

ÍNDICE

V.1.4 -	Geomorfologia	1/17
V.1.4.1 -	Praia da Macumba - RJ	1/17
V.1.4.1.1 -	Análise Morfodinâmica	3/17
V.1.4.1.2 -	Considerações para Instalação do Cabo Submarino BRUSA na Praia da Macumba - RJ	7/17
V.1.4.2 -	Praia do Futuro (Fortaleza - CE).....	8/17
V.1.4.2.1 -	Análise Morfodinâmica	9/17
V.1.4.2.2 -	Características Sedimentológicas.....	11/17
V.1.4.2.3 -	Transporte Costeiro.....	12/17
V.1.4.2.4 -	Processos Erosivos / Depositionais	14/17
V.1.4.2.5 -	Considerações para Instalação do Cabo Submarino BRUSA na Praia do Futuro	16/17

Legendas

Figura V.1.4-1 - Perfis de Praia na Praia da Macumba, mostrando sequência de dados com poucas alterações morfológicas no perfil praial.	3/17
Figura V.1.4-2 - Perfis de Praia na Praia da macumba, mostrando sequência de dados com poucas alterações morfológicas no perfil praial.	4/17
Quadro V.1.4-1 - Regime de ondas no inverno.	5/17
Quadro V.1.4-2 - Regime de ondas no verão.	5/17
Figura V.1.4-3 - Distribuição das alturas e frequência das ondas ao largo da Cidade do Rio de Janeiro.	6/17
Figura V.1.4-4 - Praia da Macumba com o canal da Sernambetiba vazando esgoto.	7/17
Figura V.1.4-5 - Variações no perfil ativo da praia. Comparando a foto da esquerda, de 2007, com a foto da direita, de 2009, é possível observar o quanto o estoque emerso foi comprometido em função de tempestades.	8/17
Figura V.1.4-6 - Fotografia da Praia do Futuro onde se nota bancos arenosos na zona de espriamento, na porção da praia onde será instalado o Cabo Submarino BRUSA.	9/17
Figura V.1.4-7 - Distribuição das classes granulométricas na porção da Praia do Futuro onde será instalado o Cabo Submarino BRUSA.	12/17
Figura V.1.4-8 - Perfis sazonais e variação do pacote de perfis nas proximidades do ponto mais ao norte da Praia do Futuro.	13/17
Figura V.1.4-9 - Resultados da aplicação da ferramenta DSAS para a região costeira entre a desembocadura do rio Cocó até a Praia do Futuro.	15/17
Figura V.1.4-10 - Taxas de variação da linha de costa para o trecho entre a desembocadura do rio Cocó até a praia do Futuro (valores negativos indicam erosão).	16/17

V.1.4 - Geomorfologia

V.1.4.1 - Praia da Macumba - RJ

No Estado do Rio de Janeiro, as planícies costeiras encontram-se descontinuamente distribuídas no litoral, separadas por maciços, colinas e tabuleiros, com uma área aproximadamente de 1.400 km² (CPRM, 2001) (**Mapa Geomorfológico - Rio de Janeiro - 3178-00-EA-MP-2003**, no caderno de mapas).

Durante o Quaternário variações principalmente eustáticas representaram o principal condicionante para a evolução fisiográfica de planícies costeiras, e a Planície Costeira de Jacarepaguá é um bom exemplo destes processos no litoral do estado do Rio de Janeiro. Os estudos no litoral fluminense sobre as barreiras arenosas tiveram um grande impulso na década de 1940, que na época foram chamadas de restingas, em função de considerações sobre a evolução destas feições feitas por LAMEGO (1946). Tais considerações foram feitas a partir de observações visuais e fotografias aéreas, que levou o autor a sugerir que a evolução morfológica destes ambientes teria como principal forçante a deriva litorânea no transporte de sedimentos, que dariam origem e evolução das restingas. Para o autor, a formação de feições alongadas e lagunas no seu reverso (como o padrão típico do litoral entre a Marambaia e o Cabo Frio, MUEHE, 1998) teriam origem no fechamento de enseadas, consideradas como mares rasos, a partir da evolução lateral de um pontal, formado por sedimentos mobilizados por ondas preferenciais em uma dada direção.

O modelo evolutivo de LAMEGO (1946) foi fortemente questionado na década de 1980, onde entre outros trabalhos, destaca-se o de MUEHE (1984), que sugere que a formação a migração em direção ao continente de barreiras em consonância com variações positivas do nível do mar. Tais feições, portanto, formariam séries de barreiras transgressivas, isto é, seriam feições cuja formação estaria associada a variações positivas do nível do mar, com tendência de migração para o interior. Neste sentido MUEHE & CORRÊA (1989) mostram que de fato há um equilíbrio no transporte litorâneo nas direções leste e oeste, em estudos realizados na Praia da Massambaba, mas que provavelmente é o padrão para todo o trecho em direção a oeste até a Marambaia. Desta forma não seria plausível se estabelecer uma dinâmica preferencial de transporte na evolução de um pontal. Os mesmos autores mostram que LAMEGO (1946) não reforça ideias sobre a origem de sistemas paralelos de barreiras, portanto negligencia o papel de variações do nível do mar na formação destes ambientes.

TURC *et al.* (1999) mostra esquematicamente, a partir de diferentes estágios de evolução para as planícies entre Marambaia e o Cabo Frio como que transgressões ocorridas no máximo do Pleistoceno tardio (123.000 A.P.) posicionaram para o interior a barreira interna ou a barreira mais antiga, entre a Marambaia e a Massambaba. A barreira externa estaria, portanto, associada a transgressão máxima holocênica ocorrida a 5.300 A.P. A interpretação da barreira interna mais alta e mais larga associada a níveis mais altos do nível do mar no Pleistoceno, foi mensurada por MUEHE (2006), na planície da Massambaba de fato é coerente, porém o fato desta barreira ser mais larga provavelmente reflete a migração regressiva desta barreira após o máximo pleistocênico, aumentando sua largura. Desta forma o sistema duplo de barreiras nesta parte do litoral estaria associado a uma barreira mais antiga regressiva e a barreira mais recente transgressiva.

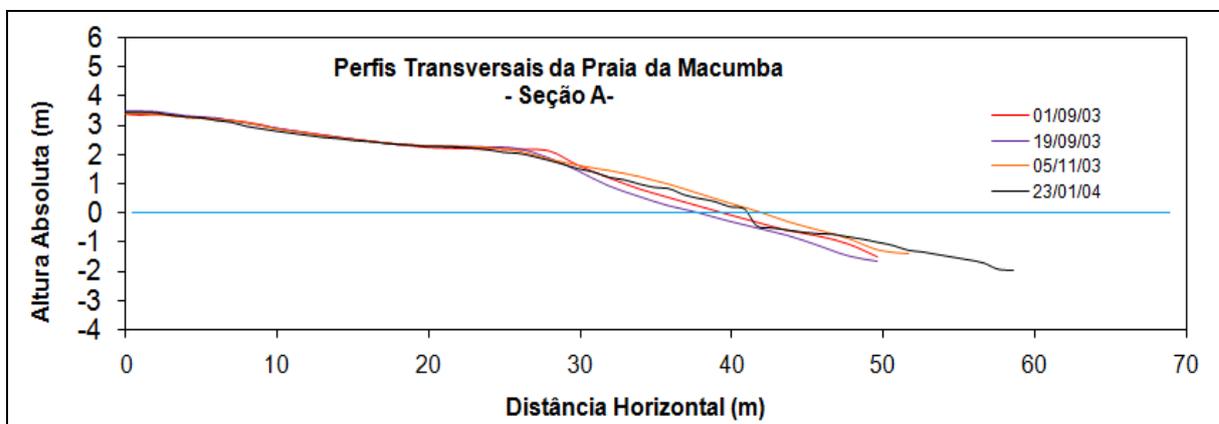
Cabe destacar ainda que a barreira externa apresenta em trechos variados, continuidade de translação em direção a retroterra, conforme mostra o trabalho de MUEHE *et al.* (2001) que observou processos de transposição das ondas por eventos extremos de ressacas, na Massambaba na sua porção mais a leste. Na praia da Barra da Tijuca, adjacente à Praia da Macumba, a observação de arenitos de praia na zona de surfe, foi interpretada como representativo de uma paleo linha de costa, deslocada transgressivamente durante o Holoceno, seria associada ao mesmo mecanismo descrito por MUEHE *et al.* (2001). A formação de linhas de arenito em praias adjacentes indica a possibilidade de ocorrência de alinhamentos em posições mais profundas.

O processo transgressivo foi interpretado primeiramente por MUEHE (1984), que sugere que a sedimentação da plataforma seria a única fonte de sedimentos para a construção da barreira, uma vez que a sedimentação terrígena é aprisionada em sistemas lagunares formada no reverso das feições transgressivas. Desta forma, não havendo fontes diretas de sedimentação, a barreira externa continuaria seu processo transgressivo mesmo em condições de abaixamento do nível do mar descrito em SUGUIO *et al.* (1985) e ANGULO *et al.* (2006) para a costa leste e sudeste do Brasil. Desta maneira as praias localizadas na borda oceânica das barreiras holocênicas, representam o atual estoque de sedimentos a serem mobilizados pelas ondas em condições distintas do estado do mar.

A formação de sistemas praias em ambientes expostos ao mar é típica em costas dominadas por ondas, como é o caso do litoral fluminense. As praias são depósitos de sedimentos inconsolidados acamados verticalmente por ondulações, de maneira que formam diversos ambientes subaéreos e submarinos (MUEHE, 1995 e SHORT *et al.*, 1994). De fato as praias representam a borda morfodinâmica atual de barreiras costeiras que se ajustam em termos morfodinâmicos a diferentes condições de ondas.

V.1.4.1.1 - Análise Morfodinâmica

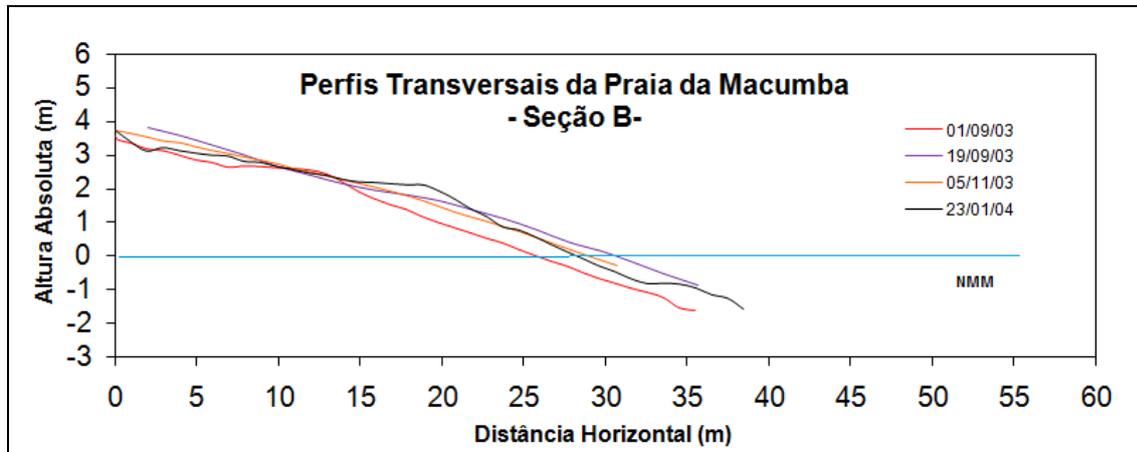
Dados morfodinâmicos observados diretamente na Praia da Macumba são escassos. Segundo ECOLOGYBRASIL (2012) observações seqüenciais, que foram realizadas entre setembro de 2003 e Janeiro de 2004, na posição 23° 1'53.00" S e 43° 28'27.60" W, mostraram seqüências de dados relativamente estáveis (**Figura V.1.4-1**). Nota-se a largura da praia próxima a 40 metros com altura do início da praia em torno de 3,5 metros. Na zona submarina irregularidades não definidas em relação à formação de bancos, somente a formação de degraus, no contato da face da praia com a zona de surfe.



Fonte: ECOLOGYBRASIL, 2012

Figura V.1.4-1 - Perfis de Praia na Praia da Macumba, mostrando seqüência de dados com poucas alterações morfológicas no perfil praiial.

Numa posição mais a oeste (23° 1'59,74" S e 43° 29'8,46" W) o mesmo padrão foi identificado, com poucas variações no perfil transversal (**Figura V.1.4-2**). A morfologia submarina, não bem retratada mostra apenas a projeção da face de praia, sem dados conclusivos em relação à zona de surfe.



Fonte: ECOLOGYBRASIL, 2012

Figura V.1.4-2 - Perfis de Praia na Praia da macumba, mostrando seqüência de dados com poucas alterações morfológicas no perfil praial.

A caracterização do clima de ondas em termos regionais para o Sudeste do Brasil foi recentemente resumida por ALVES *et al.* (2008) e para a costa brasileira como um todo, por PIANCA *et al.* (2010).

As correntes marinhas que atuam na praia da Macumba apresentam uma nítida sazonalidade. Segundo SONDOTÉCNICA (1998), o eixo preferencial de circulação superficial é Leste-Oeste, que se dá paralelamente à linha de costa, enquanto o sentido depende especialmente da frequência de incidência de frentes frias. Os ventos de tempo bom estão normalmente associados às direções N, NE, E e SE, que determinam o sentido Oeste às correntes superficiais. Por sua vez, os ventos de tempo ruim (frente fria) acompanham preferencialmente as direções S e SW, que trocam a corrente superficial para o sentido Leste.

Segundo os estudos da CONSUB (1994) *apud* SONDOTÉCNICA (1998), em geral as correntes próximas à superfície têm velocidades máximas acima de 0,5 m/s durante todas as estações do ano, enquanto as camadas abaixo de 20 m de profundidade têm comportamentos hidrodinâmico independente da camada superficial.

Este estudo realizou medições de ondas da região e foi realizado considerando os períodos de verão e inverno, analisando os parâmetros de altura máxima ($H_{máx}$), altura significativa (H_s) e período de pico (T_p) das ondas e condições de vento (Quadro V.1.4-1 e Quadro V.1.4-2).

As alturas máximas das ondas registradas no período de inverno são consideravelmente maiores do que no verão. O registro da maior onda foi observado em dia de tempestade, após 40 h de vento SW, com velocidade de ventos superiores a 12 nós que culminaram em uma onda de 6,22 m. O vento SW é predominante no inverno e tipicamente faz com que o mar apresente ondas de maior amplitude em frequências mais baixas. A altura máxima das ondas no verão foi de 1,94 m, após 30 h de vento contra a costa (**Quadro V.1.4-2**).

Quadro V.1.4-1 - Regime de ondas no inverno.

DATA	HORA (h)	Hmáx. (m)	Hs (m)	Tp (s)	Condições do Vento
18/07/93	18	1,603	1,347	13,0	Paralelo à costa
25/07/93	21	4,862	3,810	13,0	V>12 nós; SW; 24h
26/07/93	9	5,347	3,692	13,0	V>12 nós; SW; 36h
26/07/93	18	6,220	3,868	13,0	V>12 nós; SW; 48h
26/07/93	21	6,077	3,824	13,0	Vindo da costa
27/07/93	18	4,230	3,122	13,0	Paralelo à costa
29/07/93	18	3,547	2,415	13,0	Paralelo à costa
01/08/93	0	3,015	2,236	10,0	NW; fraco
01/08/93	6	3,985	2,523	10,0	NW; fraco

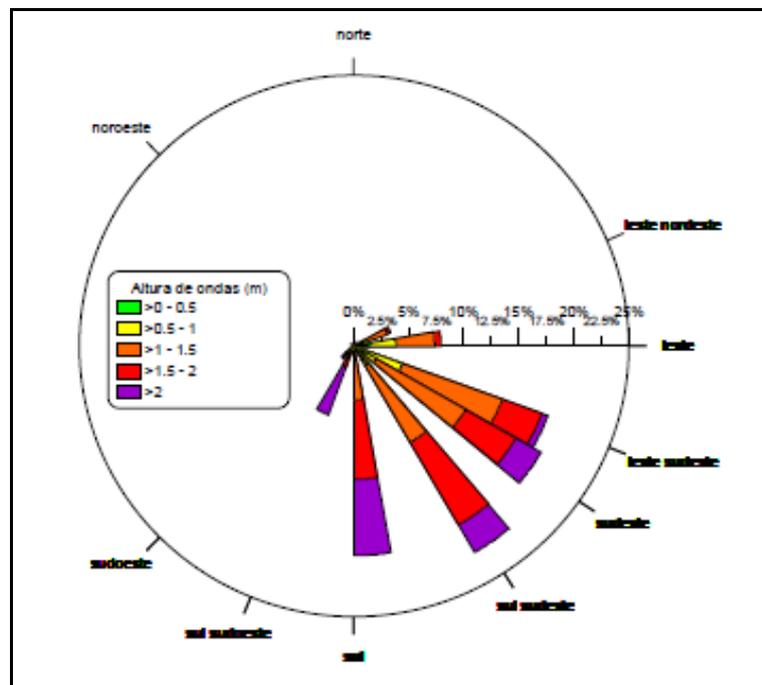
Fonte: CONSUB, 1994 *apud* SONDOTÉCNICA, 1998.

Quadro V.1.4-2 - Regime de ondas no verão.

DATA	HORA (h)	Hmáx. (m)	Hs (m)	Tp (s)	Condições do Vento
31/01/94	7	0,585	0,477	8,0	Paralelo à costa
08/02/94	22	1,555	1,157	10,8	Paralelo à costa
09/02/94	10	1,125	0,909	10,6	Paralelo à costa
09/02/94	16	0,827	0,563	10,8	Paralelo à costa
09/02/94	22	0,925	0,618	9,2	Paralelo à costa
10/02/94	22	0,585	0,450	10,8	-
11/02/94	16	0,582	0,332	8,9	Contra à costa (S)
11/02/94	22	0,535	0,345	10,8	Contra à costa (S)
03/03/94	15	1,652	1,306	9,2	V>12 nós; S; 24h
03/03/94	18	1,943	1,265	9,3	V>12 nós; S; 27h
04/03/94	0	1,602	1,220	10,6	V>12 nós; S; 36h
10/03/94	18	1,653	1,255	11,2	Paralelo à costa

Fonte: CONSUB, 1994 *apud* SONDOTÉCNICA, 1998.

Mais recentemente, a partir de dados simulando o padrão de distribuição de ondas ao largo do Rio de Janeiro, BULHÕES (2006) expõe um predomínio de ondas do quadrante sul e leste como predominantes (**Figura V.1.4-3**).

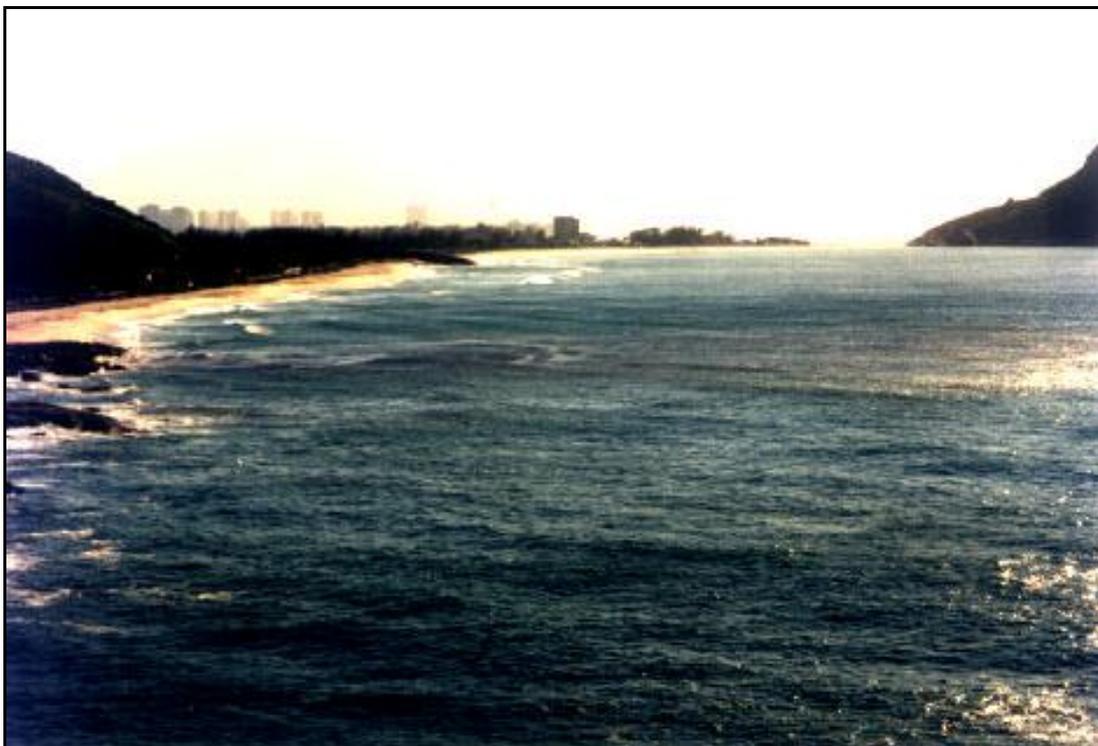


Fonte BULHÕES (2006).

Figura V.1.4-3 - Distribuição das alturas e frequência das ondas ao largo da Cidade do Rio de Janeiro.

As marés nesta região são classificadas como do tipo semidiurna com desigualdades diurnas. Segundo estudo da CONSUB (1994) *apud* SONDOTÉCNICA (1998), a maior amplitude registrada foi de 1,5 m durante um período de enchente em uma condição de sizígia, sob ação de vento SW com velocidade de 20 nós.

A influência da agitação marítima atinge diretamente o canal da Sernambetiba, que desemboca no canto Oeste da praia da Macumba. Esta é uma drenagem que recebe contribuição de vários canais da Baixada de Jacarépaguá e Lagoinha, sendo altamente poluído em função da quantidade de esgoto despejado neste sistema hidrográfico. Todo este material é transportado pelo canal da Sernambetiba até desaguar na praia da Macumba (Figura V.1.4-4), sendo normalmente deslocado no sentido da Prainha e praia do Grumari, de acordo com o transporte litorâneo preferencial no sentido oeste. Durante períodos de incidência de frentes frias este sentido preferencial é revertido para leste, indo em direção à praia da Macumba, justificando, eventualmente, a interdição da praia por condição imprópria para banho (CONSUB, 1994 *apud* SONDOTÉCNICA, 1998).



Fonte: CONSUB, 1994. Fonte: Vistoria de campo realizada em agosto de 2011.

Figura V.1.4-4 - Praia da Macumba com o canal da Sernambetiba vazando esgoto.

V.1.4.1.2 - Considerações para Instalação do Cabo Submarino BRUSA na Praia da Macumba - RJ

A orientação da linha de costa na Praia da Macumba sugere exposição sistemática a ondulações oriundas dos quadrantes este e sul. As condições de ondas originadas do quadrante sul estão associadas a atuação de frentes frias, portanto, associadas a condições de tempestade. A exposição sistemática a este padrão hidrodinâmico pode alterar de forma significativa os estoques subaéreos e submarinos, de forma que determinadas tempestades podem, eventualmente, remover toda a sedimentação emersa, comprometendo benfeitorias urbanas posicionadas próximas ao mar (Figura V.1.4-5). Em tais condições o comprometimento dos estoques podem gerar desenterramento do cabo, caso estes estejam superficialmente enterrados.

Considerando-se este fato, é importante destacar que a instalação do Cabo Submarino BRUSA deve ser prioritariamente realizada sob condições de mar calmo.

Condições de mar calmo na região são mais frequentes no verão, entretanto esta época corresponde ao período com maior fluxo de banhistas, enquanto o inverno ou estações de primavera e outono apresentam probabilidade de ocorrência de eventos energéticos mais intensos.



Fonte: MUEHE (2010) in <http://www.oeco.com.br/salada-verde/24218-mudancas-climaticas-ameacam-praias-brasileiras>. Acesso em agosto de 2016.

Figura V.1.4-5 - Variações no perfil ativo da praia. Comparando a foto da esquerda, de 2007, com a foto da direita, de 2009, é possível observar o quanto o estoque emerso foi comprometido em função de tempestades.

V.1.4.2 - Praia do Futuro (Fortaleza - CE)

Os processos de formação geológica que compreendem o litoral cearense são compostos pelas unidades do complexo Gnáissico Migmatítico de idade Pré-Cambriana, pela Formação Barreiras de idade atribuída ao Tércio-Quaternário e por unidades Quaternárias, representados pelos depósitos de praias flúvio marinhos, eólicos, fluviais e lacustres.

A cidade de Fortaleza, do ponto de vista geomorfológico, conta com quatro unidades principais, sendo: a) Planície Litorânea: caracterizada pela ocorrência de praias e dunas móveis e semifixas formadas por areias quartzosas quaternárias, comportando lagoas interdunares; b) Tabuleiros Costeiros, o de maior representatividade espacial, recoberto por dunas quaternárias, sobre os quais a maior parte da Cidade de Fortaleza foi edificada; c) Pedimento Cristalino: com expressão limitada ao sul, sudeste e sudoeste da cidade, representado pelo afloramento de rochas cristalinas antigas (pré-cambrianas), aplainadas, de forma a não proporcionar ruptura na

topografia local, compondo a chamada “Depressão Sertaneja”; d) Planícies Fluviais, na planície litorânea, que transformam-se em planícies flúvio-marinhas, com a presença de manguezais (Mapa Geomorfológico - Fortaleza - 3178-00-EA-MP-2004, no caderno de mapas).

A Praia do Futuro situa-se em um ambiente geomorfológico de planície costeira, constituída por grandes proporções de sedimentos arenosos, que dão origem às praias e dunas, intercaladas pelas planícies flúvio-marinhas quase sempre ocupadas por manguezais (CORREIA, 2004). Tais planícies costeiras podem ser subcompartimentadas em feições geomorfológicas, dentre as quais se destacam o campo de dunas (de diferentes gerações), as planícies flúvio-marinhas (revestidas por mangue), as faixas de praias, as falésias e as planícies lacustres. Na Praia do Futuro, o foco desta caracterização é o trecho que compreende o pós-praia e a praia.

V.1.4.2.1 - Análise Morfodinâmica

Em relação às características morfodinâmicas, dados de ALBUQUERQUE (2008) mostram que na região onde será instalado o cabo, a extensão máxima do perfil de praia observada foi de aproximadamente 180 m. Com relação ao estágio morfodinâmico, a área na qual será instalado o Cabo Submarino BRUSA, enquadra-se no estágio terraço de baixa-mar (ALBUQUERQUE, *op. cit.*). Segundo o mesmo autor, a porção superior do perfil, neste setor da praia, é dominada por processos de espraiamento, na preamar, enquanto, uma combinação dos processos da zona de surfe e de espraiamento controlam a morfodinâmica da zona intermarés. Em algumas circunstâncias, processos na zona de transição entre marés podem ser localmente importantes sobre o terraço de baixa-mar, resultando na formação de bancos arenosos nessa porção da praia (Figura V.1.4-6). Esses bancos assumem a função de um terraço de baixa-mar no período maré vazante.

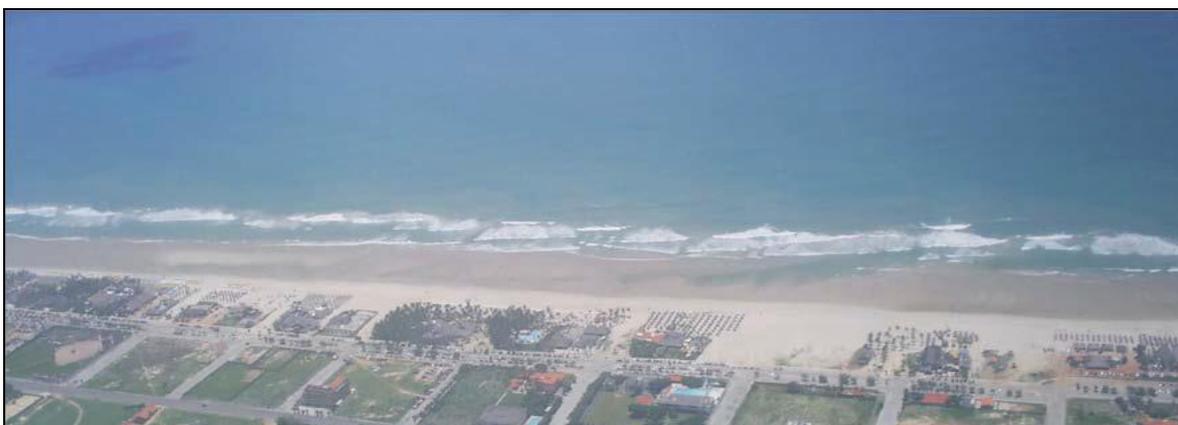


Figura V.1.4-6 - Fotografia da Praia do Futuro onde se nota bancos arenosos na zona de espraiamento, na porção da praia onde será instalado o Cabo Submarino BRUSA.

Em praias do tipo terraço de baixa-mar a face de praia é mais refletiva e podem apresentar fracas correntes de retorno. Em ambientes com amplitude de maré elevada, as variações nos padrões de refletividade e dissipação estão associadas às fases de maré onde, a praia assume um padrão dissipativo na baixa-mar e refletivo na preamar. Os sedimentos sobre a inclinação da parte superior do perfil são geralmente grossos, em comparação aos sedimentos depositados sobre a porção inferior. Essa descontinuidade textural coincide com uma distinta quebra na inclinação.

Esse comportamento foi observado também por MASSELINK & TUNNER (1999) e, é bastante comum na praia do Futuro onde, através de uma combinação de processos da zona de surfe e empolamento das ondas, é possível proporcionar a formação de pequenos bancos e fracas correntes na região do estirâncio inferior.

Na preamar a morfologia dos bancos arenosos está sob a influência do empolamento das ondas e, a zona de surfe encontra-se confinada na porção média do perfil, com ondas quebrando de forma mergulhante e transversalmente a costa. Ao longo da costa, variações na altura das ondas resultam em uma interação entre ondas chegando à costa e ondas marginais. Essas variações podem ser entendidas também como uma resposta às mudanças na topografia da zona de surfe (WOODROFFE, 2003).

Segundo ALBUQUERQUE (2008), na porção da Praia do Futuro onde será instalado o Cabo Submarino BRUSA as ondas incidem obliquamente a costa com um ângulo de 81° provenientes de E-SE, com altura significativa variando entre 0,4 m e 1,1 m e altura média de 0,81 m. O período médio das ondas observado por este autor foi de 6,68 s e, o tipo mais comum de arrebatção registrada foi à forma deslizante. A localidade é caracterizada pela presença de fracas correntes de retorno na região subaquosa que, em geral, são detectadas nos períodos de transição entre a preamar e a baixa-mar.

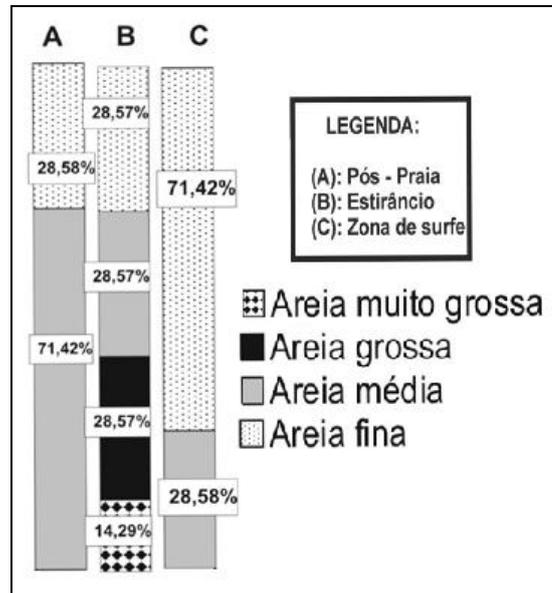
As ondas que chegam à praia acabam por gerar uma série de correntes capazes de movimentar grandes quantidades de sedimentos. Esse movimento de areia é denominado deriva litorânea e constitui um dos processos mais significativos ao longo da costa. A deriva litorânea é a mais importante corrente costeira, sendo um produto de duas componentes vetoriais: a deriva costeira, que atua na zona de surfe e tem sentido paralelo à praia; e a deriva praial, que atua no estirâncio e face da praia.

V.1.4.2.2 - Características Sedimentológicas

A praia do Futuro está inserida na planície litorânea, sendo composta por sedimentos terrígenos de diferentes classes modais que se estendem da linha de baixa-mar até a profundidade de 10 m a 20 m (MORAIS, 1981). A faixa sedimentar litorânea é constituída por sedimentos do Grupo Barreiras e, em termos de sua composição são classificados como areias quartzosas. Nas imediações do rio Cocó tem-se a presença de aluviões (depósitos fluviais ou lagunares recentes), constituídos por argilas, areias argilosas, areias puras e cascalhos. Na desembocadura do rio Cocó observa-se também a presença de arenitos de praia de origem fluvio-marinha, cimentado pela precipitação do carbonato de cálcio devido às diferenças de saturação das águas doce e salgada (MORAIS, *op cit.*). Esses arenitos são classificados como beachrocks de granulação variável, de cor cinza escura até amarelada e estão dispostos em cordões arenosos mais ou menos paralelos a praia.

Os sedimentos da área onde será instalado o Cabo Submarino BRUSA apresentam granulometria predominantemente média, na zona de surfe, com alguns episódios de surgimento de sedimentos grossos, principalmente no estirâncio inferior. Na coleta realizada por ALBUQUERQUE (2008) em maio de 2005, um pequeno percentual de sedimentos muito grossos foi registrado (14,29%) (Figura V.1.4-7). O período em questão é caracterizado por grandes variações no padrão energético das ondas, com ventos soprando fortemente em direção à costa. Tais condições propiciam uma zona de surfe muito turbulenta onde, as frações granulométricas de diâmetro elevado se deslocam em direção a costa.

Em relação aos percentuais de distribuição das classes granulométricas ao longo do perfil, o pós-praia apresenta a menor variabilidade, em comparação aos demais subambientes. Os sedimentos foram classificados em areia média, com grau de seleção variando entre moderadamente e bem selecionados.



Fonte: Albuquerque (2008).

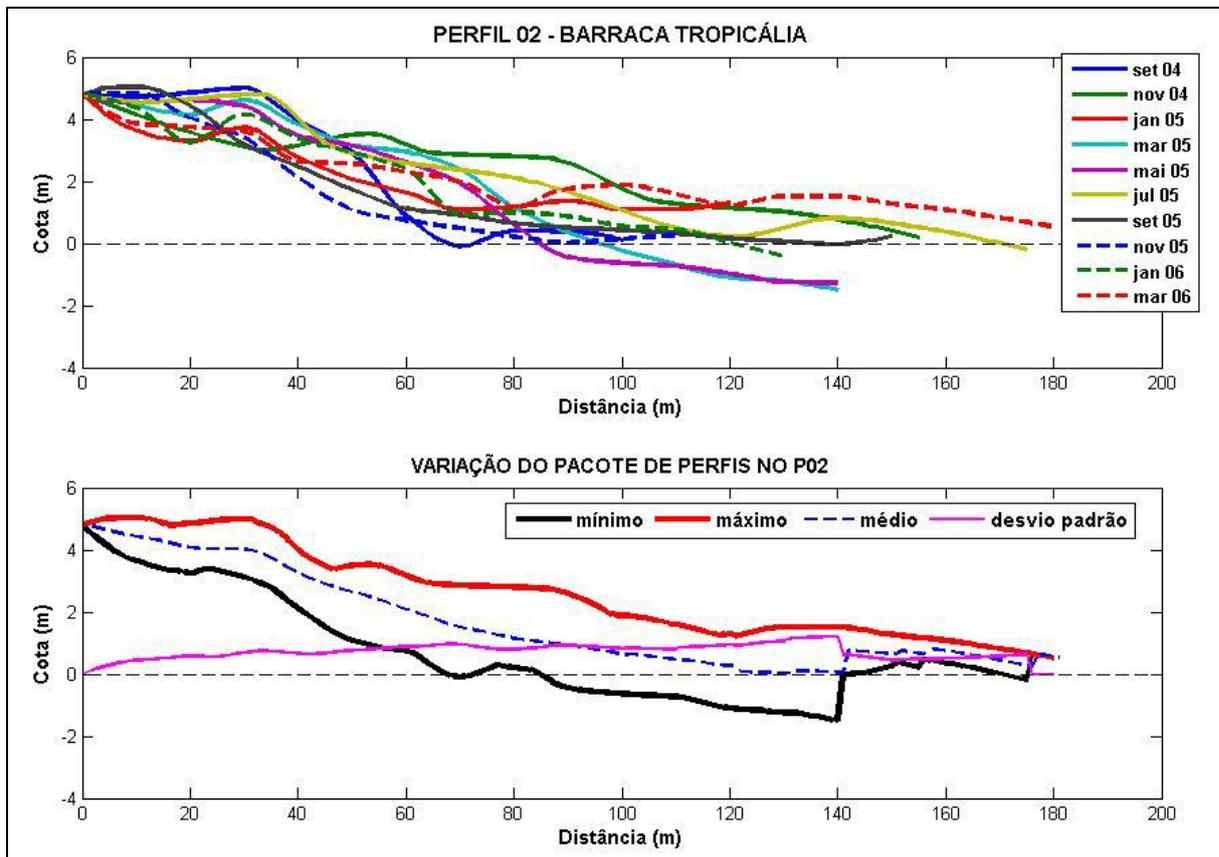
Figura V.1.4-7 - Distribuição das classes granulométricas na porção da Praia do Futuro onde será instalado o Cabo Submarino BRUSA.

V.1.4.2.3 - Transporte Costeiro

Segundo ALBUQUERQUE (2008), os sedimentos que compõe a praia no segmento onde será instalado o Cabo Submarino BRUSA são caracterizados por areias médias polimodais. Segundo o mesmo autor, variações intensas no padrão de energia das ondas mobilizam os sedimentos grossos da zona de surfe em direção à zona de espraiamento, principalmente nos períodos caracterizados por chuva na região (de março a maio). Com o deslocamento dos grãos de maior diâmetro, a população de sedimentos finos passa a predominar na zona de surfe. Durante o período de estiagem (de setembro a novembro), onde as variações no padrão de energia são menores, o comportamento se inverte e, os sedimentos grossos e médios voltam a predominar na região subaquosa e as frações médias e finas na zona de espraiamento proporcionando uma acumulação de sedimentos no perfil subaéreo.

A variação de volume média nos perfis de praia medidos por ALBUQUERQUE (2008) foi de 12,76 m³/m com as maiores variações registradas na interface entre as porções superior e inferior do estirâncio. Segundo o mesmo autor, no período de estiagem os perfis apresentaram os maiores índices de acresção devido ao grande volume de sedimentos movidos por transporte eólico e, nos períodos de chuva, são registradas grandes perdas sedimentares principalmente na região do estirâncio. No pacote de perfis (Figura V.1.4-8) os maiores picos de variação são

registrados entre 82 m e 97 m, na inclinação do terraço. Variações significativas no pacote de perfis também são identificadas entre 20 m e 35 m, em virtude da deposição de sedimentos por transporte eólico ser bastante acentuada.



Fonte: ALBUQUERQUE (2008).

Figura V.1.4-8 - Perfis sazonais e variação do pacote de perfis nas proximidades do ponto mais ao norte da Praia do Futuro.

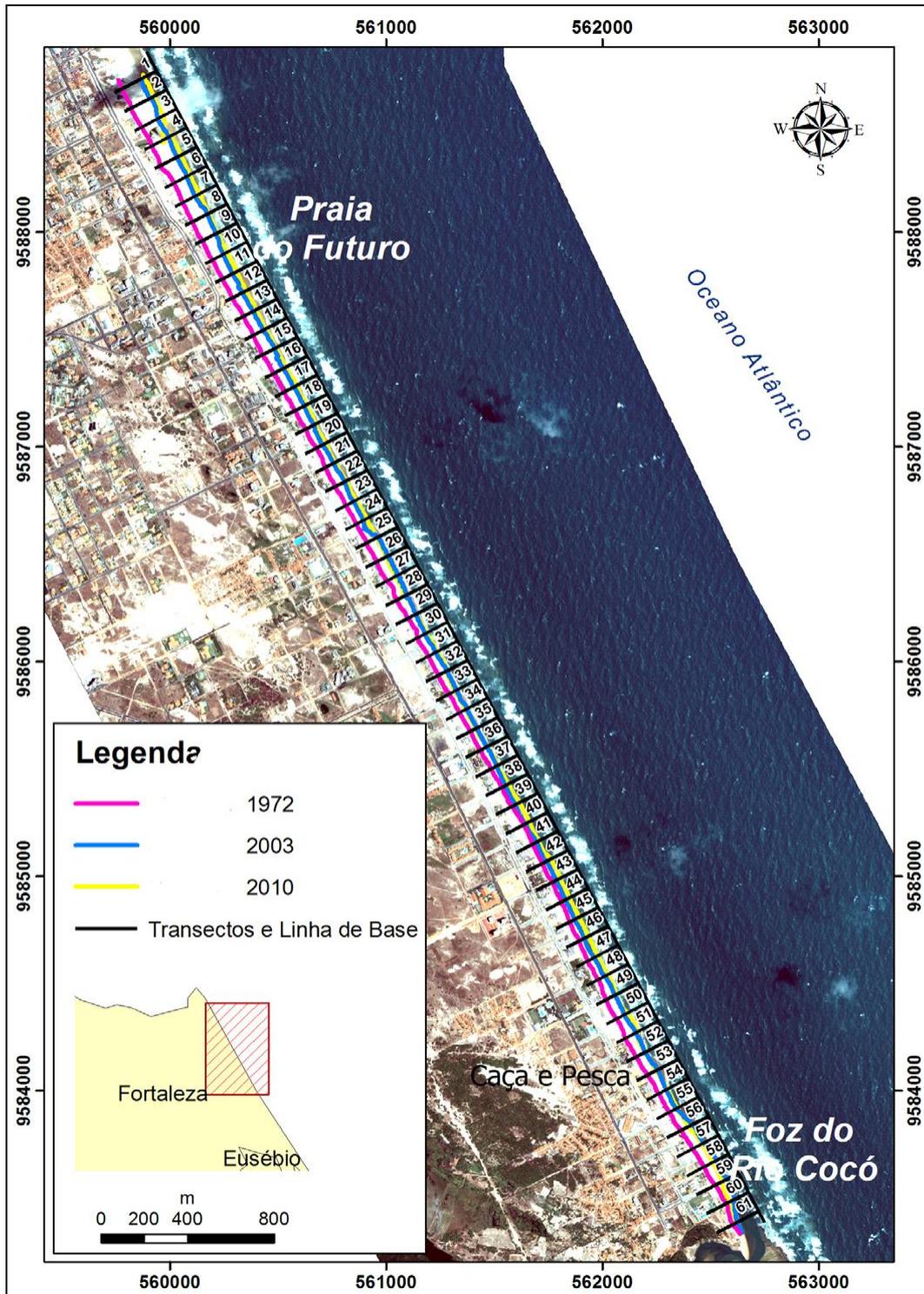
Estudos realizados por MORAIS (1981), no litoral de Fortaleza, demonstram que o transporte de sedimentos é bidirecional, com transporte líquido de sedimentos em suspensão predominantemente para as praias a oeste. O setor da Praia do Futuro onde será instalado o Cabo Submarino BRUSA apresenta taxas modestas de transporte, já que o local apresenta um misto de sedimentos de fundo de granulometria variando entre média a grossa. Esse misto dificulta o processo de ressuspensão dos sedimentos tendo em vista que, as ondas dissipam boa parte da sua energia no banco mais externo e chegam com pouca intensidade na zona de surfe.

A direção da deriva litorânea da Praia do Futuro, verificada por Marino & Freire (2013), se dá do sentido leste para oeste, ocorrendo acúmulo dos sedimentos mais finos na região do espigão

do Titanzinho, localizado na porção terminal da praia, que impede a continuidade do transporte de sedimentos pela deriva litorânea e acarreta o engordamento da praia. Esse processo está possivelmente associado aos principais agentes dinâmicos atuantes nessa orla exposta, na direção E-W, e com orientação normal à direção de maior incidência da ação dominante dos ventos e das ondas.

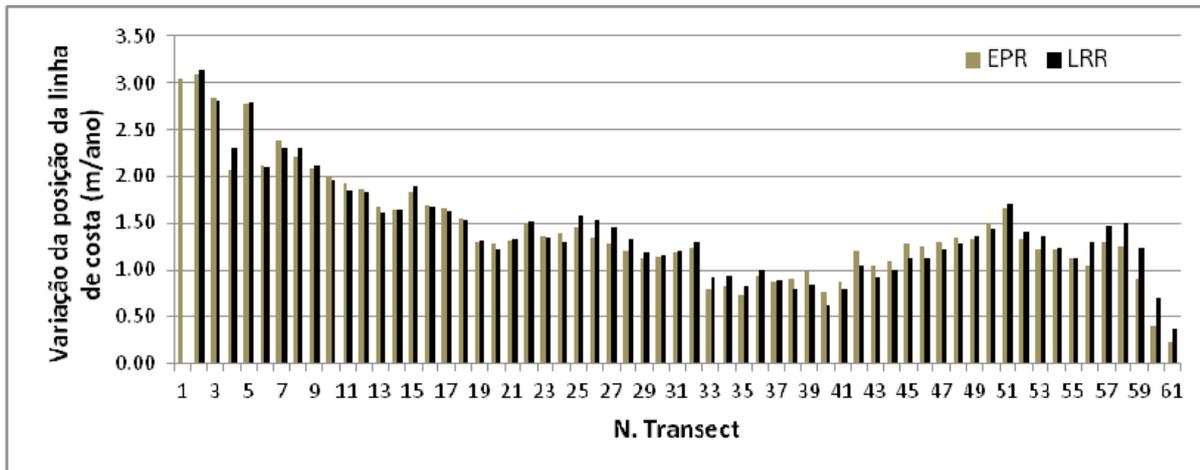
V.1.4.2.4 - Processos Erosivos / Depositionais

MARINO & FREIRE (2013) aplicaram a ferramenta DSAS para a determinação da variação da linha de costa da região metropolitana de Fortaleza. Esses autores detectaram uma tendência generalizada de progradação de linha de costa na Praia do Futuro. Os autores mensuraram a progradação e obtiveram resultados de média de 1,49 m/a ($\pm 0,61$) e 1,43 m/ano ($\pm 0,58$) para os períodos interdecadais analisados (1972 a 2010 e 1972 a 2003). Esta progradação mostrou-se bastante significativa, 54,44 m ($\pm 22,12$) e 46,14 m ($\pm 19,00$), para o período de 38 anos e 31 anos, respectivamente. Na escala interanual a taxa de variação foi de 1,02 m/a ($\pm 1,86$), apresentando mínimo de -3,96 e máximo de +3,59; a variação da linha de costa apresentou uma progradação na ordem de 25,11 m em 7 anos, com desvio padrão de $\pm 13,05$ (Figura V.1.4-9 e Figura V.1.4-10).



Fonte: MARINO & FREIRE (2013).

Figura V.1.4-9 - Resultados da aplicação da ferramenta DSAS para a região costeira entre a desembocadura do rio Cocó até a Praia do Futuro.



Fonte: MARINO & FREIRE (2013).

Figura V.1.4-10 - Taxas de variação da linha de costa para o trecho entre a desembocadura do rio Cocó até a praia do Futuro (valores negativos indicam erosão).

Essa tendência fortemente prográdacional para a Praia do Futuro pode estar associada aos principais agentes dinâmicos na zona costeira de Fortaleza, como as ondas, as correntes e os ventos. MAIA (1998) discute que, em curto prazo, uma série de variações interanuais está associada ao fenômeno *El Niño*, afetando fortemente o clima da região por uma diminuição da precipitação média, intensificação da velocidade dos ventos e, portanto, o aumento da altura significativa das ondas e da velocidade das correntes de deriva litorânea.

V.1.4.2.5 - Considerações para Instalação do Cabo Submarino BRUSA na Praia do Futuro

Segundo ALBUQUERQUE (2008) a praia do Futuro é caracterizada pela presença de fortes correntes de retorno, principalmente nos períodos de transição entre a preamar e baixa-mar. Desta forma, caso sejam utilizadas pequenas embarcações, a hidrodinâmica local pode oferecer riscos a execução das obras.

Segundo MUEHE (2006) as maiores alturas de ondas (ondas *swell*) são observadas no primeiro semestre do ano, em função da diminuição dos ventos alísios de SE e o aumento da turbulência no Atlântico Norte.

Outro fenômeno que merece destaque é o transporte eólico dos sedimentos. Após a areia ser movimentada por ondas e correntes ela é depositada na praia, ficando exposta ao ar. Ao secar ela é movimentada pelos ventos, que a transporta por saltação ou arraste ao longo da costa (VILLWOCK *et al.*, 2005).

Na praia do Futuro o transporte realizado pelos ventos é bastante eficiente, especialmente nos locais em que os sedimentos são caracterizados por granulometria fina. Estes sedimentos finos transportados pelo vento são acumulados principalmente no pós-praia (**Figura V.1.4-8**), especialmente entre os meses de setembro e janeiro, em função das ressacas que atingem o litoral cearense neste período. Este processo pode gerar alguma dificuldade quando da instalação dos equipamentos, uma vez que este processo é natural e intensificado pelo desmatamento das dunas móveis.

