

6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

6.1 MEIO FÍSICO

6.1.1 Pesquisa de Lavra

Segundo pesquisa realizada junto ao Departamento Nacional de Pesquisa Mineral (DNPM) todos os processos de lavra existentes no município de Barra dos Coqueiros – SE (**Quadro 6.1.1-1**) encontram-se fora da Área de Influência da TMIB.

QUADRO 6.1.1-1: PROCESSOS DE PESQUISA E EXTRAÇÃO MINERAL DO MUNICÍPIO DE BARRA DOS COQUEIROS – SE

NÚMERO	ANO	REQUERENTE	FASE DO PROCESSO	ATIVO	UF
870055	1984	Cia. de Pesquisa de Recursos Minerais	Autorização de Pesquisa	S	SE
870056	1984	Cia. de Pesquisa de Recursos Minerais	Autorização de Pesquisa	S	SE
870155	1984	Cia. de Pesquisa de Recursos Minerais	Autorização de Pesquisa	S	SE
878034	2005	Júnior Construções Indústria e Comércio	Licenciamento	S	SE
878085	2005	Rematel Recuperação de Malha Asfáltica	Licenciamento	S	SE

6.1.2 Meteorologia

A caracterização meteorológica das variáveis de temperatura, regime de chuvas e ventos, evaporação e insolação foi realizada com base em dados climatológicos do INMET¹ e do CDC da NOAA² (NCEP e NCAR³).

6.1.2.1 Temperatura do Ar

Nas normais climatológicas do INMET a 2 metros, para o período de 1961 a 1990, na cidade de Aracaju (**Figura 6.1.2-1**), verifica-se que a temperatura é elevada ao longo de todo o ano, apresentando uma média de 26,6°C. A amplitude térmica é de 10°C, com mínimo entre os meses de julho e agosto (24,5°C), e máximo em janeiro (34°C). Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia, o máximo encontrado no mês de janeiro não era esperado, estando 7,4°C acima da média.

¹ Instituto Nacional de Meteorologia.

² Climate Diagnostics Center (CDC) da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

³ National Centers for Environmental Prediction e National Center for Atmospheric Research.

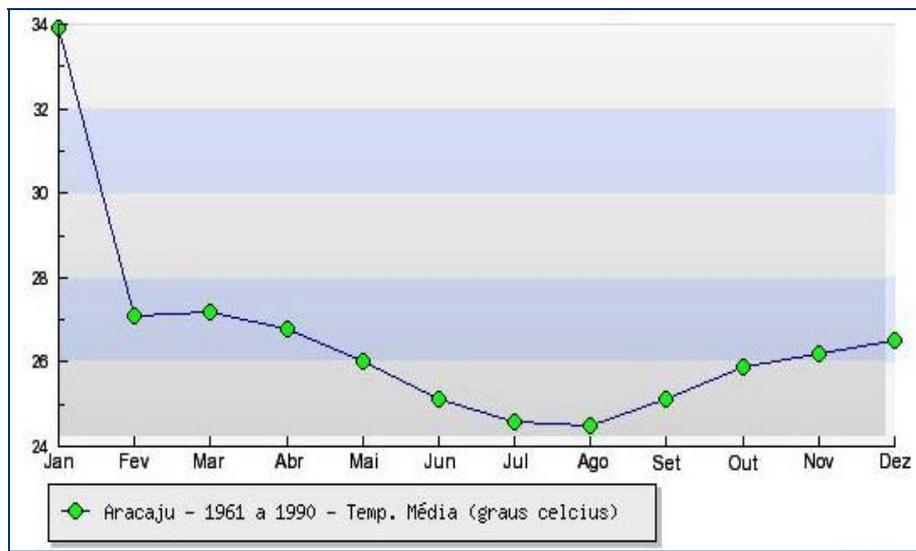


FIGURA 6.1.2-1: TEMPERATURA MÉDIA (°C) PARA ARACAJU NO PERÍODO 1961-1990 (FONTE: INMET,1992).

As elevadas temperaturas do ar registradas na costa de Sergipe se devem, em parte, também ao transporte de água quente das regiões equatoriais pela Corrente do Brasil (**Figura 6.1.2-2**).

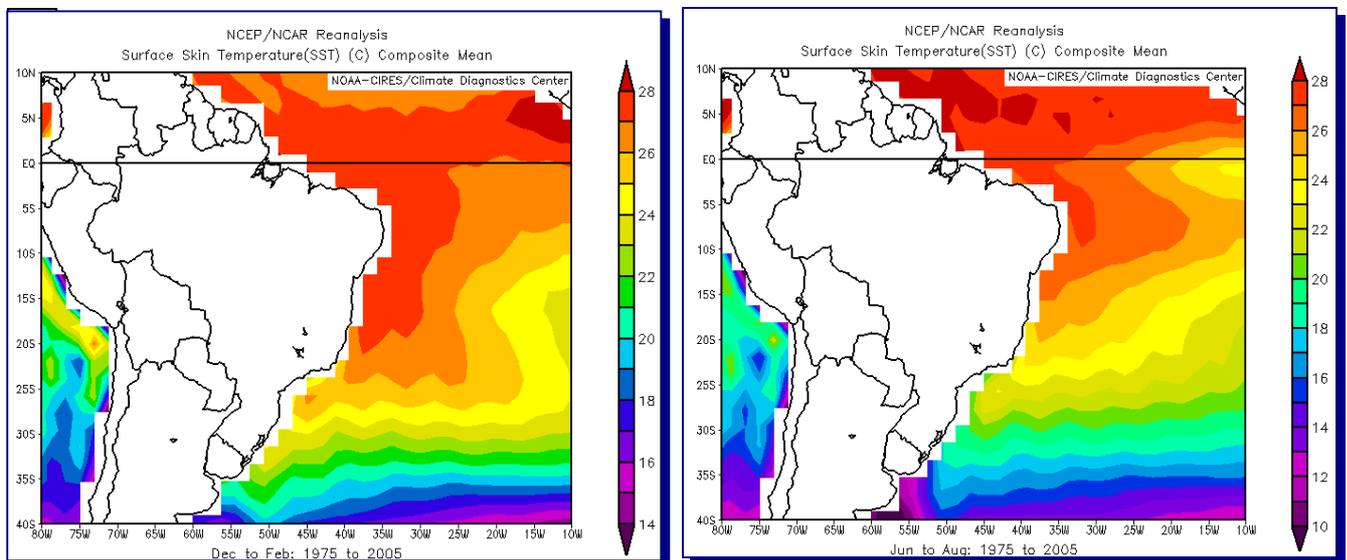


FIGURA 6.1.2-2: MÉDIAS DIÁRIAS PARA A TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE DO MAR (SURFACE SKIN TEMPERATURE) PARA OS PERÍODOS DE VERÃO (a) E INVERNO (b) DE 1975 A 2005 COM BASE EM DADOS DO CDC.

6.1.2.2 Regime de Chuvas e Ventos

A região Nordeste do Brasil é altamente influenciada pelo ramo descendente da célula Leste-Oeste formada com a Floresta Amazônica, que contribui para o regime de escassez de chuvas na região do semi-árido. Climatologicamente, as regiões próximas ao litoral são marcadas por uma estação chuvosa bem definida, incidente entre os meses de abril e agosto (**Figura 6.1.2-3**). Os principais sistemas meteorológicos que provocam as chuvas que ocorrem ao longo do litoral estão associados às frentes frias, aos distúrbios de leste, às linhas de instabilidade e aos efeitos da brisa.

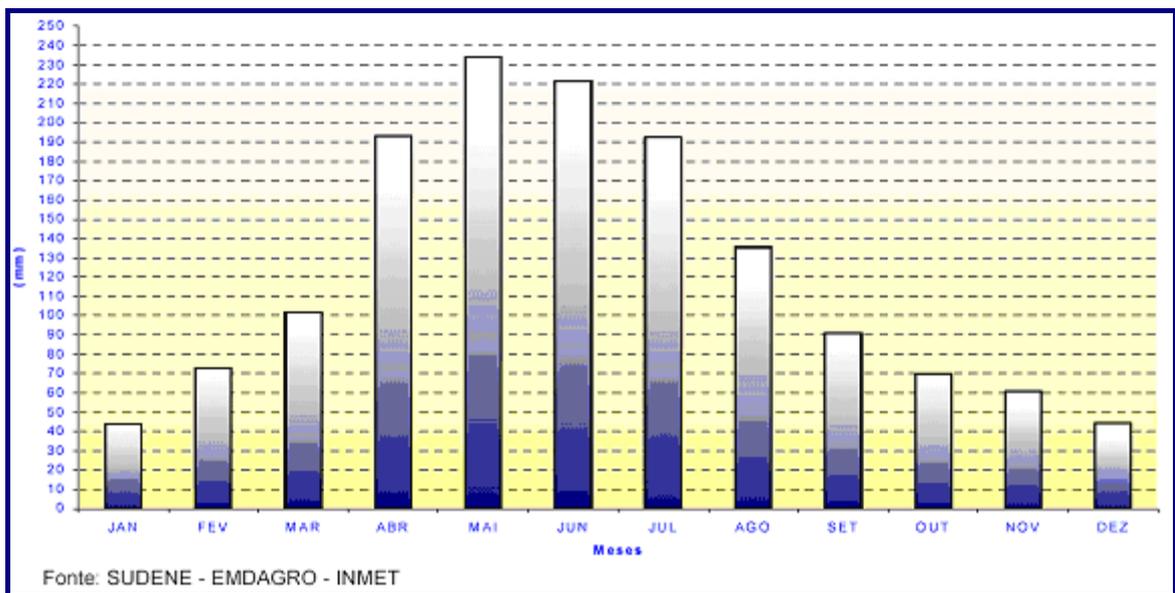


FIGURA 6.1.2-3: VARIAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA AO LONGO DOS MESES DO ANO PARA A REGIÃO DO LITORAL SERGIPANO.

O clima da região costeira é o mais úmido de todo o Estado, com período de chuvas com índices pluviométricos médios anuais entre valores de 1.179 mm, para a localidade de Pacatuba, e ao redor de 1.550 mm, para a cidade de Aracaju (FONTES, 1990).

Quanto aos ventos, a região estudada é predominantemente influenciada pelos ventos Alísios, ou de Leste. A intensidade desses ventos aumenta do verão para o inverno e a direção média do vento é de 110° (RIEHL, 1965). KOUSKY (1980) observa que podem ocorrer variações sazonais devido à interação do fluxo médio dos ventos Alísios com o sistema de ventos locais.

6.1.2.3 Insolação

Entre os anos de 1961 e 1990, as normais climatológicas de insolação da cidade de Aracaju (**Figura 6.1.2-4**), registram que a média mensal de insolação varia de 5,7 a 6,1 h/dia na estação chuvosa, meses de maio a julho, atingindo o máximo médio de 8,8 h/dia no verão (novembro a janeiro).

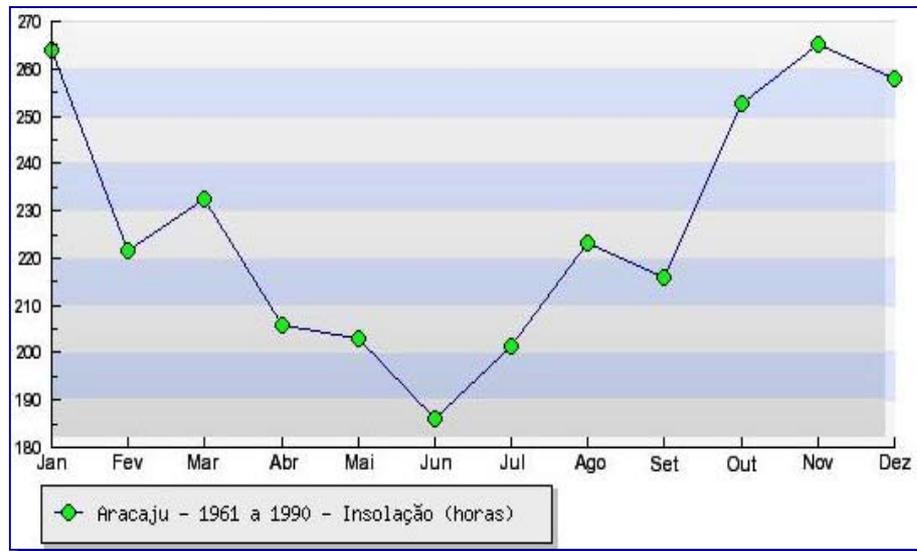


FIGURA 6.1.2-4: INSOLAÇÃO (HORAS) PARA ARACAJU NO PERÍODO 1961-1990.
(FONTE: INMET, 1992).

6.1.2.4 Evaporação

As altas taxas de evaporação presentes durante praticamente o ano todo, devem-se basicamente as temperaturas elevadas da região em todas as estações do ano. O balanço hídrico cíclico foi obtido considerando as médias mensais da pluviometria (SUDENE), e as médias mensais de evaporação (INMET) apresentadas na **Figura 6.1.2-5**. Com base nesses dados, verifica-se que o período de abril a agosto corresponde ao período de excedente hídrico, enquanto que o período de setembro a janeiro corresponde ao período de déficit hídrico.

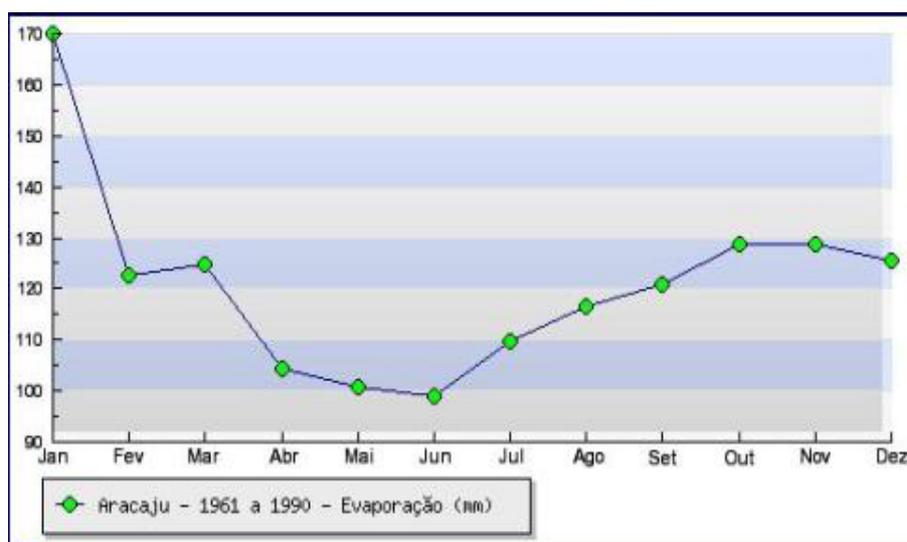


FIGURA 6.1.2-5: EVAPORAÇÃO (MM) PARA ARACAJU NO PERÍODO 1961-1990.
(FONTE: INMET, 1992).

6.1.3 Geologia, Geomorfologia e Geoquímica

6.1.3.1 Geologia

Caracterização Estratigráfica

A Bacia de Sergipe-Alagoas está localizada no litoral Nordeste Brasileiro, ocupando uma faixa alongada na direção Nordeste entre os Estados de Sergipe e Alagoas, com uma largura média de 35 km e comprimento da ordem de 350 km em sua porção emersa e, considerando a porção submersa até a isóbata de 2.000 m, sua área alcança os 35.000 km² (LANA, 1990). Os limites da bacia são a Faixa Sergipana a Noroeste, o Alto de Maragogi a Norte, que a separa da bacia de Pernambuco-Paraíba, e a Plataforma de Estância a sul, que a separa das bacias do Recôncavo e Tucano Sul. O limite Leste é inferido como a isóbata de 2.000 m (LANA, 1990).

A Bacia de Sergipe-Alagoas apresenta uma das mais completas seqüências mesozóicas das bacias marginais do Atlântico Sul, e é uma das várias bacias sedimentares existentes ao longo da costa brasileira cuja gênese está relacionada à ruptura das placas africana e sul-americana (HESSEL, 2005).

O arcabouço estratigráfico da bacia de Sergipe-Alagoas apresenta litologias do embasamento e sedimentares. As rochas do embasamento cristalino são de idade pré-cambriana, sendo do tipo gnaisses e granitos. Sobrepostos a este embasamento ocorrem rochas sedimentares.

Das bacias da margem Leste, a de Sergipe-Alagoas é a que registra a sucessão estratigráfica mais completa, incluindo remanescentes de uma sedimentação paleozóica, um pacote Jurássico a Eocretácico pré-rifte amplamente desenvolvido e as clássicas seqüências Meso-Cenozóicas sin-rifte e pós-rifte.

6.1.3.2 Geomorfologia

Caracterização da Zona Costeira

O litoral do Estado de Sergipe compreende-se entre a barra dos rios Real e Piauí (ao sul) e o rio São Francisco (ao norte) e segundo a classificação proposta por SILVEIRA (1964)⁴ está incluída no compartimento denominado Litoral Nordestino ou das Barreiras.

A zona costeira sergipana caracteriza-se por apresentar praias abertas com estado morfodinâmico dissipativo, alta energia, granulometria fina a muito fina, baixa inclinação do perfil praiado e ampla zona de arrebenção.

⁴ Esta classificação foi baseada em elementos oceanográficos, climáticos e geomorfológicos.

O desenvolvimento de sua planície costeira está vinculado às oscilações relativas do nível médio do mar, principalmente àquelas ocorridas ao longo do Quaternário (HARTT, 1870; BRANNER, 1904; FREITAS, 1951; BIGARELLA, 1965; SUGUIO e MARTIN, 1978 e 1985) e, mais recentemente, à evolução da zona de progradação da foz do rio São Francisco.

Os dois ciclos transgressivos e regressivos que modelaram as planícies costeiras do Estado ocorreram no período Pleistocênico e Holocênico. O primeiro ciclo (~120.000 anos A.P.), denominado por Penúltima Transgressão, atingiu cotas de 8 ± 2 metros acima do nível atual (MARTIN *et al.*, 1982) erodindo, durante a fase transgressiva, os sedimentos continentais dispostos na base da Formação Barreiras, que haviam sido depositados em períodos anteriores.

No decorrer da regressão pleistocênica foram construídos os terraços marinhos pleistocênicos, a partir da base das falésias em direção ao oceano. Durante esse evento construtivo de uma antiga planície arenosa progradante, os ventos retrabalharam parte da superfície arenosa dos terraços podendo localmente ter construído o campo de dunas.

No evento transgressivo subsequente, holocênico, que teve seu máximo atingido em torno de 5.100 anos A.P., os terraços marinhos pleistocênicos preservados sobre a planície foram parcialmente erodidos, com o conseqüente re-trabalho dos sedimentos arenosos constituintes destes terraços. No auge do evento holocênico, novamente a foz dos rios foi afogada, quando então se formou uma série de corpos lagunares. Esses compartimentos foram formados a partir do afogamento da parte inferior dos vales entalhados na Formação Barreiras, e da ocupação pelo afogamento do mar transgressivo na rede de drenagem instalada nas depressões entre os terraços marinhos pleistocênicos.

A regressão que se seguiu ao auge do evento de 5.100 anos deu forma final ao modelado da planície costeira atual. Sendo assim, durante o evento regressivo foram construídos os terraços marinhos holocênicos, dispostos externamente aos terraços pleistocênicos. As lagunas perderam sua comunicação com o mar, sendo colmatadas e evoluindo para pântanos, onde se formaram depósitos de turfas. Sedimentos fluviais desenvolveram-se nas partes superiores dos vales entalhados na Formação Barreiras e na zona de progradação associada à foz do rio São Francisco.

A **Figura 6.1.3-1** mostra o esquema evolutivo dos litorais dos Estados de Sergipe e Alagoas, segundo descrição realizada por BITTENCOURT *et al.* (1982 e 1983), considerando um conjunto de eventos associados aos movimentos oscilatórios do nível marinho.

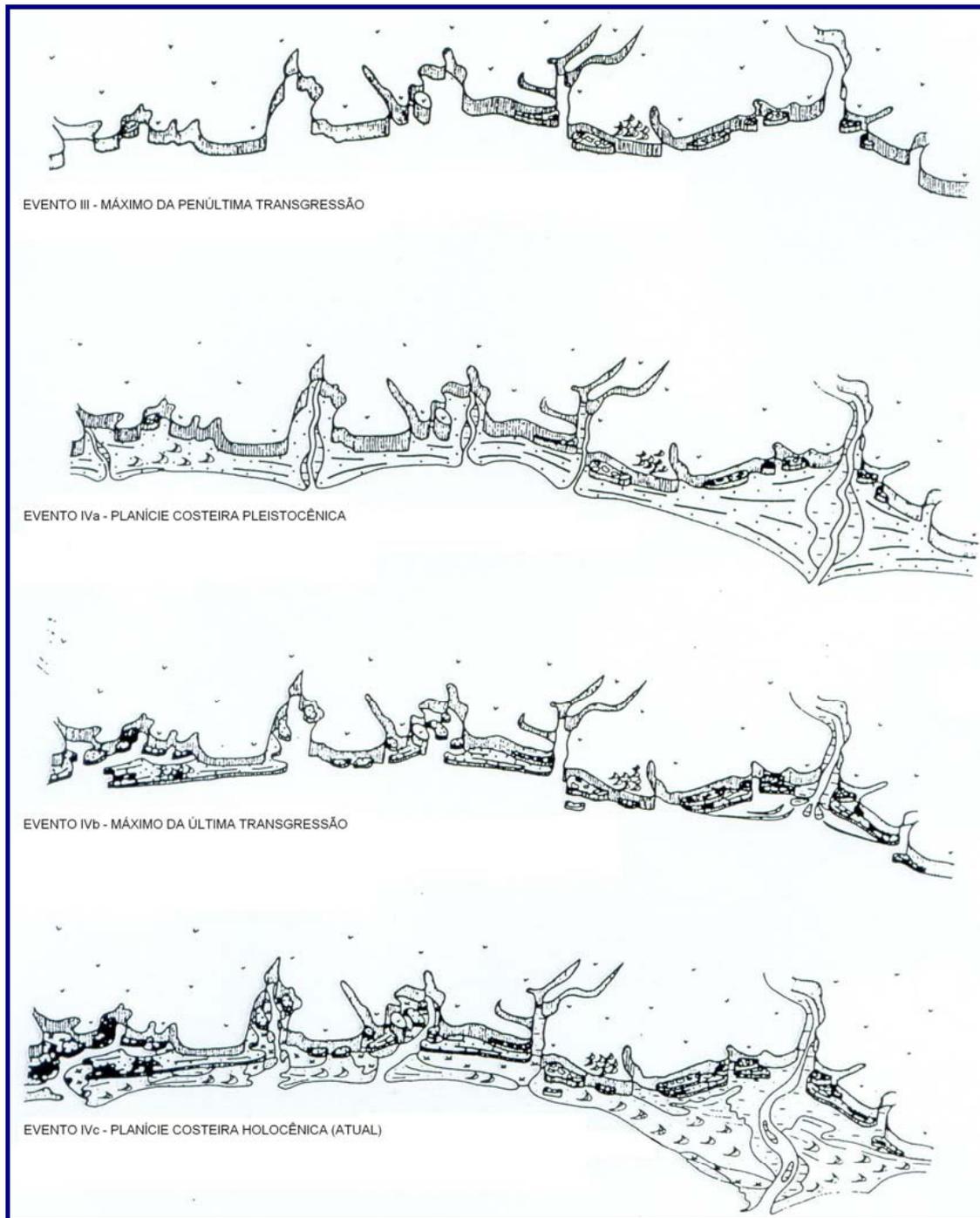


FIGURA 6.1.3-1: ESQUEMA DA EVOLUÇÃO PALEOGEOGRÁFICA QUATERNÁRIA DA COSTA DO ESTADO DE SERGIPE E DA COSTA SUL DO ESTADO DE ALAGOAS (BITTENCOURT *ET AL.*, 1983).

Nos dias de hoje, uma nova geração de dunas costeiras, em sua quase totalidade ainda móvel, desenvolveu-se ao longo do litoral, apresentando um grande desenvolvimento e expressão espacial no segmento mais ao Norte da planície, nas proximidades da foz do rio São Francisco.

As porções mais internas dos terraços marinhos holocênicos encontram-se recobertas por um conjunto de dunas parabólicas, já fixadas pela vegetação.

As dunas do tipo barcana constituem-se em feições ativas e dispostas na forma de lençóis arenosos. Estes campos de dunas, que normalmente recobrem os terraços marinhos holocênicos, prolongam-se para o interior, assoreando áreas rebaixadas ocupadas por manguezais e brejos.

Nas porções mais internas, a planície costeira é limitada pela superfície dos tabuleiros (Formação Barreiras), com topos situados entre 50 e 100 metros litologicamente compostos de sedimentos variados como areias de várias dimensões, argilas e arenitos-argilosos com disposição espacial irregular e indistinta (DOMINGUEZ *et al.*, 1981).

Nos vales entalhados da Formação Barreiras são encontrados sedimentos tipicamente continentais (fluviais), constituídos por sedimentos arenosos de granulometria grossa a média, de coloração branca, amarela e vermelha, intercalados com lentes de argila caulinitica de pequena espessura e de coloração vermelha, bem como depósitos de leques aluviais coalescentes. Esses leques aluviais são bastante friáveis e susceptíveis à erosão pluvial e estão sempre dispostos de encontro às escarpas da Formação Barreiras, com superfícies inclinadas para a planície costeira, com altitudes variando entre 10 e 20 metros.

Entre os rios Sergipe e Japarutuba, os terraços marinhos pleistocênicos apresentam uma ligeira inclinação no sentido do rio e do canal da Pomonga que, igualmente ao canal do rio Parnamirim, seccionam os terraços pleistocênicos e se desenvolvem por longo trecho em direção paralela à atual linha de costa.

Flanqueando o rio Parnamirim e o canal da Pomonga, há um maior desenvolvimento de áreas ocupadas por manguezais. Porém, de uma maneira geral, os manguezais estão presentes nas regiões internas das planícies costeiras protegidas, bem como nas partes inferiores dos vales entalhados da Formação Barreiras e mesmo em algumas zonas baixas entre os terraços marinhos pleistocênicos e holocênicos. Nestas áreas, os manguezais, parcialmente preservados, desenvolvem-se sob substratos constituídos predominantemente de sedimentos argilo-siltosos ricos em matéria orgânica.

A **Figura 6.1.3-2** mostra o mapa geomorfológico do Estado de Sergipe, onde estão sintetizadas as informações apresentadas nos parágrafos anteriores.

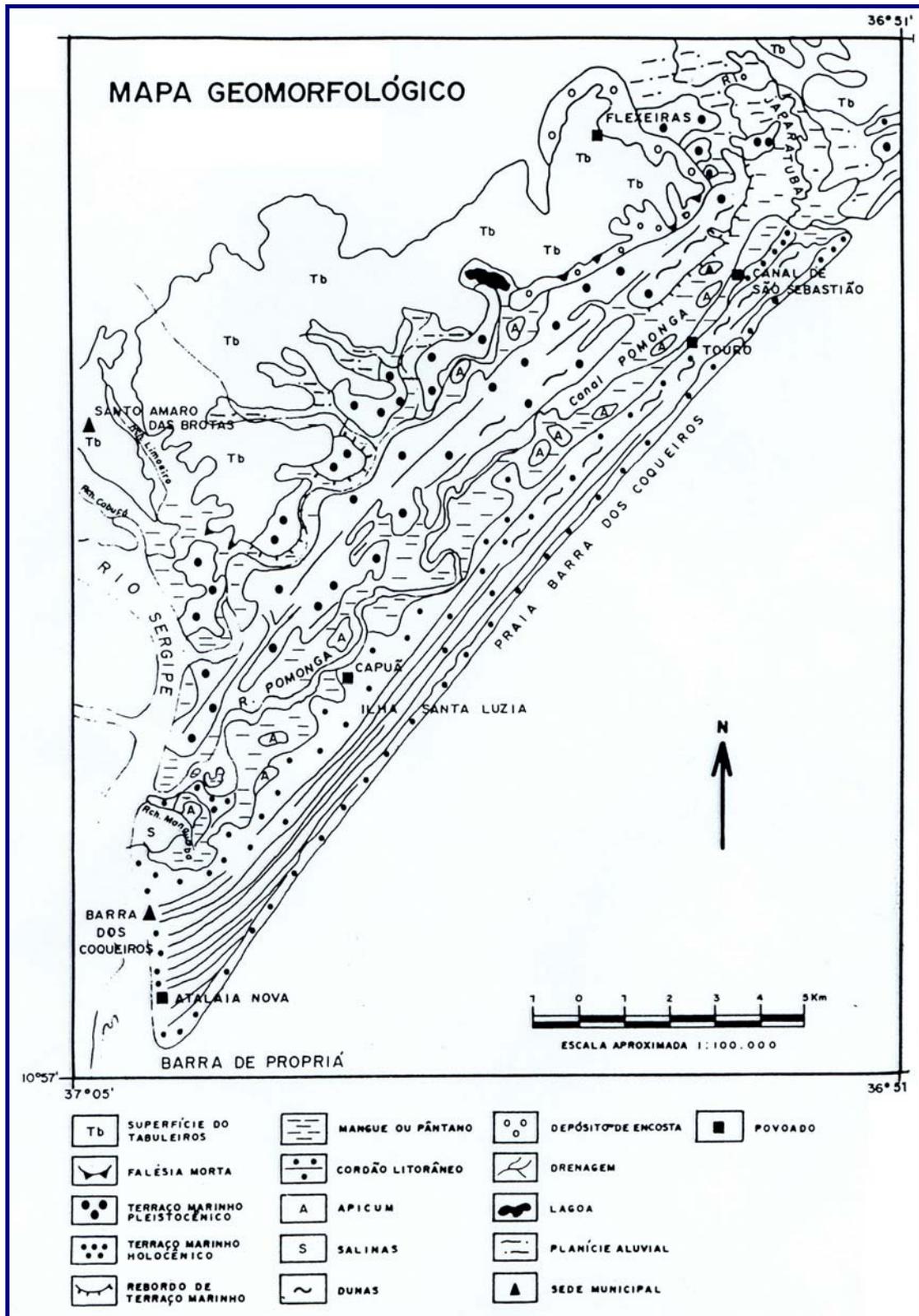


FIGURA 6.1.3-2: MAPA GEOMORFOLÓGICO DO LITORAL DO ESTADO DE SERGIPE

Caracterização Fisiográfica Oceânica

A plataforma continental contígua dos Estados de Sergipe e Alagoas, apenas individualizada pela feição progradante da foz do rio São Francisco, caracteriza-se por sua reduzida largura, pouca profundidade e predominância de sedimentos carbonáticos ao Norte da foz do rio São Francisco, e de terrígenos, areias e lamas, nos segmentos ao Sul (MABSOONE e TINOCO, 1967; COUTINHO, 1981).

A reduzida largura desta plataforma está ligada ao baixo índice de erosão da área continental, e a pequena sedimentação atual de sedimentos de origem continental na área marinha. A plataforma é relativamente estreita variando de 42 km de largura em frente à Maceió, a menos de 18 km ao Sul da foz do rio Sergipe, com uma largura média de 30 km.

A plataforma interna é limitada aproximadamente pela isóbata de 20 metros, com relevo em suave declive, apresentando apenas algumas irregularidades devidas à presença de recifes cobertos com areias terrígenas e muito pouco cascalho e lama. O teor de carbonato de cálcio é inferior a 20%. Os componentes biogênicos (moluscos, restos de equinóides e algas coralinhas), aparentam muito retrabalho devido às características de alta energia do ambiente.

Ao Sul do rio São Francisco, a topografia da plataforma é suavizada, devido ao desaparecimento das irregularidades em decorrência da maior contribuição fluvial, em especial das provenientes dos rios São Francisco e Japaratuba.

As frações arenosas, areias finas a muito finas, recobrem toda a plataforma interna, com exceção da área em frente ao rio São Francisco. Essas areias são relíquias constituídas de grãos de quartzo, geralmente subarredondados a arredondados, com a superfície fosca e, algumas vezes, picotados.

Sedimentos terrígenos e biogênicos manchados com óxido de ferro são comuns e abundantes na plataforma Sul, especialmente em frente à foz do rio São Francisco. A sedimentação terrígena atual é representada por lamas, cuja porcentagem de ocorrência é maior na zona de influência da foz dos grandes rios da região, especialmente nos compartimentos mais ao Sul da plataforma interna Sergipe/Alagoas.

Os sedimentos finos transportados pelo rio São Francisco e, secundariamente, pelos rios Sergipe, Japaratuba e Vaza-Barris, constituíram sempre a maior fonte de sedimentação terrígena para a área.

A plataforma média, considerada como limitada pelas isóbatas de 20 a 40 metros, apresenta um relevo bem mais irregular que as áreas marinhas mais rasas, uma composição mais rica em cascalhos, de predominância carbonática, particularmente ao Norte da foz do rio São Francisco. A plataforma média ao Sul apresenta predominância de sedimentos terrígenos, em especial areia e pouca lama, particularmente na plataforma Norte do Estado de Sergipe.

A plataforma externa, ocupando áreas de profundidades superiores a 40 metros, é coberta com areias biodetríticas, cascalhos de algas e lama cinza-azulada chegando esta a ultrapassar 40% na composição dos sedimentos que recobrem o talude superior.

Os cânions se destacam como feição predominante na região. Estes se estendem por aproximadamente 400 km² formando o conjunto denominado Cânions de Aracaju. Esta unidade fisiográfica aparece na plataforma atravessando o talude em direção ao sopé. Os principais cânions são o São Francisco e o Japarutuba. Ambos possuem paredes escarpadas em “V”, com desníveis de até 800 metros.

Os outros cânions presentes na região são: Sapucaia, Vaza-Barris e Real, que embora tenham dimensões secundárias em relação aos anteriores, são suficientemente grandes para influenciar as áreas da plataforma e do talude. A relevância dos cânions para o meio ambiente adjacente está relacionada com a capacidade destas feições de sorver os sedimentos depositados sobre a plataforma continental pela via fluvial.

6.1.3.3 Geoquímica

Para avaliação da qualidade dos sedimentos foram coletadas amostras de sedimento em 13 estações de coleta no entorno do **Terminal Marítimo Inácio Barbosa (TMIB)**, em Sergipe, contemplando as áreas de dragagem e disposição e duas estações controle. O **Quadro 6.1.3-1** informa o tipo de amostragem de sedimento realizada em cada estação e o **Mapa 6.1-1** apresenta a localização e as coordenadas geográficas das estações de coleta.

QUADRO 6.1.3-1: TIPO DE AMOSTRAGEM DE SEDIMENTO NAS ESTAÇÕES DE COLETA

ÁREA DE AMOSTRAGEM	ESTAÇÕES DE COLETA	AMOSTRA DE SEDIMENTO
		TIPO
Cais de Acostamento	ACO-01	Testemunho
Bacia de Evolução	BEV-01	Testemunho
	BEV-02	Testemunho
Canal de Acesso	CAC-01	Testemunho
	CAC-02	Testemunho
	CAC-05	Testemunho
	CAC-03	Testemunho
	CAC-04	Testemunho
Área de Disposição	ADP-01	<i>Van veen</i>
	ADP-02	<i>Van veen</i>
	ADP-03	<i>Van veen</i>
Controle N	CN-01	<i>Van veen</i>
Controle S	CS-01	<i>Van veen</i>

Em 8 estações foram coletados testemunhos de sedimentos para permitir avaliar o histórico do comportamento do sedimento sob influência da atividade portuária ao longo dos últimos anos. Os sedimentos das demais estações de coleta foram obtidos através de amostrador *Van Veen*.

Em todas as amostras foi realizada análise granulométrica e avaliada a qualidade do sedimento de acordo com os parâmetros indicados na Resolução CONAMA 344/04, uma vez que o material a ser dragado será disposto no mar (ver **Capítulo 2 - Regulamentação Aplicável**). Nas amostras coletadas com testemunho foi determinada a composição física do sedimento ao longo da coluna testemunhada.

As coletas das amostras de sedimento foram realizadas pela empresa *Husky Duck Equipamentos e Serviços Ltda.* O procedimento de coleta e o relatório técnico apresentado pela empresa constam nos **Anexos 6.1-1 e 6.1-2**, respectivamente.

Os sedimentos coletados foram levados para análise laboratorial que foi realizada pela *TASQA Serviços Analíticos Ltda.* O procedimento de preservação de amostras e os laudos técnicos com os resultados sedimentológicos estão apresentados nos **Anexos 6.1-3 e 6.1-4**, respectivamente.

Caracterização Granulométrica

A granulometria das estações de coleta, onde foram retirados testemunhos, foi realizada em duas seções de profundidade na coluna de sedimento: de 0 a 0,5 metro e de 1,5 a 2,0 metros. De modo geral, a área no entorno do terminal (estações ACO-1, BEV-01 e BEV-02) apresentou predominância de silte (mais de 91%). Nas demais estações de coleta, a granulometria predominante foi areia muito fina, seguida de silte (**Figura 6.1.3-3**).

A presença predominante de silte no cais de acostamento e na bacia de evolução (estações ACO e BEV) é explicada pelo ambiente deposicional favorecido pela diferença expressiva entre a profundidade natural do local e a profundidade decorrente do aprofundamento por dragagem.

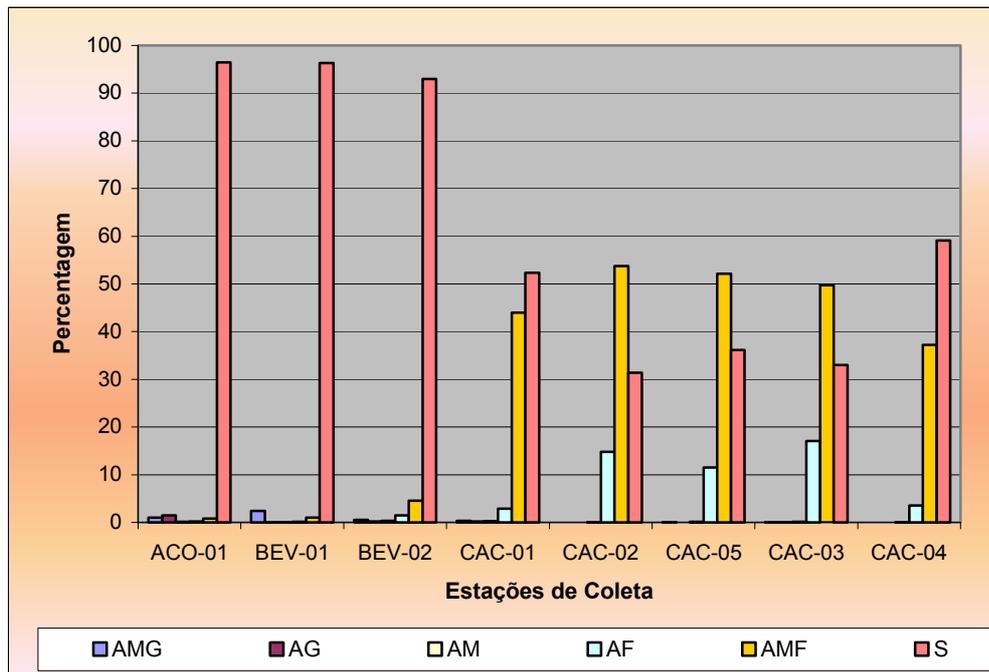


FIGURA 6.1.3-3: DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA MÉDIA DOS SEDIMENTOS COLETADOS POR TESTEMUNHOS (0 A 2,0 METROS). (AMG - AREIA MUITO GROSSA, AG - AREIA GROSSA, AM - AREIA MÉDIA, AF - AREIA FINA, AMF - AREIA MUITO FINA, S - SILTE).

A seção do testemunho de 0 a 0,5 metro mostrou claramente uma tendência de distribuição granulométrica ao longo das estações de coleta. A percentagem de silte no sedimento diminui à medida que as estações de coleta se afastam do cais de acostamento e da bacia de evolução; e que a profundidade passa da faixa batimétrica de 5 para 10 metros. Em profundidades próximas a 10 metros, as estações CAC-02, CAC-05 e CAC-03 mostram uma predominância de areia muito fina sobre o silte seguido de areia fina (**Figura 6.1.3-4**), uma vez que nessa faixa batimétrica a diferença entre a profundidade natural e a profundidade dragada é menor. Esse fato favorece que o sedimento na área de dragagem seja similar ao do ambiente natural onde não se realizaram dragagens.

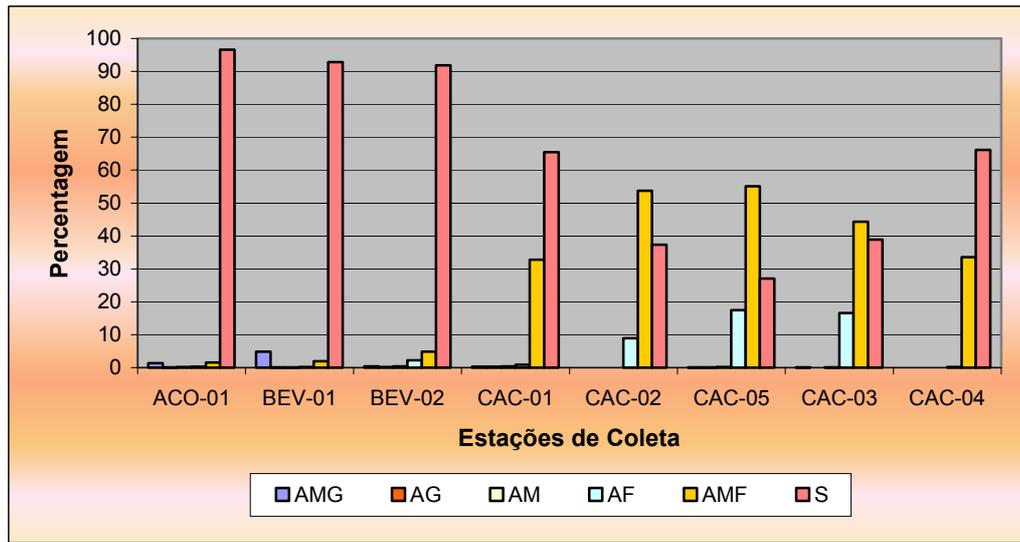


FIGURA 6.1.3-4: DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA DA SEÇÃO DE TESTEMUNHO DE 0 A 0,5 METRO DE PROFUNDIDADE. (AMG - AREIA MUITO GROSSA, AG - AREIA GROSSA, AM - AREIA MÉDIA, AF - AREIA FINA, AMF - AREIA MUITO FINA, S - SILTE).

Quanto à seção de 1,5 a 2,0 metros de profundidade, a distribuição granulométrica apresentou características similares à seção 0 a 0,5 metro (**Figura 6.1.3-5**), com predominância de silte, mais de 94%, nas estações ACO-01, BEV-01 e BEV-02. As demais estações, com exceção de CAC-05, apresentaram predominância de areia muito fina sobre o silte.

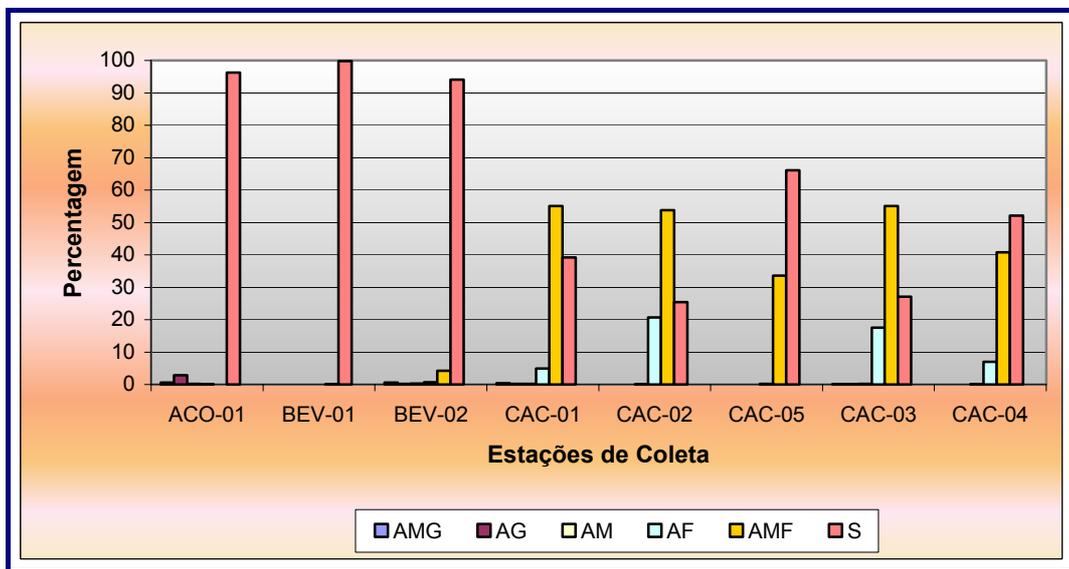


FIGURA 6.1.3-5: DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA DA SEÇÃO DE TESTEMUNHO DE 1,5 A 2,0 METROS DE PROFUNDIDADE. (AMG - AREIA MUITO GROSSA, AG - AREIA GROSSA, AM - AREIA MÉDIA, AF - AREIA FINA, AMF - AREIA MUITO FINA, S - SILTE).

Com exceção da distribuição granulométrica da estação CAC-05, de modo geral, a seção do testemunho de 1,5 a 2,0 metros também mostrou claramente uma tendência de distribuição granulométrica ao longo das estações de coleta. A percentagem de silte no sedimento diminui à medida que as estações de coleta estão localizadas em profundidade mais próximas da profundidade natural. Em áreas cuja profundidade está em torno de 10 metros, onde se localizam as estações CAC-01, CAC-02, CAC-03 e CAC-04, há uma predominância de areia muito fina sobre o silte (**Figura 6.1.3-6**).

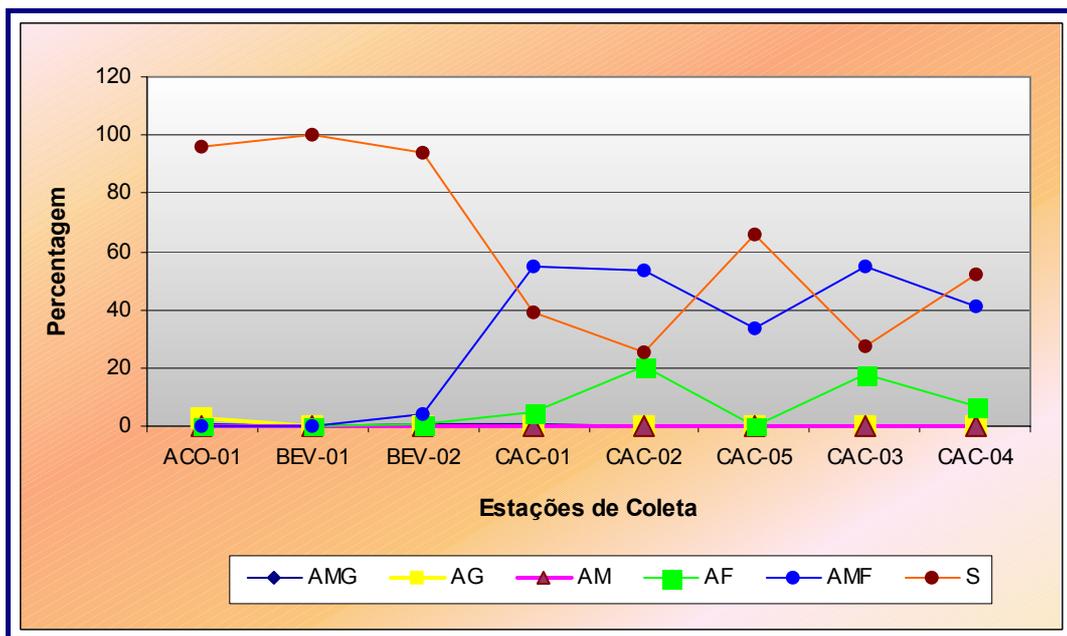


FIGURA 6.1.3-6: DISTRIBUIÇÃO DA GRANULOMETRIA DA SECÇÃO DE TESTEMUNHO 1,5 A 2,0 METROS DE PROFUNDIDADE. (AMG - AREIA MUITO GROSSA, AG - AREIA GROSSA, AM - AREIA MÉDIA, AF - AREIA FINA, AMF - AREIA MUITO FINA, S - SILTE).

As análises granulométricas das amostras de sedimento da área de disposição e das áreas controles foram realizadas a partir de coleta do sedimento superficial. A localização destas estações está representada no **Mapa 6.1-1**. As estações controle Norte (CN-01) e Sul (CS-01) apresentaram distribuição granulométrica similar, com predominância de areia muito fina e de silte (**Figura 6.1.3-7**). O mesmo padrão de distribuição foi observado para as estações CAC-01, CAC-02, CAC-03 e CAC-04, localizadas na mesma faixa de batimetria e com pouco aprofundamento em relação à profundidade natural.

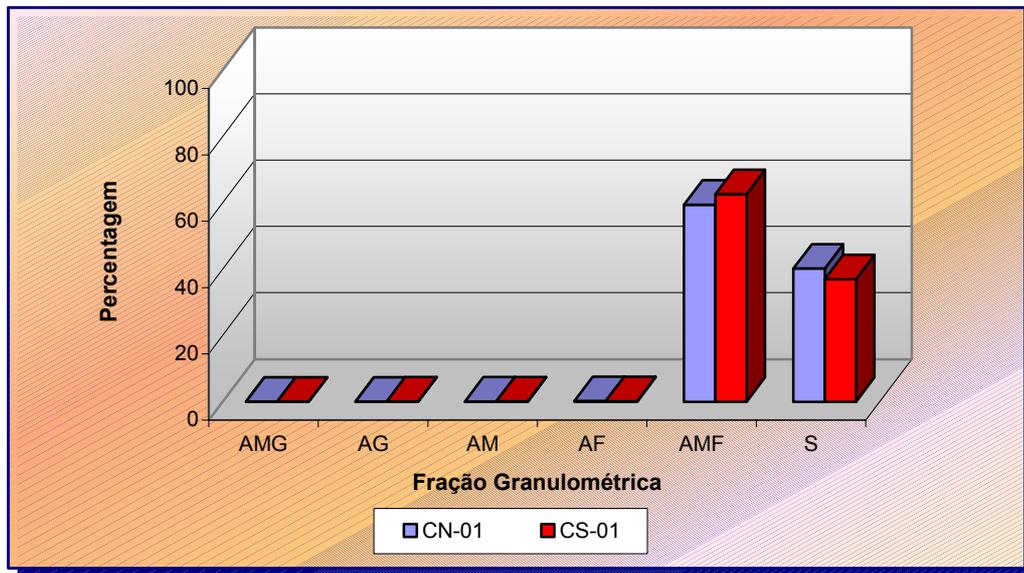


FIGURA 6.1.3-7: DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DAS ESTAÇÕES CONTROLE NORTE (CN) E SUL (CS). (AMG - AREIA MUITO GROSSA, AG - AREIA GROSSA, AM - AREIA MÉDIA, AF - AREIA FINA, AMF - AREIA MUITO FINA, S – SILTE).

Quanto à distribuição granulométrica da área de disposição (ADP-01, ADP-02 e ADP-03), há predominância de silte (mais de 78%) sobre as demais frações (Figura 6.1.3-8).

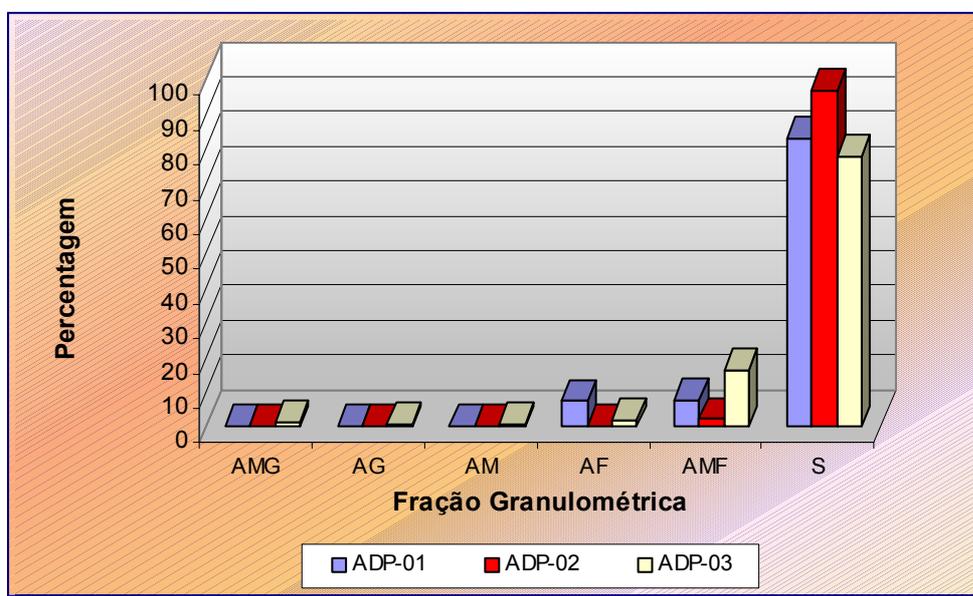


FIGURA 6.1.3-8: DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DAS ESTAÇÕES DA ÁREA DE DISPOSIÇÃO DOS SEDIMENTOS A SEREM MEIO BIÓTICO DRAGADOS. (AMG - AREIA MUITO GROSSA, AG - AREIA GROSSA, AM - AREIA MÉDIA, AF - AREIA FINA, AMF - AREIA MUITO FINA, S – SILTE).

Observa-se, portanto, que a composição granulométrica média da área a ser dragada é similar à da área de disposição (Figura 6.1.3-9).

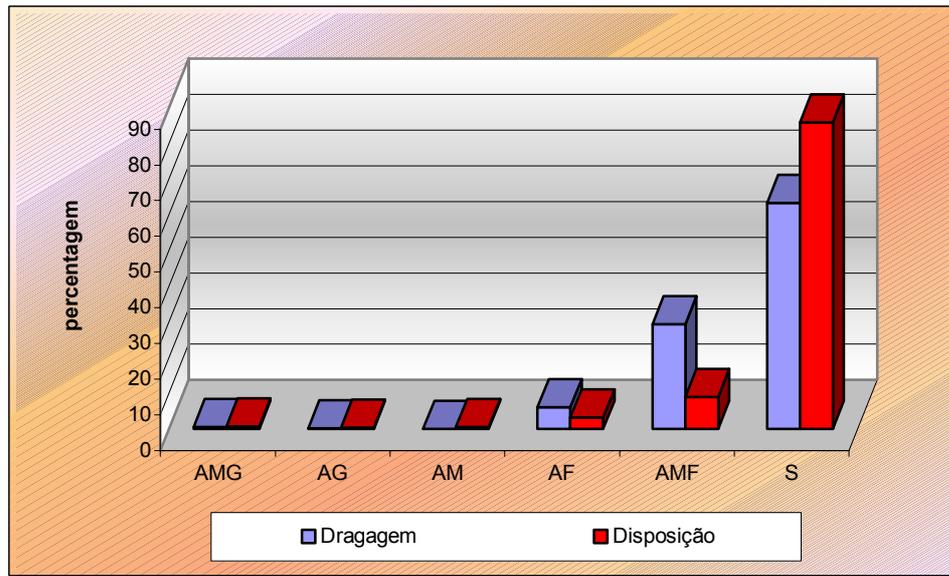


FIGURA 6.1.3-9: COMPARAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA MÉDIA DAS ESTAÇÕES NAS ÁREAS DE DISPOSIÇÃO E DRAGAGEM. (AMG - AREIA MUITO GROSSA, AG - AREIA GROSSA, AM - AREIA MÉDIA, AF - AREIA FINA, AMF - AREIA MUITO FINA, S - SILTE).

A **Figura 6.1.3-10** mostra a composição sedimentar média das estações de coleta, incluindo as estações na área de disposição ADP-01, ADP-02 e ADP-03, simulando a provável distribuição granulométrica após a disposição. Nota-se que o perfil granulométrico se mantém inalterado, mesmo após a disposição. Desta forma, o impacto ambiental na distribuição granulométrica dos sedimentos naquela região, causado pela dragagem e disposição de sedimentos, será mínimo.

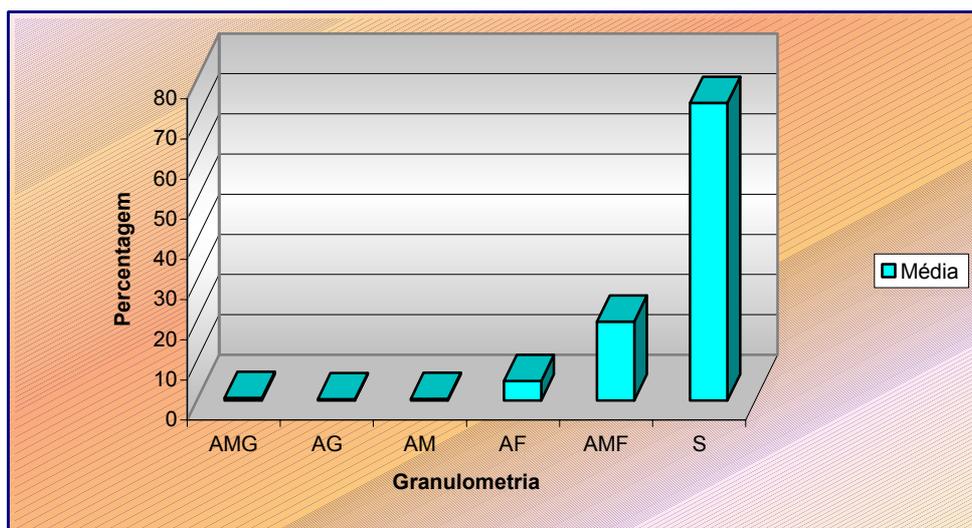


FIGURA 6.1.3-10: COMPOSIÇÃO SEDIMENTAR MÉDIA DAS ESTAÇÕES DE COLETA NA ÁREA DE DRAGAGEM E DISPOSIÇÃO. (AMG - AREIA MUITO GROSSA, AG - AREIA GROSSA, AM - AREIA MÉDIA, AF - AREIA FINA, AMF - AREIA MUITO FINA, S - SILTE).

A granulometria dos sedimentos de fundo varia em função da exposição às forças hidrodinâmicas, mas pode ser caracterizada na região como sendo areia muito fina e silte. A **Figura 6.1.3-11** apresenta os resultados das análises granulométricas realizadas em 2006, agrupadas por área de amostragem: cais de acostamento, bacia de evolução, canal de acesso, áreas de controle Norte e Sul e área de disposição. A figura destaca a similaridade do material das áreas de controle com o material da área do canal de acesso. O material da área de acostamento é o mais fino, de acordo com as condições mais abrigadas à ação hidrodinâmica.

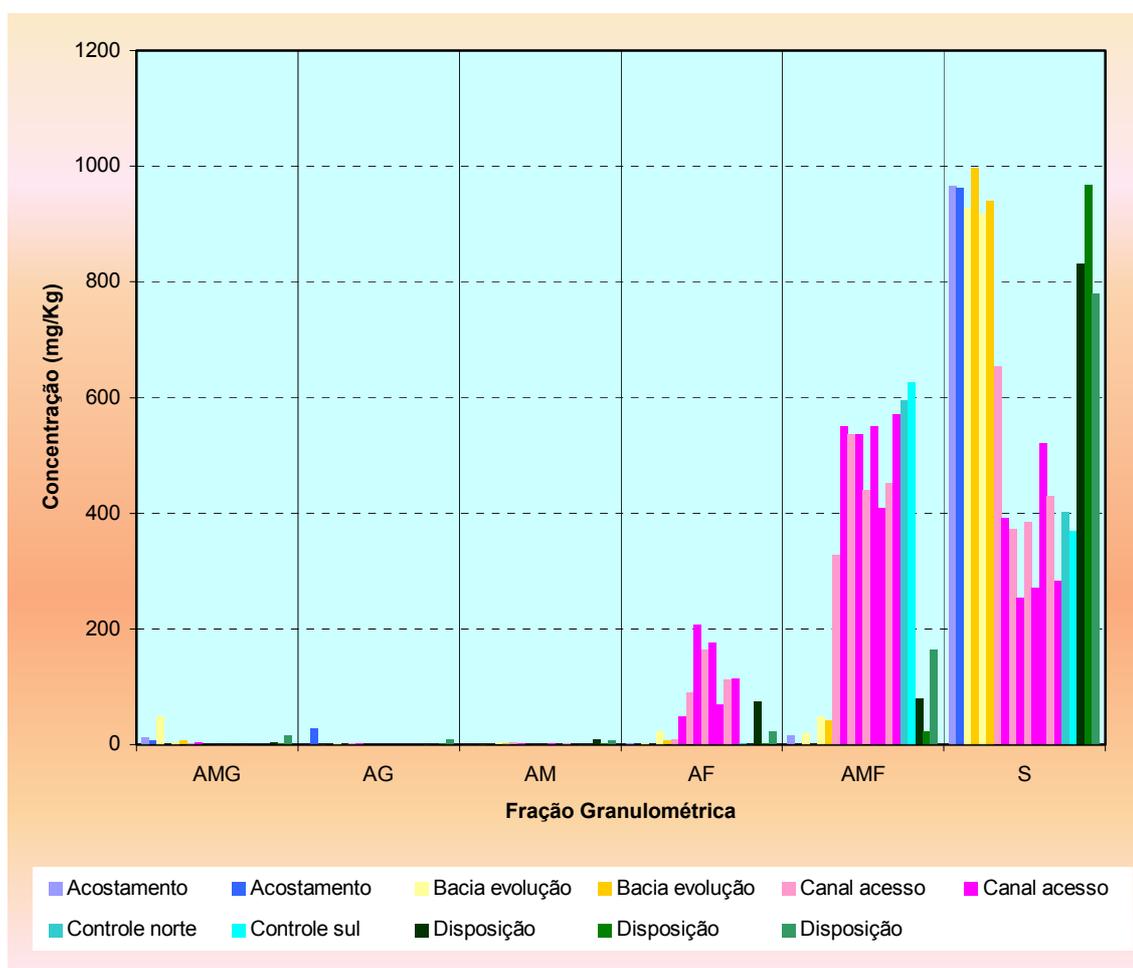


FIGURA 6.1.3-11: DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA EM ESTAÇÕES DE COLETA NO CAIS DE ACOSTAMENTO, BACIA DE EVOLUÇÃO, CANAL DE ACESSO, ÁREAS DE CONTROLE NORTE E SUL (CN E CS) E ÁREA DE DISPOSIÇÃO, DE ACORDO COM AMOSTRAGENS E ANÁLISES REALIZADAS EM 2003. (AMG - AREIA MUITO GROSSA, AG - AREIA GROSSA, AM - AREIA MÉDIA, AF - AREIA FINA, AMF - AREIA MUITO FINA, S - SILTE). PRESENÇA DE ARGILA NÃO FOI SIGNIFICATIVA.

A composição sedimentar das amostras coletadas em 2006 foi, de modo geral, diferente daquela obtida em anos anteriores (LAGEMAR, 2003). A granulometria do sedimento de amostras pretéritas apresentou um perfil predominantemente arenoso com um percentual de argila de 2,44% a 8,44%, porém, aparentemente,

sem um padrão definido (**Figura 6.1.3-12**). Já a composição sedimentar das amostras coletadas para o presente estudo apresentou predominância de silte, nas duas seções analisadas (0 a 0,5 e 1,5 a 2,0 metros), com padrão bem definido para todas as estações.

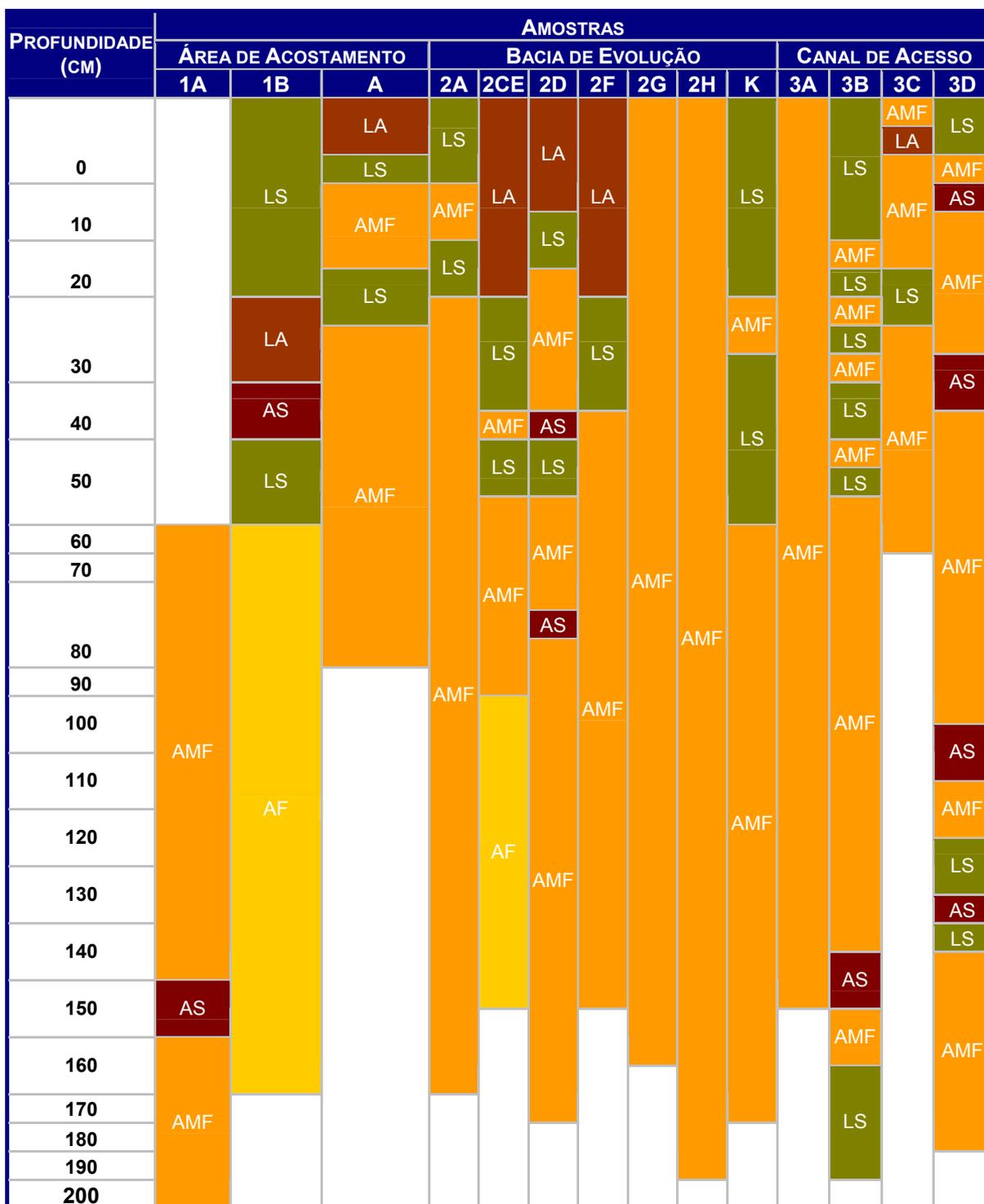


FIGURA 6.1.3-12: DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA EM ESTAÇÕES DE COLETA NO CAIS DE ACOSTAMENTO, BACIA DE EVOLUÇÃO E CANAL DE ACESSO, DE ACORDO COM AMOSTRAGENS E ANÁLISES REALIZADAS EM 2003.

Tais diferenças, no entanto, podem estar relacionadas à utilização de metodologias diferentes para análise granulométrica efetuada nos dois estudos. Por estar em profundidades maiores, o material encontrado na área de disposição é também mais fino.

Uma observação interessante é que, na coleta de amostras realizadas para o presente estudo, pode se verificar que o leito ofereceu grande resistência à penetração do amostrador. Isto é uma característica do material fino não coesivo, apresentando grande resistência em condições não drenadas, sendo preciso 'vibrar' o amostrador para facilitar sua penetração. A ação cíclica das ondas sobre o fundo marinho exerce um efeito semelhante à vibração do amostrador, criando assim as condições propícias para o sedimento ser mobilizado e transportado pelas correntes. Os sucessivos e eventuais assentamentos do enrocamento do terminal podem ser também explicados pelo efeito das ondas sobre o sedimento.

O aporte contínuo de material novo, normalmente, de menor granulometria, trazido pelos rios localizados a montante e jusante do empreendimento e a sua redistribuição pelas correntes costeiras ao longo do litoral são, provavelmente, os responsáveis pela característica granulométrica da área estudada.

Na **Foto 1** observa-se a ressuspensão gerada pela presença do píer, que causa um efeito localizado de erosão, e o transporte dos sedimentos pelas correntes.



Foto: cortesia Husky Duck.

FOTO 1: PLUMA DE SEDIMENTOS RESSUSPENDIDA AO REDOR DO PÍER E TRANSPORTADA PELAS CORRENTES DE MARÉ ASTRONÔMICA E METEOROLÓGICA (FOTOGRAFIA TIRADA A PARTIR DO PÍER).

O transporte de sedimentos finos, nas frações de silte e argila, é da maior relevância uma vez que esta é a fração que pode apresentar teores de

contaminação significativos. Este tipo de sedimento foi observado na camada superior, de ~50cm, na bacia de evolução.

A **Figura 6.1.3-13** mostra a linha de costa, onde está localizado o terminal, com a localização dos rios Sergipe, Japaratuba e São Francisco, possíveis fontes de sedimentos finos que encontrariam condições de deposição nas áreas portuárias mais abrigadas.

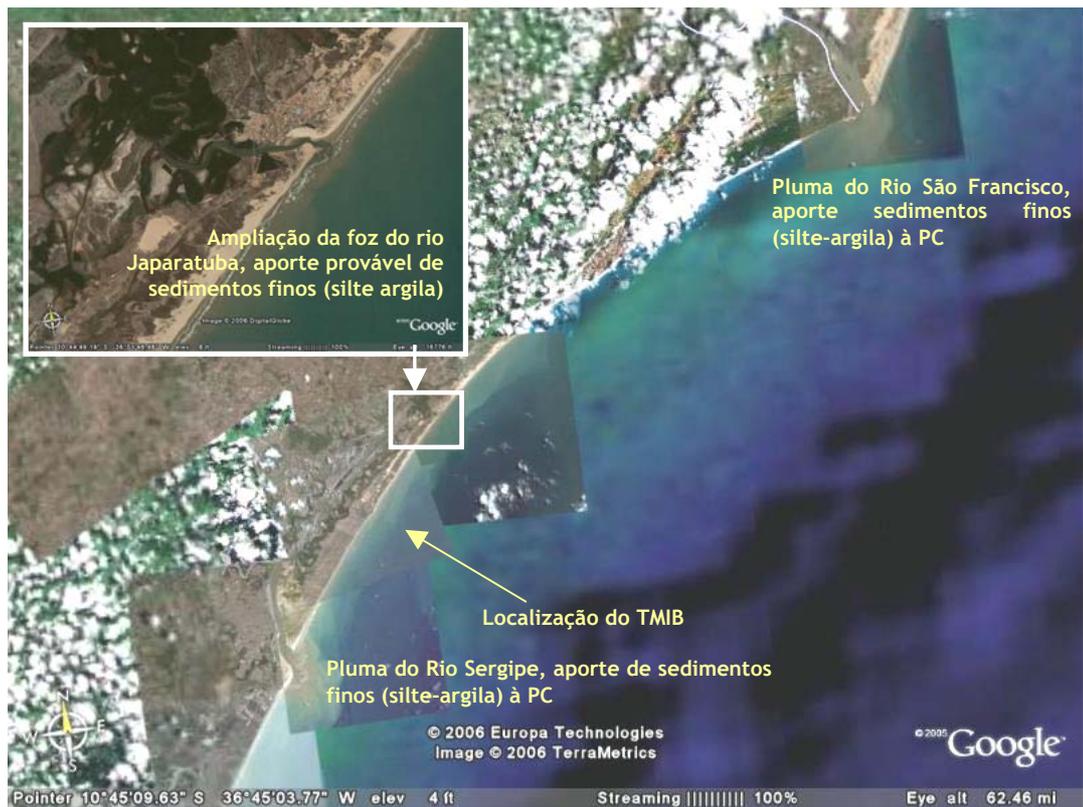


FIGURA 6.1.3-13: LOCALIZAÇÃO DO TMIB NA COSTA, RIOS QUE APORTAM SEDIMENTOS À PLATAFORMA CONTINENTAL, EM PARTICULAR SEDIMENTOS FINOS (SILTE E ARGILA).

Comparando os resultados granulométricos deste estudo com os resultados pretéritos de 2003 (LAGEMAR, 2003), verifica-se que de modo geral, não houve alterações na distribuição granulométrica da área. Porém, uma análise mais detalhada não pode ser realizada, uma vez que a metodologia de análise dos testemunhos para este estudo foi diferente do estudo de 2003.

Análise Geoquímica dos Sedimentos

A qualidade dos sedimentos das áreas de dragagem, disposição e áreas controle foram analisadas obedecendo ao preconizado pela Resolução CONAMA 344/04.

Os Quadros 6.1.3-2 e 6.1.3-3 apresentam os resultados obtidos nas áreas controle e de disposição e, na área de dragagem, respectivamente. Com relação às concentrações de metais pesados nas amostras de sedimento coletadas na área do entorno do Terminal Marítimo Inácio Barbosa, todas apresentaram concentrações menores que o nível 1 de classificação do material a ser dragado indicado na Tabela III da Resolução CONAMA 344/04, inclusive Mercúrio, Chumbo, Cádmiio e Arsênio.

QUADRO 6.1.3-2: CONCENTRAÇÕES DE METAIS E COMPOSTOS ORGÂNICOS NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO DAS ESTAÇÕES CONTROLE E ÁREA DE DISPOSIÇÃO NO ENTORNO DO TERMINAL MARÍTIMO INÁCIO BARBOSA

PARÂMETROS	UNIDADE	CONAMA 344		CONTROLE		ÁREA DE DISPOSIÇÃO		
		NÍVEL 1	NÍVEL 2	CN-1	CS-1	ADP-01	ADP-02	ADP-03
Arsênio	mg/kg	8,2	70	< 0,126	< 0,119	< 0,142	< 0,242	< 0,138
Cádmiio	mg/kg	1,2	9,6	<0,063	< 0,060	< 0,071	< 0,121	< 0,069
Chumbo	mg/kg	46,7	218	3,24	2,37	10,2	16,2	10,8
Cobre	mg/kg	34	270	3,84	1,06	< 0,85	< 1,45	< 0,83
Cromo	mg/kg	81	370	5,17	5,84	< 0,712	< 1,21	16,2
Mercúrio	mg/kg	0,15	0,71	< 0,063	< 0,06	< 0,071	< 0,121	< 0,069
Níquel	mg/kg	20,9	51,6	1,67	3,31	7,18	6,73	6,65
Zinco	mg/kg	150	410	< 1,26	2,96	8,85	5,61	7,05
a BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
b BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
d BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
g BHC	µg/kg	0,32	0,99	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
a Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
g Clordano	µg/kg	2,26	4,79	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
4,4-DDD	µg/kg	1,22	7,81	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
4,4-DDE	µg/kg	2,07	374	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
4,4-DDT	µg/kg	1,19	4,77	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Dieldrin	µg/kg	0,71	4,3	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
PCB's - Bifenilas policloradas	µg/kg	22,7	180	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Benzo(a)antraceno	µg/kg	74,8	693	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	5,42
Benzo(a)pireno	µg/kg	88,8	763	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	15,6
Criseno	µg/kg	108	846	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	622	135	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Acenafteno	µg/kg	16	500	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Acenaftileno	µg/kg	44	640	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Antraceno	µg/kg	85,3	1100	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Fenantreno	µg/kg	24	1500	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Fluoranteno	µg/kg	600	5100	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Fluoreno	µg/kg	19	540	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
2-Metilnaftaleno	µg/kg	70	670	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Naftaleno	µg/kg	160	2100	7,59	9,25	8,8	30,2	9,57
Pireno	µg/kg	665	2600	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Soma de PAH's	µg/kg	3000	--	7,59	9,25	8,8	30,2	30,6

QUADRO 6.1.3-3: CONCENTRAÇÕES DE METAIS E COMPOSTOS ORGÂNICOS NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO DAS ESTAÇÕES NA ÁREA DE DRAGAGEM NO TERMINAL MARÍTIMO INÁCIO BARBOSA.

Parâmetros	Unid.	CONAMA 344		Acostamento		Bacia de Evolução				Canal de Acesso									
		Limites		ACO-1		BEV-01		BEV-02		CAC-1		CAC-2		CAC-5 S		CAC-3		CAC -4 S	
		Nível 1	Nível 2	0-0,5	1,5-2,0	0-0,5	1,5-2,0	0-0,5	1,5-2,0	0-0,5	1,5-2,0	0-0,5	1,5-2,0	0-0,5	1,5-2,0	0-0,5	1,5-2,0	0-0,5	1,5-2,0
Arsênio Total	mg/Kg	8,2	70	< 0,2	< 0,2	< 1,88	< 0,216	< 0,205	< 0,216	< 0,129	< 0,126	< 0,114	< 0,114	< 0,123	< 0,107	< 0,129	< 0,12	< 0,146	< 0,124
Cádmio Total	mg/Kg	1,2	9,6	< 0,1	< 0,1	< 0,094	< 0,108	< 0,102	< 0,108	< 0,064	< 0,063	< 0,057	< 0,057	< 0,062	< 0,054	< 0,065	< 0,06	< 0,073	< 0,062
Chumbo Total	mg/Kg	46,7	218	11	10,8	9,38	11,3	8,29	10,2	3,87	1,12	1,31	1,28	1,65	1,13	1,86	1,4	1,9	2,4
Cobre Total	mg/Kg	34	270	7,74	7,24	4,8	7,38	5,7	7,41	2,36	0,89	0,95	0,72	0,86	0,73	1,21	0,83	1,3	1,56
Cromo Total	mg/Kg	81	370	16,6	17,9	13,2	18	16,4	19,8	7,85	2,8	1,04	3,65	4,59	2,89	5,89	3,91	5,44	5,37
Mercúrio	mg/Kg	0,15	0,71	< 0,1	< 0,112	< 0,094	< 0,108	< 0,102	< 0,108	< 0,064	< 0,063	< 0,057	< 0,057	< 0,062	< 0,054	< 0,065	< 0,06	< 0,073	< 0,062
Níquel Total	mg/Kg	20,9	51,6	9,65	8,23	6,01	8,04	10,2	9,33	4,04	1,48	1,87	1,44	2,56	1,13	3,35	1,59	1,96	2,48
Zinco Total	mg/Kg	150	410	11,2	11,2	6,11	7,73	9,59	12	5,19	< 1,26	< 1,14	< 1,14	< 1,23	< 1,07	< 1,29	< 1,2	2,27	6,25
a BHC	µg/Kg	0,32	0,99	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
b BHC	µg/Kg	0,32	0,99	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
d BHC	µg/Kg	0,32	0,99	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
g BHC	µg/Kg	0,32	0,99	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
a Clordano	µg/Kg	2,26	4,79	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	1,86	< 0,2	< 0,2	< 0,2
g Clordano	µg/Kg	2,26	4,79	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
DDD	µg/Kg	1,22	7,81	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
DDE	µg/Kg	2,07	374	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
DDT	µg/Kg	1,19	4,77	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Dieldrin	µg/Kg	0,71	4,3	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Endrin	µg/Kg	2,67	62,4	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
PCB's	µg/Kg	22,7	180	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Benzo(a)antraceno	µg/Kg	74,8	693	< 5,0	< 5,0	< 5,0	23,7	29,7	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Benzo(a)pireno	µg/Kg	88,8	763	19,8	53,4	15,6	80,1	15,2	58,5	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Criseno	µg/Kg	108	846	< 5,0	< 5,0	14,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/Kg	622	135	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Acenafteno	µg/Kg	16	500	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Acenaftileno	µg/Kg	44	640	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Antraceno	µg/Kg	85,3	1100	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Fenantreno	µg/Kg	24	1500	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Fluoranteno	µg/Kg	600	5100	< 5,0	< 5,0	< 5,0	10,9	< 5,0	6,89	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Fluoreno	µg/Kg	19	540	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
2-Metilnaftaleno	µg/Kg	70	670	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Naftaleno	µg/Kg	160	2100	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Pireno	µg/Kg	665	2600	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Soma de PAH's	µg/Kg	3000	-	19,8	53,4	29,6	114,7	44,9	65,4	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0

As concentrações de Chumbo, Cobre, Cromo, Níquel e Zinco, para as duas seções analisadas de zero a 0,5 metro e de 1,5 a 2,0 metros, apresentaram perfis de variação similares entre si (**Figuras 6.1.3-14 e 6.1.3-15**).

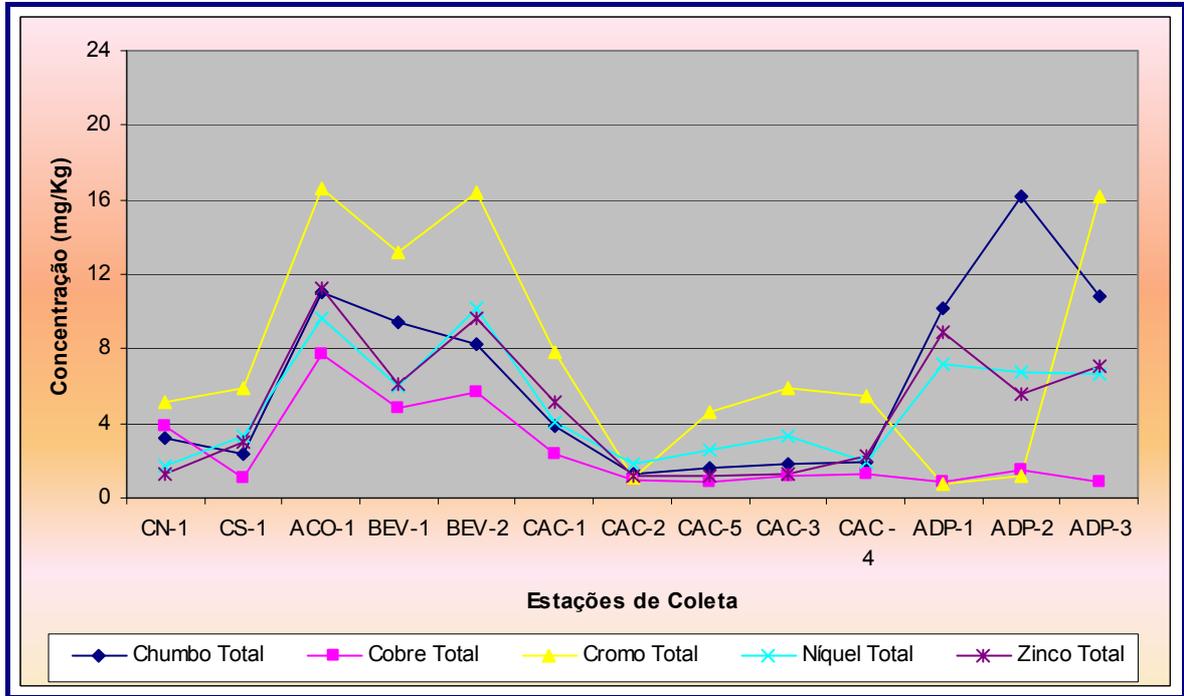


FIGURA 6.1.3-14: PERFIL DE DISTRIBUIÇÃO DE METAIS PESADOS, DE 0 A 0,5 METRO, NOS SEDIMENTOS COLETADOS NO ENTORNO DO TERMINAL MARÍTIMO INÁCIO BARBOSA.

As maiores concentrações de metais pesados foram encontradas nas estações ACO-01; BEV-01 e BEV-02, decrescendo na direção das estações CAC-01; CAC-02; CAC-05; CAC-03 e CAC-04, que apresentaram concentrações da mesma ordem de grandeza que as estações controle. Chumbo, Cromo, Níquel e Zinco também apresentaram concentrações mais altas nas estações da área de disposição. No entanto, cabe ressaltar que as concentrações encontradas para todos os metais citados estão muito abaixo dos limites estabelecidos para o nível 1 e, conseqüentemente, para o nível 2 indicados na Resolução CONAMA 344/04. Os resultados obtidos caracterizam baixa probabilidade de efeitos adversos à biota.

Dos valores de metais sinalizados como críticos pelo inciso I item c do art. 7, da Resolução CONAMA 344/04, isto é, Arsênio, Chumbo, Cádmio e Mercúrio, apenas o Chumbo apresentou valores maiores que o limite de quantificação (ver Quadros 6.1.3.3-2 e 6.1.3.3-3). Mesmo assim, as concentrações de Chumbo ficaram significativamente abaixo do limite de concentração de 46,7 mg/kg estabelecido pelo nível 1 de classificação do material a ser dragado (ver **Quadros 6.1.3-2 e 6.1.3-3**), variando, na seção 0-0,5 metro, de 1,31 mg/kg, na estação CAC-02, a 11,0 mg/kg, na estação ACO-01, e, na seção 1,5-2,0m, de 1,12 mg/kg na estação CAC-01 a 11,3 mg/kg na estação BEV-01.

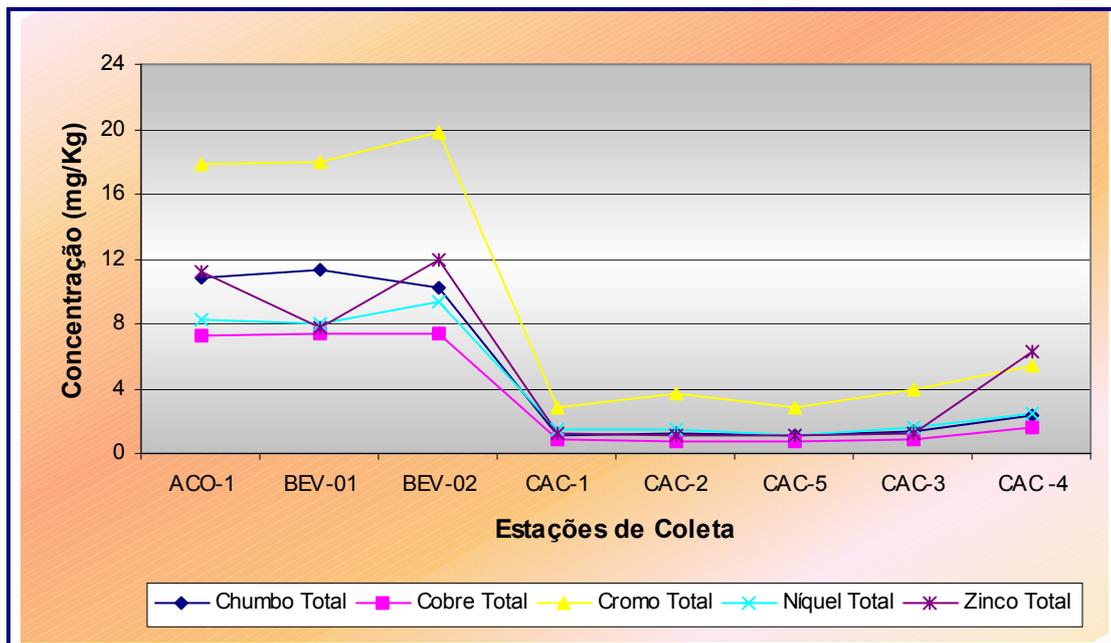


FIGURA 6.1.3-15: PERFIL DE DISTRIBUIÇÃO DE METAIS PESADOS, DE 1,5 A 2,0 METROS, NOS SEDIMENTOS COLETADOS NO ENTORNO DO TERMINAL MARÍTIMO INÁCIO BARBOSA

Pelo inciso I, item b da Resolução CONAMA 344/04, não são necessários estudos complementares para o material cuja concentração de poluentes for menor ou igual ao nível 1. Desta forma, o material dragado não necessitará de estudos complementares antes de sua disposição final e poderá ser disposto em áreas marítimas sem que haja danos ambientais à biota local.

Dos demais metais, o Níquel foi encontrado em todos os sedimentos analisados variando de 1,87 a 10,2 mg/kg, na seção de 0 a 0,5 metro e de 1,13 a 9,33 mg/kg, na seção 1,5 a 2,0 metros de profundidade. Porém, o Cromo foi o metal que apresentou as maiores variações de concentrações, de menor que o limite de quantificação (ADP-01 e ADP-02) a 19,8 mg/kg (BEV-02, na fração de 1,5 a 2,0 metros).

As concentrações de compostos clorados como os pesticidas e os PCBs estão, de modo geral, abaixo dos limites de quantificação, com exceção do alfa-clordano. Apesar do alfa-clordano ter sido encontrado em teores quantificáveis, o valor apresentado está abaixo do limiar do qual prevê-se baixa probabilidade de efeitos adversos à biota (nível 1) estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04, não necessitando de monitoramento do processo de dragagem e da área de disposição.

Com relação às concentrações de compostos aromáticos policíclicos apenas sedimentos de algumas estações apresentaram valores acima dos limites de quantificação e menores que o nível 1 de classificação da Resolução CONAMA

344/04. Nas demais estações de coleta, foram encontrados valores abaixo do limite de quantificação ($< 5,0 \mu\text{g}/\text{kg}$).

Os PAHs podem ser introduzidos no meio aquático por processos naturais, como a combustão de biomassa vegetal e a diagênese de precursores naturais e por processos antropogênicos como pirólise de madeira para produção de carvão; operações de transporte, estocagem e refino de petróleo; incineração de resíduos domésticos e industriais; geração de energia via queima de combustíveis fósseis e emissão de motores de veículos (particularmente a diesel). Desta forma, não é de se surpreender que as maiores concentrações de PAHs sejam encontradas nas amostras do cais de acostamento (ACO-01) (19,8 a $53,4 \mu\text{g}/\text{kg}$) e na bacia de evolução (BEV-01 e BEV-02) (29,5 a $114,7 \mu\text{g}/\text{kg}$). Cabe ressaltar que estas concentrações estão bem abaixo do nível 1 estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04.

Além disso, a soma das concentrações de PAHs também está abaixo do valor limite estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04, não necessitando de estudos complementares para sua disposição em águas jurisdicionais brasileiras.

Apesar dos valores encontrados de PAHs estarem muito abaixo dos valores limites da Resolução CONAMA 344/04, os PAHs, particularmente, o benzo (a) pireno, merecem especial atenção pois são considerados substâncias carcinogênicas (IARC, 1983; WILD & JONES, 1995; KAYAL E CONNELL, 1995).

Conforme relatado acima, todas as condições impostas pela Resolução CONAMA 344/04 para a não realização de testes de ecotoxicologia e outros estudos complementares foram atendidas.

6.1.4 Oceanografia

6.1.4.1 Caracterização Oceanográfica Regional

A costa do Estado de Sergipe é uma região pouco estudada. Em relação à temperatura da água, os gradientes horizontais são pequenos, com valores típicos de 1°C por 500 km (CASTRO & MIRANDA, 1998). As temperaturas da superfície mostram fraco sinal sazonal, sendo mais altas no verão e começo do outono com valores entre 27 e 29°C, e no inverno entre 26 e 28°C.

As variações de salinidade são pequenas junto à quebra da plataforma, com valores típicos entre 36 e 37. Em áreas costeiras, próximas à desembocadura de rios, a salinidade decresce localmente podendo ser encontrados valores em torno de 32 e 33.

Distribuição das Massas d'água e Regime de Correntes Oceânicas

A circulação de larga escala sensível na região em estudo é formada pelo Giro Subtropical do Atlântico Sul, ilustrado na **Figura 6.1.4-1** (adaptada de TOMCZAK & GODFREY, 1994), onde se pode identificar uma corrente de contorno Oeste para Sul, a Corrente do Brasil (CB), a qual se separa da costa na região da confluência com a Corrente das Malvinas (CM). A partir deste ponto, a CB, composta com a CM, afasta-se da costa e flui para Leste como Corrente do Atlântico Sul (CAS). O giro no Oceano Atlântico é complementado pela Corrente de Benguela (BE) e a Corrente Sul Equatorial (CSE), fechando o circuito com a CB para Sul, e a Corrente Norte do Brasil para Noroeste.

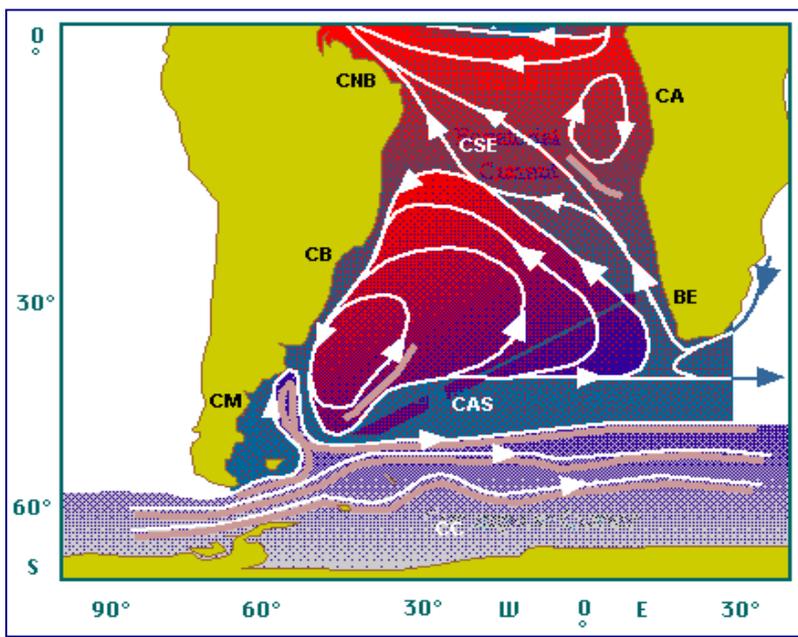


FIGURA 6.1.4-1: REPRESENTAÇÃO DA CIRCULAÇÃO NO OCEANO ATLÂNTICO SUL, INDICANDO AS SEGUINTE CORRENTES OCEÂNICAS: CORRENTE CIRCUMPOLAR (CC), CORRENTE DO ATLÂNTICO SUL (CAS), CORRENTE DE BENGUELA (BE), CORRENTE DE ANGOLA (CA), CORRENTE SUL EQUATORIAL (CSE), CORRENTE DO BRASIL (CB) E CORRENTE DAS MALVINAS (CM). ADAPTADO DE TOMCZAK & GODFREY (1994).

6.1.4.2 Caracterização Oceanográfica Local

O levantamento de informações pretéritas meteorológicas, hidrológicas e oceanográficas nas proximidades da região de estudo teve por objetivo disponibilizar dados para compreensão da dinâmica da área. A **Figura 6.1.4-2** apresenta a localização das estações de medição dos dados pretéritos utilizados nesse estudo.

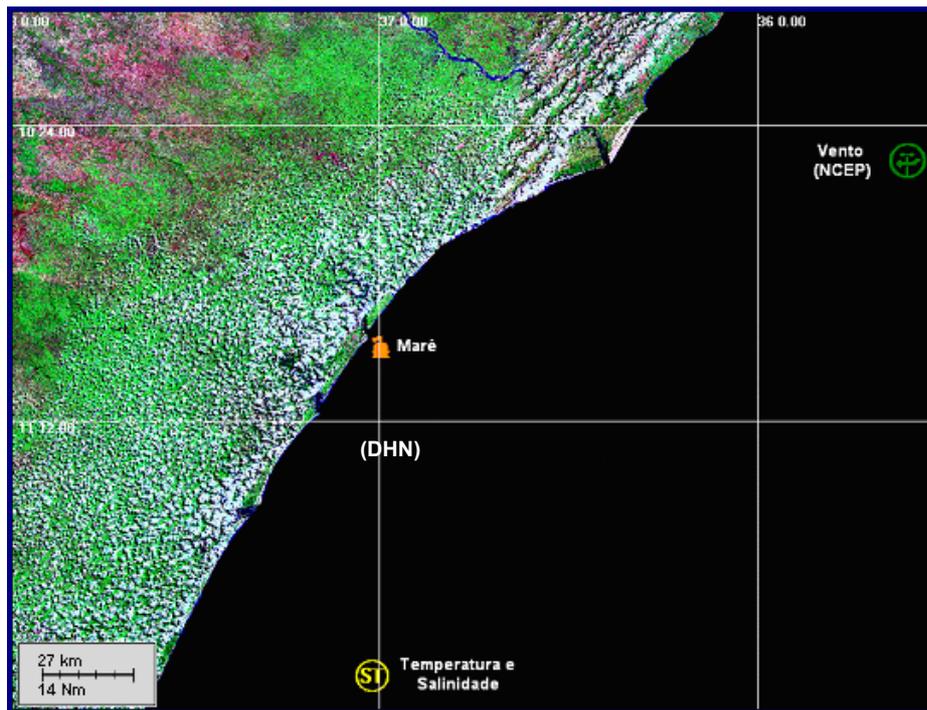


Figura 6.1.4-2: MAPA COM A LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE MEDIÇÃO DE VENTO (NCEP), TEMPERATURA, SALINIDADE E MARÉ (DHN).

Temperatura e Salinidade

Os dados de temperatura e salinidade, apresentados a seguir, foram obtidos em fundeio realizado pela DHN, no dia 16 de maio de 1969, nas coordenadas 11°53'30"S e 37°01'00"W (ver **Figura 6.1.4-2**), no qual foram coletados dados até a profundidade de 1.270 m.

A **Figura 6.1.4-3** mostra os perfis verticais de temperatura e salinidade para o ponto amostrado. O valor da temperatura medido nos primeiros metros da coluna d'água é de, aproximadamente, 27°C, chegando a cerca de 3°C no ponto mais profundo (1.270 m). A salinidade encontrada nos primeiros 50 m da coluna d'água variou entre 36,5 e 37 e, em pontos mais profundos (600 a 1.270 m) a salinidade variou em torno de 34 e 34,5.

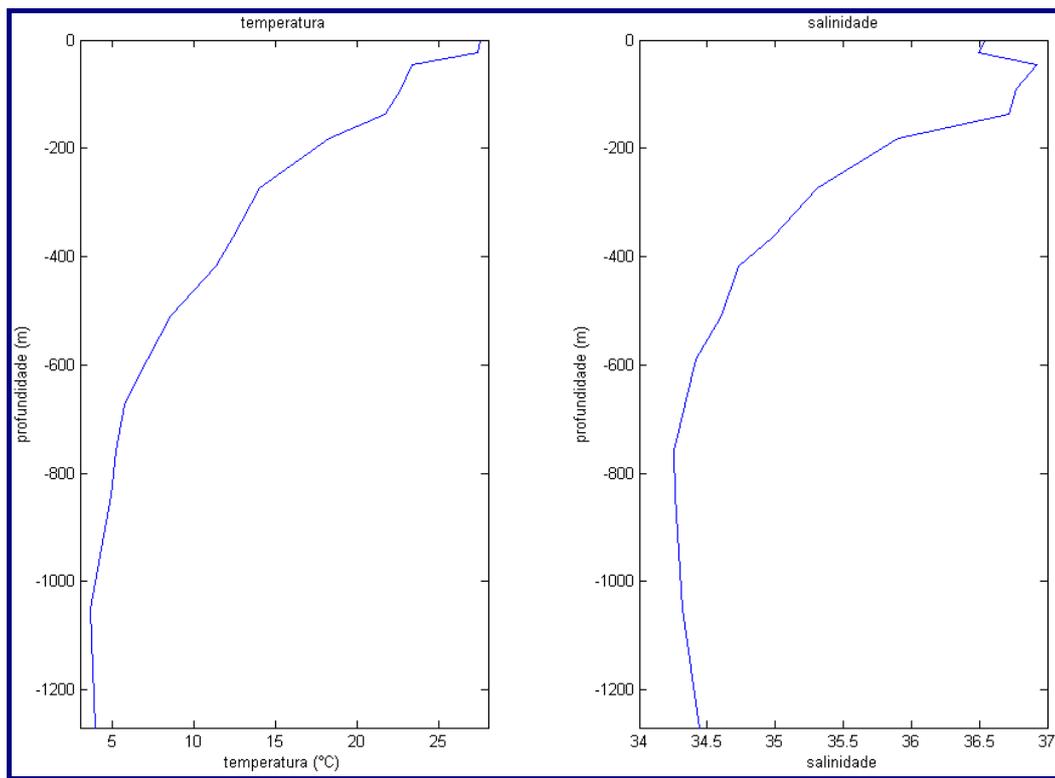


FIGURA 6.1.4-3: PERFIS VERTICAIS DE TEMPERATURA E SALINIDADE NAS COORDENADAS 11°53'30"S E 37°01'00"W.

Ventos

Neste estudo foi analisado um conjunto de dados de vento proveniente das reanálises dos modelos meteorológicos NCEP e NCAR relativos ao quadrilátero de 2,5°x2,5°, centrado nas coordenadas 10,5°S e 35,6°W (**Figura 6.1.4-2**), com intervalo de tempo de 6 horas.

Na **Figura 6.1.4-4** é apresentado o *stick plot* do vento NCEP referente ao período de 1º de janeiro a 31 de dezembro de 1990. Nesta figura é possível identificar dois períodos distintos para os padrões de vento. Nos meses de janeiro a março ocorrem ventos menos intensos, com a direção variando de ESE a ENE, e nos meses de junho a agosto os ventos são, em geral, mais intensos, com direção predominantemente de SE.

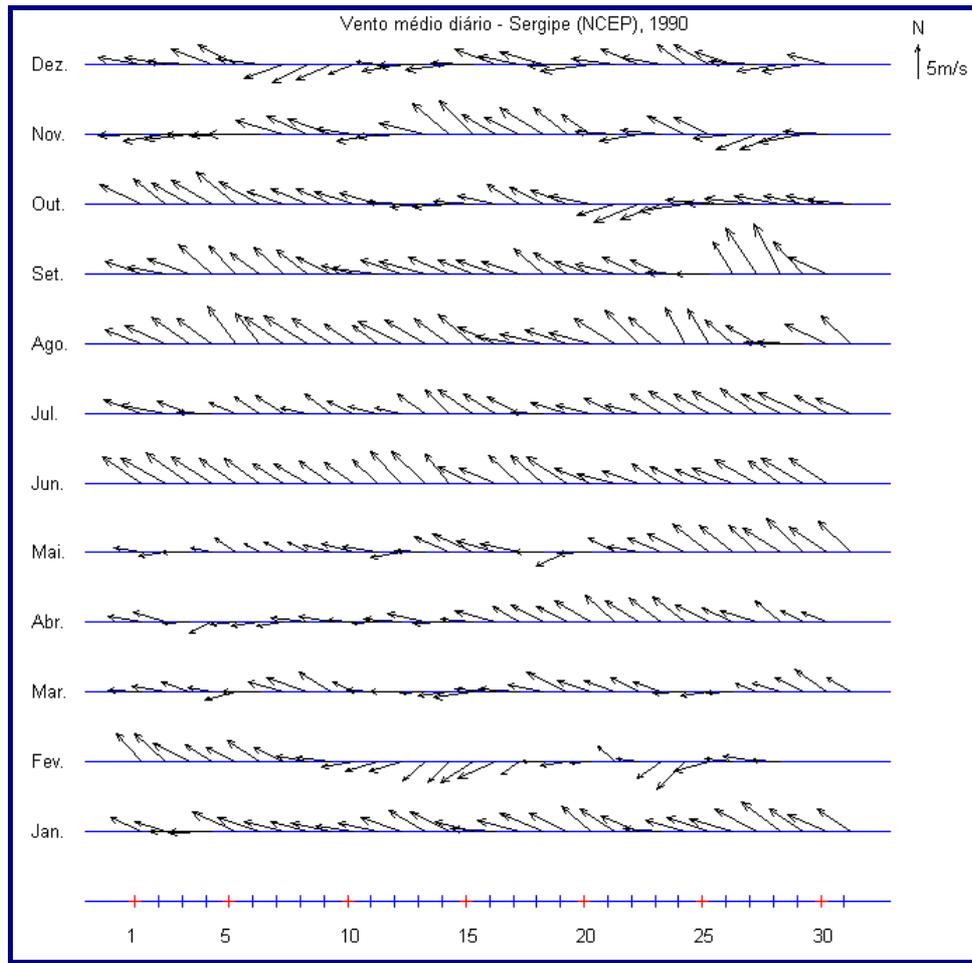


FIGURA 6.1.4-4: DIAGRAMA *STICK PLOT* DOS VALORES MÉDIOS DIÁRIOS DO VENTO NCEP, PARA SERGIPE, DURANTE O PERÍODO DE JANEIRO A DEZEMBRO DE 1990 (CONVENÇÃO VETORIAL).

A **Figura 6.1.4-5** apresenta os histogramas direcionais dos dados de vento (NCEP) para os períodos de verão (janeiro a março) e inverno (junho a agosto).

A direção apresentada refere-se ao Norte Geográfico e segue a convenção meteorológica. A intensidade é apresentada em (m/s) e a escala de cores representa o número de observações (N.Obs.). Analisando-se as figuras, observa-se que, tanto nos meses de verão quanto nos meses de inverno, os ventos mais frequentes são provenientes do quadrante Leste-Sudeste, com intensidades de aproximadamente 7,0 m/s. Nos meses de verão há uma incidência maior de ventos do quadrante Leste-Nordeste em relação aos meses de inverno.

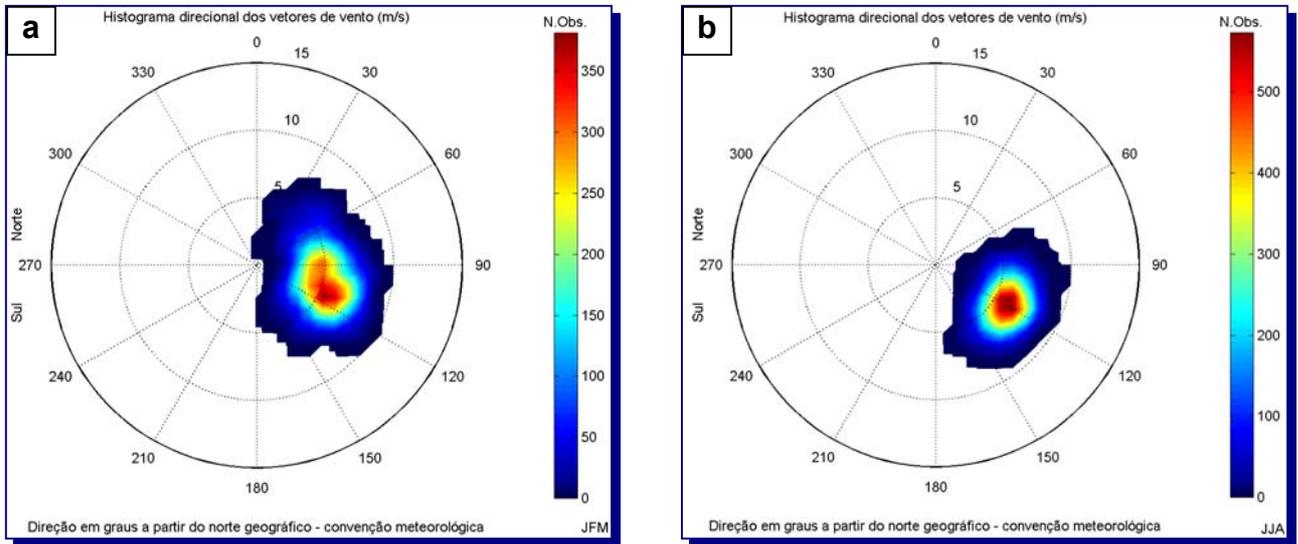


FIGURA 6.1.4-5: HISTOGRAMA DIRECIONAL DOS VETORES DE VENTO NCEP PARA OS PERÍODOS DE: **(a)** VERÃO E **(b)** INVERNO.

No verão, os ventos mais freqüentes vieram de ESE (44,0%) e E (27,9%), e os ventos com velocidade média máxima vieram de ESE (5,6 m/s) e SE (5,4 m/s) (**Quadro 6.1.4-1**). Os mais intensos registrados (9,5 m/s) foram provenientes de ESE. Dos ventos amostrados, 90% têm intensidades iguais ou inferiores a 7,0 m/s, como indicam os percentis apresentados no **Quadro 6.1.4-1**. Neste quadro apresenta-se, também, a freqüência de ocorrência conjunta entre intensidade e direção dos ventos NCEP.

QUADRO 6.1.4-1: DIAGRAMA DE OCORRÊNCIA CONJUNTA DE INTENSIDADE (M/S) E DIREÇÃO (°) DO VENTO NCEP NO PERÍODO DE JANEIRO A MARÇO DE 1990, COM INTERVALO DE AMOSTRAGEM DT=6H (CONVENÇÃO METEOROLÓGICA).

Ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção do Vento.																				
Obs.: a direção é medida em graus a partir do Norte geográfico, convenção meteorológica.																				
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	ONW	NW	NNW	Total	Porc.	Dir. méd.	
0.0- 1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.0- 2.0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.3	48
2.0- 3.0	0	1	6	5	9	22	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	2.9	106	
3.0- 4.0	0	3	18	54	89	99	24	5	0	0	0	0	0	0	0	0	292	13.5	96	
4.0- 5.0	0	9	22	74	173	169	35	5	0	0	0	0	0	0	0	0	487	22.5	96	
5.0- 6.0	0	3	26	81	167	261	78	4	0	0	0	0	0	0	0	0	620	28.7	101	
6.0- 7.0	0	0	19	16	106	221	65	4	0	0	0	0	0	0	0	0	431	20.0	106	
7.0- 8.0	0	0	0	1	49	142	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	209	9.7	108	
8.0- 9.0	0	0	0	0	10	33	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	2.3	114	
9.0-10.0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.1	120	
10.0-11.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
11.0-12.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
12.0-13.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
13.0-14.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
14.0-15.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
15.0-16.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
16.0-17.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
17.0-18.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
18.0-19.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
19.0-20.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
Total	0	19	91	234	603	950	245	18	0	2160										
Porc.	0.0	0.9	4.2	10.8	27.9	44.0	11.3	0.8	0.0											
Vel. méd.	4.0	4.9	4.6	5.2	5.6	5.4	4.9													
Vel. máx.	0.0	5.9	7.0	7.1	8.8	9.5	8.7	6.7	0.0											
Percts. (0,9)	0.0	5.0	6.0	5.0	6.0	7.0	6.0	6.0												

No inverno, os ventos mais freqüentes vieram de ESE (52,4%) e SE (33,2%), e os ventos com velocidade média máxima (6,1 m/s) vieram de ESE e SE (**Quadro 6.1.4-2**). Os ventos mais intensos registrados (8,5 m/s) foram provenientes de E. Dos ventos amostrados, 90% têm intensidades iguais ou inferiores a 7,0 m/s, como indicam os percentis apresentados no **Quadro 6.1.4-2**. Neste quadro apresenta-se, também, a freqüência de ocorrência conjunta entre intensidade e direção dos ventos NCEP.

QUADRO 6.1.4-2: DIAGRAMA DE OCORRÊNCIA CONJUNTA DE INTENSIDADE (M/S) E DIREÇÃO (°) DO VENTO NCEP NO PERÍODO DE JUNHO A AGOSTO DE 1990, COM INTERVALO DE AMOSTRAGEM DT=6H (CONVENÇÃO METEOROLÓGICA).

Ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção do Vento.
Obs.: a direção é medida em graus a partir do Norte geográfico, convenção meteorológica.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSR	S	SSW	SW	WSW	W	ONW	NW	NNW	Total	Porc.	Dir. méd.
0.0- 1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
1.0- 2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
2.0- 3.0	0	0	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0.4	105
3.0- 4.0	0	0	0	0	7	12	17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	37	1.7	123
4.0- 5.0	0	0	0	0	83	139	84	3	0	0	0	0	0	0	0	0	309	14.0	114
5.0- 6.0	0	0	0	0	70	391	211	31	0	0	0	0	0	0	0	0	703	31.8	119
6.0- 7.0	0	0	0	3	85	366	273	16	0	0	0	0	0	0	0	0	743	33.7	120
7.0- 8.0	0	0	0	0	9	224	126	4	0	0	0	0	0	0	0	0	363	16.4	121
8.0- 9.0	0	0	0	0	5	19	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	2.0	121
9.0-10.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
10.0-11.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
11.0-12.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
12.0-13.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
13.0-14.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
14.0-15.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
15.0-16.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
16.0-17.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
17.0-18.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
18.0-19.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
19.0-20.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
Total	0	0	0	3	260	1158	732	55	0	0	0	0	0	0	0	0	2208		
Porc.	0.0	0.0	0.0	0.1	11.8	52.4	33.2	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Vel. méd.				6.0	5.5	6.1	6.1	5.8											
Vel. máx.	0.0	0.0	0.0	6.0	8.5	8.4	8.3	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Percts. (0,9)	0.0	0.0	0.0	6.0	6.0	7.0	7.0	6.0											

As Figuras 6.1.4-6 e 6.1.4-7 mostram os espectros de energia calculados para as componentes do vetor velocidade do vento, durante os períodos de verão e inverno. Observa-se, em ambos os períodos, uma maior concentração de energia na baixa freqüência e em 1 ciclo por dia (cpd), associada às brisas marítimas.

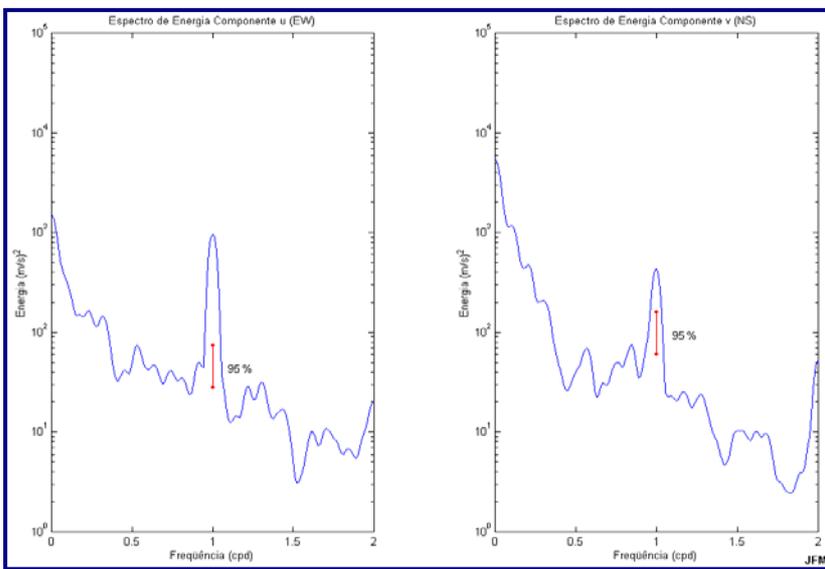


FIGURA 6.1.4-6: ESPECTROS DE ENERGIA DAS COMPONENTES DOS VETORES DE VENTO (NCEP) PARA O PERÍODO DE VERÃO.

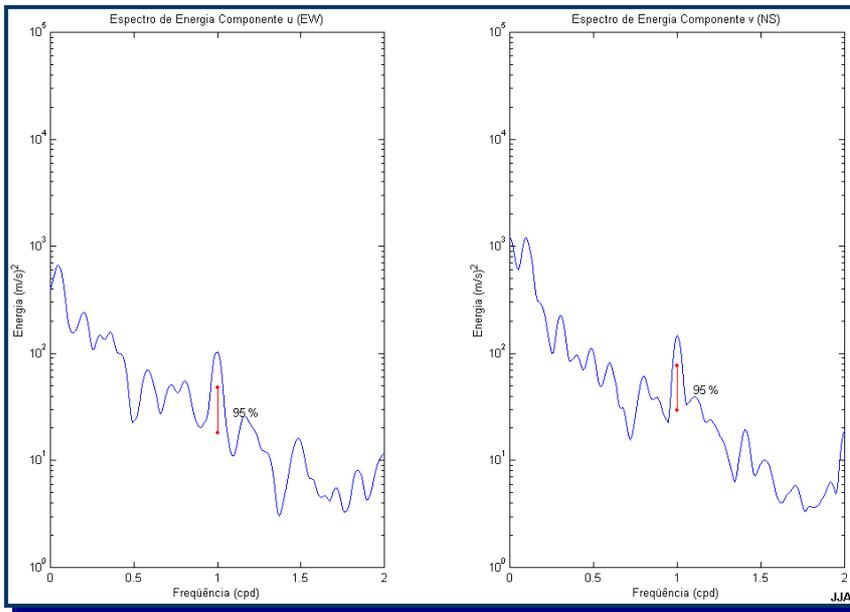


FIGURA 6.1.4-7:
ESPECTROS DE ENERGIA DAS
COMPONENTES DOS VETORES
DE VENTO (NCEP) PARA O
PERÍODO DE INVERNO.

Maré Astronômica

Os dados de nível de maré foram obtidos da estação maregráfica da DHN, instalada nas coordenadas 10°50'S e 36°55,7'W (**Figura 6.1.4-2**), e compreendem o período entre 15 de novembro a 16 de dezembro de 1980. A **Figura 6.1.4-8** apresenta a série temporal dos dados, a intervalos horários.

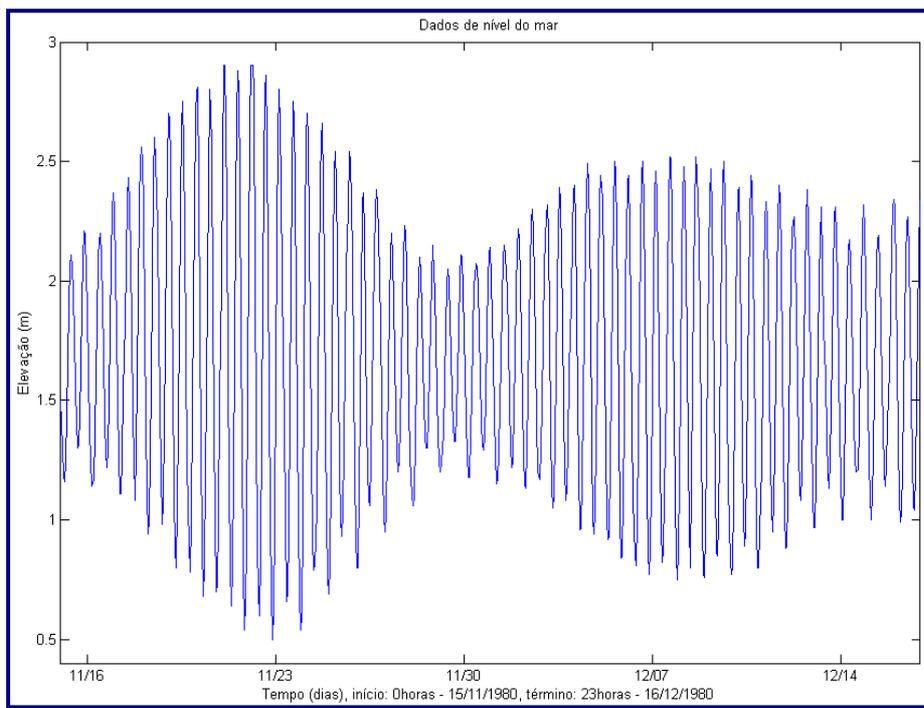


FIGURA 6.1.4-8:
SÉRIE TEMPORAL DE
ELEVAÇÃO DO NÍVEL DO
MAR REGISTRADA A
INTERVALOS HORÁRIOS,
NO PERÍODO DE 15 DE
NOVEMBRO A 16 DE
DEZEMBRO DE 1980
(DHN).

O espectro de amplitude de maré (**Figura 6.1.4-9**), calculado a partir dessa série, apresenta um pico com amplitude de, aproximadamente, 70 cm na faixa de frequência de 2 cpd, correspondente à maré semidiurna. Um segundo pico, muito menor, pode ser observado na faixa de 1 cpd – maré diurna - com amplitude em torno de 5 cm. O mesmo pode ser observado no espectro de energia de maré (**Figura 6.1.4-10**), com uma concentração significativa de energia na faixa de frequência de 2 cpd, como indica o intervalo de confiança de 99% calculado para esse espectro. Observam-se, também, concentrações de energia nas faixas de frequência de 1, 4 e 6 cpd. Tais dados confirmam uma maré astronômica predominantemente semidiurna na região.

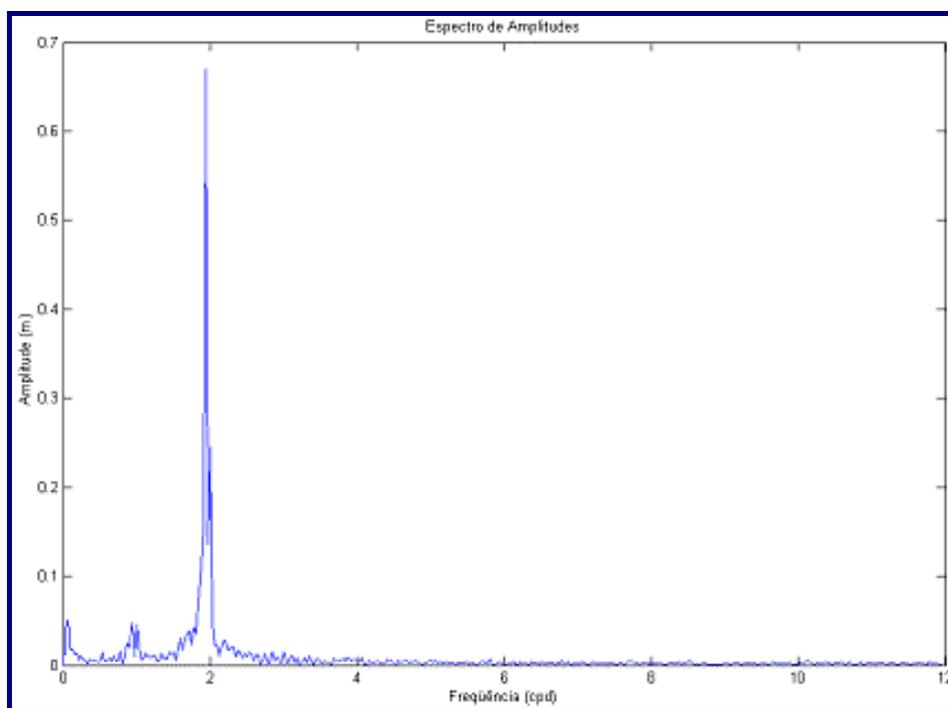


FIGURA 6.1.4-9: ESPECTRO DE ENERGIA CALCULADO A PARTIR DA SÉRIE TEMPORAL DE VARIAÇÃO DO NÍVEL DO MAR REGISTRADA NO PERÍODO 15 DE NOVEMBRO A 16 DE DEZEMBRO DE 1980, DT=1H.

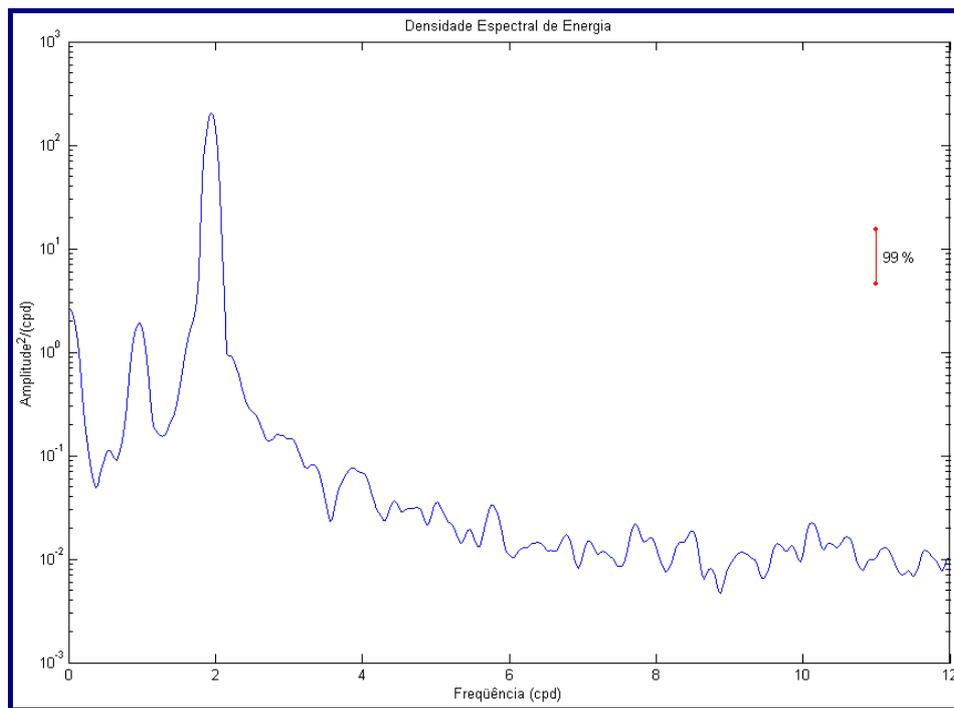


FIGURA 6.1.4-10: ESPECTRO DE AMPLITUDES (EM CM) CALCULADO A PARTIR DA SÉRIE TEMPORAL DE VARIAÇÃO DO NÍVEL DO MAR REGISTRADA NO PERÍODO DE 15 DE NOVEMBRO A 16 DE DEZEMBRO DE 1980, DT=1H.

O **Quadro 6.1.4-3** apresenta as constantes harmônicas obtidas para a estação maregráfica da DHN, no **Terminal Marítimo Inácio Barbosa**, instalada nas coordenadas 10°50,0'S e 36°55,7'W, a partir de uma série temporal para o período de 18 de fevereiro a 19 de março de 1991. A maré astronômica na região é predominantemente semidiurna. As principais componentes são M_2 e S_2 , com amplitude de 74,0 e 27,4 cm, respectivamente. A componente N_2 tem amplitude de 14,6 cm e todas as demais componentes apresentam amplitudes inferiores a 7,4 cm.

O quadro apresenta ainda os níveis de:

- Média das preamares de sizígia (MPS);
- Média das baixamares de sizígia (MBS);
- Média das preamares de quadratura (MPQ); e
- Média das baixamares de quadratura (MBQ).

QUADRO 6.1.4-3: AMPLITUDE E FASE LOCAL DAS PRINCIPAIS COMPONENTES HARMÔNICAS PARA A ESTAÇÃO MAREGRÁFICA DA DHN, NO TERMINAL PORTUÁRIO INÁCIO BARBOSA (10°50,0'S E 36°55,7'W), PERÍODO DE 18 DE FEVEREIRO A 19 DE MARÇO DE 1991.

COMPONENTE	AMPLITUDE (CM)	FASE (°)
Mm	3,3	200
Msf	3,1	344
Q ₁	2,1	088
O ₁	6,4	120
P ₁	1,1	224
K ₁	3,2	233
2N ₂	1,9	086
N ₂	14,6	097
NU ₂	2,8	098
M ₂	74,0	107
L ₂	2,4	144
T ₂	1,6	122
S ₂	27,4	122
K ₂	7,4	123
M ₄	1,1	160
MPS		225
MBS		22
MPQ		170
MBQ		77
Nível Médio		124

FONTE: FEMAR (2000).

A **Figura 6.1.4-11** mostra o comportamento da componente principal da maré astronômica, M₂, indicando uma incidência da onda de maré oblíqua à costa, se propagando do Norte para o Sul.

Sendo a amplitude de maré significativa (meso-maré) é possível esperar correntes de maré relativamente intensas. Há de se esperar também correntes geradas pela ação dos ventos, ou maré meteorológica, sejam atuando local ou remotamente. Este efeito é observado, por exemplo, em correntes persistentes numa mesma direção durante vários dias, modulada pela maré astronômica reduzindo e aumentando ciclicamente as intensidades das velocidades.

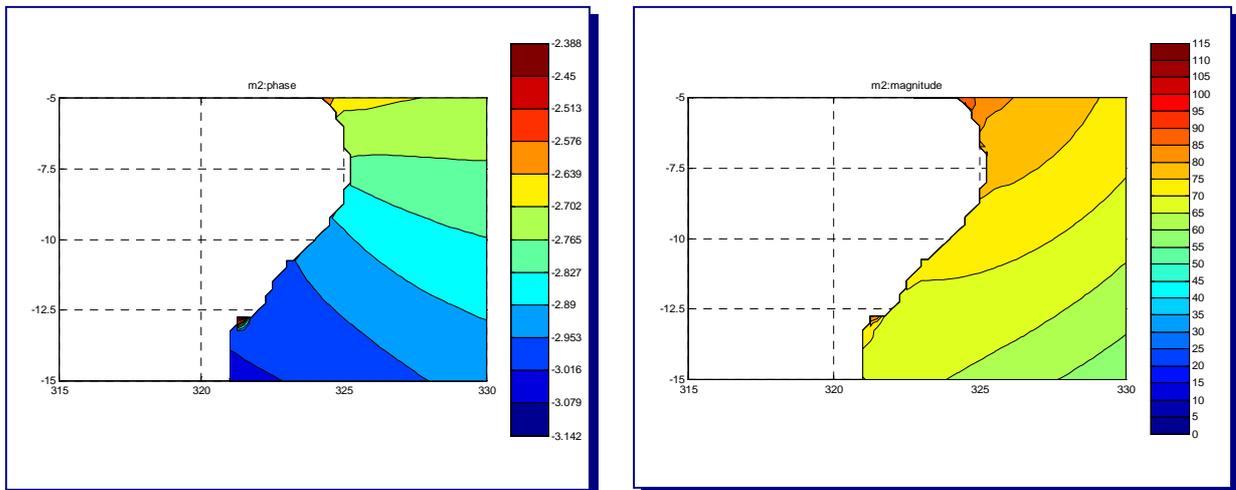


FIGURA 6.1.4-11: AMPLITUDE E FASE DA COMPONENTE PRINCIPAL DE MARÉ, INDICANDO UMA PROPAGAÇÃO DA ONDA OBLIQUA À LINHA DE COSTA

Ondas na Área Portuária

O relatório publicado pela Petrobras em 1991 (PETROBRAS, 1991), sintetizando informações de um monitoramento oceanográfico realizado pela empresa, na área do **TMIB**, ao longo de três anos consecutivos, mostra claramente que existem dois sistemas de ondas incidentes sobre a planície costeira do litoral sergipano.

O sistema que apresenta menor ocorrência correspondeu, ao longo do período monitorado, a 12,76 % das ondas incidentes. Estas tinham direção Leste e Leste-Nordeste (ENE 67,5° - E 90°), sendo a altura média das ondas inferior a um metro.

O sistema dominante é proveniente do quadrante SE (ESE 112,5°, SE 135°, SSE 157,5°), e corresponde a mais de 87 % das ondas incidentes sobre a costa sergipana. A altura média é superior à encontrada no sistema Leste-Nordeste, apresentando ondas de 1,90 m.

Embora não esteja explícito na publicação da Petrobras, a sazonalidade dos sistemas de onda incidentes no **TMIB**, é muito provável que sigam o comportamento do regime de ventos local.

O **Quadro 6.1.4-4** apresenta a síntese dos resultados apresentados por PETROBRAS (1991) referente ao monitoramento realizado nos anos de 1988/89.

**QUADRO 6.1.4-4: CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE ONDAS
INCIDENTE NA COSTA DO SERGIPE**

DIREÇÃO	ÂNGULO	% OCORR.	H MED (M)
N	0,0	0,0	-
NNE	22,5	0,0	-
NE	45,0	0,0	-
ENE	67,5	0,0	-
ENE	90,0	4,75	0,80
ESSE	112,5	8,01	0,85
SE	135,0	32,34	1,02
SSE	157,5	51,34	1,29
S	180,0	3,56	1,90
SSW	202,5	0,0	-
SW	225,0	0,0	-
WSW	247,5	0,0	-
W	270,0	0,0	-
WNW	292,5	0,0	-
NW	315,0	0,0	-
NNW	337,5	0,0	-

Correntes na Área Portuária

Medições de correntes efetuadas nas imediações da área portuária durante um período de 385 dias em 1988/1989 indicaram predominância de correntes de direção NE (42,6%) e SW (34,9%) e velocidades entre 6 e 19 cm/seg (PETROBRAS, 1991). Sendo que as maiores velocidades de correntes estão associadas às direções predominantes; correntes para NE apresentaram velocidade média de 16 cm/seg enquanto que para SW apresentaram velocidade média de 19 cm/seg.

A ocorrência dessas correntes próximas à costa está relacionada com o tipo de circulação presente na região, que por apresentar pequenos gradientes de salinidade e temperatura, favorecem o estabelecimento de um regime barotrópico. Neste tipo de circulação, o campo de velocidades conserva estreita relação com a elevação da superfície livre do mar, o que em outras palavras traduz-se por uma suscetibilidade maior a ação das marés astronômicas e meteorológicas.

O **Quadro 6.1.4-5** apresenta a síntese dos resultados apresentados por PETROBRAS (1991).

QUADRO 6.1.4-5: PERCENTUAL DE OCORRÊNCIA E VALORES MÉDIOS DE VELOCIDADE DE CORRENTE (CM/SEG) POR DIREÇÃO PARA O PERÍODO DE MAIO DE 1986 A ABRIL DE 1989

DIREÇÃO	PERCENTUAL DE OCORRÊNCIA	VELOCIDADE MÉDIA (CM/SEG)
N	6,9	10,0
NE	42,6	16,0
E	2,2	7,0
SE	1,5	8,0
S	8,9	12,0
SW	34,9	19,0
W	1,9	16,0
NW	1,2	6,0

6.1.5 Morfodinâmica Costeira

6.1.5.1 Batimetria Geral da Costa

Os dados de profundidade local foram obtidos através da digitalização de cartas náuticas da DHN⁵ números 1.000 e 1.001. O conjunto completo destes pontos é apresentado na **Figura 6.1.5-1**. Nesta figura é ilustrada a linha de costa final, reproduzida por meio da compilação das cartas náuticas supracitadas e de imagens de satélite.

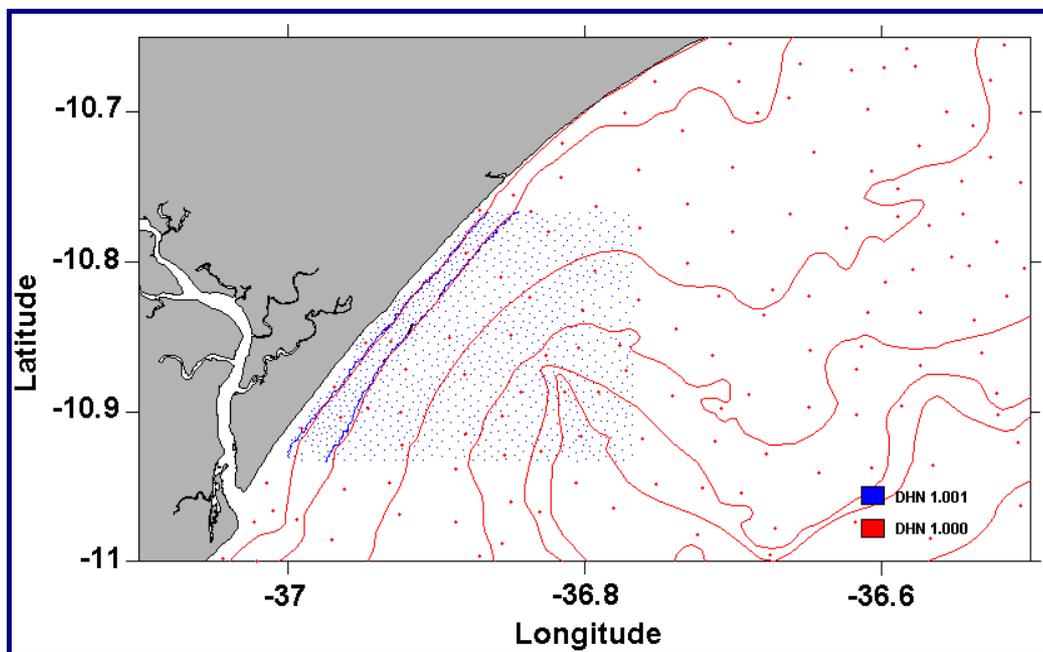


FIGURA 6.1.5-1: PONTOS BATIMÉTRICOS UTILIZADOS NA REGIÃO DA BACIA DE SERGIPE.

⁵ Diretoria de Hidrografia e Navegação.

O conjunto de dados batimétricos foi interpolado para toda a área com uma resolução horizontal regular, de aproximadamente 80 m. O resultado obtido nessa interpolação pode ser observado nas **Figuras 6.1.5-2 e 6.1.5-3**.

De acordo com as **Figuras 6.1.5-2 e 6.1.5-3**, a área de dragagem do terminal marítimo encontra-se localizada entre as isóbatas de 5 e 10 m, enquanto que a área de disposição localiza-se entre as isóbatas de 12 e 15 m.

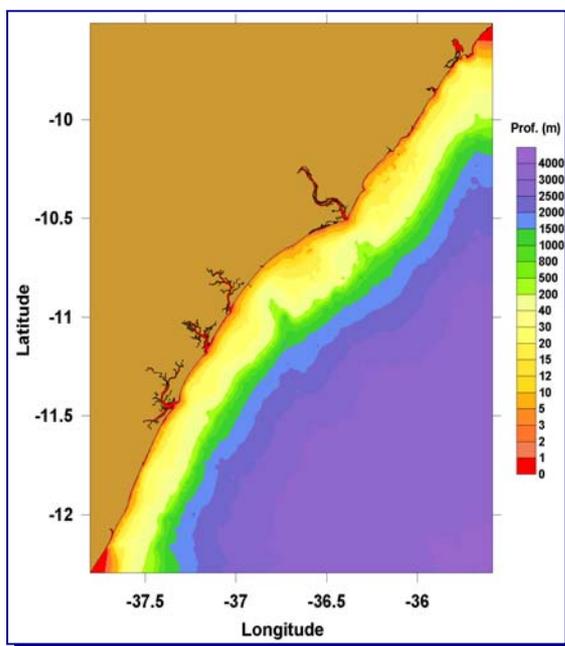


FIGURA 6.1.5-2: BATIMETRIA INTERPOLADA PARA A REGIÃO DE SERGIPE.

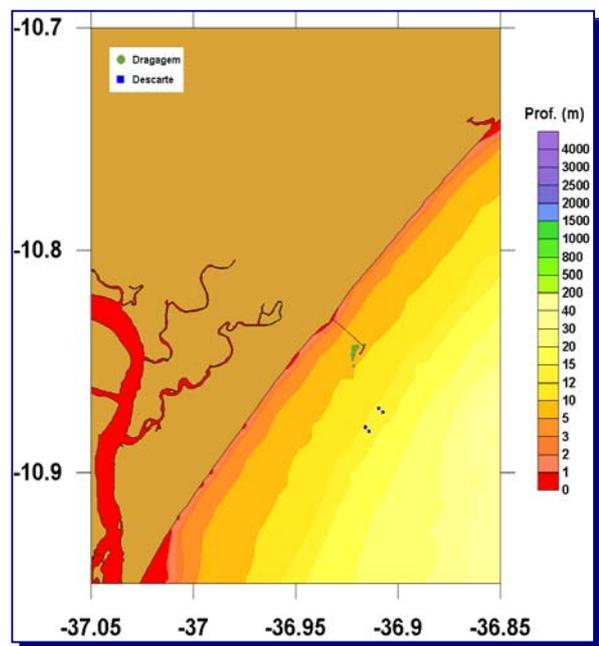


FIGURA 6.1.5-3: DETALHE DA FIGURA 6.1.5-2 COM OS PONTOS DE DRAGAGEM E DISPOSIÇÃO. TERMINAL MARÍTIMO INÁCIO BARBOSA.

6.1.5.2 Forçantes do Transporte Costeiro

Na faixa costeira, a corrente litorânea gerada pela incidência oblíqua das ondas na costa e associada à zona de arrebenção das ondas, possui fundamental importância na morfodinâmica praias.

Porém, a ação das ondas no transporte de sedimentos não é limitada apenas à faixa de praia e ocorre até a chamada profundidade de fechamento, ou profundidade onde a capacidade de mobilização dos sedimentos do fundo pelas ondas deixa de ser relevante.

Sendo assim, tendo em vista as características do regime de ondas e correntes incidentes sobre o **TMIB** (ver itens **Ondas na Área Portuária** e **Correntes na Área Portuária**), e considerando a batimetria em que se encontra instalado, entre 5 e 10m (ver **Figura 6.1.5-3**), pode-se concluir que o píer do terminal encontra-se justamente a frente da profundidade de fechamento, considerando que o trem de

ondas se desloca em direção ao continente (**Figura 6.1.5-4**). Nessa mesma figura é possível observar os sedimentos deslocados ciclicamente formando frentes, provavelmente induzidos pela ação da maré astronômica.



FIGURA 6.1.5-4: FOTOGRAFIA AÉREA MOSTRANDO A LOCALIZAÇÃO DO TERMINAL, A ZONA DE ARREBENTÇÃO E A PLATAFORMA INTERNA.

Com relação à direção do transporte litorâneo, a maior acresção geral da linha de costa observada ao Norte da saliência (cúspide) formada no encontro da ponte com a linha de costa é um indicativo da predominância do transporte em direção ao Sul. Esta observação é corroborada por VIANA (1972). O autor realizou uma estimativa do transporte litorâneo local encontrando o valor de 658.000 m³/ano para o Sul e 132.000 m³/ano para o Norte, no entanto, não mencionou a fonte de dados utilizada para esta quantificação.

A direção de incidência das ondas com relação ao alinhamento da costa é o que determina a direção do transporte. A **Figura 6.1.5-5** mostra as direções de incidência de ondas e os respectivos percentuais, de acordo com as medições mencionadas no item **Ondas na Área Portuária**.

Embora a maior freqüência ocorra no setor SE, o que geraria uma corrente litorânea para o Norte, ondas de Leste poderiam ser mais efetivas para o transporte devido à maior intensidade e/ou maior ângulo de incidência, resultando assim num transporte residual para o Sul.

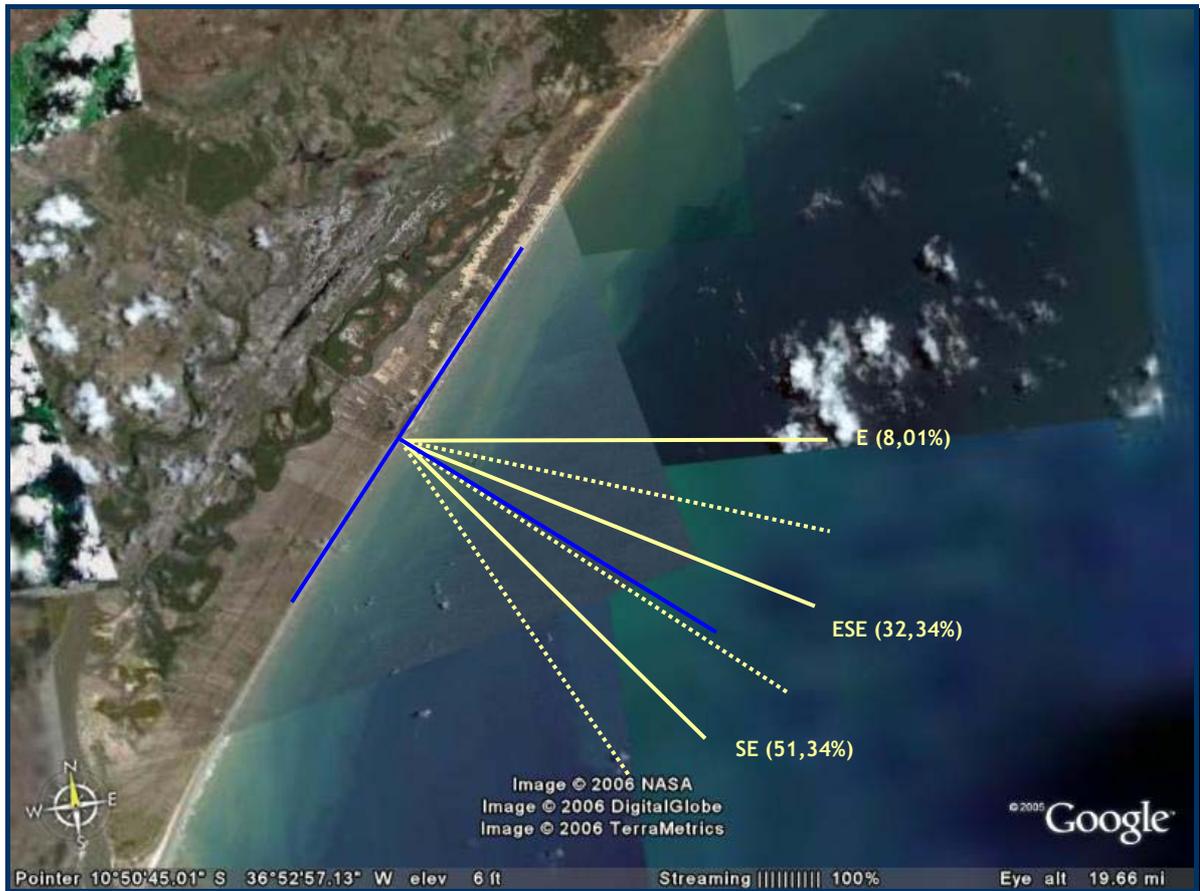


FIGURA 6.1.5-5: DIREÇÃO DO ALINHAMENTO DA COSTA E DE INCIDÊNCIA DAS ONDAS.

Na plataforma interna, até aproximadamente 20m de profundidade, as correntes geradas pela ação local ou remota do vento sobre a superfície do mar e pelas marés são importantes para o transporte de sedimentos. Tipicamente estas correntes podem atingir valores médios da ordem de 30 cm/s, e máximos de 70cm/s, que podem acarretar problemas na operação portuária, devido aos excessivos esforços nas amarras. Por outro lado, o principal fator de transporte ao longo da faixa costeira são essas correntes, além da zona de arrebenção, onde a onda tem um papel preponderante na mobilização dos grãos, mas as correntes residuais são fracas.

6.1.5.3 Impacto do Quebra-Mar sobre o Transporte de Sedimentos

A construção do quebra-mar *offshore* para a criação de uma área abrigada à exposição das ondas possibilitando a atracação de navios, traz como consequência a modificação do regime de ondas e, portanto, a modificação da linha de costa.

A frente do trem de ondas incidente sofre difração ao encontrar o quebra-mar, gerando assim um gradiente na amplitude das ondas na direção da região protegida na sombra do quebra-mar, como ilustrado na **Figura 6.1.5-6**.

A difração do trem de ondas gera um transporte de sedimentos localizado com a conseqüente formação de uma saliência (cúspide) na linha de costa. Se o comprimento do quebra-mar em relação à distância da costa fosse pequeno, que não é o caso do **TMIB**, a linha de costa poderia evoluir até alcançar o quebra-mar. Uma situação de equilíbrio, porém, há de se estabelecer. Esse equilíbrio é função da geometria do quebra-mar, das características das ondas, declividade da batimetria e granulometria dos sedimentos.

A posição da saliência (cúspide) reflete a orientação relativa das ondas incidentes e do quebra-mar. A presença de mais de uma saliência – uma ao Norte e uma ao Sul – responde ao clima de ondas da região, neste caso com ondas do ESE e SE que, em decorrência da orientação relativa da linha de costa, provoca a alternância na direção do transporte, do Norte para o Sul e vice-versa.



FIGURA 6.1.5-6: CRISTAS DAS ONDAS INCIDENTES E DIFRATADAS NO QUEBRA-MAR DO TMIB PROPICIANDO A FORMAÇÃO DA SALIÊNCIA (CÚSPIDE) NA LINHA DE COSTA.

Os registros fotográficos apresentados na **Figura 6.1.5-7**, por exemplo, poderiam auxiliar na avaliação da situação de equilíbrio. No entanto, essa avaliação fica impedida devido à diferença de ângulo/altura das respectivas fotografias e por desconhecimento do nível de maré no instante em que as fotografias foram realizadas.

A posição da linha de arrebentação, por exemplo, poderia ser um parâmetro qualitativo para aferir o avanço da saliência. Na fotografia do ano de 2006, a linha de arrebentação aparece mais próxima do porto secundário. Porém, esta proximidade pode ser devido ao fato do nível d'água estar mais baixo devido a ocorrência da baixa-mar da maré, como parece se observar na foto, de acordo com a linha de areia molhada na face da praia. Para se obter uma resposta definitiva a esta questão, se foi atingido ou não um equilíbrio morfodinâmico na praia após a construção do terminal, seria necessário analisar as batimetrias da área costeira –da praia até a área portuária.

FOTO ANO 2002

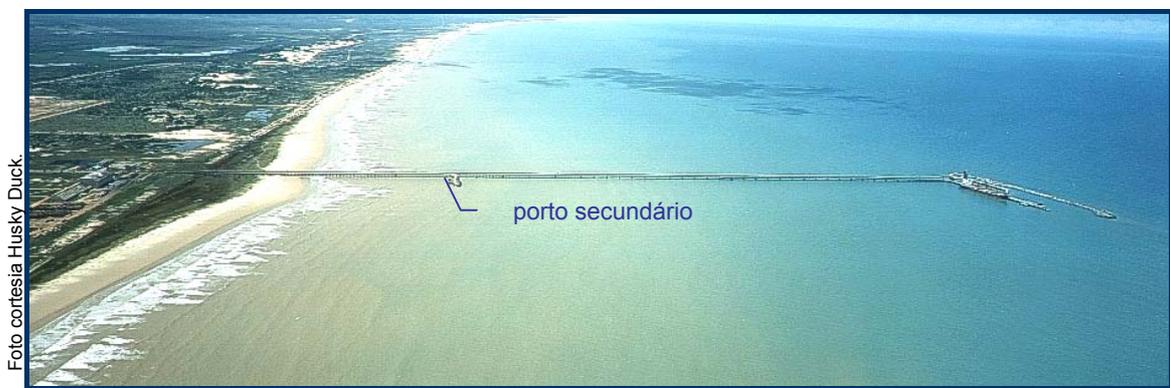


FOTO ANO 2006



FIGURA 6.1.5-7: FOTOGRAFIAS AÉREAS DO TERMINAL E LINHA DE COSTA

6.1.5.4 Taxas de Sedimentação no Recinto Portuário: Efeitos da Dragagem

É importante diferenciar a dinâmica sedimentar costeira e a influência do quebramar nessa dinâmica, conforme discutido anteriormente, do efeito da dragagem e do conseqüente aprofundamento local da profundidade no recinto portuário (cais de acostagem e bacia de evolução) e canal de acesso.

No primeiro caso, depois de atingido um estado de equilíbrio na região costeira, seriam esperados ciclos de erosão e deposição, em equilíbrio dinâmico, ou seja, apresentando variações em torno de uma média, mas sem valores residuais significativos numa escala de tempo de interesse para engenharia.

Com relação às áreas dragadas, a tendência natural é que elas sejam assoreadas numa taxa que depende do transporte de sedimentos na região, mas também fundamentalmente, da diferença entre a profundidade resultante do aprofundamento e a profundidade 'natural'. Isto pode ser ilustrado comparando-se a evolução da batimetria após a dragagem realizada no ano de 1994 na bacia de evolução e no canal de acesso (**Figura 6.1.5-8**).

A taxa de assoreamento na bacia de evolução é da ordem de 25 cm/ano, onde as profundidades naturais são bem menores (em torno de 8 m) que a profundidade de dragagem (em torno de 10 m). Para o mesmo período, a taxa de assoreamento no canal de acesso é sensivelmente menor, da ordem de 10 cm/ano no trecho inicial e aproximadamente zero (0 cm/ano) no trecho final, onde a profundidade natural está bem próxima da profundidade de aprofundamento do canal decorrente da dragagem.

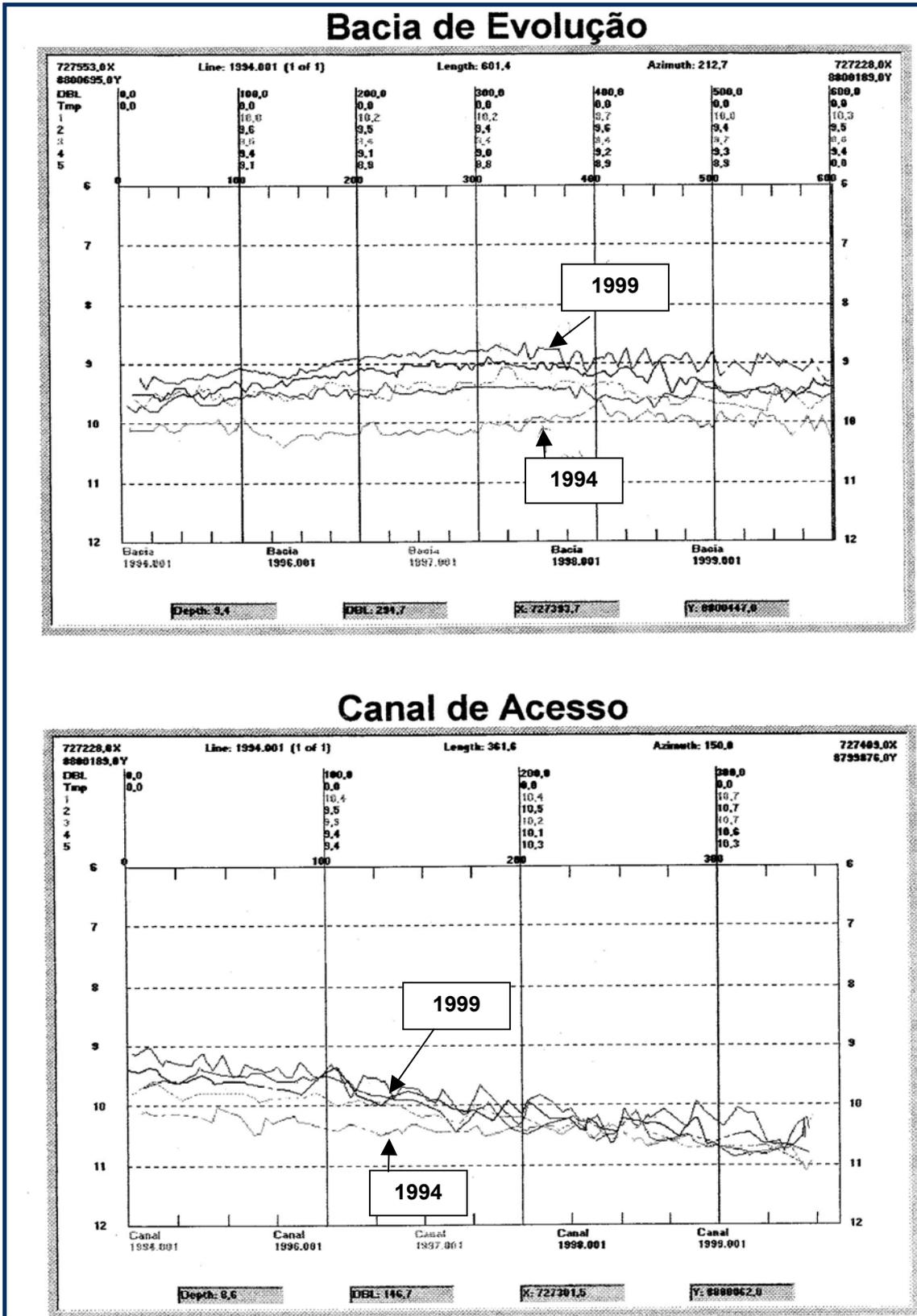


FIGURA 6.1.5-8: EVOLUÇÃO DAS PROFUNDIDADES NO CANAL DE ACESSO E BACIA DE EVOLUÇÃO ENTRE 1994 E 1999 (DADOS FORNECIDOS PELA CVRD, 2006).

Os dados relativos aos levantamentos de 2002 e 2006, ilustrados na **Figura 6.1.5-9**, mostram uma taxa de assoreamento na bacia de evolução maior, da ordem de ~50cm/ano, superior à observada nos anos anteriores, explicado em parte pela maior profundidade dragada, em torno de 11m, o que aumenta a diferença entre a profundidade 'natural' e a profundidade dragada.

Assim, o assoreamento em recintos portuários reflete a tendência natural da dinâmica costeira em restabelecer as profundidades naturais e, quanto maior a diferença entre a profundidade 'natural' e a profundidade dragada, maiores serão as taxas de assoreamento e maior a frequência de dragagem para manter as profundidades operacionais para atender às demandas portuárias.

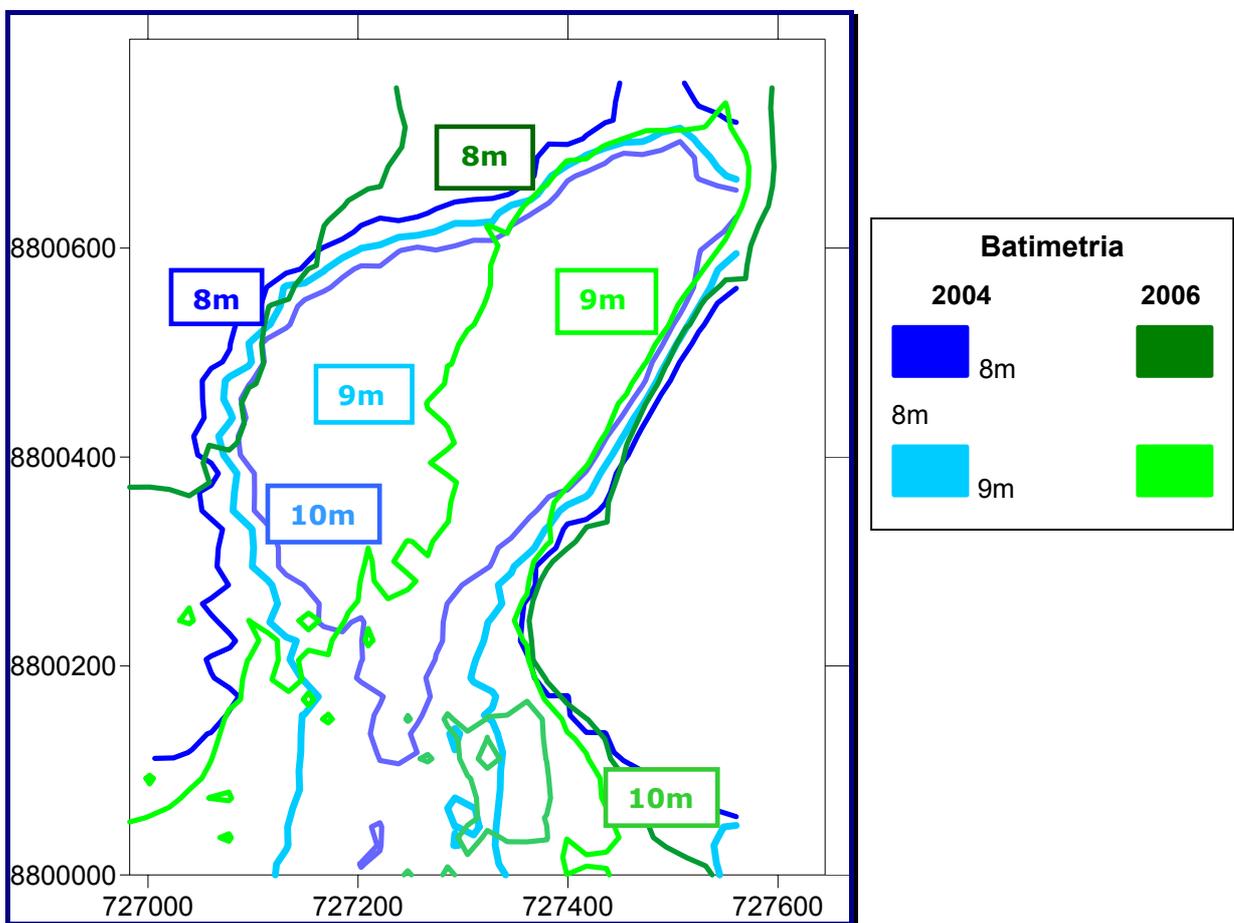


FIGURA 6.1.5-9: COMPARAÇÃO DAS LINHAS BATIMÉTRICAS DE 8, 9 E 10 M, LEVANTAMENTOS REALIZADOS EM 2004 E 2006.

6.1.6 **Qualidade da Água**

O diagnóstico da qualidade da água na Área de Influência do **TMIB** contempla a análise de dados pretéritos existentes na literatura e a análise de dados primários coletados em 7 estações de coleta, sendo 5 estações na Área Diretamente Afetada (**ADA**) pelas atividades de dragagem e 2 estações controle.

6.1.6.1 **Dados Secundários para a área do TMIB**

Entre os anos de 1988 e 2003, a UFS – Universidade Federal de Sergipe, através de seu Núcleo de Estuários e Manguezais, promoveu diversos programas de monitoramento oceanográfico no entorno do emissário submarino do Salmouroduto da UOTV (SANTOS, 1988a, 1988b, 1988c, 1989a, 1989b; ALVES, 1992 e 1997; ARAÚJO, 2001, 2002a, 2002b e 2003 e GUIMARÃES, 2004).

No presente diagnóstico, consideraremos os estudos de AMBIENTEC (2002 e 2005) e GUIMARÃES (2004) como mais significativos, por serem estudos mais recentes e, assim, poder melhor caracterizar as condições ambientais atuais. Porém, um fator importante que dificulta a comparação dos resultados encontrados, ao longo dos anos, é a ausência de coordenadas exatas das estações de coleta. Nos trabalhos citados aqui, apenas a localização esquemática dos pontos de coleta é apresentada, o que nos permitiu utilizá-los já que foi possível constatar a proximidade da Área de Influência do presente diagnóstico.

Concomitantemente ao trabalho de ARAÚJO (2001), a CVRD realizou um estudo ambiental referente à qualidade da água do mar e caracterização geoquímica e química dos sedimentos do Terminal Marítimo Inácio Barbosa (AMBIENTEC, 2002). Este monitoramento visou o conhecimento das condições ambientais das águas oceânicas e sedimentos superficiais dos locais a serem dragados e do local onde o material dragado foi despejado antes da operação de dragagem e, em consequência, da intensificação da operação diária de carga e descarga do porto. Para tal, foram coletadas amostras de águas em 3 pontos da área do cais de atracação e bacia de evolução e de sedimentos em 5 estações, 3 coincidentes com as de água e 2 adicionais, na área de disposição. Assim, as variações de resultados apresentadas podem ser devidas a diferenças na metodologia de coleta, ao reduzido número de pontos de coleta, à localização das estações e/ou ao período de coleta.

As coletas de realizadas por GUIMARÃES (2004) foram feitas uma única vez em 5 estações distintas, nas camadas de superfície, meio e fundo.

Com relação às características físico-químicas ligadas à produtividade das águas, pode-se observar que o pH não variou muito ao longo dos anos. Em 1992, este parâmetro se encontrava entre 8,1 a 8,3, enquanto que em 1997 e 2001, variou de 7,9 a 8,4 e de 8,0 a 8,1, respectivamente (ALVES, 1992 em AMBIENTEC, 2005). (**Figura 6.1.6-1**).

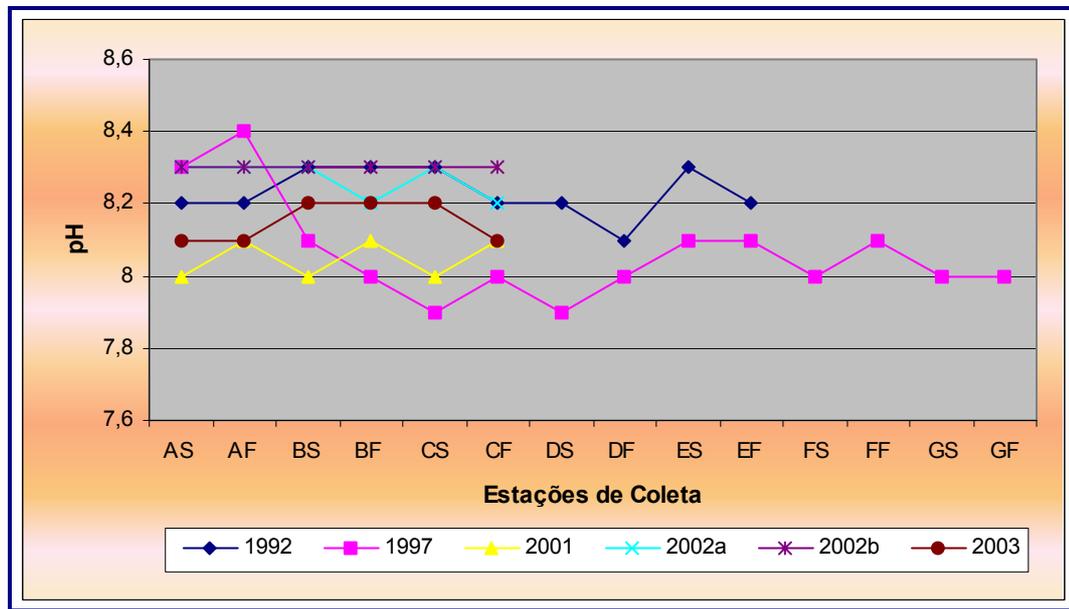


FIGURA 6.1.6-1: VARIAÇÃO DE PH EM ESTAÇÕES DE COLETA NAS PROXIMIDADES DO TMIB AO LONGO DOS ANOS (1992 A 2003) (FONTE: ALVES, 1992; 1997; ARAÚJO, 2001; 2002A; 2002B; 2003 EM AMBIENTEC, 2005).

No monitoramento realizado em 2002, enquanto que os resultados de ARAÚJO (2002a e 2002b) mostraram um ligeiro aumento nos valores de pH, que variaram entre 8,2 a 8,3, e um declínio destes valores em julho de 2003 (8,1 a 8,2), o relatório de GUIMARÃES (2004) apresentou valor de pH de 8,2 para as águas no entorno do Terminal em 2002. Esta variação se deve, provavelmente, à diferença nos períodos de coleta de 2002 para os dois referidos relatórios, e à avaliação da coleta pontual do relatório de GUIMARÃES (2004).

O relatório da AMBIENTEC (2002) mostrou que os valores de pH para as campanhas de 1999 a 2000, variaram 0,5 unidade durante este período (8,1 a 8,6).

A temperatura da água influencia diretamente a solubilidade de gases e sólidos, uma vez que quanto menor a temperatura da água, menor o poder de solubilização. Isto fica evidente nos resultados encontrados em 1992 (ALVES, 1992 em AMBIENTEC, 2005), onde, em termos gerais, quanto maior a temperatura menor a salinidade (**Figura 6.1.6-2**). Assim, no ano de 1992, a salinidade média foi de 31,79 e a temperatura média de 29,63 °C (ALVES, 1992 em AMBIENTEC, 2005).

Os valores médios de temperatura e salinidade encontrados nos trabalhos de ALVES (1992 e 1997 em AMBIENTEC, 2005), ARAÚJO (2001, 2002a, 2002b e 2003 em AMBIENTEC, 2005); GUIMARÃES (2004) e AMBIENTEC (2002) variaram de 26 a 29,5°C e entre 27,4 e 37,3, respectivamente.

O pH apresentou bastante homogeneidade ao longo do tempo, variando entre 8 e 8,3; enquanto o teor de oxigênio dissolvido variou de 6,58 a 8,46 mg/L (ALVES, 1992 e 1997; ARAÚJO, 2001, 2002a, 2002b e 2003; GUIMARÃES (2004) e AMBIENTEC, 2002).

As concentrações de micronutrientes inorgânicos, por sua vez, atingiram valores máximos para a série nitrogenada com o nitrato respondendo por até 97% do total das espécies nitrogenadas (GUIMARÃES, 2004), enquanto que o estudo de ARAÚJO (2002b) apresentou percentuais de até 80%. Os resultados analíticos de Nitrato (49,52 a 78,91 µg/L) e Amônia (4,77 a 14,3 µg/L), mostrados em GUIMARÃES (2004), foram maiores do que os de ARAÚJO (2002b) que teve variação de 21,82 a 36,25 µg/L, para Nitrato e 4,77 a 7,61 µg/L, para Amônia. No entanto, as concentrações de Nitrito encontradas em GUIMARÃES (2004) foram menores que o limite de detecção (< 0,14 µg/L), enquanto que os resultados de ALVES (2002b) variaram de 1,48 a 2,40 µg/L.

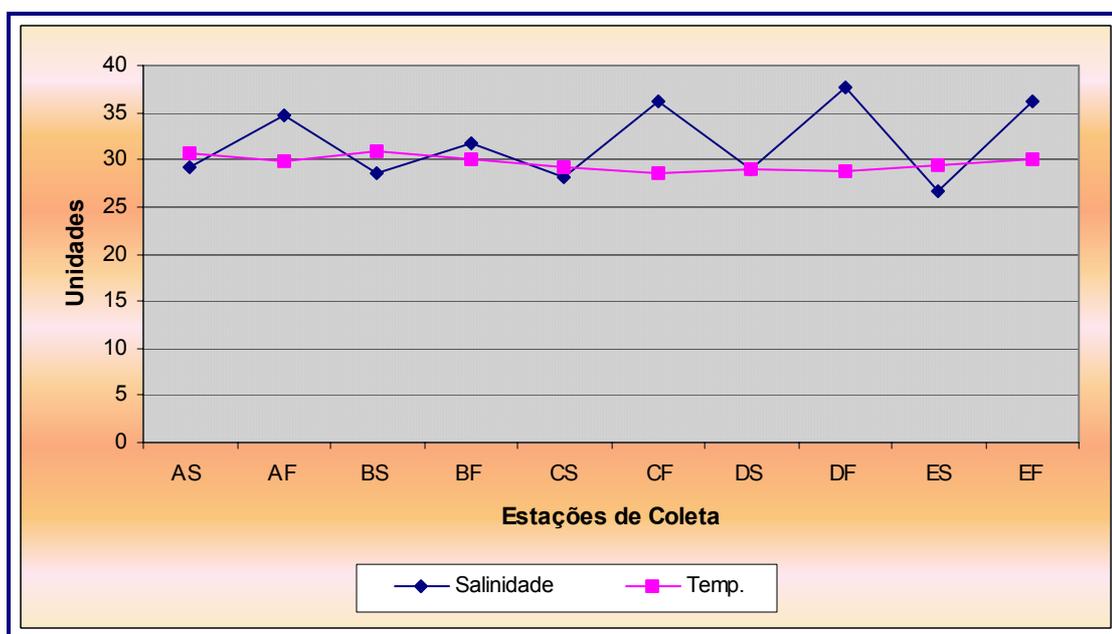


FIGURA 6.1.6-2: VARIAÇÃO DA TEMPERATURA E SALINIDADE EM ESTAÇÕES DE COLETA NAS PROXIMIDADES DO TMIB NO ANO DE 1992 (FONTE: ALVES, 1992 EM AMBIENTEC, 2005).

Porém, ao longo dos anos de monitoramento, este padrão é menos nitidamente observado, provavelmente, devido à não uniformidade de metodologia de coleta. Em 1997, a salinidade varia de 24,3 a 33,6 dentro de uma pequena faixa de variação de temperatura (27 a 28,5°C) sofrendo uma diminuição geral na média destes valores com relação a 1992: salinidade de 30,64 a uma temperatura de média de 27,29°C (ALVES, 1997 em AMBIENTEC, 2005) (Figura 6.1.6-3).

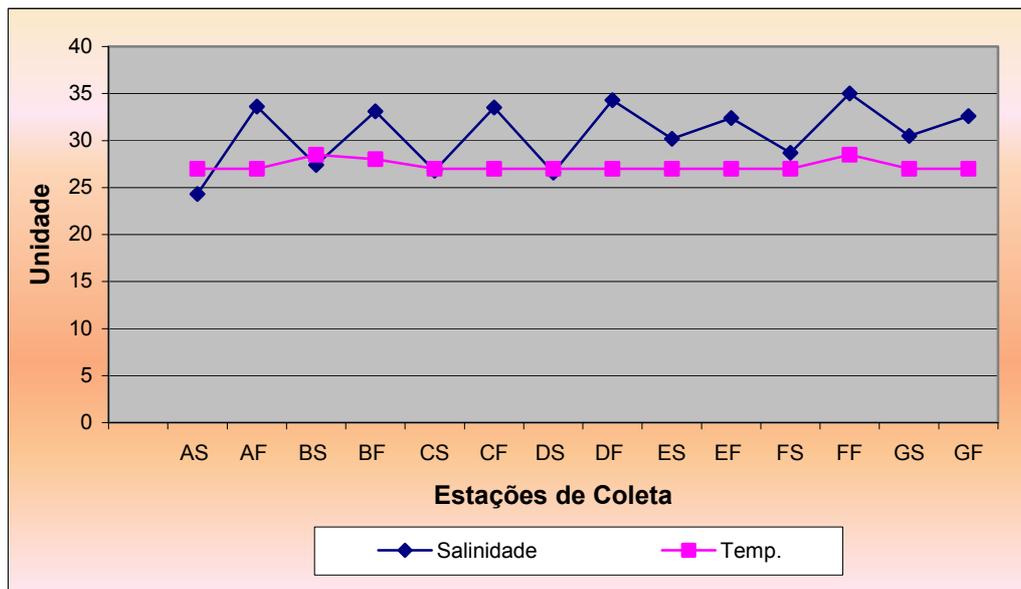


FIGURA 6.1.6-3: VARIAÇÃO DA TEMPERATURA E SALINIDADE EM 1997 EM ESTAÇÕES DE COLETA NAS PROXIMIDADES DO TMIB (ALVES, 1997 EM AMBIENTEC, 2005).

Nos monitoramentos de 2001, 2002 e 2003 (ARAÚJO, 2001, 2002a; 2002b e 2003b), a média das salinidades ficou em 35,5, em 2001; 36,1, em 2002 e 33,1 e das temperaturas estava em 26,7, em 2001; 26,6 e 28,3 em 2003, mostrando, em termos anuais, uma tendência de aumento na temperatura média com decréscimo na salinidade.

A campanha realizada por GUIMARÃES (2004), em 2002, mostrou valores de salinidade média da ordem de 36,4 com uma temperatura média de 25,3°C. Como já foram explicadas anteriormente, estas diferenças são, muito provavelmente, devido à diferença nos períodos de coleta de 2002 para os dois relatórios (ARAÚJO, 2002a e 2002b em AMBIENTEC, 2005 e GUIMARÃES, 2004), e à avaliação de uma única coleta apresentada no relatório da GUIMARÃES (2004).

Com relação ao monitoramento de compostos nitrogenados, isto é, Amônia (NH₄), Nitrito (NO₂) e Nitrato (NO₃), observa-se, em termos gerais, a tendência clara de aumento de Nitrato (de 8,25µg/L, em 1992 a 69,02µg/L, em 1997), enquanto que nitrito e amônia variaram pouco ao longo dos anos monitorados. Em 1992, a concentração média de Nitrito era de 1,15 µg/L e, em 2003, era de 2,15 µg/L. A concentração de Amônia variou de 9,23µg/L (1992) a 10,65µg/l (em 2003). **(Figura 6.1.6-4)**

Diferentemente dos monitoramentos realizados entre 1992 e 2003, os valores de Amônia e de Nitrato apresentaram uma diminuição entre os anos de 1999 a 2000, enquanto que os valores de Nitrito variaram muito pouco, apresentando uma tendência à estabilidade ao longo dos anos.

Tanto a Amônia, quanto o Nitrato e o Nitrito são elementos nutrientes, porém, apenas o Nitrato não é potencialmente tóxico para organismos marinhos. Assim, esta tendência de aumento nas concentrações de Nitrato, mostrado na **Figura 6.1.6-4**, não é particularmente prejudicial. Dependendo do pH e da temperatura, a Amônia e o Nitrito podem ser tóxicos a partir de determinadas concentrações.

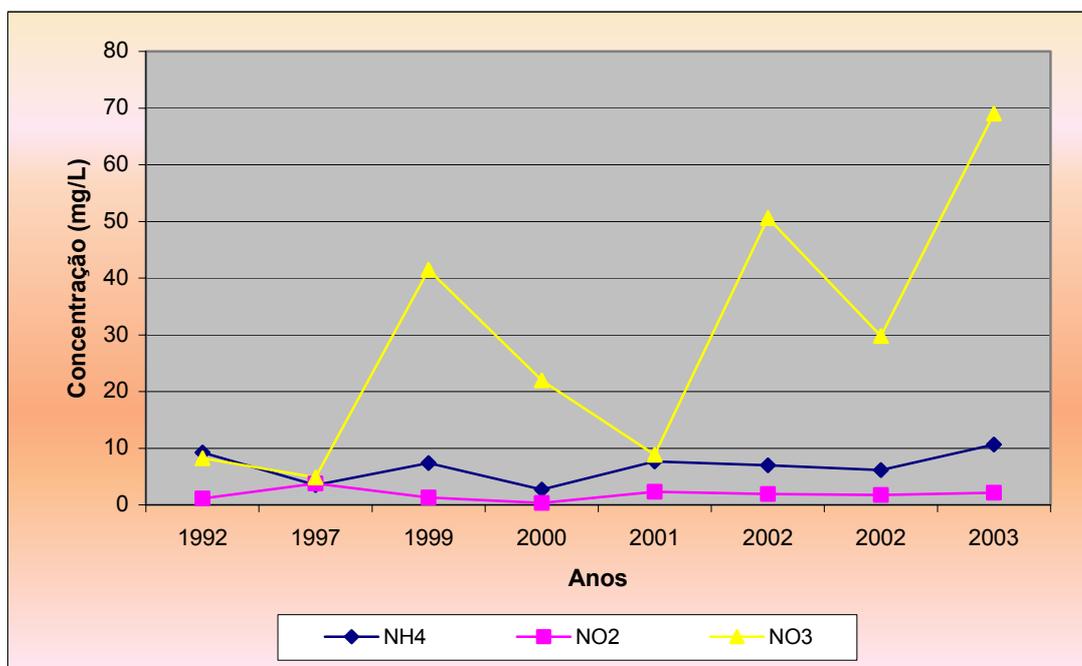


FIGURA 6.1.6-4: VARIAÇÃO TEMPORAL DA CONCENTRAÇÃO MÉDIA DE AMÔNIA, NITRITO E NITRATO AO LONGO DOS ANOS MONITORADOS (ALVES, 1992 E 1997 EM AMBIENTEC, 2005; ARAÚJO, 2001, 2002A; 2002B E 2003B EM AMBIENTEC, 2005).

O Fósforo também é um elemento nutriente necessário ao crescimento de organismos marinhos. Apesar de ser de grande importância, este nutriente só foi medido na campanha de 2002 (GUIMARÃES, 2004) e variou de < 0,62 a 12,19 µg/L. Da mesma forma, a Clorofila-a só foi analisada por GUIMARÃES (2004). A Clorofila-a é muito utilizada como indicador para determinação da produtividade primária (biomassa fitoplanctônica) de ecossistemas aquáticos, uma vez que está presente em todos os organismos que realizam a fotossíntese oxigênica, menos nas bactérias fotossintetizantes.

Outro parâmetro necessário ao crescimento e sobrevivência de quase todos os organismos aquáticos é o teor de Oxigênio Dissolvido (OD) na água. O nível de Oxigênio Dissolvido na água varia em função da temperatura e pressão atmosférica. O teor de Oxigênio Dissolvido é, no máximo, 9,08 mg/L, ao nível do mar e à temperatura de 20°C, ao passo que essa concentração se eleva para 10,07 mg/L, caso a temperatura desça para 15°C.

De modo geral, esta inter-relação entre OD e temperatura é verificada nos valores médios encontrados entre os anos de 1992 e 2003 (**Figura 6.1.6-5**). Os valores médios variaram de 7,56 mg/L, em 1992 com uma temperatura média de 29,63 e diminuiu para 7,42mg/L quando a temperatura chegou a 28,25°C, em 2003.

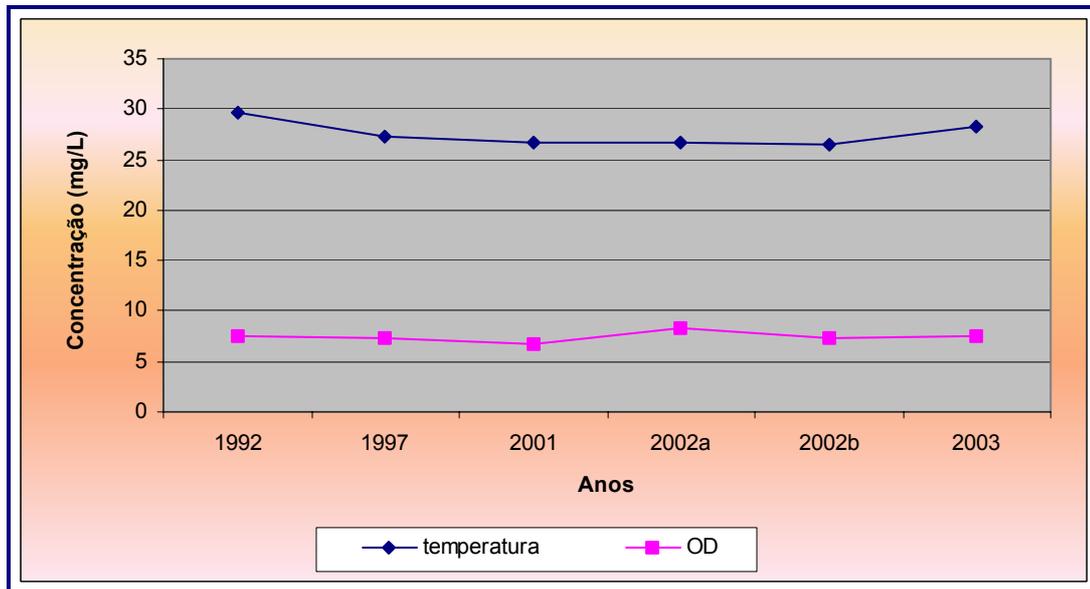


FIGURA 6.1.6-5: CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO E TEMPERATURA DA ÁGUA AO LONGO DOS ANOS MONITORADOS (FONTE: AMBIENTEC, 2005).

A medida da transparência serve como indicador indireto do grau de turbidez da água (quantidade de partículas orgânicas ou inorgânicas em suspensão). De uma maneira geral, a transparência da água diminuiu durante o período de monitoramento (1992-2003). Os valores encontrados em 1992 variaram de 3,5 a 5,8, enquanto que a transparência da água em 2003, não passou de 2,0 metros de profundidade. Este aumento da turbidez da água em consequência da diminuição da transparência não necessariamente reflete alguma interferência das atividades do **Terminal Marítimo Inácio Barbosa**, que iniciou suas operações em 1992. Dependendo da intensidade das correntes litorâneas e de retorno, esta área de influência pode ser maior associada à intensa remobilização de sedimentos nessa região.

Nas proximidades do **Terminal Marítimo Inácio Barbosa**, em direção ao Norte, existe um salmouroduto, por onde o principal rejeito do processo de beneficiamento de minério, o Cloreto de Sódio (NaCl), é jogado ao mar como forma a evitar danos ao meio ambiente. Como o cloreto de sódio é um sal, a principal influência do seu despejo no mar é a alteração da salinidade. Porém, cabe ressaltar que não existe padrão de referência estabelecidos em legislação para despejo de efluentes salinos no mar (ASA, 2005).

Os demais parâmetros amostrados, como pH, temperatura, OD, Amônia, Nitrito, Nitrato, Fosfato, Sílica e Clorofila, apresentaram-se dentro dos valores típicos da região, sugerindo reduzida influência do salmouroduto atual nos parâmetros físico-químicos da região (ASA, 2005).

6.1.6.2 Dados Primários

No período de 4 a 10 de outubro de 2006 foram realizadas coletas de amostras de água, para complementação do diagnóstico da qualidade da água apresentado neste Estudo de Impacto Ambiental. A representação gráfica da localização das estações de coleta, juntamente com suas respectivas coordenadas geográficas, está apresentada no **Mapa 6.1-1**. O **Quadro 6.1.6-1** informa as profundidades em que as amostras de água foram coletadas em cada estação. Ressalta-se que as coletas de amostras de água foram realizadas todas na maré enchente.

QUADRO 6.1.6-1: PROFUNDIDADES DAS ESTAÇÕES DE COLETA NAS ÁREAS DE AMOSTRAGEM

ÁREA DE AMOSTRAGEM	ESTAÇÕES DE COLETA	AMOSTRA DE ÁGUA
		PROFUNDIDADE
Cais de Atracação	ACO-01	Superfície/Fundo
Bacia de Evolução	BEV-01	Superfície/Fundo
Canal de Acesso	CAC-05	Superfície/Fundo
	CAC-04	Superfície/Fundo
Área de Disposição	ADP-02	Superfície/Fundo
Controle N	CN-01	Superfície/Fundo
Controle S	CS-01	Superfície/Fundo

As amostras de água foram coletadas pela empresa *Husky Duck Equipamentos e Serviços Ltda.* O procedimento de coleta realizado pela empresa consta do **Anexo 6.1-1**. As análises físico-químicas das amostras de água foram realizadas pela *Tasqa Serviços Analíticos Ltda.* e o procedimento de preservação de amostras e os laudos técnicos com os resultados analíticos das análises de água estão apresentados nos **Anexos 6.1-3** e **6.1-5**, respectivamente.

No **Quadro 6.1.6-2** estão apresentados os valores encontrados para os principais parâmetros físico-químicos da água do mar no entorno do **Terminal Marítimo Inácio Barbosa**.

QUADRO 6.1.6-2: RESULTADOS DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA DO MAR NO ENTORNO DO TERMINAL MARÍTIMO INÁCIO BARBOSA (S=SUPERFÍCIE; F=FUNDO)

PARÂMETROS	UNID.	CONTROLES				CAIS DE ATRACAÇÃO		BACIA DE EVOLUÇÃO		CANAL DE ACESSO				ÁREA DE DISPOSIÇÃO	
		CN1-S	CN1-F	CS1-S	CS1-F	ACO1-S	ACO1-F	BEV1-S	BEV1-F	CAC4-S	CAC4-F	CAC5-S	CAC5-F	ADP2-S	ADP2-F
Fósforo Total	mg/L	0,13	0,07	< 0,01	<0,01	0,01	<0,01	< 0,02	<0,02	<0,01	0,36	< 0,03	<0,03	0,03	0,04
Nitrato	mg/L	0,5	0,4	0,8	1,9	0,4	0,6	<0,1	< 0,1	0,9	0,5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nitrito	mg/L	0,006	0,01	0,004	0,006	0,002	0,005	0,008	0,006	0,01	0,01	0,003	0,009	0,004	0,009
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,15	0,18	0,11	0,12	0,13	0,11	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,2	0,16	< 0,1
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	1,06	0,71	0,52	0,94	0,7	1,11	2,44	0,23*	0,77	1,07	0,66	0,78	1,06	1,17
Materiais Flutuantes	mg/L	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	41.789	42.854	44.238	5.851	12.761	42.458	43.441	49.567	49.773	49.661	41.966	3.885	49.642	43.257
Potássio	mg/L	519	546	478	447	496	479	516	515	514	534	515	523	509	536
Oxigênio Dissolvido	mg/L	6,4	6,4	6,4	6,4	6,2	6,0	6,1	6,3	6,4	6,3	5,9	5,9	6,0	6,0
Sulfetos	mg/L	< 0,001	<0,001	< 0,001	0,01	<0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
pH	—	8,23	8,21	8,27	8,28	8,26	8,23	8,26	8,26	8,26	8,38	8,3	8,3	8,28	8,28
Salinidade	—	34,6	35,5	35,9	36,7	34,9	34,9	35,7	36,3	35,2	36,8	35,7	36,5	35,2	35,2
Temperatura <i>in loco</i>	°C	30,1	33	27,3	26,1	27,7	27,6	27,5	27,4	26,9	26,6	26,7	26,7	27,2	27,2
Turbidez	NTU	5,92	28,5	5,36	23,6	7,09	4,1	4,07	26,6	2,26	14	3,9	21,7	1,4	13,6

*valor resultante de coleta e reanálise, impossibilitando comparação com os demais resultados.

As concentrações de Fósforo variaram de < 0,01 a 0,36 nas estações do entorno do Terminal. A estação controle Sul (C_S) teve concentrações < 0,01 mg/L, para superfície e fundo. Porém, a estação controle Norte (C_N) apresentou concentrações de 0,13 mg/L para águas superficiais e 0,07 mg/L, para águas de fundo. Estas concentrações são menores que as encontradas nos monitoramentos de anos anteriores.

As concentrações de Nitrato, Nitrito, Nitrogênio Amoniacal e Nitrogênio Kjeldahl (Nitrogênio Amoniacal + Nitrogênio Orgânico) encontradas nas amostras coletadas na área de influência do Terminal Marítimo Inácio Barbosa variam de < 0,1 mg/L a 0,9 mg/L nas estações de coleta, para Nitrato; 0,002 a 0,01 mg/L, para Nitrito; < 0,1 a 0,18 mg/L, para Nitrogênio Amoniacal e de 0,52 a 2,44 mg/L, para Nitrogênio Kjeldahl (com exceção da estação BEV-1 F).

O parâmetro Nitrogênio Kjeldahl não foi analisado nas amostras coletadas em anos anteriores porém, as concentrações de NO₂, NO₃ e NH₄ se encontram abaixo das médias obtidas para o período monitorado de 1992 a 2003.

Os teores de Oxigênio Dissolvido, gás indispensável à sobrevivência de organismos marinhos, encontrados ficaram entorno de 6 mg/L. Este valor está 2 mg/L abaixo dos valores médios encontrados para águas mundiais marinhas superficiais. Porém, são valores que não comprometem a integridade das comunidades aquáticas locais (SEED, 2006).

A maioria dos organismos aquáticos podem tolerar concentrações de oxigênio dissolvido tão baixas quanto 2 mg/L por longos períodos. Porém, baixas concentrações de oxigênio dissolvido causam distúrbio e estresse nas comunidades bióticas.

Ao contrário dos teores de oxigênio dissolvido, os valores de pH (8,21 a 8,38), salinidade (34,6 a 36,8) e temperatura (26,1 a 33 °C) estão dentro das médias observadas para águas superficiais costeiras. Assim, pode-se inferir que as atividades do terminal não afetam estas características.

A água do mar superficial está geralmente saturada com gases atmosféricos, como Oxigênio e Nitrogênio. A quantidade de gás que pode se dissolver na água do mar é determinada pela temperatura e salinidade da água e, em menor escala, pelo pH. Aumentando-se a temperatura ou a salinidade reduz-se a quantidade de gás que pode ser dissolvido.

A **Figura 6.1.6-6** mostra a pequena variação nos resultados de parâmetros como pH, salinidade, temperatura e Oxigênio Dissolvido nas amostras de água coletadas em superfície e fundo ao longo das estações na área de dragagem e disposição. Além disso, apresenta a relação de linearidade entre pH, Oxigênio Dissolvido, temperatura e salinidade, confirmando que as operações do terminal não afetam estas características.

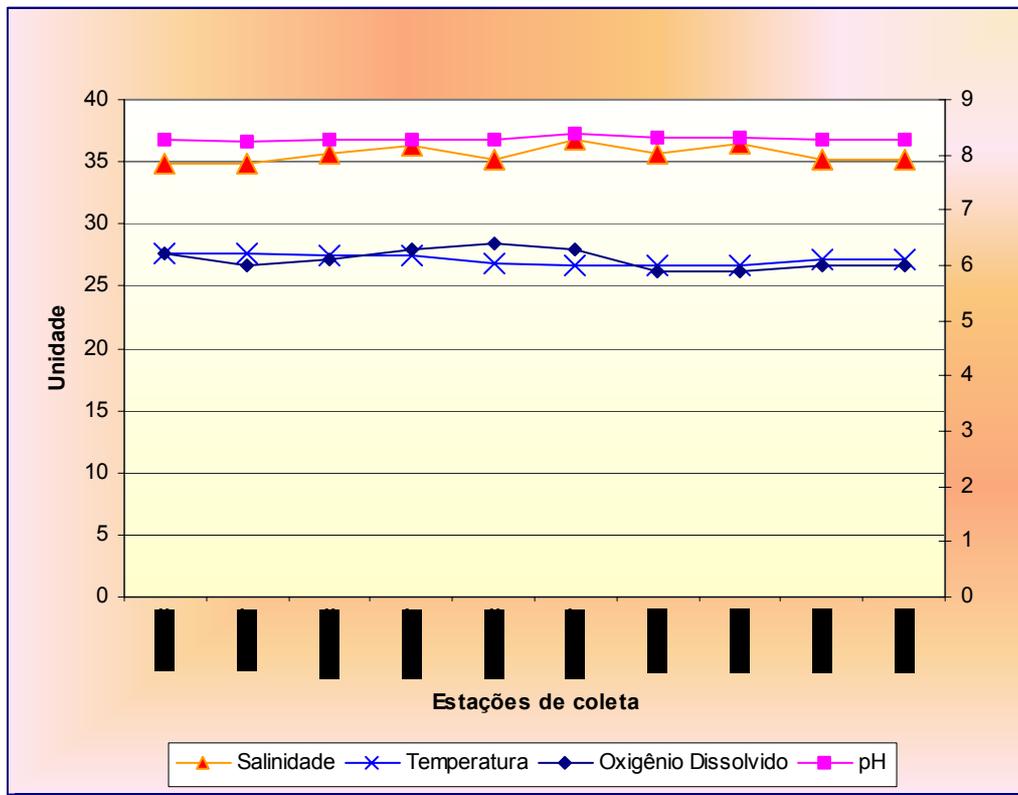


FIGURA 6.1.6-6: VALORES DE PH, OXIGÊNIO DISSOLVIDO, TEMPERATURA E SALINIDADE EM SUPERFÍCIE E FUNDO NAS AMOSTRAS DE ÁGUA COLETADAS PARA AS ESTAÇÕES NA ÁREA DE DRAGAGEM E DISPOSIÇÃO E SUAS INTER-RELAÇÕES LINEARES.

Normalmente, a turbidez de águas costeiras é maior do que a de águas oceânicas devido à maior hidrodinâmica característica destas regiões. Assim, a turbidez encontrada nas águas do entorno do terminal variou de 1,4 a 26,6 NTU, enquanto que a turbidez das áreas controle (estações Controle Norte e Sul) variou de 5,36 a 28,5 NTU. A turbidez é um parâmetro relevante, pois um alto nível de partículas suspensas é capaz de difundir a luz solar e absorver o calor, o que aumenta a temperatura e reduz a luz disponível para as algas e Fitoplâncton.

De modo geral, pode-se verificar que a turbidez nas amostras de águas superficiais é menor do que a das amostras de fundo (**Figura 6.1.6-7**), evidenciando o transporte de fundo do material em suspensão, uma vez que, a turbidez é dependente do teor de material dissolvido e/ou em suspensão (particulado) da água. Apesar disso, não houve correlação dos valores de turbidez com os teores de sólidos totais dissolvidos, que variaram de 3.885 a 49.773 mg/L.

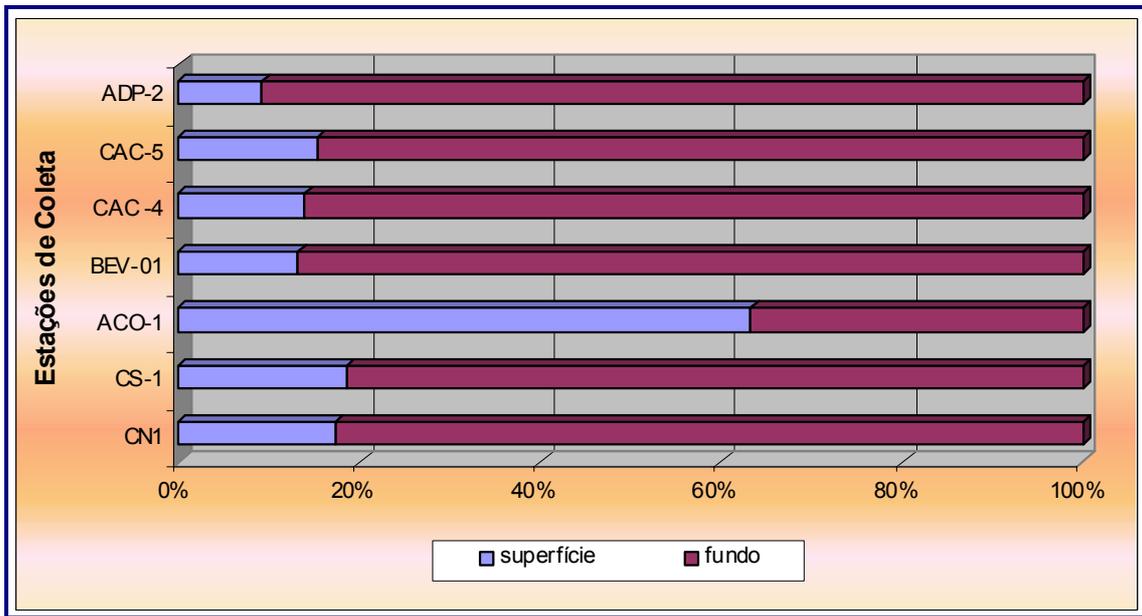


FIGURA 6.1.6-7: RELAÇÃO SUPERFÍCIE/FUNDO PARA TURBIDEZ NAS ESTAÇÕES DE COLETA

A concentração de Sulfeto, composto resultante da transferência de Enxofre, utilizado na respiração de bactérias anaeróbias estritas (bactérias sulforedutoras), foi encontrado em concentrações $< 0,001$, em todos os pontos de coleta, com exceção da estação CS-fundo, cujo valor encontrado foi de $0,01$ mg/L.

O Potássio é uma substância necessária à regulação interna de alguns seres vivos, e foi encontrado em concentrações que variaram de 447 a 546 mg/L.

Não foram observados materiais flutuantes nas amostras coletadas.

Baseado na inter-relação de concentração de poluentes na água e no sedimento, os parâmetros analisados para caracterização da qualidade de água foram os mesmos listados na Resolução CONAMA 344, de 25 de março de 2004, e analisados para avaliar a qualidade dos sedimentos.

O **Quadro 6.1.6-3** apresenta as substâncias listadas na Tabela III da Resolução CONAMA 344, e suas respectivas concentrações analisadas nas amostras de água coletadas.

QUADRO 6.1.6-3: SUBSTÂNCIAS LISTADAS NA TABELA III DA RESOLUÇÃO CONAMA 344 E SUAS RESPECTIVAS CONCENTRAÇÕES ANALISADAS NAS AMOSTRAS DE ÁGUA (S= SUPERFÍCIE; F=FUNDO).

Parâmetros	Unid.	Controles				Cais de Atracação		Bacia de Evolução		Área de Disposição		Canal de Acesso			
		CN1-S	CN1-F	CS-1 S	CS-1 F	ACO-1 S	ACO-1 F	BEV-01 S	BEV-01 F	ADP-2 S	ADP-2 F	CAC-4 S	CAC-4 F	CAC-5 S	CAC-5 F
Arsênio Total	mg/L	< 0,04	< 0,04	<0,04	<0,04	<0,04	< 0,05	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Cádmio Total	mg/L	< 0,003	< 0,003	<0,003	<0,003	<0,003	< 0,004	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Chumbo Total	mg/L	<0,03	<0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	<0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Cobre dissolvido	mg/L	< 0,003*	< 0,003*	< 0,003*	< 0,003*	< 0,003*	< 0,003*	< 0,003*	< 0,003*	< 0,003*	< 0,003*	< 0,003*	< 0,003*	< 0,003*	< 0,003*
Cobre Total	mg/L	< 0,003*	< 0,003*	< 0,003*	< 0,003*	< 0,003*	< 0,003*	< 0,003*	< 0,003*	< 0,003*	< 0,003*	< 0,003*	< 0,003*	< 0,003*	< 0,003*
Cromo Total	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,003	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Mercúrio Total	mg/L	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0006	< 0,0006	<0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006
Níquel Total	mg/L	0,03	0,02	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02
Zinco Total	mg/L	0,06*	0,07*	0,06*	0,04*	0,09	0,04	< 0,007	0,01	0,11	0,08	0,01	0,13	0,06	0,09
a BHC	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
b BHC	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
d BHC	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
g BHC	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
a Clordano	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
g Clordano	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
DDD	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
DDE	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
DDT	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Dieldrin	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Endrin	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
PCB's	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
2-Metilnaftaleno	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Acenafteno	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Acenaftileno	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Antraceno	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Benzo(a)antraceno	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Benzo(a)pireno	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Criseno	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Fenantreno	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Fluoranteno	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Fluoreno	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Naftaleno	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Pireno	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Soma de PAH's	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5

*valor resultante de coleta e reanálise, impossibilitando comparação com os demais resultados.

Observando o **Quadro 6.1.6-3**, pode-se notar que apenas Níquel e Zinco Total apresentaram valores quantificáveis em todas as estações de coleta (com exceção do Zinco na estação BEV-01 superfície), sendo que os demais metais analisados apresentaram, em sua maioria, teores abaixo dos limites de quantificação.

Assim como para Nitrogênio Kjeldahl, amostras de água de algumas estações foram recoletadas para análise de Zinco, Cobre Dissolvido e Cobre Total. Uma vez que as amostras foram coletadas em dias diferentes e sob condições oceanográficas distintas, não se pode comparar esses resultados com o das demais estações, coletados todos durante a primeira campanha. Tanto as concentrações de cobre dissolvido quanto às de cobre total ficaram abaixo do limite de quantificação ($< 0,003$ mg/L) enquanto que as concentrações de zinco encontradas estiveram entre 0,04 e 0,07 mg/L. Os laudos analíticos das amostras recoletadas e reanalisadas estão no **Anexo 6.1-5**.

Com relação às concentrações de compostos orgânicos voláteis (VOCs), todas as substâncias analisadas apresentaram valores abaixo do limite de quantificação em todas as amostras analisadas para todas as estações de coleta, indicando que não há contaminação por estes compostos na área do empreendimento.

Da mesma forma, o somatório dos compostos policíclicos aromáticos (soma PAHs) também não estava presente em concentrações quantificáveis (ver **Quadro 6.1.6-3**).

Este comportamento é parcialmente explicado por características químicas, que atribuem caráter hidrofóbico aos PAHs e VOCs. Assim, estes compostos têm a tendência de serem preferencialmente encontrados em compartimentos ambientais como biota e sedimentos.

Avaliando-se os parâmetros físico-químicos e as concentrações dos compostos metálicos e orgânicos analisados na água do entorno das instalações do **TMIB** com as das estações controle, percebe-se que, de modo geral, não há diferenças entre essas áreas. Assim, esses resultados podem indicar que as atividades portuárias não interferem na qualidade das águas costeiras adjacentes.