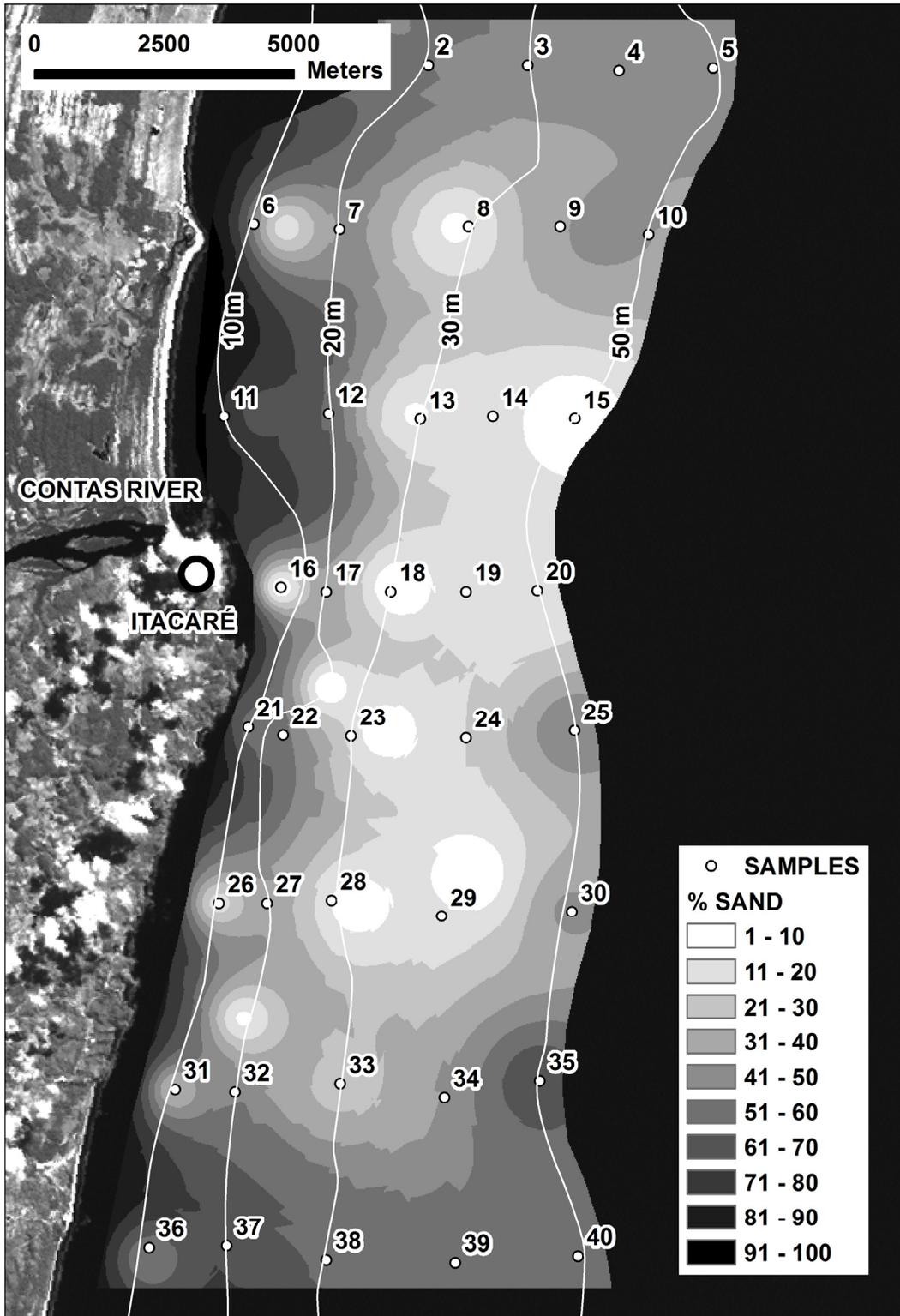


Figura 3 – Mapa de isoteores da fração areia na região de estudo.

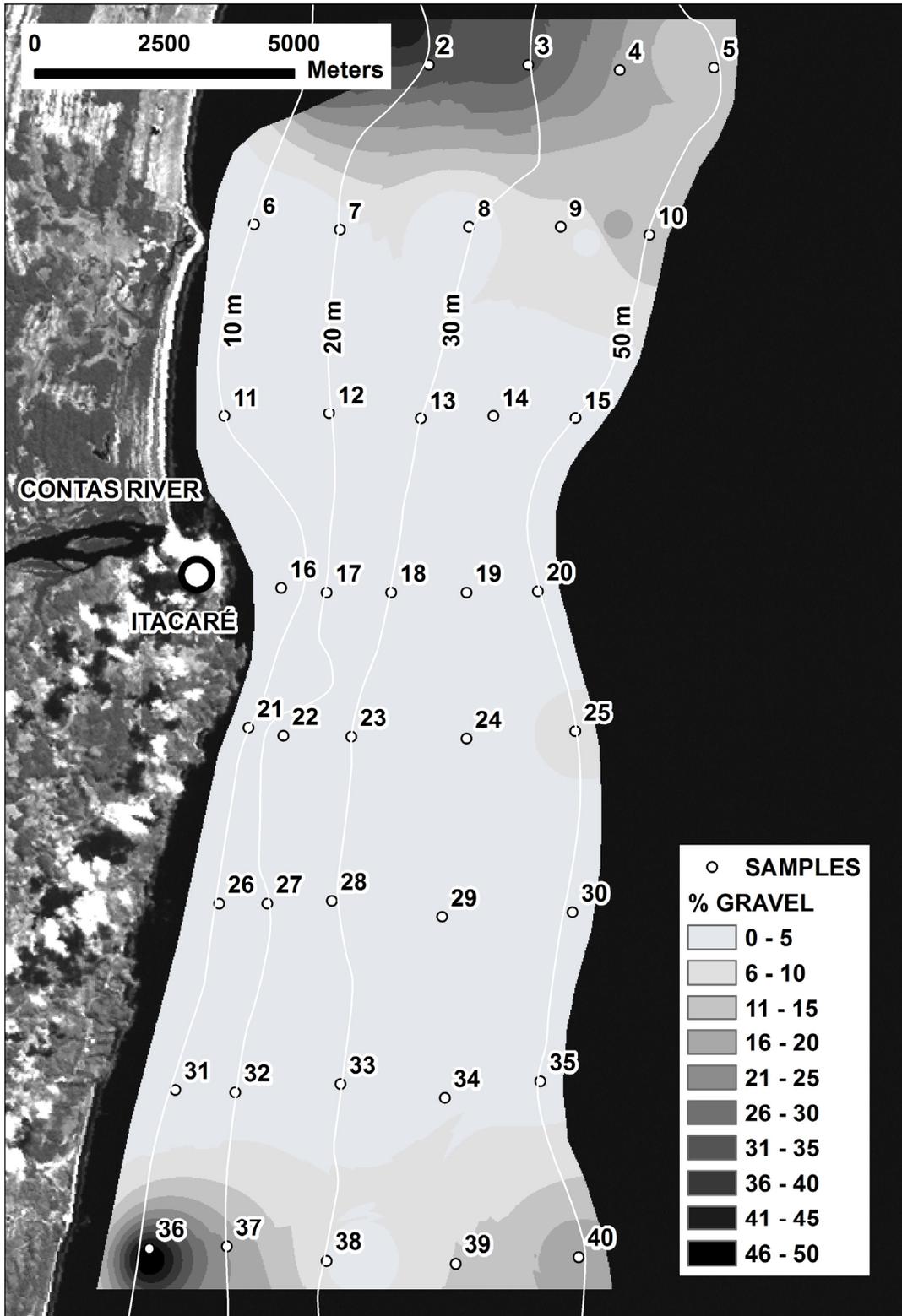


Figura 4- Mapa de isoteores da fração cascalho na região de estudo.

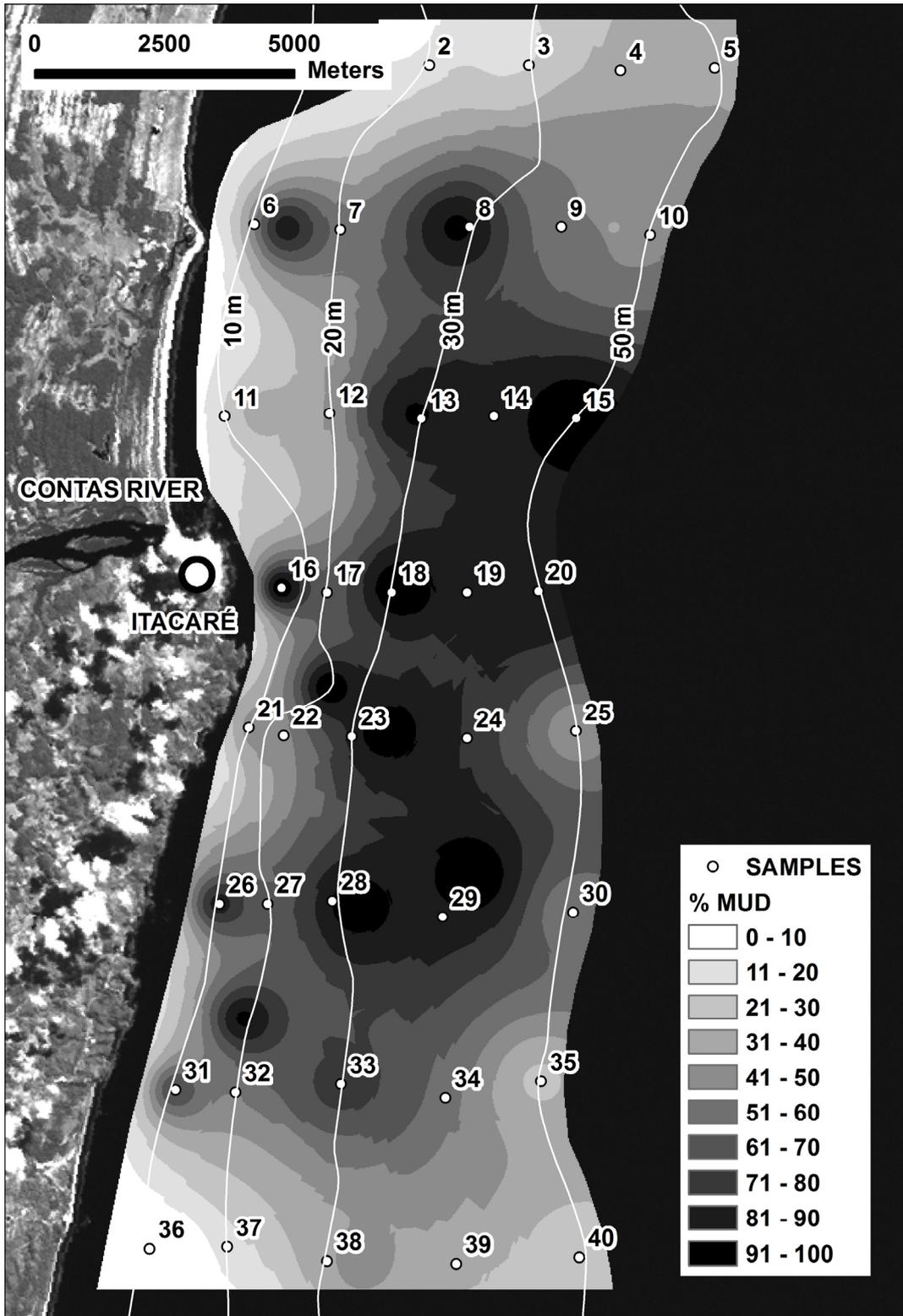


Figura 5- Mapa de isoteores da fração lama na região de estudo.

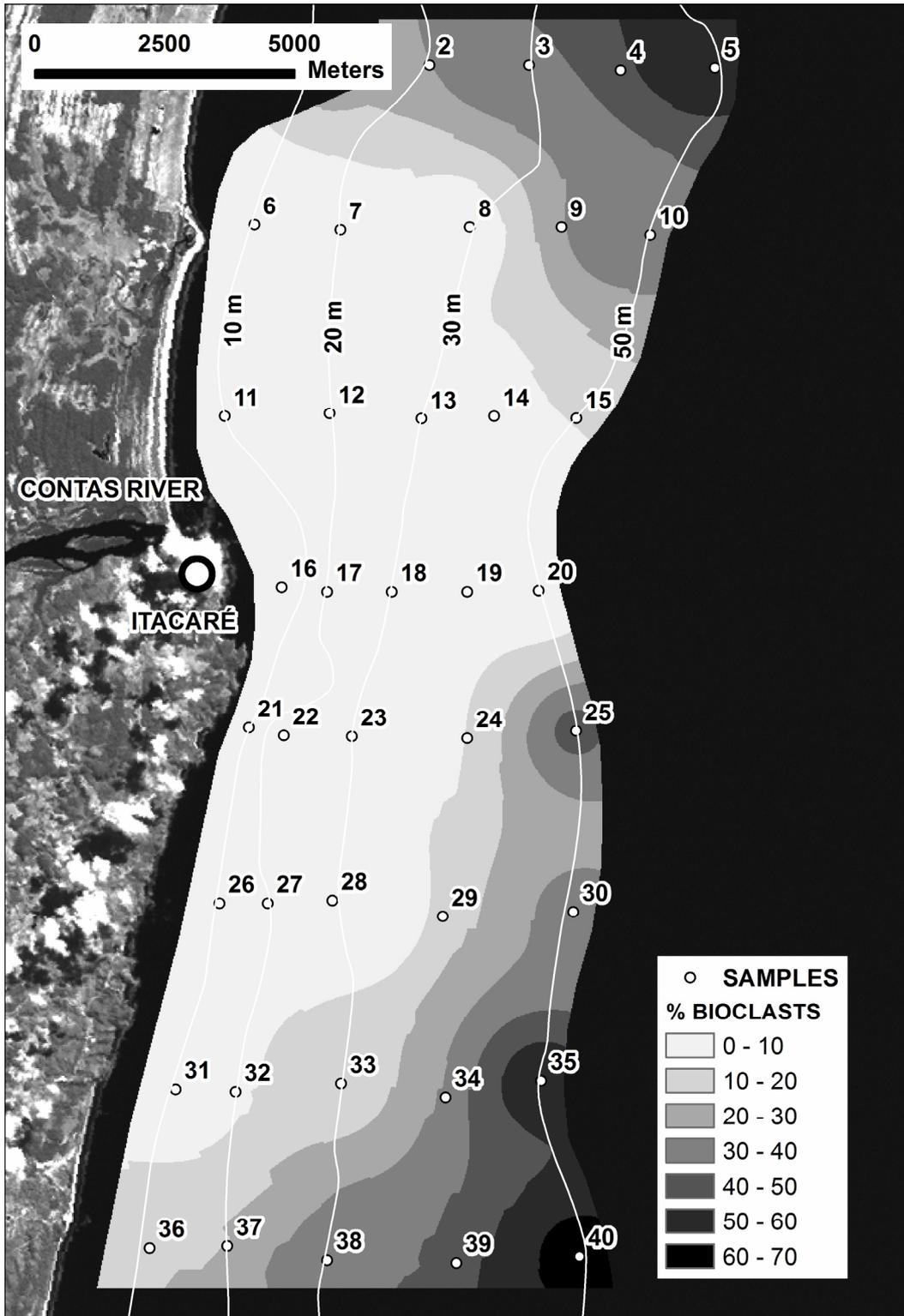


Figura 6- Mapa de isobios dos componentes bioclásticos do sedimento superficial de fundo da área de estudo.

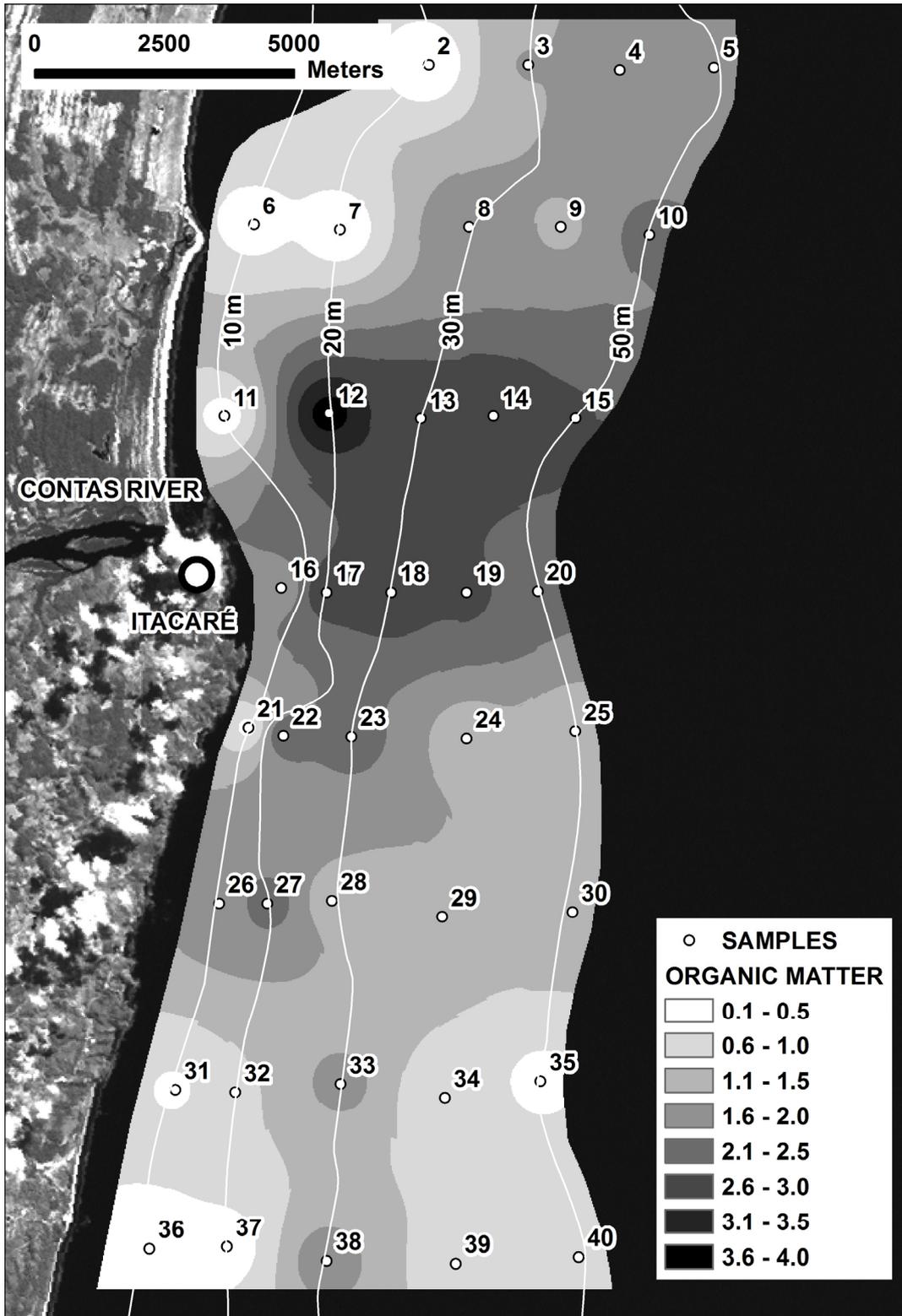


Figura 7- Mapa de isoteores de Matéria Orgânica (MO) na área de estudo.

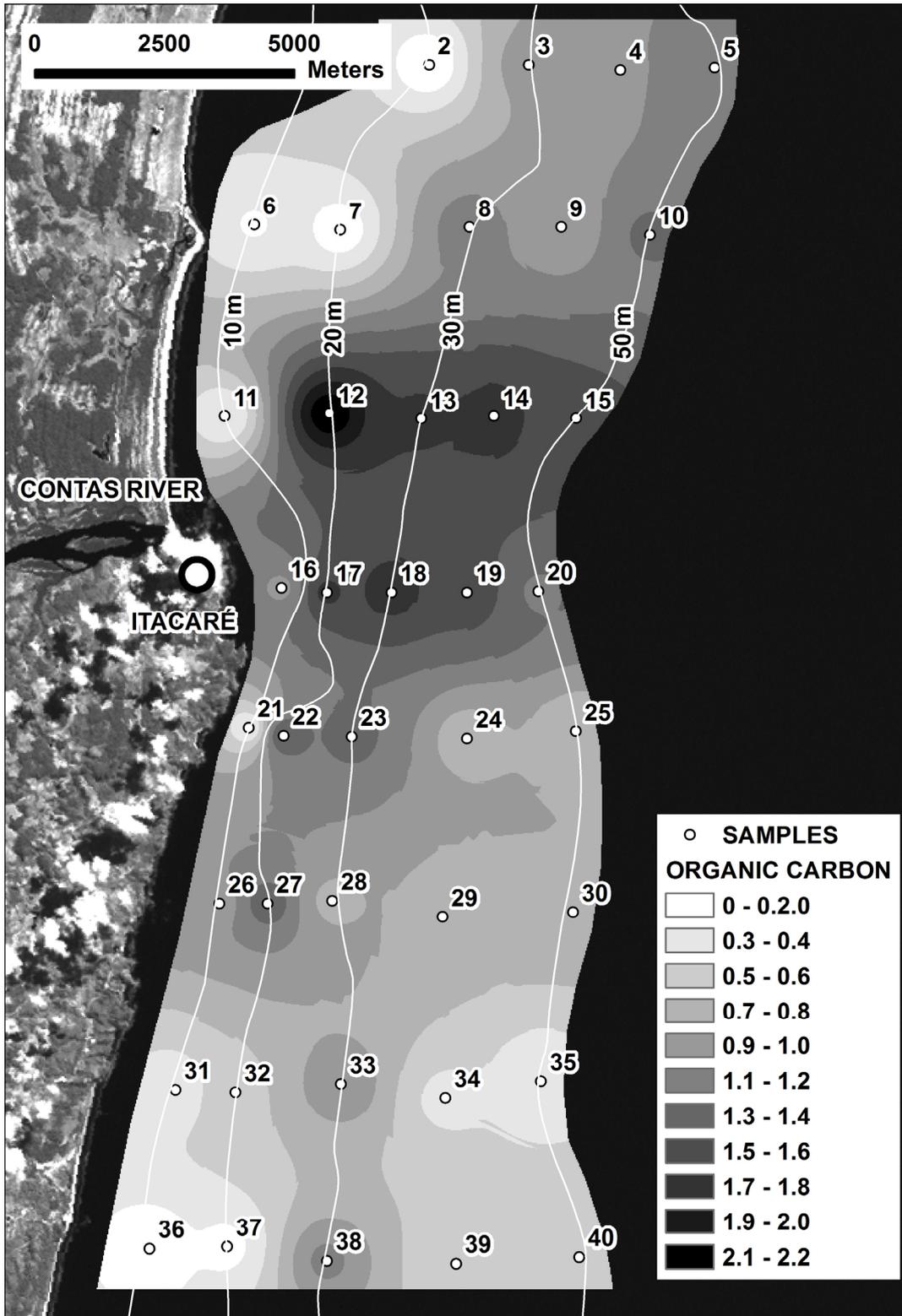


Figura 8- Mapa de isoteores de Carbono Orgânico (CO) na área de estudo.

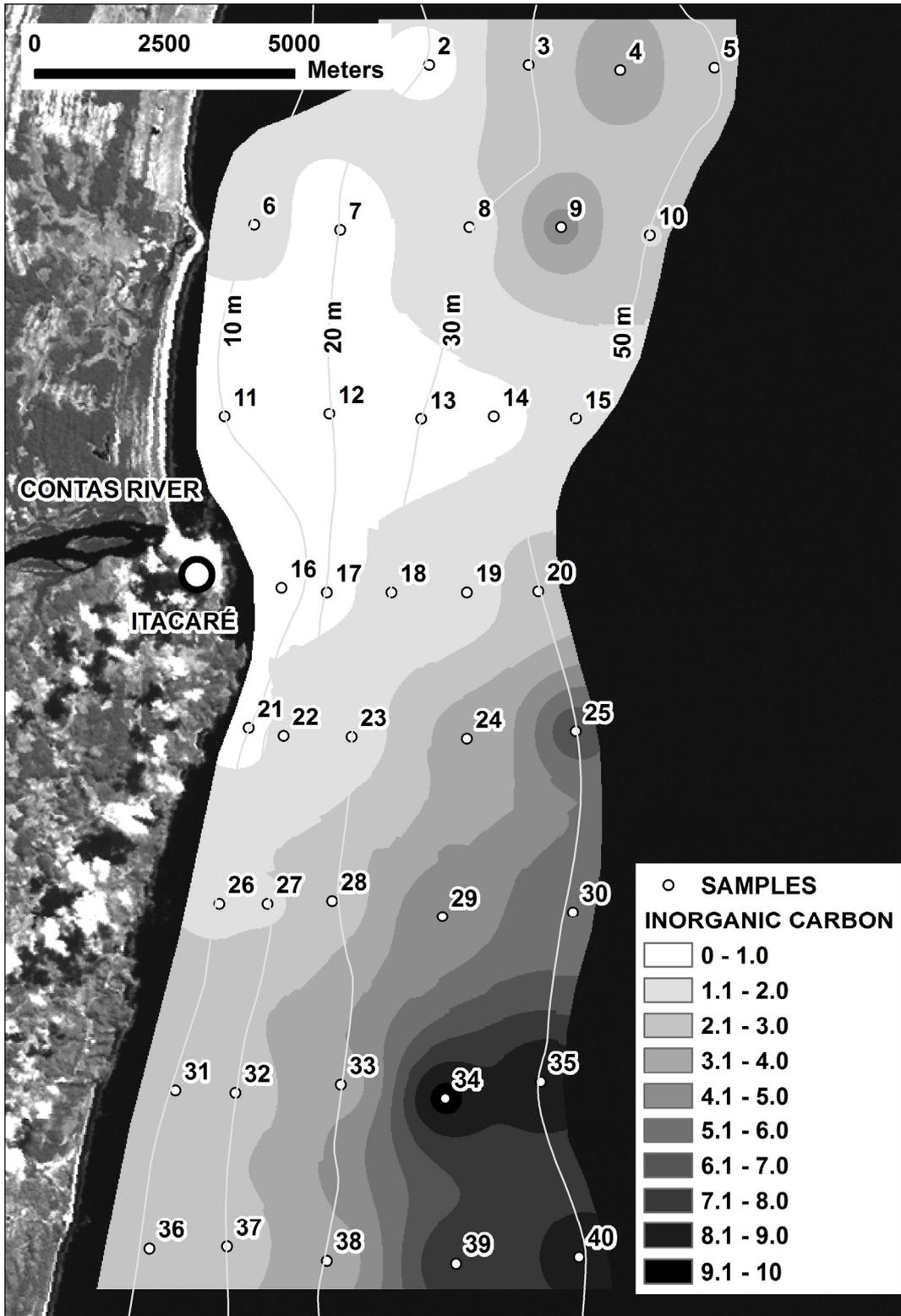


Figura 9- Mapa de isoteores de Carbono Inorgânico ( $C_{inorg.}$ ) na área de estudo.

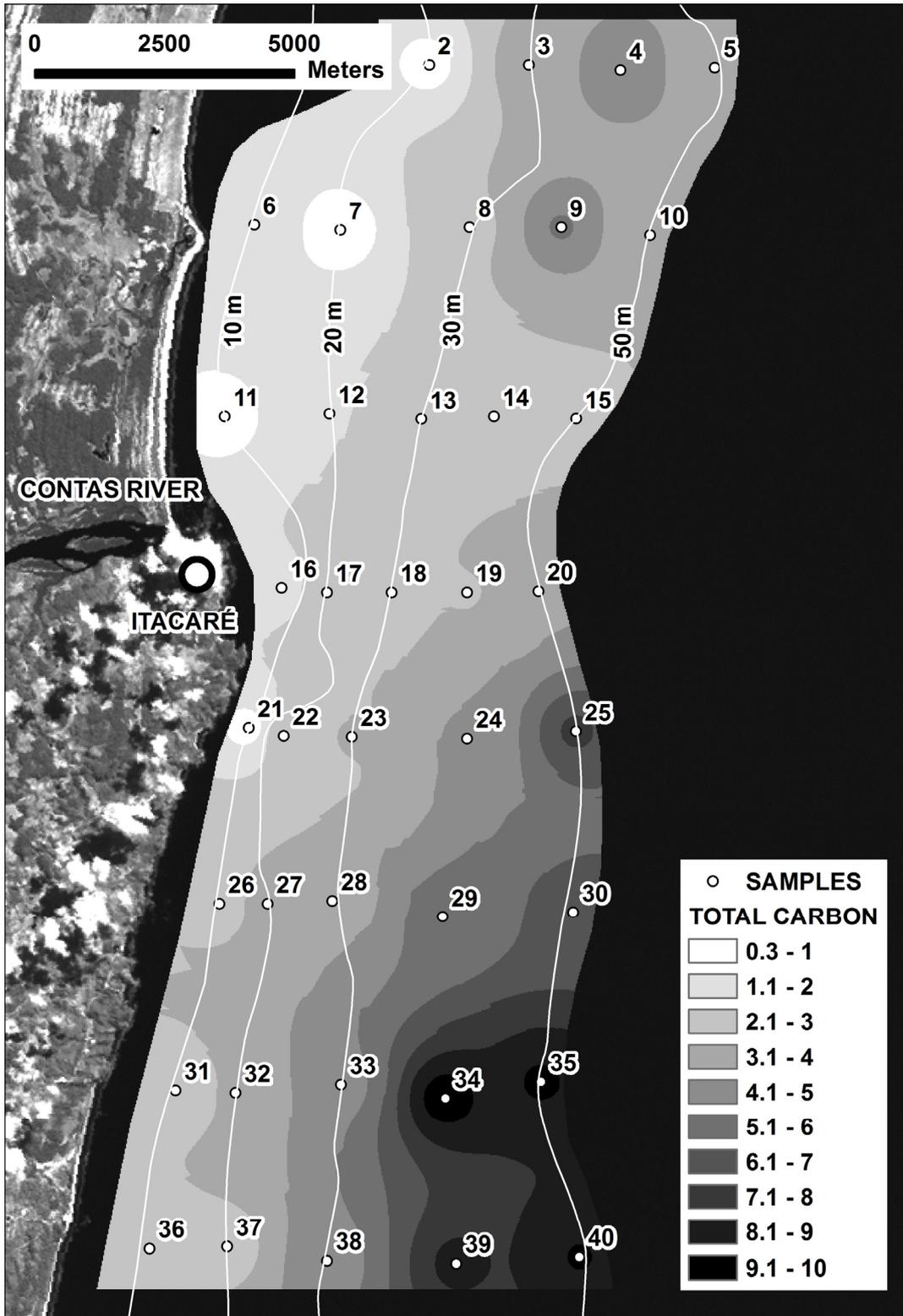


Figura 10- Mapa de isoteores de Carbono Total (CT) na área de estudo.

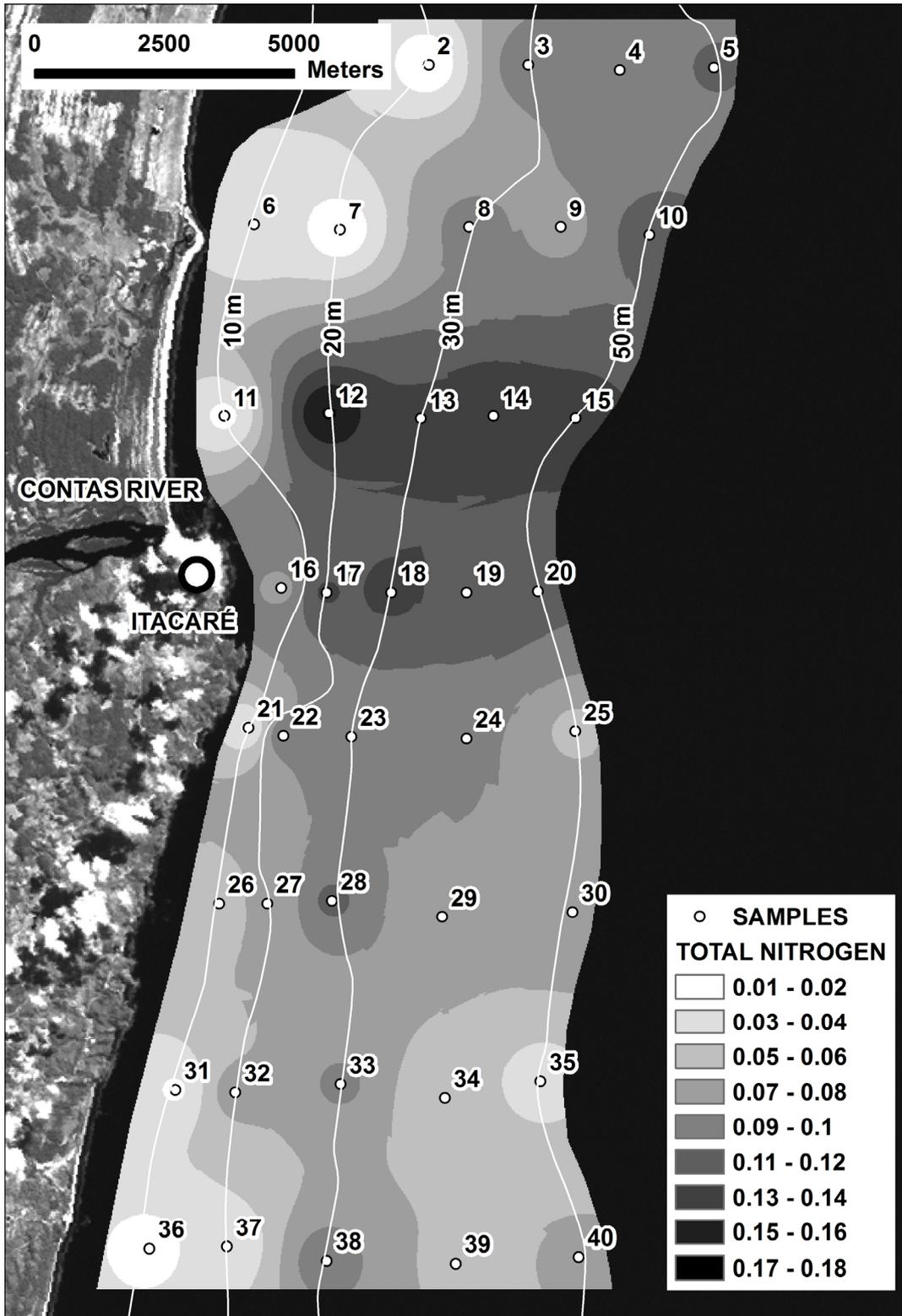


Figura 11- Mapa de isotores de Nitrogênio Total (NT) na área de estudo.

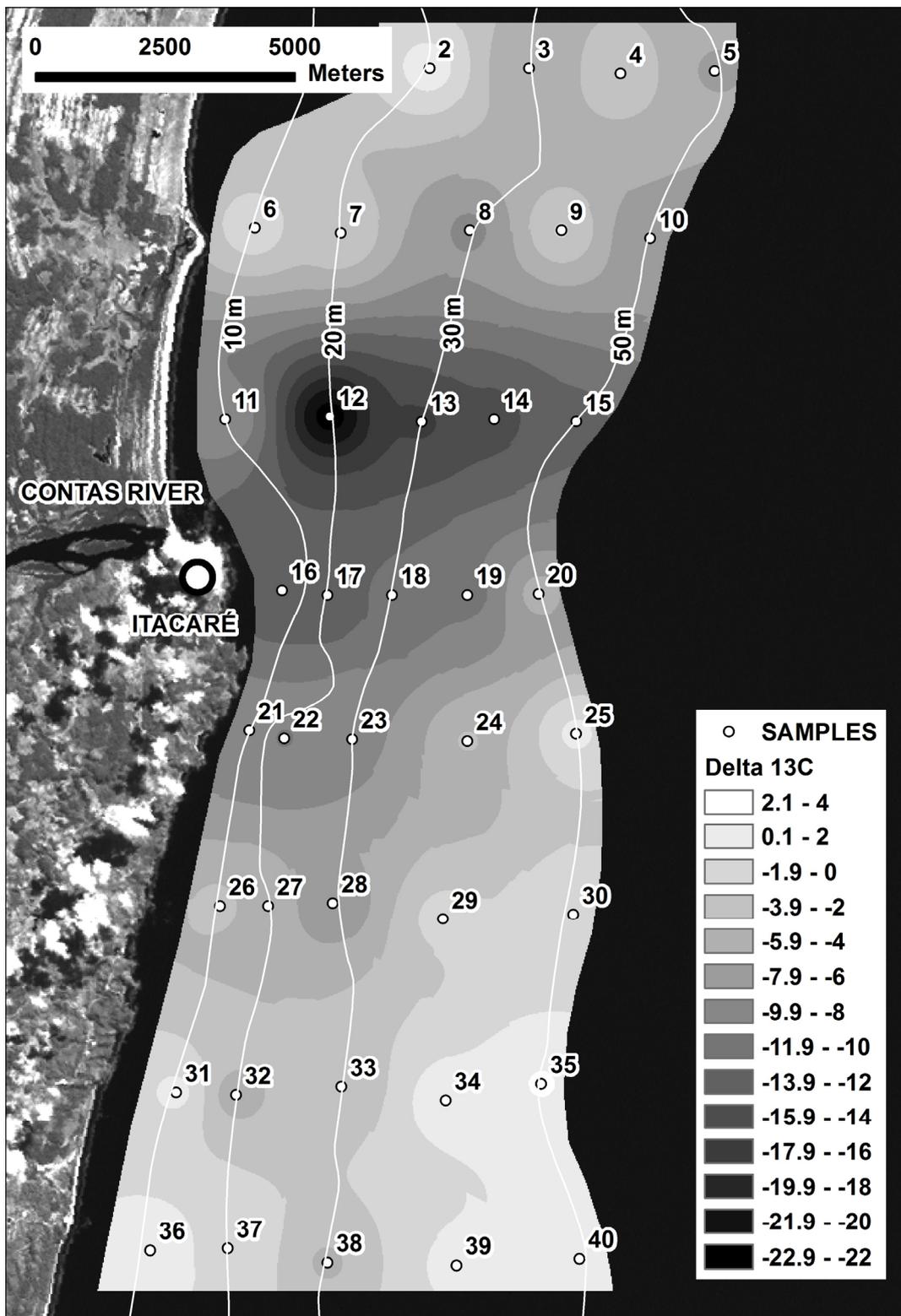


Figura 12- Mapa de isotores das razões isotópicas de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{total}}$  na área de estudo.

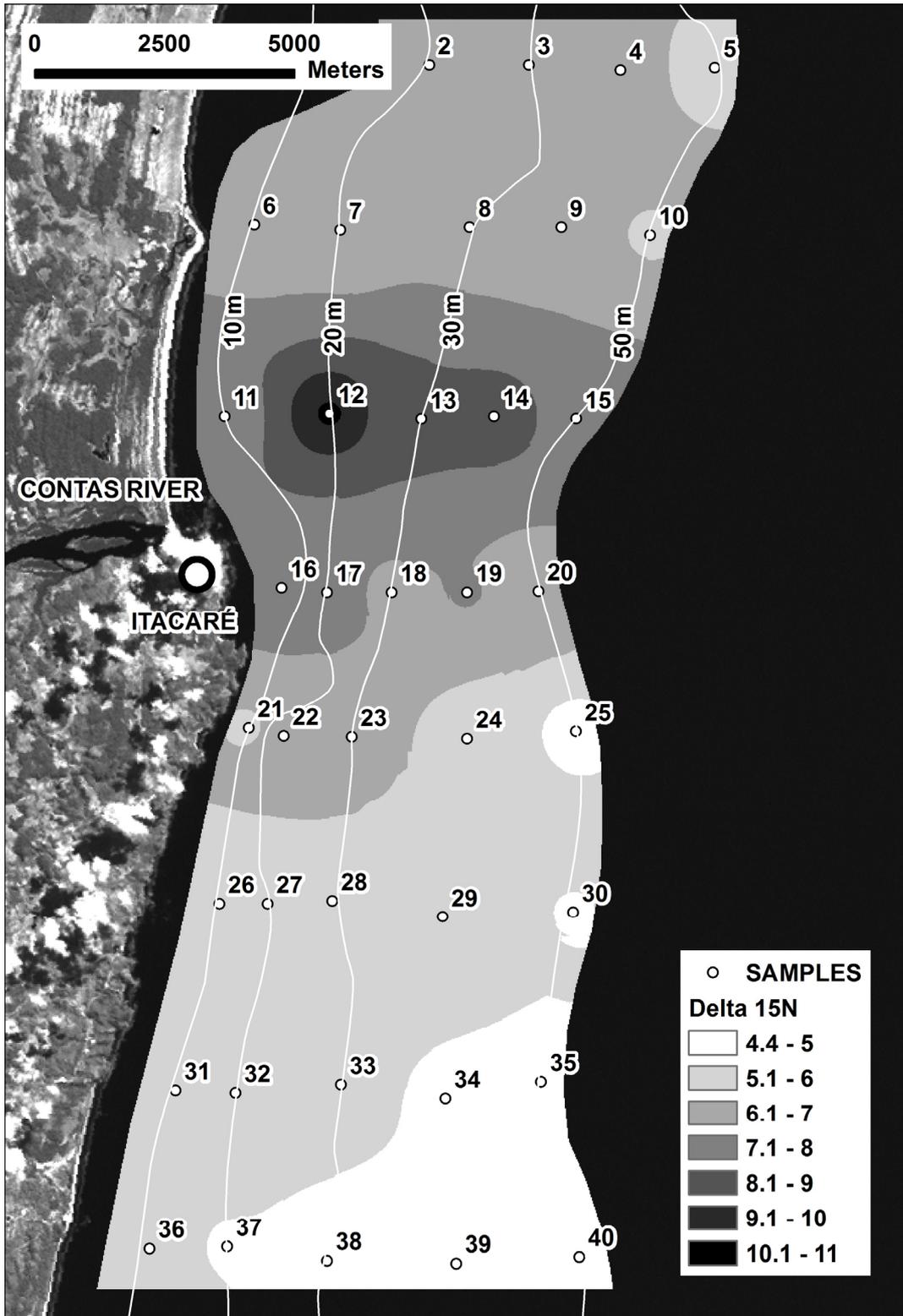


Figura 13- Mapa de isoteores das razões isotópicas de  $\delta^{15}\text{N}$  na área de estudo.

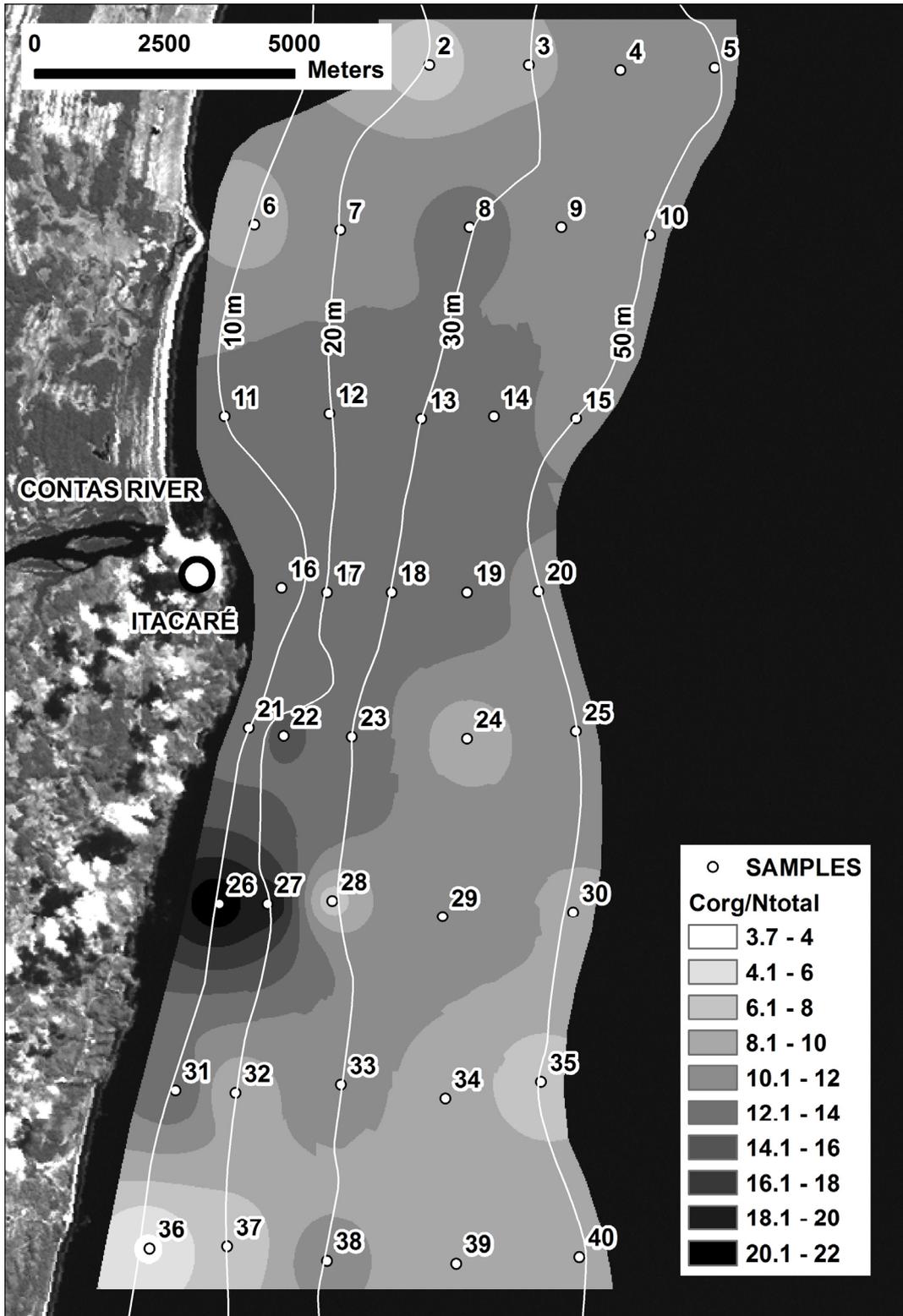


Figura 14- Mapa de isoteores das razões CO/NT na área de estudo.

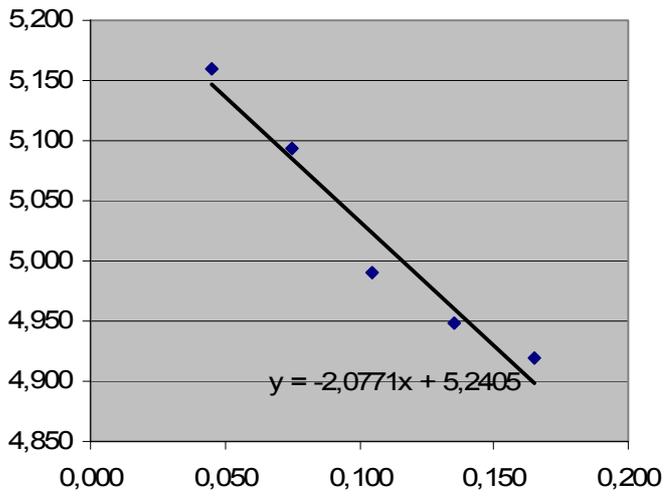


Figura 15- Atividade do  $^{210}\text{Pb}$  medida em testemunho coletado na área de estudo.

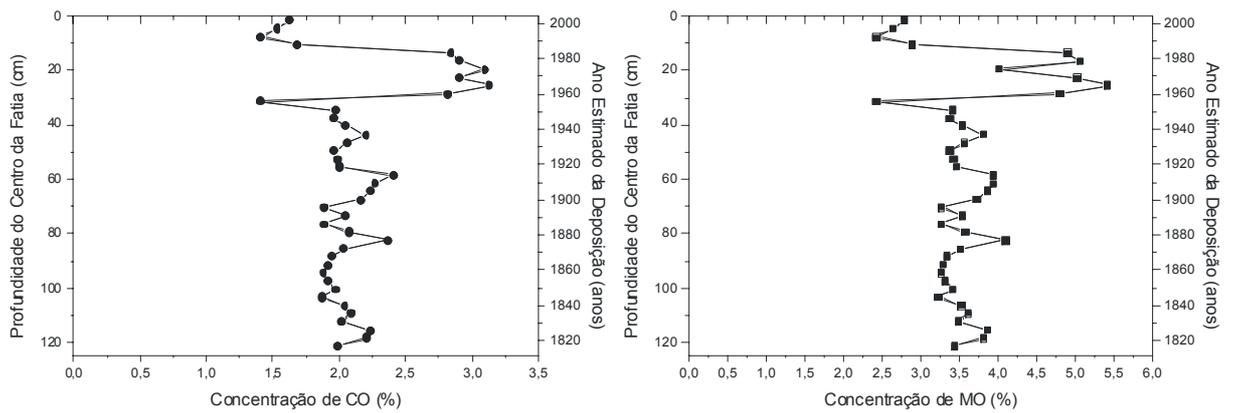


Figura 16- Distribuição vertical dos teores de Carbono Orgânico (CO) e Matéria Orgânica (MO) no testemunho coletado na estação 22.

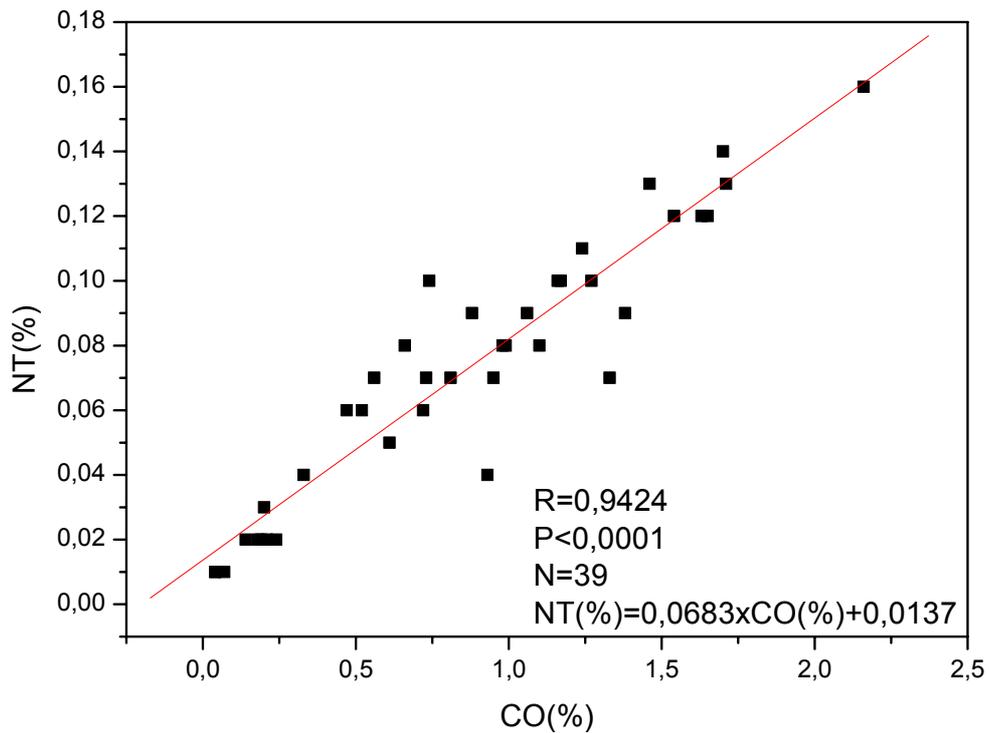


Figura 17- Gráfico mostrando a correlação do conteúdo de nitrogênio total, em porcentagem, com o conteúdo de carbono orgânico, em porcentagem nas amostras do sedimento superficial de fundo da área de estudo.

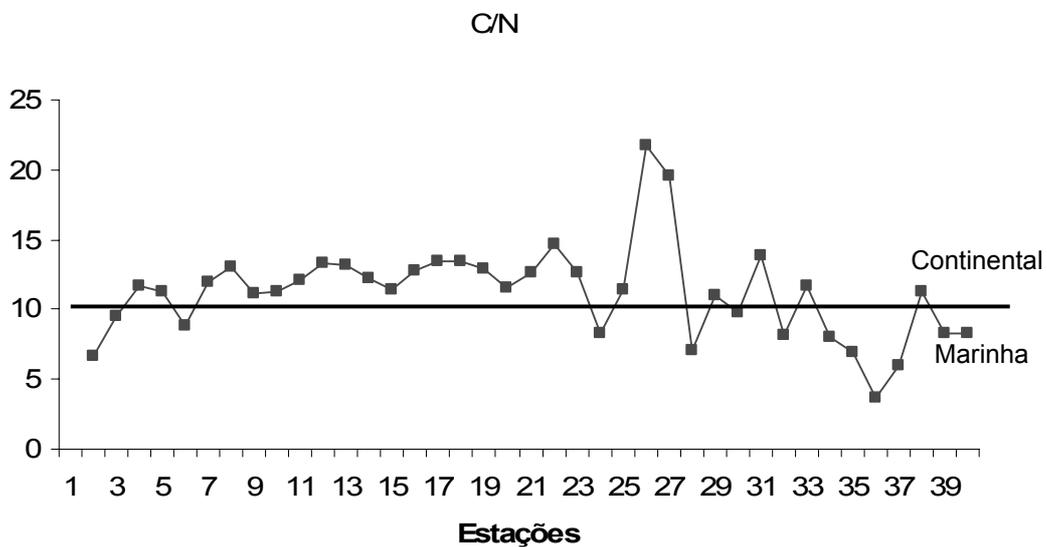


Figura 18- Gráfico das razões elementares de CO/NT na região de estudo.

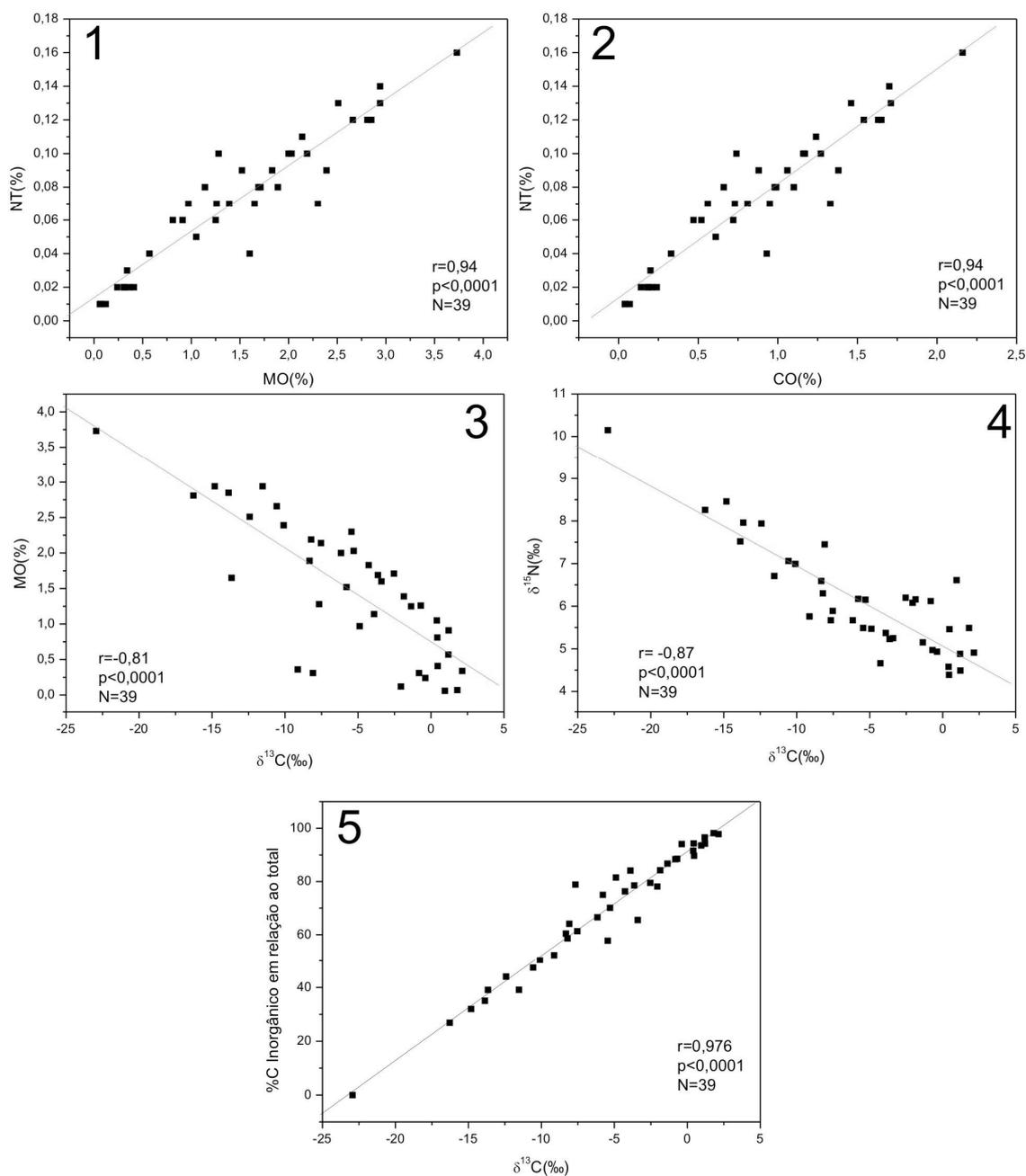


Figura 19 - Gráficos mostrando a correlação entre os parâmetros: (1) Nitrogênio Total (%NT) e Matéria Orgânica (%MO); (2) Nitrogênio Total (%NT) e Carbono Orgânico (%CO); (3) Matéria Orgânica (%MO) e  $\delta^{13}\text{C}$  da Matéria Orgânica; (4)  $\delta^{15}\text{N}$  da Matéria Orgânica e  $\delta^{13}\text{C}$  da Matéria Orgânica; (5) Carbono Inorgânico com relação ao Carbono Total (% Carbono Inorgânico com relação ao total) e  $\delta^{13}\text{C}$  da Matéria Orgânica determinados nas amostras do sedimento superficial de fundo da área de estudo.

## 5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A matéria orgânica associada aos sedimentos na Plataforma Continental Brasileira possui diferentes origens. Ao longo da Plataforma Continental a matéria orgânica apresentou origem continental em trechos associados à desembocadura dos principais rios brasileiros e origem autóctone, principalmente, costa-afora da plataforma.

Na costa Norte Brasileira os sedimentos são dispersados pela ação das correntes em direção à costa do Amapá e a origem da matéria orgânica é, predominantemente, terrígena devido à presença de restos de vegetais, animais e solo do tipo podzólicos e latossólicos. No cone do Amazonas a acumulação de carbono orgânico é dominada pela produção marinha autóctone.

A costa Nordeste no trecho que vai do Ceará a Paraíba apresenta baixo suprimento de matéria orgânica nos sedimentos devido, provavelmente, a ausência de grandes bacias de drenagem e é dominada pela produção marinha autóctone e sedimentação carbonática.

No trecho que vai de Alagoas a Sergipe a Plataforma Continental é dominada por sedimentos oriundos do rio São Francisco. A fração lama dos sedimentos é predominantemente associada à desembocadura deste rio e é, geralmente moderna, exceto as das cabeceiras dos cânions São Francisco e Japarutuba, cuja deposição sugere mais baixo nível do mar.

A costa Leste no trecho Salvador ao cabo de São Tomé é dominada por matéria orgânica sedimentar de origem continental nas estações próximas às desembocaduras de rios, por outro lado, nos pontos próximos ao limite da plataforma continental os sedimentos apresentaram origem biogênica associada, provavelmente, a produtividade primária. Nos ambientes de baía, como a baía de Todos os Santos, na Bahia, a baía de Guanabara, no Rio de Janeiro, e a baía de Santos, em São Paulo, há sinalização de matéria orgânica de origem antrópica, indicativas de poluição ambiental.

Os sedimentos de fundo estudados na área da embocadura do Rio de Contas, na Bahia representam deposição recente nos últimos 100 anos, conforme apontam os resultados do  $^{210}\text{Pb}$  e AMS- $^{14}\text{C}$ . Na área de estudo, os parâmetros analisados permitiram identificar as contribuições de matéria orgânica de origens continental e marinha. As razões isotópicas de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  e a razão C:N (>10) indicam que a matéria orgânica depositada nos sedimentos de fundo apresenta origem continental em frente à embocadura do Rio de Contas e a matéria orgânica depositada nos sedimentos de fundo a norte e sul tem origem tipicamente marinha. A contribuição carbonática é elevada influenciando sobremaneira o comportamento da lama nas porções a Norte e a Sul da embocadura do Rio de Contas. A distribuição da matéria orgânica nos sedimentos é influenciada pelas condicionantes sedimentológicas, geomorfológicas e oceanográficas.

Os resultados de carbonato foram elevados ao longo da costa nordeste e leste, indicando a presença de lama carbonática ao longo da plataforma continental, somente as estações próximas às desembocaduras dos rios de Contas, na Bahia, e Doce, no Espírito Santo, respectivamente, indicaram presença de lama siliciclástica .

A costa Sul apresenta outro sistema fluvial que pode contribuir de maneira relevante para o conteúdo de matéria orgânica nos sedimentos da plataforma continental brasileira. Apesar da descarga dos sedimentos se dar fora da plataforma continental brasileira o material oriundo da bacia do rio da Prata é transportado pelas correntes marinhas em direção ao sul do Brasil e constitui a segunda maior acumulação de matéria orgânica em sedimentos de fundo da plataforma continental brasileira. Nessa região os resultados mostraram origem terrígena e biogênica para a matéria orgânica.

De uma maneira geral, a preservação da matéria orgânica nos sedimentos da plataforma continental brasileira está associada, principalmente, a argilominerais. Há uma tendência de cerca de 80% da matéria orgânica incorporada em sedimentos de plataforma continental ter origem terrígena em locais associados a desembocaduras de rios. Por outro lado, é provável que a preservação natural da matéria orgânica nos sedimentos plataformais represente um importante sumidouro de carbono do planeta podendo ser

apontada como background para a manutenção do equilíbrio do ciclo global de carbono e, conseqüente, diminuição do aquecimento global.

Recomenda-se a continuidade dos estudos nesta área para melhor avaliar a contribuição do gás metano depositado em frente à embocadura do rio. Também, estudos com cromatografia gasosa e ressonância magnética para melhor elucidar a composição da matéria orgânica depositada nos sedimentos. Por fim, a quantificação do volume de carbono orgânico depositado na área é importante para melhor conhecimento dos estoques de carbono disponíveis nas plataformas continentais.

## 6.0 REFERÊNCIAS

Argollo, R. M. 2001. Cronologias de sedimentação recente e de deposição de metais pesados na Baía de Todos os Santos usando  $Pb^{210}$  e  $Cs^{137}$ , Tese de Doutorado, Universidade Federal da Bahia, Salvador-Ba.

Banaru, D., Harmelin-Vivien, M., Gomoiu, M-T., Onciu, T-M. 2007. Influence of the Danube River inputs on C and N stable isotope ratios of the Romanian coastal waters and sediment (Black Sea). *Marine Pollution Bulletin* 54: 1385-1394.

Berner, R. A. 1989. Biogeochemical cycles of carbon and sulfur and their effect on atmospheric oxygen over Phanerozoic time. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 73: 97-122.

Biscaye, P. E., Anderson, R. F., 1994. Fluxes of particulate matter on the slope of the southern Middle Atlantic Bight: Seep II. *Deep-sea Research II*, 41: 459-509.

Boldrin, A.; Langone, L.; Miserochi, S.; Turchetto, M.; Acri, A. 2005. Poriver plume on the Adriatic continental shelf: observations on dispersion and sedimentation dynamics of dissolved and suspended matter during different river discharge rates. *Marine Geology*, 223:135-158.

Buckley, D.E. 1991. Depositional and diagenetic alteration of sediment in Emerald Basin, Scotian Shelf. *Continental Shelf Research* 11: 1099-1122.

Bruijnzeel, L. A. (1992). Nutrient input-output budgets of tropical forest ecosystems: a review. *Journal of Tropical Ecology*, 7:1-24.

Buscail, R., Pocklington, R., Germain, C. 1995. Seasonal variability of the organic matter in a sedimentary coastal environment: sources, degradation and accumulation (continental shelf of the Gulf of Lions---northwestern Mediterranean Sea). *Continental Shelf Research*. 15, 7: 843-869.

Carvalho, A. M. de, Pessoa Neto, A., Santos, V.L.C.S. 2000. Estudo Geoquímico de Metais Pesados, Carbonatos e Lipídios em Sedimentos do Oceano Atlântico na costa de Salvador(BA) a Vitória(ES). *Anais do III Congresso Iberoamericano de Contaminação e Toxicologia Ambiental*, Lisboa, pp. 26-27.

Carranza-Edwards, A., Rosales-Hoz, L., Urrutia-Fucugauchi, Sandoval-Fortanel, A., Garza, E. M., Cruz, R. L. S. 2005. Geochemical distribution pattern of sediments in an active continental shelf in Southern Mexico. *Continental Shelf Research* 25: 521-537.

Carreira, R. S., Wagener, A. L. R., 2003. Caracterização da Matéria Orgânica Sedimentar na Baía de Guanabara Através de Marcadores Moleculares. *Anuário do Instituto de Geociências* , 26: 1-23.

Ceplab. 1979. Bacias hidrográficas do estado da Bahia. Séries, Recursos Naturais., Governo do estado da Bahia, Salvador.

Chester, R. 1990. Marine Geochemistry. Unwin Hyman. Boston. 698pp.

Chapman, P. J.; Edwards, A. C.; Cresser, M. S. 2001. The nitrogen composition of streams in upland Scotland: some regional and seasonal differences. *The Science of the Total Environment*, Amsterdam, 265 : 265-283.

Costa, A.B. 2006. Caracterização Molecular e Isotópica de Material Orgânico em Sedimentos da Baía de Todos os Santos- BA, Tese de Doutorado, Universidade Federal da Bahia, Salvador-Ba.

David, J. U.; Minshall, W. 1999 Nutrient input-output budget of tropical Forest. *Ecosystems*, New York, v. 7, 1: 1-24,

Dodds, W. K.; Evans-White, M. A.; Gerlanc, N. M.; Gray, L.; Gudder, D. A.; Kemp, M. J.; Lopez, A. L.; Stagliano, D.; Strauss, E. A.; Tank, J. L.; Whiles, M. R.; Wollheim, W. M. 2000. Quantification of nitrogen cycle in Prairie streams. *Ecosystems*, New York, 3: 574-589.

Dolenec , T., Pezdie, J., Ogorelec, M. and Misic, M.: 1984, *Geologija* 27: 161-170.

Eisma, D. Agustinus, P.G. E. F. & Alexander, C. 1991. Recent and subrecent changes in the dispersal of Amazonas mud. *Netherland Journal Sea Research*, 28(3): 181-192.

Espinheira, M. de F. T., *et al.* Programa de Resíduos Sólidos Urbanos do Estado da Bahia, Salvador, 2001.

Fass, R. W. 1986. Mass-physical and geotechnical properties of surficial sediments and dense nearbed suspensions on the Amazon continental shelf. *Continental Shelf Research*, 6(1/2): 189-208.

Galloway, J. N. 1998. The global nitrogen cycle: changes and consequences. *Environmental Pollution*, London, 102 :15-24.

Galloway, J. N.; Aber, J. D.; Ersiman, J. W.; Seitzinger, S. P.; Howarth, R. W.; Cowling, E. B.; Cosby, J. 2003. The Nitrogen Cascade. *BioScience*, Washington, v. 53, 4 : 341-356.

Gibbs, R. J. 1976. Amazon River sediment transport in the Atlantic Ocean. *Geology*, 4: 45-48.

Goni, M. A., Ruttenger, K. C., Eglinton, T. I. 1998. A reassessment of the sources and importance of land-derived organic matter in surface sediments from the gulf of Mexico. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 62 : 3055-3075.

Goñi, M. A., Yuker, M. B., Macdonald, R. W., Eglinton, T. I. 2000. Distribution and sources of organic biomarkers in arctic sediments from the Mackenzie River and Beaufort Shelf. *Marine Chemistry* 71: 23-51.

Goni, M. A.; Monacci, N.; Gisewhite, R.; Andrea Ogston, A.; Croken, J.; Nitrouer, C. 2006. Distribution and sources of particulate organic matter in the water column and sediments of the Fly River Delta, Gulf of Papua (Papua New Guinea). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 69: 225-245.

Gordon, E.S.; Goni, M. A. 2003. Sources and distribution of terrigenous organic matter delivered by Atchafalaya River to sediments in the Gulf of Mexico. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 67 : 2359-2375.

Haas, H. de, Boer, W., van Weering, T. C. E. 1997. Recent sedimentation and organic carbon burial in a shelf sea: the North Sea. *Marine Geology*, 144: 131-146.

Haas, H. de, van Weering, T. C. E., Stigter, H. de. 2002. Organic carbon in shelf seas: sinks or sources, processes and products. *Continental Shelf Research*, 22: 691-717.

Hedges, J. I. & Keil, R. G. 1995. Sedimentary organic matter preservation: an assessment and speculative synthesis. *Marine Chemistry*, 49: 81-115.

Hedges, J. I. & Oades, J. M. 1997. Comparative organic geochemistries of soils and sediments. *Organic Geochemistry*, 27: 319-361.

Hedges, J. I.; Keil, R. G.; Benner, R. 1997. What happens to terrestrial organic matter in the ocean? *Organic Geochemistry*, 27: 195-212.

Jennerjahn, T. C., Ittekkot, V. 1999. Changes in organic matter from surface waters to continental slope sediments off the Sao Francisco River, eastern Brazil. *Marine Geology*, 161: 129-140.

Kempf, M., Mabesoone, J. M. & Tinoco, I. M. Estudo da plataforma continental da área do Recife. – Generalidades sobre o fundo. *Trab. Oceanogr. Univ. Federal de Pernambuco*, (9/11), pp. 125-148, 1970. In: *Relatórios do Projeto REVIZEE*, Centro de Hidrografia e Navegação, Rio de Janeiro, 1994.

Kim, J-H., Ludwig, W., Schouten, S., Kerhervé, P., Herfort, L., Bonni, J., Damsté, J. S. S. 2007. Impact of flood events on the transport of terrestrial organic matter to the ocean: A study of the Têt River (SW France) using the BIT index. *Organic Geochemistry*. 38:1593-1606.

Kowsmann, R. O. & Costa, M. A. 1979. Sedimentação quaternária da margem continental brasileira e das áreas oceânicas adjacentes. In: *Projeto REMAC-*

Geomorfologia da margem continental brasileira e das áreas oceânicas adjacentes. PETROBRÁS. Rio de Janeiro. Série Projeto REMAC, v. 8, pp. 1-55.

Kuehl, S.A., Demaster, D. J. & Nittrouer, C. A. 1986. Nature of sediment accumulation on the Amazon continental shelf. *Continental Shelf Research*, v. 6(1/2): 209-225.

Lamb, A. L., Vane, C. H., Wilson, G. P., Rees, J. G., Moss-Hayes, V. L. 2007. Assessing  $\delta^{13}\text{C}$  and C/N ratios from organic material in archived cores as Holocene sea level and palaeoenvironmental indicators in the Humber Estuary, UK. *Marine Geology*, 244: 109-128.

Lohse, L., Kloosterhuis, R. T., Stigter, H. C. de, Helder, W., van Raaphorst, W., van Weering, T. C. E. 2000. Carbonate removal by acidification causes loss of nitrogenous compounds in continental margin sediments. *Marine Chemistry* 69: 193-201.

Loubere, P., Siedlecki, S. A., Bradtmiller, L. I., 2007. Organic carbon and carbonate fluxes: Links to climate change. *Deep-sea Research II*, 54, 437-446.

Loring, D.H. & Ratala, R.T.T., 1992. Manual for the Geochemical Analyses of Marine Sediments and Suspended Particulate Matter. *Earth-Science Reviews*, 32:235-283.

Mabesoone, J. M. & Tinoco, I. M. Shelf off Alagoas and Sergipe(Northeastern Brazil)- Geology. Trab. Oceanogr., Univ. Fed. Pernambuco, v. 7 e 8, pp.151-186, 1970. In: Relatórios do Projeto REVIZEE, Centro de Hidrografia e Navegação, Rio de Janeiro, 1994.

MacDonald, R. W.; Solomon, S.M.; Cranston, R.E.; Welch, H. E.; Yunker, M.B.; Gobeil, C. 1998. A sediment and organic carbon budget for the Canadian Beaufort Shelf. Marine Geology 144: 255-273.

Madureira, L.A. dos S., 2002. Compostos Orgânicos em Sedimentos Marinhos: uma viagem ao fundo do oceano Atlântico Norte, Química Nova, v. 25, 5: 814-824.

Mahiques, M. M. de; Mishima, Y.; Rodrigues, M. 1999. Characteristics of the sedimentary organic matter on the inner and middle continental shelf between Guanabara Bay and São Francisco do Sul, southeastern Brazilian margin, Continental Shelf Research 19: 775-798.

Mayer, L. M., Schick, L. L., Allison, M. A., Ruttenberg, K.C., Bentley, S.J. 2007. Marine vs. terrigenous organic matter in Louisiana coastal sediments: The uses of bromide: organic carbon ratios. Marine Chemistry 107: 244-254.

Marins, R.V.; Lacerda, L.D.; Abreu, I.M.; Dias, F.J.S. 2003. Efeitos da açudagem no Rio Jaguaribe. Ciência Hoje. 197:66-70.

Matsuura, Y., Wada, E., 1995. Carbon and nitrogen stable isotope ratios in marine organic matters of the coastal ecosystem in Ubatuba, southern Brazil. *Ciência e Cultura* 46: 141-146.

Mazurec, A. P. Alterações na fertilidade do solo e composição isotópica do carbono e do nitrogênio na matéria orgânica: uma região de Mata Atlântica no norte fluminense. 2002. 115p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos de Goytacazes, 2002.

Meyers, P. A. 1994. Preservation of elemental and isotopic source identification of sedimentary organic matter. *Chemical Geology*, 144: 289-302.

Meyers, P. A. 1997. Organic geochemical proxies of paleoceanographic, paleolimnologic and paleoclimatic processes. *Organic Geochemistry*. , v. 27, n. 5/6,: 213-250.

Milliman, J. D. & Barretto, H. T. 1975. Upper continental margin sedimentation off Brazil. Part I. Background. *Contr. Sedimentology*, 4: 1-10.

Mollenhauer, G., Schneider, R. R., Jennerjahn, T., Muller, P.J. & Wefer, G. 2004. Organic carbon accumulation in the South Atlantic Ocean: its modern, mid-holocene and last glacial distribution. *Global and Planetary Change*. V. 40, 3-4: 249-266.

Muehe, D. 1995. Caracterização físico-natural da plataforma continental interna e área costeira adjacente. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, Brasília, 70p.

Nittrouer, C. A., Kuehl, S. A. 1995. Geological significance of sediment transport and accumulation on the Amazon continental shelf. *Marine Geology*, 125(3/4): 175-401.

Ogrinc, N., Faganeli, J. 2003. Stable carbon isotopes in pore water of coastal marine sediments (the gulf of trieste, N Adriatic), *Acta Chim. Slov.*, 50: 645-662.

Ottmann, F. Estudo das amostras do fundo recolhidas pelo Navio E. Almirante Saldanha, na região da embocadura do Rio Amazonas. *Trab. Inst. Marit. Oceanogr.*, Univ. de Recife, v. 1, n. 1, pp. 77-106, 1959. In: *Relatórios do Projeto REVIZEE*, Centro de Hidrografia e Navegação, Rio de Janeiro, 1994.

Pantin, H.M., Evans, C.D.R., 1984. The Quaternary history of the central and southwestern Celtic Sea. *Marine Geology* 57: 259-293.

Pereira, S. B. 2000. Aspectos geoquímicos do material particulado da pluma estuarina do rio Amazonas: fatores que controlam as interações com as águas oceânicas. Dissertação de Mestrado. Centro de Geociências, CG/UFPA, 130pp.

Pereira, S. B. A natureza geoquímica da matéria orgânica transportada para a foz do rio Amazonas (Brasil, região norte). Programa REVIZEE. pp. 73- 74. Portugal. 2001.

Prahl, F. G.; Ertel, J. R.; Goni, M. A.; Sparrow, M. A.; Eversmeyer, B. 1994. Terrestrial organic carbon contributions to sediments on the Washington margin. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 58: 3035-3048.

Premuzic, E. T., Benkovitz, C. M., Gafaney, J. S., Walsh, J.J. 1982. The nature and distribution of organic matter in the surface sediments of world oceans and seas. *Organic Geochemistry.*, 4:63-77.

Projeto Radam – DNPM – Ministério de Minas e Energias. 1973. Levantamento de Recursos Naturais, 3.

Santos, V; Billet, D. S; Rice, A.; Wolff, G. A. 1994. Organic matter in deep sea sediments from Porcupine abyssal plain in the north-east Atlantic ocean. I- Lipids. *Deep Sea Research I*;41: 787-819.

Seiter, K., Hensen, C., Schroter, J., Zabel, M. 2004. Organic carbon content in surface sediments- defining regional provinces. *Deep- Sea Research I*, 51: 2001-2026.

Siqueira, G. W. et al. 2004. Evolução do Impacto Ambiental causado por Matéria Orgânica, Mercúrio e Arsênio nos Sedimentos do Fundo de Sistema Estuarino de Santos. *Geochimica Brasiliensis*, 18(1): 054-063.

Siqueira, G. W.; Braga, E. S.; Lima, W. N. de & Pereira, S. F. P. 2004. Estudo granulométrico e de metais pesados (Pb, Zn e Cu) nos sedimentos de fundo do Sistema Estuarino de Santos/São Paulo-Brasil. *Anais do IV Congresso Brasileiro de Pesquisas Ambientais e Saúde*, Santos/SP, 1: 64-68.

Siqueira, G. W. Mendes, A. S.; Lima, W. N.; Aprile, F. M & Braga, E. S. 2005. Distribuição Geoquímica de Carbono, Nitrogênio, Fósforo e outros parâmetros Geoquímicos na Plataforma Continental do Amazonas - Norte do Brasil, *Anuário de Ciências do Mar*, pp.165-178.

Siqueira, G. W., Braga, E.S., Mahiques, M. M., Aprile, F. M. Determinação da Matéria Orgânica e Razões C/N e C/S em Sedimentos de Fundo do Estuário de Santos - SP/Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar*, 2006.

Silva, D. M. L de. Dinâmica de nitrogênio em microbacias no Estado de São Paulo. 2005. 135 p., Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo- São Paulo- 2005.

Stevens, C. J.; Dise, N. B.; Owen Mountford, J.; Gowing, 2003. D. J. Impact of Nitrogen Deposition on the Species Richness of Grasslands. *Science*, Washington, 303:1876-1879.

Summerhayes, C. P., Melo, U. & Barreto, H. T. 1976. The influence of upwelling on suspended matter and shelf sediments of southeastern Brazil. *Journal Sedimentary Petrology*, v. 6, 4: 819-828.

Summehayers, C. P. Coutinho, P. N., França, A. M. C. & Ellis, J. P. Upper continental margin sedimentation of Brazil. Part III. Salvador to Fortaleza, Northeastern Brazil. *Contr. Sedimentology*, v. 4, pp. 44-78, 1975. In: *Relatórios do Projeto REVIZEE*, Centro de Hidrografia e Navegação, Rio de Janeiro, 1994.

Tesi, T., Miserocchi, S., Langone, L., Boni, L., Guerrini, F. 2006. Sources, Fate and Distribution of Organic Matter on the Western Adriatic Continental Shelf, Italy. *Water, Air and Soil Pollution* 6: 593-603.

Tesi, T.; Miserocchi, S.; Goni, M. A. ; Langone, L. Boldrin, A. ; Turchetto, M. 2007. Organic matter origin and distribution in suspended particulate materials and surficial sediments from the western Adriatic Sea (Italy). *Estuarine Coastal and Shelf Science* 73: 431-446.

Teeri, J.A.; Stowe, L. G. 1976. Climatic patters and the distribution of C4 graisses in North America. *Oecologia* 23: 1-12.

Trask, P. D. 1932. Origin and environment of source sediments of petroleum. Project 4 of the American Petroleum Institute Research Programs. Am Petrol Inst. Gulf Publ. Co., p. 4-323.

Tilman, D. 1996. Biodiversity: population versus ecosystem stability. *Ecology*, Brooklyn, 77: 350-363.

Zembrusky, S. G. 1972. Geomorfologia da margem continental sul brasileira e das bacias adjacentes. In: Projeto REMAC- Geomorfologia da margem continental brasileira e das áreas oceânicas adjacentes. PETROBRÁS. Rio de Janeiro. Série Projeto REMAC, 7: 129-177.

Zocatelli, R. O., Bernardes, F., Pereira, U. J., Marins, R., Lacerda, L. D., Dias, F. J. S. 2007. Distribuição e Caracterização da Matéria Orgânica no Gradiente Estuarino do Rio Jaguaribe, CE, Brasil. Anais do XII Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar, pp 1-3.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)