

Qualidade do Sedimento

Para a caracterização das condições ambientais do sedimento na área de influência do empreendimento de Mexilhão, foram utilizados os dados obtidos durante os estudos realizados pela PETROBRAS na região da plataforma e talude da Bacia de Santos, como o Relatório de Monitoramento Ambiental de Merluza (PETROBRAS/SAMPLING CIENTÍFICA, 2002) e o Relatório de Avaliação Ambiental para Atividade de Produção e Escoamento de Gás Condensado de Merluza (PETROBRAS/OCEANSATPEG, 2005).

Para caracterização da região ultraprofunda da Bacia de Santos, foi utilizado o estudo realizado para a caracterização ambiental dos Blocos BM-S-8, BM-S-9, BM-S-10, BM-S-11 e BM-S-21 (PETROBRAS/HABTEC, 2003), em agosto de 2002. Nesta campanha, o sedimento foi amostrado em 30 pontos, onde foram analisados a granulometria, a razão elementar da matéria orgânica (C, N e P), o teor de metais pesados e a quantidade de hidrocarbonetos. A coleta foi realizada com o auxílio de um *boxcorer* e as amostras analisadas segundo metodologia proposta por Clesceri et al. (1998).

Foi utilizado na discussão deste Relatório o estudo realizado por Mahiques et al. (2002), onde foram coletadas amostras de sedimento em 15 estações, localizadas na região da plataforma continental e talude da Bacia de Santos, do Cabo Frio (RJ) a Ilhabela (SP), em profundidades que variaram de 100 a 1000 m.

Lima (2000) também realizou amostragem de sedimentos na plataforma continental da Bacia de Santos, próximo à isóbata de 100m e dois transectos realizados ao largo da Ilhabela. Neste estudo o sedimento foi coletado em 42 estações, sendo que 29 amostras foram coletadas em janeiro de 2003 e o restante em fevereiro de 2004, com auxílio de uma draga tipo Van Veen.

Para a região costeira foi utilizado o Relatório de Qualidade das Águas Litorâneas no Estado de São Paulo (CETESB, 2003), que apresenta um levantamento das condições ambientais e sanitárias das águas e dos sedimentos da região costeira, avaliando o grau de contaminação ambiental. O estudo foi realizado de outubro de 1998 a outubro de 1999, em duas diferentes épocas do ano, janeiro e julho de 1999, sendo composto por 4 pontos de amostragem para sedimento.

Para caracterização do sedimento da Baía de Guanabara, região da base de apoio terrestre, foi utilizado o estudo realizado por Perin et al. (1997), onde foram analisados os metais em 51 amostras de sedimentos no estrato de 0 a 40 cm, representando cerca de 30-35 anos de sedimentação. Para avaliação do carbono orgânico e granulometria, foi utilizado o estudo realizado por Carreira (2000) em 8 estações de coleta na Baía. Já a avaliação dos hidrocarbonetos poliaromáticos foi realizada através do estudo elaborado por Meniconi et al. (2005), onde foram coletadas amostras de sedimento de 0 a 3 cm de profundidade em 21 estações de coleta.

A malha amostral integrada com as estações de coleta de sedimento de cada um dos estudos utilizados está representada no Mapa II.5.1.3-2 e as metodologias estão apresentadas no Quadro II.5.1.3-4.

Mapa II.5.1.3-2 - Malha Amostral do sedimento. (A3)

Mapa II.5.1.3-2 - Malha Amostral do sedimento. (A3)

Quadro II.5.1.3-4 - Metodologia utilizada nas análises. (A3)

Quadro II.5.1.3-4 - Metodologia utilizada nas análises. (A3)

a) Granulometria

De modo geral, a Bacia de Santos apresenta sedimentos finos, estando a fração lamosa associada a variações batimétricas. Na região da plataforma interna, existe uma tendência de aumento da fração mais grosseira no sedimento. Cabe ressaltar a presença de uma faixa carbonática junto às isóbatas de 100 - 150 m de profundidade (Figura II.5.1.3-14) (PETROBRAS/OCEANSATPEG, 2005).

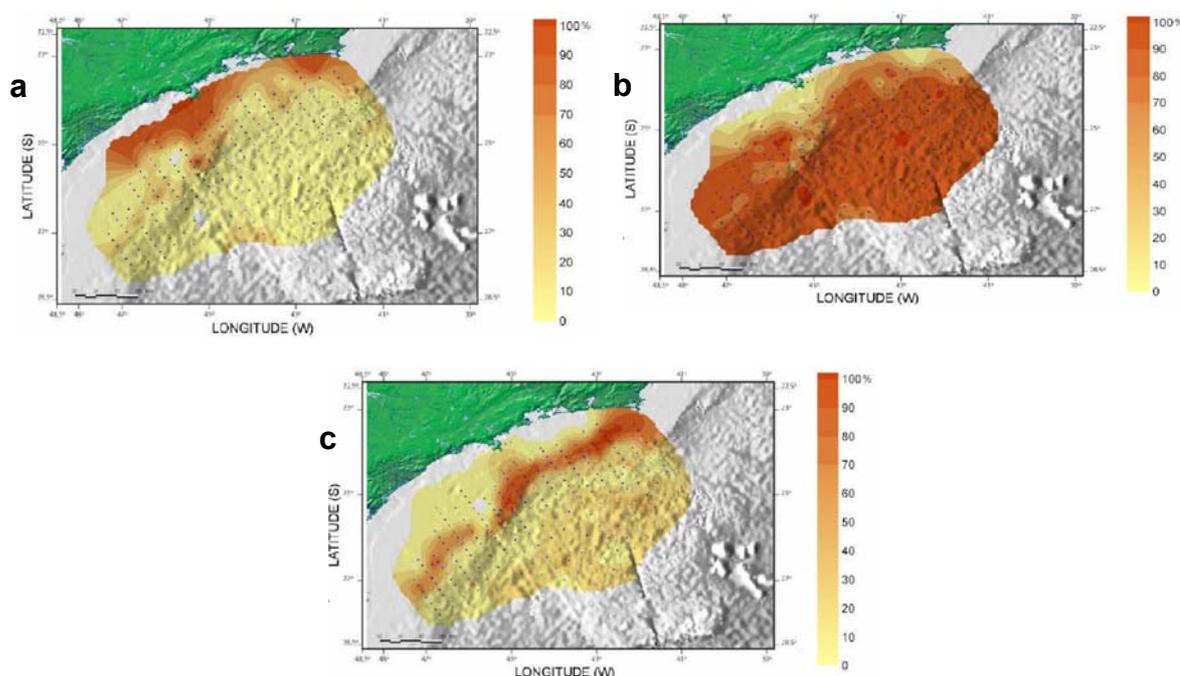


Figura II.5.1.3-14 - Variação espacial da granulometria na Bacia de Santos.

a – Fração arenosa, b – Fração Lamosa, c – Fração Carbonática.

Fonte: PETROBRAS/OCEANSATPEG, 2005.

A análise granulométrica realizada nas 30 amostras coletadas na área da dos blocos BM-S-8, BM-S-9, BM-S-10, BM-S-11 e BM-S-21 (PETROBRAS/HABTEC, 2003) revelou um sedimento bastante homogêneo. A fração fina apresentou percentual superior a 99% na maioria das estações. Somente em algumas estações (2, a 2.100 m e 11, a 2.225 m) o percentual de grossos (fração areia) foi superior a 10% (Figura II.5.1.3-15).

No geral, a fração silte-argila apresentou uma distribuição uniforme, conforme esperado para áreas de oceano profundo (Libes, 1992). Em áreas de sopé

continental, predominam silte argiloso e em áreas de planície abissal predominam argilas com silte, interrompidas por depósitos mais grosseiros de correntes turbidíticas.

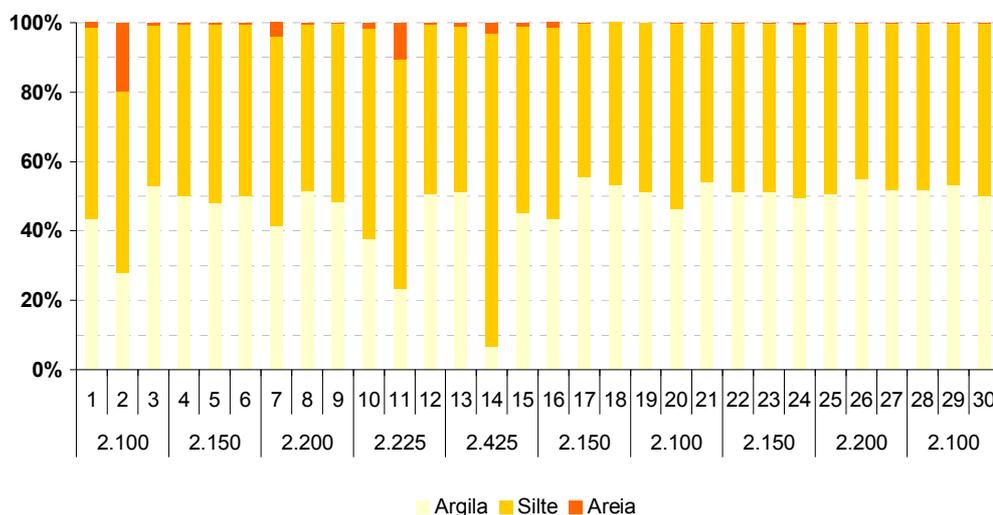


Figura II.5.1.3-15 - Granulometria (frequência simples) encontrada na região ultraprofunda da Bacia de Santos.

Fonte: PETROBRAS/HABTEC, 2003.

Segundo PETROBRAS/HABTEC (2003) teor de matéria orgânica nos sedimentos da região ultraprofunda da bacia de Santos variou entre 0,75 a 9,57% e o de carbonato entre 56,65 a 61,74% (Figura II.5.1.3-16), ilustrando o fato do sedimento da área do Oceano Atlântico Sul ser rico em carbonato, normalmente formando vazas de organismos (Libes, 1992).

É conhecida a relação entre sedimentos mais finos e a retenção de substâncias (Ovalle *et al.*, 2000), o que poderia explicar a distribuição da matéria orgânica encontrada, uma vez que os blocos onde o sedimento é mais fino, com predomínio de argila, como os Blocos BM-S-9, BM-S-10 e BM-S-11, apresentam maior teor de matéria orgânica.

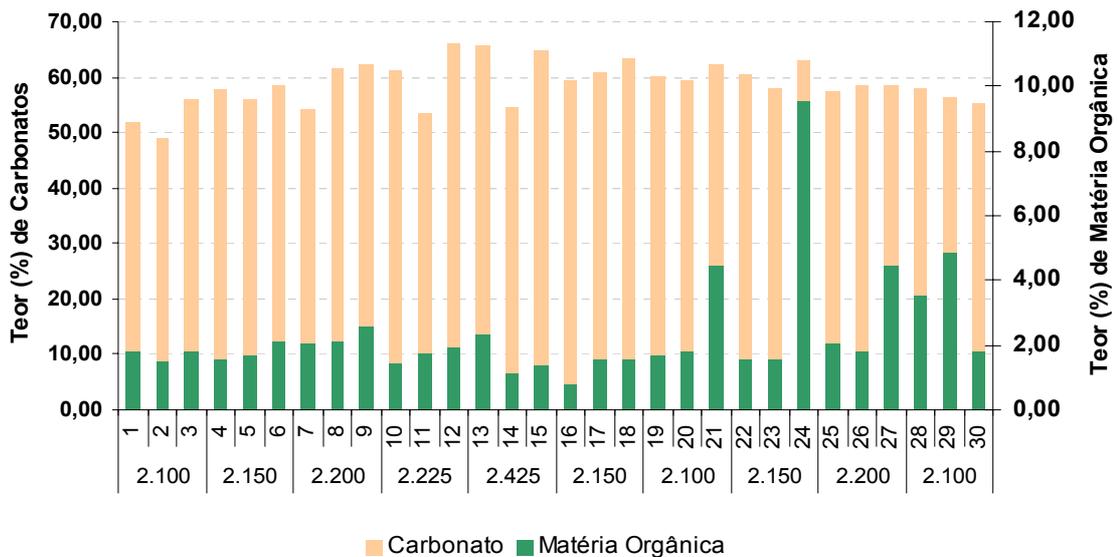


Figura II.5.1.3-16 - Teor de carbonato e matéria orgânica encontrado no sedimento da região ultraprofunda da Bacia de Santos.

Fonte: PETROBRAS/HABTEC, 2003.

Mahiques *et al.* (2002) também encontraram uma faixa de sedimento com concentração de carbonatos da ordem de 20 a 80%, na região da plataforma continental da Bacia de Campos entre as isóbatas de 100 e 1000 m, entre Cabo Frio (RJ) e Ilhabela (SP).

A região da plataforma entre 50 e 120 m, segundo dados coletados por Lima (2000), apresenta uma distribuição típica de tamanho de grão, com maiores teores de areia (fração mais grossa) em área mais rasas e próximas à costa. O teor de carbonato não apresentou muita variação, encontrando-se em torno de 20 - 25%.

Na região costeira foi observado um sedimento com alto teor de areia, chegando a até 99,5% na praia de Araçá, em São Paulo. Em alguns pontos foi observada uma variação sazonal durante o período amostral (CETESB, 2004).

No sedimento de fundo da Baía de Guanabara, são encontradas todas as categorias de tamanho de grão entre areia e lama. Na região central do canal, o sedimento é constituído, basicamente, por areias. Segundo Carreira (2000), o predomínio de lamas siltosas na parte norte da Baía é decorrente do transporte ativo de materiais clásticos pela drenagem fluvial e produção biológica interna, acelerado em virtude da ação antropogênica.

b) Carbono Orgânico, Nitrogênio total e Fósforo total

A distribuição do Carbono Orgânico nos sedimentos da região ultraprofunda da Bacia de Santos (PETROBRAS/HABTEC, 2003) é bastante homogênea, com concentrações variando de 0,41 a 0,88%. O nitrogênio total (N_{total}) encontrado variou de 0,046% (465 $\mu\text{g/g}$) a 0,123% (1.226 $\mu\text{g/g}$) e o fósforo total no sedimento da área dos blocos BM-S-8, BM-S-9, BM-S-10, BM-S-11 e BM-S-21 oscilou entre 0,03 (320 $\mu\text{g/g}$) e 0,06% (628 $\mu\text{g/g}$) (PETROBRAS/HABTEC, 2003). A Figura II.5.1.3-17 apresenta os valores de Carbono Orgânico, Nitrogênio e Fósforo encontrados na região dos blocos.

Os teores de Carbono Orgânico reportados por Mahiques *et al.* (2002) apresentaram uma variação entre 2 e 18 mg/g no sedimento superficial da plataforma continental externa da Bacia de Santos, com valor máximo próximo à isóbata de 100 m, em frente ao litoral de Cabo Frio. Os teores de Nitrogênio obtidos foram, no máximo, de 3 mg/g.

Lima (2000) registrou uma maior contribuição de Carbono Orgânico proveniente do ambiente marinho, originada, basicamente, dos produtos gerados a partir da cadeia trófica baseada na produtividade primária. Os valores de Fósforo tenderão, de maneira geral, a aumentar em direção às regiões mais profundas da plataforma, com exceção da área próxima à Ilha de São Sebastião, que apresentou um padrão mais complexo de distribuição.

Na Baía de Guanabara, a variação da composição elementar da matéria orgânica apresentou uma variação de 2,83 a 5,54% de Carbono; 0,241 a 0,574% de Nitrogênio; e 0,019 a 0,042% de Fósforo (Carreira, 2000). A partir destes resultados, foi calculada a razão C:N:P (molar) no sedimento, sendo observadas razões C:N da ordem de 14, com valores variando de 8,9 a 33,4, indicando uma mistura entre as matérias orgânicas marinha e terrestre.

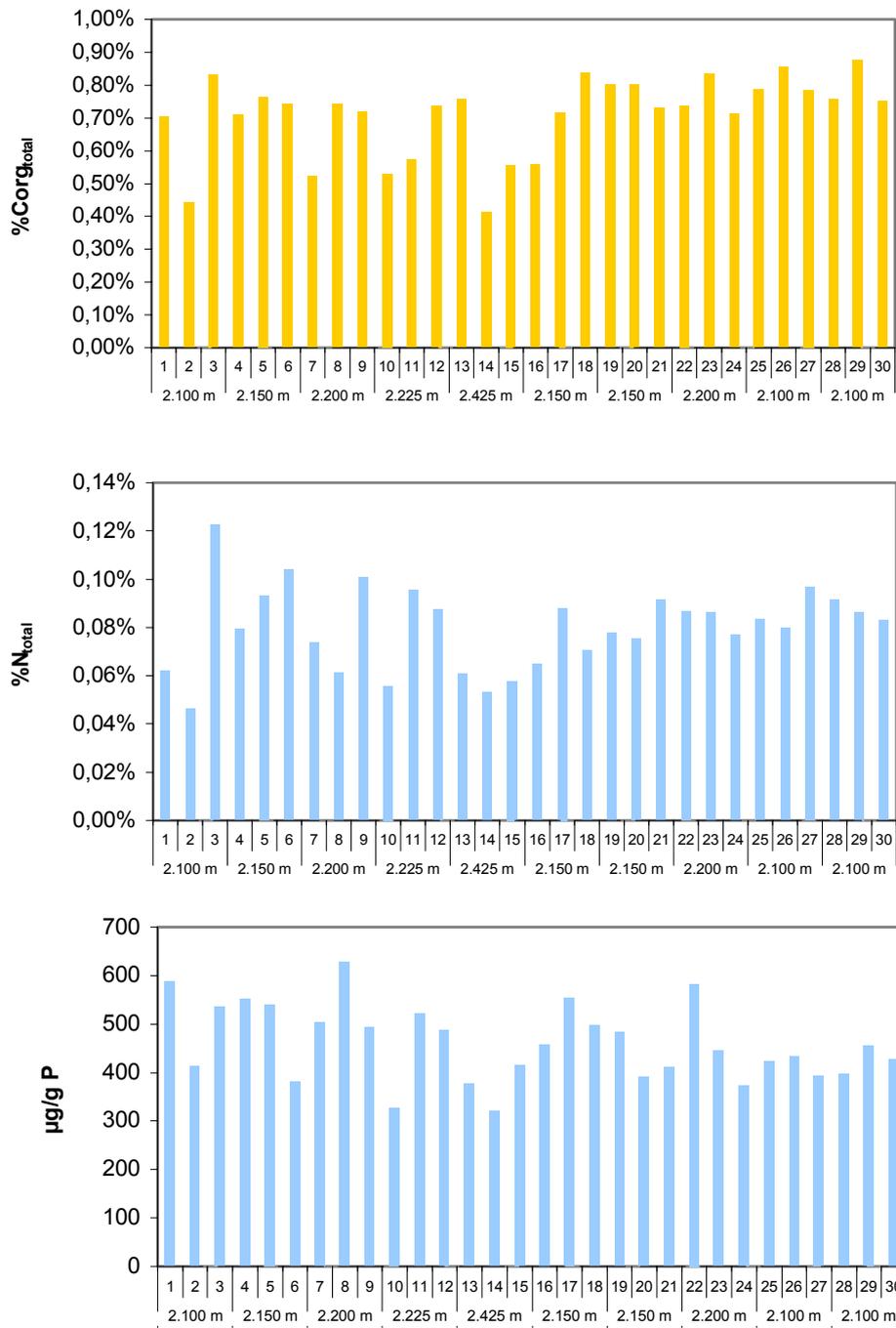


Figura II.5.1.3-17 - Carbono orgânico total (A), Nitrogênio total (B) e Fósforo total (C) encontrados no sedimento da região ultraprofunda da Bacia de Santos.
 Fonte: PETROBRAS/HABTEC, 2003.

c) Metais

Nos estudos realizados por PETROBRAS/OCEANSATPEG (2005) e CETESB (2004) as concentrações de Cádmio estiveram abaixo do limite de detecção do método, que variou de 0,2 a 0,5 µg/g, respectivamente. Na Baía de Guanabara, este elemento apresentou valores máximos da ordem de 2 µg/g (FEEMA, 1998).

No estudo realizado por PETROBRAS/OCEANSATPEG (2005), foi constatada uma tendência de diminuição dos valores de concentração de chumbo em direção ao sul, com valor médio de $14,26 \pm 21,90$ µg/g. A concentração média de chumbo reportada por PETROBRAS/HABTEC (2003) na região ultraprofunda da Bacia de Santos foi de 19 ± 6 µg/g (Figura II.5.1.3-18), corroborando os resultados observados por PETROBRAS/OCEANSATPEG (2005). Na Região costeira, nas proximidades da Ilhabela (SP), os teores de chumbo variaram de não detectável a 23 µg/g (CETESB, 2004). Na Baía de Guanabara, as concentrações médias chegaram a $123 \pm 72,9$ µg/g (Perin et al., 1997), possivelmente ligado ao alto grau de impacto antropogênico em sua na bacia de drenagem.

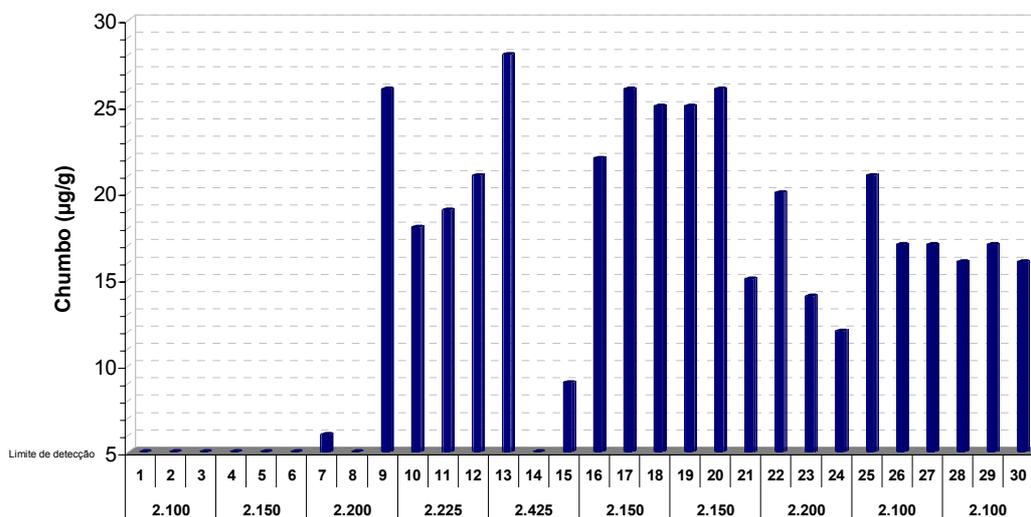


Figura II.5.1.3-18 - Concentrações de chumbo (µg/g) encontradas no sedimento da região ultraprofunda da Bacia de Santos.

Fonte: PETROBRAS/HABTEC, 2003.

De uma maneira geral, as concentrações de Zinco na Bacia de Santos (PETROBRAS/OCEANSATPEG, 2005) apresentaram uma distribuição homogênea, com valores de concentração da ordem de 20 µg/g, e um valor máximo da ordem de 300 µg/g. A concentração média de Zinco para a região ultraprofunda da Bacia de Santos foi de 59 ± 4 µg/g (PETROBRAS/HABTEC, 2003). Na região costeira do estado de São Paulo, segundo CETESB (2004) o maior valor de concentração de Zinco obtido foi de 89,1 µg/g, no município de Ubatuba.

O Cromo apresentou uma leve tendência de aumento em direção ao norte da Bacia de Santos, apresentando valor médio de $15,41 \pm 6,84$ µg/g (PETROBRAS/OCEANSATPEG, 2005), sendo observado um aumento das concentrações na região da plataforma continental próxima à Baía de Guanabara. Na região ultraprofunda, a concentração média de Cromo, 28 ± 3 µg/g (PETROBRAS/HABTEC, 2003). Já na região próxima à Ilhabela, foram encontrados valores de Cromo um pouco mais altos do que na plataforma continental, com valores de concentração de até 60 µg/g (CETESB, 2004). Segundo Perin *et al.* (1997), as concentrações de Cromo na Baía de Guanabara variaram de 0,2 a 322 µg/g.

O Níquel apresentou forte tendência de aumento das concentrações em direção ao norte da Bacia (PETROBRAS/OCEANSATPEG, 2005), apresentando um gradiente de variação de 2 a 34 µg/g. A concentração média de Níquel (Figura II.5.1.3-19) encontrada na região ultraprofunda da área de estudo foi 19 ± 2 µg/g. Segundo CETESB (2004), na área costeira do estado de São Paulo, os valores de concentração de Níquel estão em torno de 10 µg/g, sem grandes variações. Já da Baía de Guanabara, apresentou um valor médio de $34,2 \pm 37,5$ µg/g (Perin *et al.*, 1997)

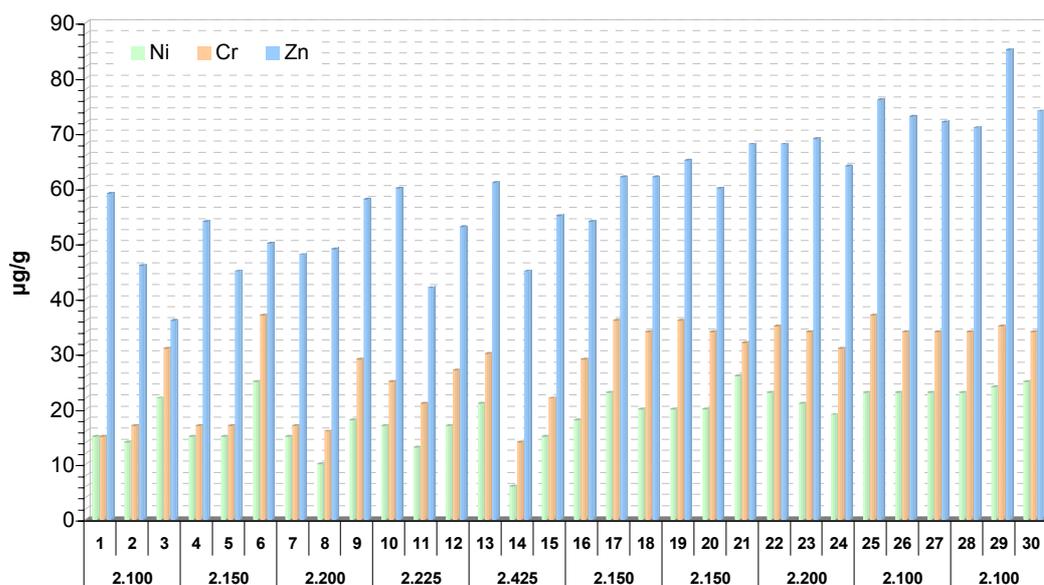


Figura II.5.1.3-19 - Concentrações de Zinco, Níquel e Cromo ($\mu\text{g/g}$) encontradas no sedimento da região ultraprofunda da Bacia de Santos. Fonte: PETROBRAS/HABTEC, 2003.

Segundo PETROBRAS/OCEANSATPEG (2005), o Cobre apresentou um valor médio de concentração de $5,7 \pm 6,90 \mu\text{g/g}$, com uma tendência de aumento em direção ao norte da Bacia. A concentração média de Cobre obtida para a região ultraprofunda da Bacia de Santos foi de $21 \pm 1 \mu\text{g/g}$ (Figura II.5.1.3-20), com distribuição relativamente homogênea entre as estações (PETROBRAS/HABTEC, 2003). Na região costeira, segundo Perin et al. (1997) foram registrados valores um pouco mais altos de Cobre, chegando a um máximo de $38,6 \mu\text{g/g}$. na Baía de Guanabara, região da base de apoio terrestre, foi obtida uma faixa de variação de Cobre de não detectável a $242 \mu\text{g/g}$, apresentando um valor médio de $79,5 \pm 76,8 \mu\text{g/g}$.

A concentração média de Manganês encontrada na região dos blocos BM-S-8, BM-S-9, BM-S-10, BM-S-11 e BM-S-21 foi de $602 \pm 30 \mu\text{g/g}$ (Figura II.5.1.3-21). Já para a Baía de Guanabara foi obtido um valor médio de $467 \pm 64,9 \mu\text{g/g}$ (Perin et al., 1997).

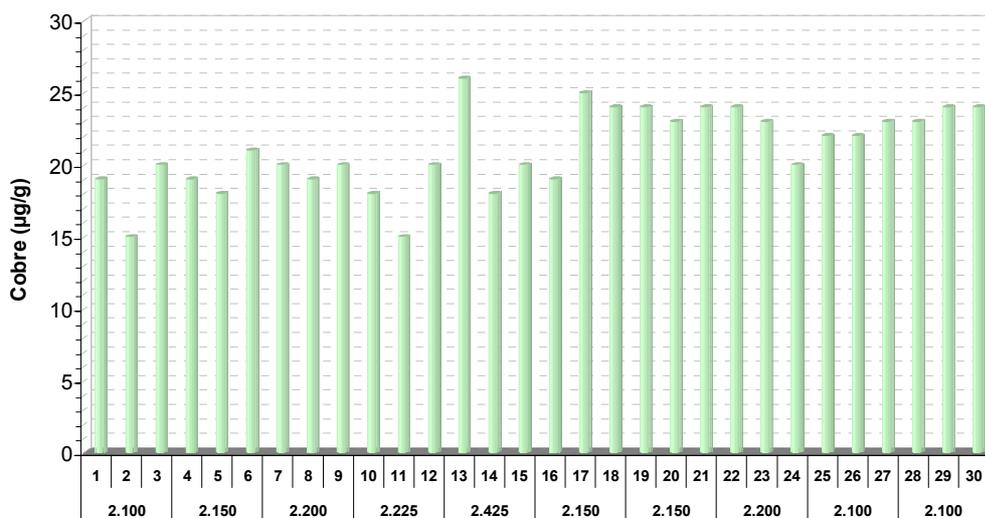


Figura II.5.1.3-20 - Concentrações de Cobre (µg/g) encontradas no sedimento da região ultraprofunda da Bacia de Santos. Fonte: PETROBRAS/HABTEC, 2003.

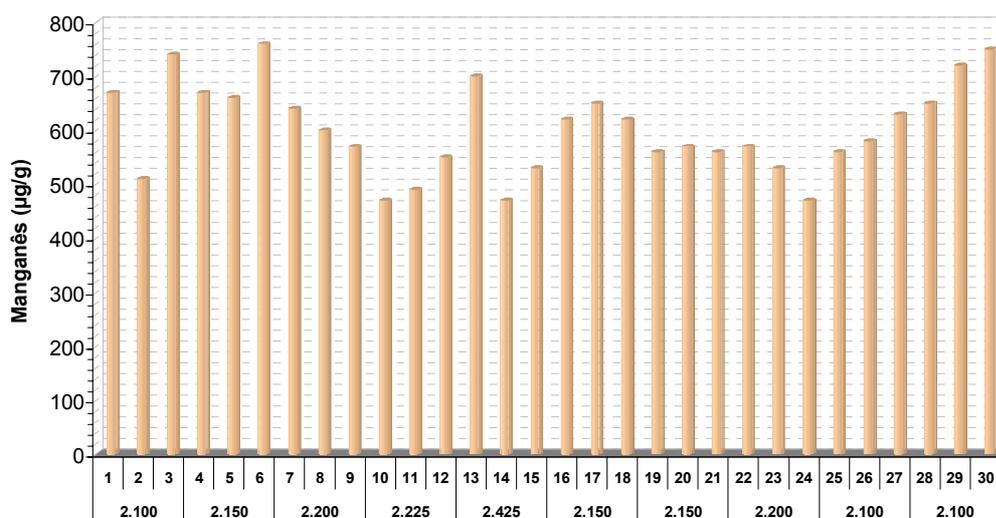


Figura II.5.1.3-21 - Concentrações de Manganês (µg/g) encontradas no sedimento da região ultraprofunda da Bacia de Santos. Fonte: PETROBRAS/HABTEC, 2003.

Segundo PETROBRAS/OCEANSATPEG (2005), o mercúrio apresentou-se em baixas concentrações na região da Bacia de Santos, com valores mais altos na área da plataforma continental, em frente à Ilhabela. As concentrações de Mercúrio obtidas na Bacia de Santos (PETROBRAS/HABTEC, 2003) foram bem próximas ao limite de detecção do método (0,1 µg/g). Na região costeira do

estado de São Paulo, foi registrada a presença de Mercúrio em duas das quatro estações coletadas (CETESB, 2004), com valores próximos ao limite de detecção ($0,3 \mu\text{g/g}$). Na baía de Guanabara foram encontrados valores máximos de mercúrio de $0,5 \mu\text{g/g}$ (Perin et al., 1997).

Segundo PETROBRAS/OCEANSATPEG (2005), a distribuição horizontal do Vanádio na Bacia de Santos apresentou um máximo de concentração da ordem de $160 \mu\text{g/g}$, na região da plataforma continental em frente à Baía de Guanabara. O valor médio obtido foi de $26,01 \pm 28,76 \mu\text{g/g}$.

A concentração média de Bário (Figura II.5.1.3-22) obtida para a região ultraprofunda da Bacia de Santos foi de $124 \pm 18 \mu\text{g/g}$ e a de Vanádio (Figura II.5.1.3-23), $38 \pm 4 \mu\text{g/g}$.

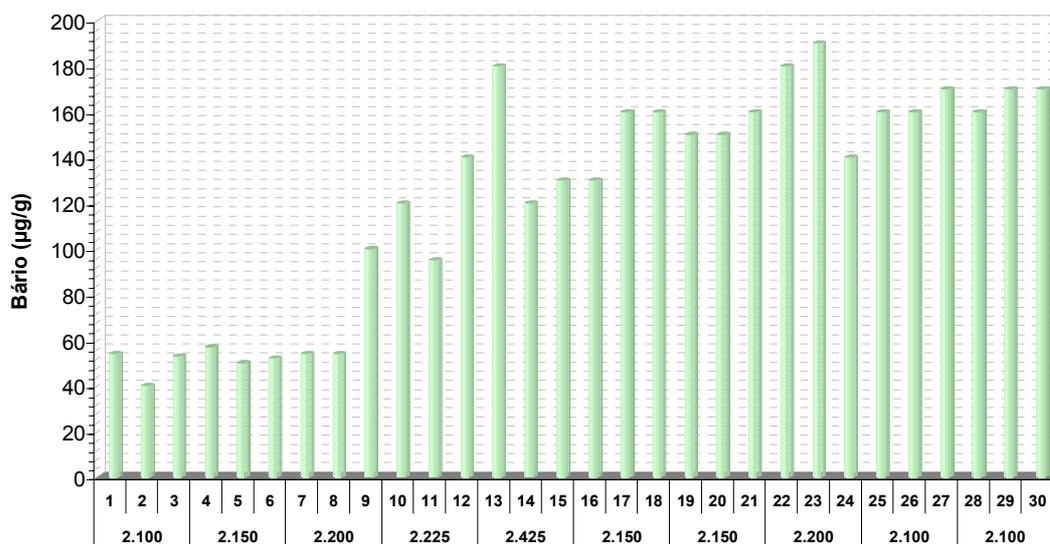


Figura II.5.1.3-22 - Concentrações de bário ($\mu\text{g/g}$) encontradas no sedimento da região ultraprofunda Bacia de Santos.

Fonte: PETROBRAS/HABTEC, 2003.

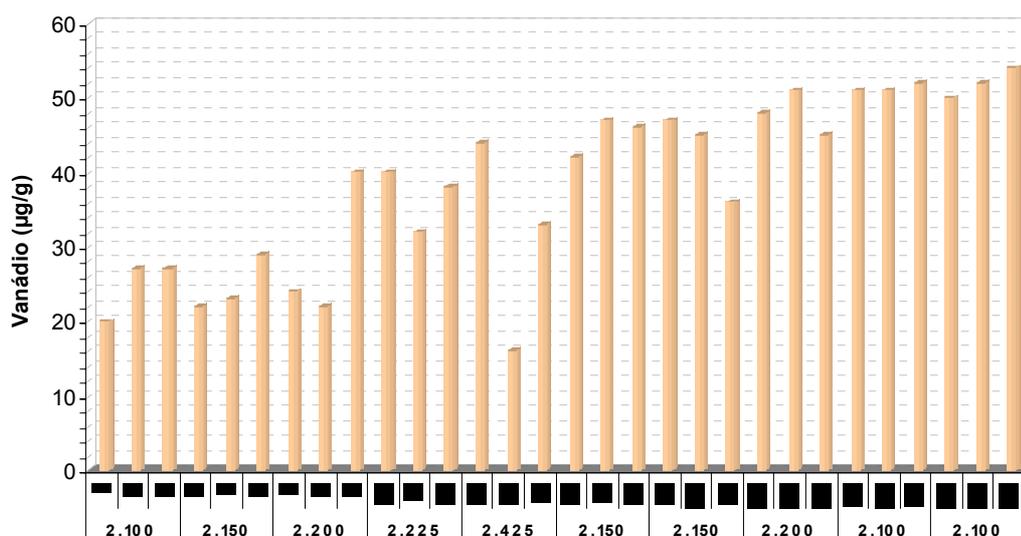


Figura II.5.1.3-23 - Concentrações de vanádio ($\mu\text{g/g}$) encontradas no sedimento da região ultraprofunda da Bacia de Santos.

Fonte: PETROBRAS/HABTEC, 2003.

d) Hidrocarbonetos

A Figura II.5.3.1-24, a seguir, mostra a distribuição das concentrações de THP na região da Bacia de Santos, onde foi registrado um aumento dos níveis nas áreas mais próximas à região costeira (PETROBRAS/OCEANSATPEG, 2005). O valor médio obtido foi de $6760 \pm 14162 \mu\text{g/kg}$, com variações entre 403 e 127598 $\mu\text{g/kg}$. Os maiores valores de concentração foram encontrados ao norte da Bacia de Santos, na região compreendida entre a desembocadura das Baías de Guanabara e Sepetiba.

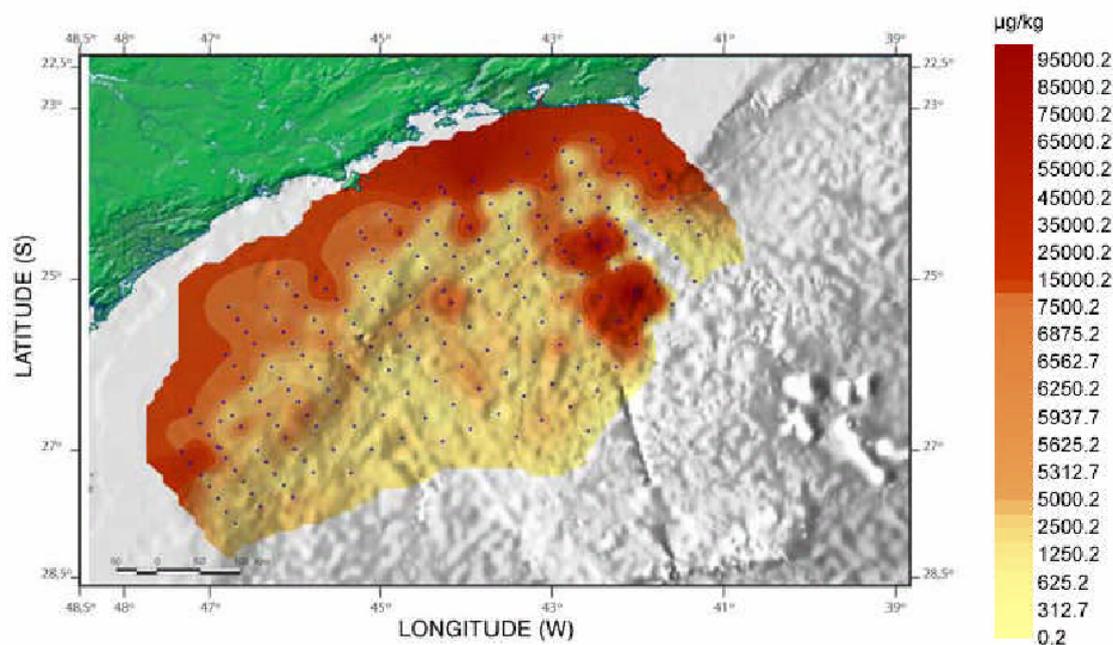


Figura II.5.1.3-24 – Distribuição horizontal das concentrações de THP no sedimento da Bacia de Santos.

Fonte: PETROBRAS/OCEANSATPEG (2005).

Para a caracterização das concentrações de hidrocarbonetos no sedimento da região ultraprofunda da Bacia de Santos (PETROBRAS/HABTEC, 2003), foram realizadas as seguintes análises:

- ★ Hidrocarbonetos Alifáticos, que compreendem a série de n alcanos de C12 a C36 e os isoprenóides pristano e fitano;
- ★ Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (THP);
- ★ Mistura Complexa Não Resolvida (MCNR); e
- ★ 16 Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) prioritários, conforme recomendado pela US-EPA.

Na campanha de caracterização ambiental da região ultraprofunda da Bacia de Santos (PETROBRAS/HABTEC, 2003), em nenhum ponto amostrado registrou-se MCRN, ressaltando-se também as baixas concentrações de n-alcanos detectados. Os isoprenóides também foram encontrados em baixas concentrações, e em poucos pontos amostrados. No geral, a concentração de n-alcanos variou de <7,00 µg/Kg a 286 µg/Kg (Figura II.5.1.3-25).

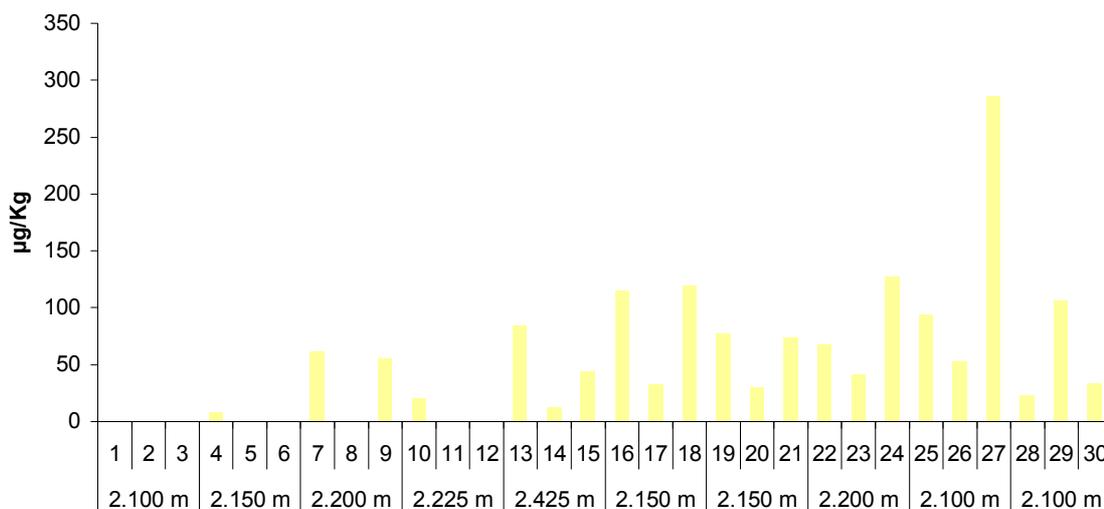


Figura II.5.1.3-25 - Distribuição do somatório dos n-alcenos encontrados no sedimento da região ultraprofunda da Bacia de Santos.

Fonte: PETROBRAS/HABTEC, 2003.

Segundo PETROBRAS/HABTEC (2003), as concentrações de THP na região ultraprofunda da Bacia de Santos variaram de 159 µg/Kg a 1.303 µg/Kg (Figura II.5.1.3-26).

Irwin *et al.* (1997) apontam que alguns métodos de THP utilizados são bem genéricos, podendo ser facilmente influenciados por lipídeos biológicos. Além disso, alguns dos métodos da USEPA, incluindo o de THP, são deficientes em seletividade e sensibilidade (limite de detecção), o que dificulta a interpretação ambiental do dado. Deste modo, as altas concentrações relativas de THP encontradas em algumas amostras de sedimento podem não se referir a hidrocarbonetos, mas sim a qualquer outro composto orgânico presente no sedimento.

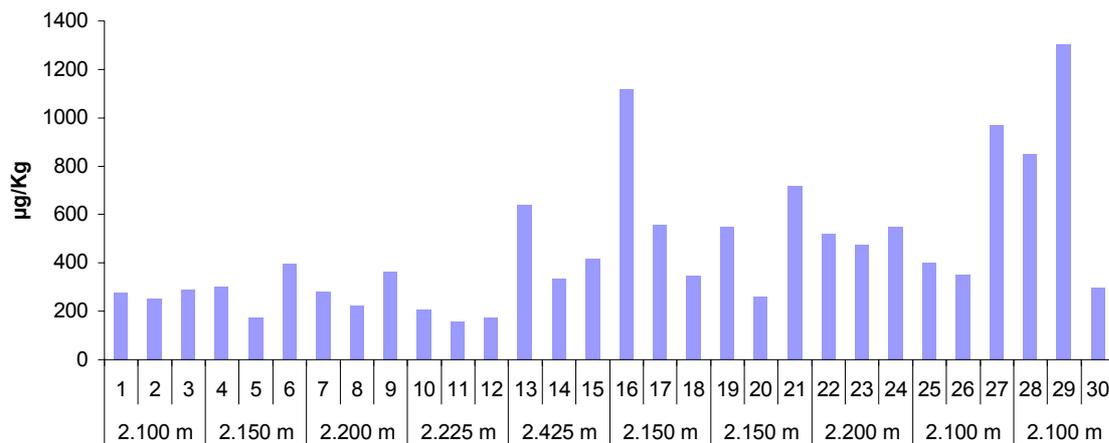


Figura II.5.1.3-26 - Distribuição das concentrações de THP encontradas no sedimento da região ultraprofunda da Bacia de Santos.
Fonte: PETROBRAS/HABTEC, 2003.

Na Bacia de Santos, segundo PETROBRAS/OCEANSATPEG (2005), as concentrações de HPA variaram de <0,1 a 130,6 µg/kg, com média de 12,1 ± 11,2 µg/kg. Os maiores valores de concentração foram obtidos na porção norte da Bacia de Santos.

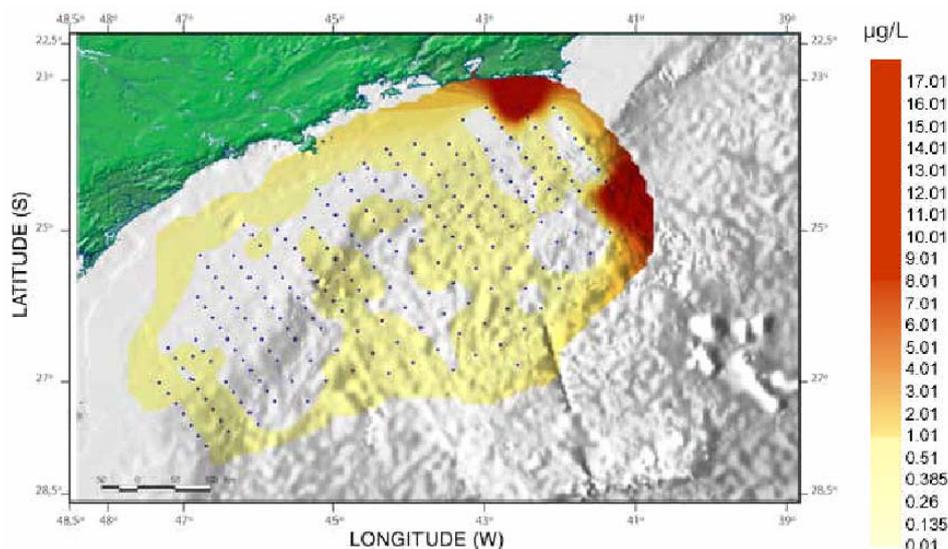


Figura II.5.1.3-27 – Distribuição horizontal das concentrações de HPA no sedimento da Bacia de Santos.
Fonte: PETROBRAS/OCEANSATPEG (2005).

Na campanha de caracterização ambiental da região ultraprofunda da Bacia de Santos (PETROBRAS/HABTEC, 2003), nenhum hidrocarboneto policíclico aromático (HPA) foi encontrado. Tal fato pode estar relacionado à inadequação do método para áreas não impactadas.

Na Baía de Guanabara, as concentrações de HPA variaram de 0,4 a 58,4 µg/g (Meniconi, 2005). Os valores obtidos, apesar de elevados, podem ser considerados esperados quando se leva em consideração a atividade antropogênica em sua bacia de drenagem.