



DOCAS DO CEARÁ
AUTORIDADE PORTUÁRIA

**CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS DO PORTO DE
FORTALEZA/2020**

SUMÁRIO

1. Aspectos Meteorológicos.....	3
1.1 Precipitação e Umidade	3
1.2 Ventos	4
1.3 Corrente	7
1.4 Marés e Ondas.....	8
1.5 Nebulosidade, Visibilidade	11
1.6 Umidade Relativa	11
1.7 Insolação	11
1.8 Temperatura do Ar	11
2. Aspectos Geológicos e Geomorfológicos Regionais e Locais.....	11
2.1 Embasamento Cristalino	12
2.2 Formação Barreiras.....	13
2.3 Sedimentos Quaternários.....	14
2.4 Dinâmica Sedimentar	15
2.5 Geomorfologia Costeira.....	18
2.6 Morfologia de faixa praial	19
2.7 Planícies Flúvio-Marinhais, Planícies Lacústres e Planícies de Marés.....	20
2.8 Dunas	20
2.8 Unidades Geoambientais.....	21
3. Recurso Hídricos	22
3.1 Qualidade da Água.....	22
3.2 Carga Orgânica Industrial e Populacional.....	22
3.3 Classificação dos corpos d'água.....	23
4. Meio Biótico.....	24

1. Aspectos Meteorológicos

1.1 Precipitação e Umidade

O regime pluviométrico da região pode ser definido como do tipo tropical com estação de chuva concentrada em quatro meses consecutivos e uma estação de estiagem com aproximadamente oito meses. Preferencialmente, a estação chuvosa ocorre nos meses de fevereiro a maio, com uma maior precipitação no mês de março, diminuindo progressivamente no restante do ano, com valores mínimos entre os meses de setembro e novembro.

Essa variação da precipitação em nosso Estado, é controlada pelo movimento da Zona de Convergência Intertropical que, dependendo de sua posição e tempo de permanência, pode gerar anos com mais ou menos chuvas. A figura 1, mostra uma série temporal de precipitações entre 2011 e 2020, onde se observa que, em geral, a precipitação apresenta uma grande variação ao longo dos anos, com valores mínimos de 652 mm/ano (2013) e máximo de 2.319 mm/ano (2019), e uma alternância entre anos com chuva e estiagem.

Figura 1 – Série temporal de precipitação na cidade de Fortaleza, no período de 2011 à 2020.

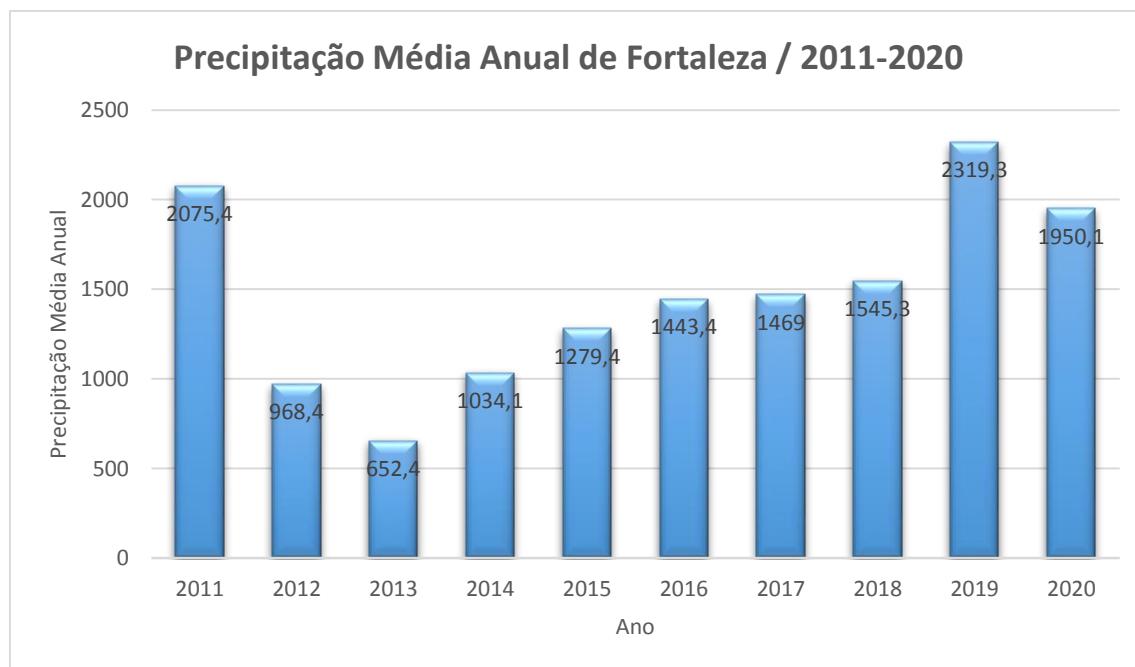
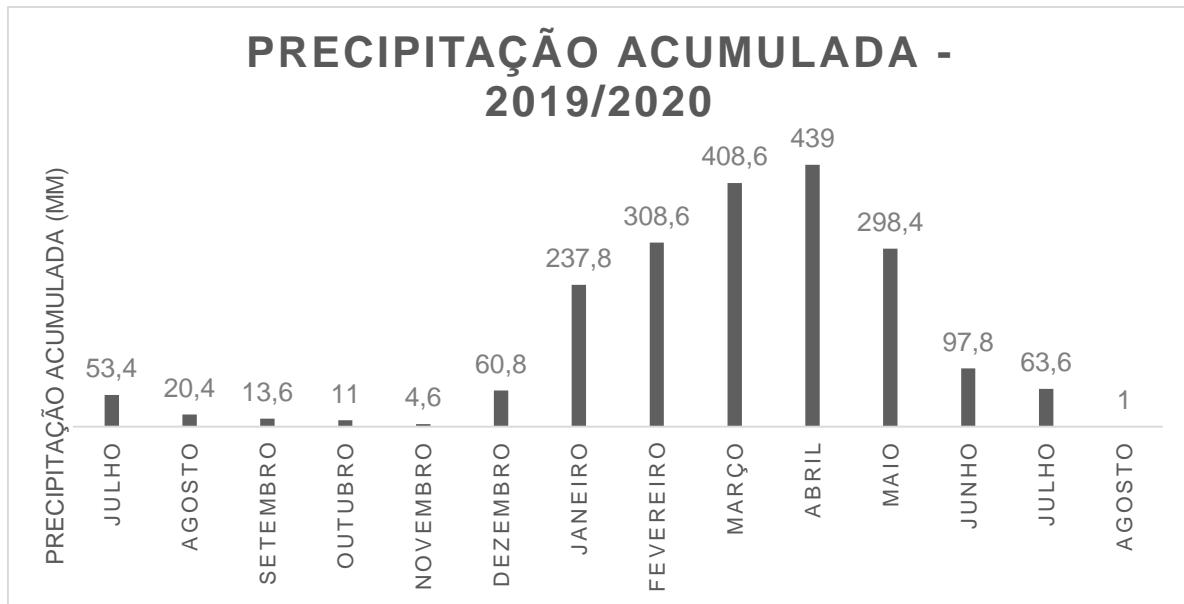


Figura 2 – Sazonalidade da precipitação acumulada para o período de Julho de 2019 a Agosto de 2020.



A umidade apresenta um padrão de variação semelhante a precipitação, com um máximo no mês de março (83%) e um mínimo em setembro (74%). A insolação média anual é de 3.000 horas, o que equivale a uma incidência solar média de 8 horas/dia. No período chuvoso essa incidência passa para 6 horas/dia em média.

1.2 VENTOS

O regime de ventos na cidade de Fortaleza é registrado por observações obtidas mediante utilização de anemômetro, realizadas tanto pela Estação Climatológica de Fortaleza, da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCUME, bem como pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET que possui duas estações meteorológicas na cidade, a estação Meteorológica de Fortaleza, código A305, e a estação Meteorológica de Fortaleza - UFCE, código 83.396, esta instalada dentro da Universidade Federal do Ceará.

Os dados de vento disponíveis para utilização no modelo hidrodinâmico se referem à estação A305, tendo sido fornecidos pelo INMET sendo relativos ao período de Julho de 2019 a Agosto de 2020.

A principal limitação destes dados está relacionada com o fato de se referirem exclusivamente a um ponto de medida, impedindo assim uma imposição de campos de ventos variáveis no espaço.

Como característica mais relevante pode identificar-se a existência de variações de intensidade sazonais (figura 3) mantendo-se, no entanto, predominantemente, as direções dentro de uma faixa relativamente estreita, entre os 90º e os 200º (figura 4 e 4.1). Dos dados disponíveis é possível observar que os regimes de ventos do Ceará, podem ser representados por pelo menos 2 condições:

1. Baixas intensidades: março e abril
2. Altas intensidades: agosto a outubro

Figura 3 – Evolução temporal das intensidades de vento medidas em Fortaleza.

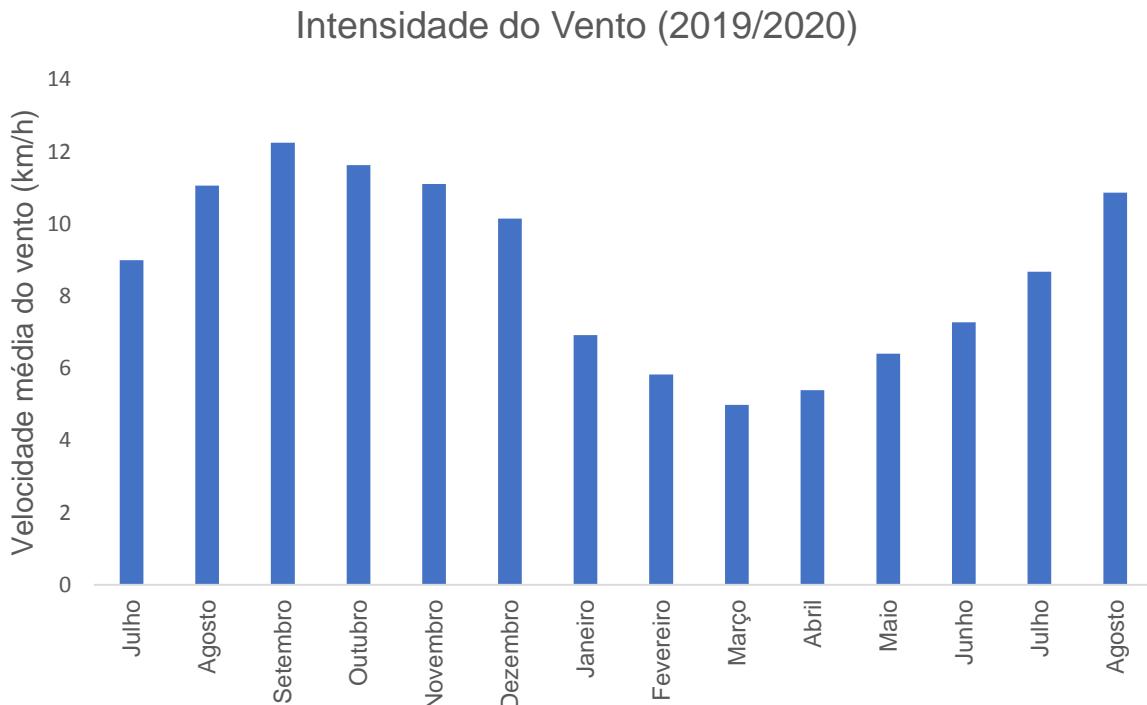


Figura 4 - Evolução temporal das direções de vento medidas em Fortaleza para o segundo semestre de 2019.

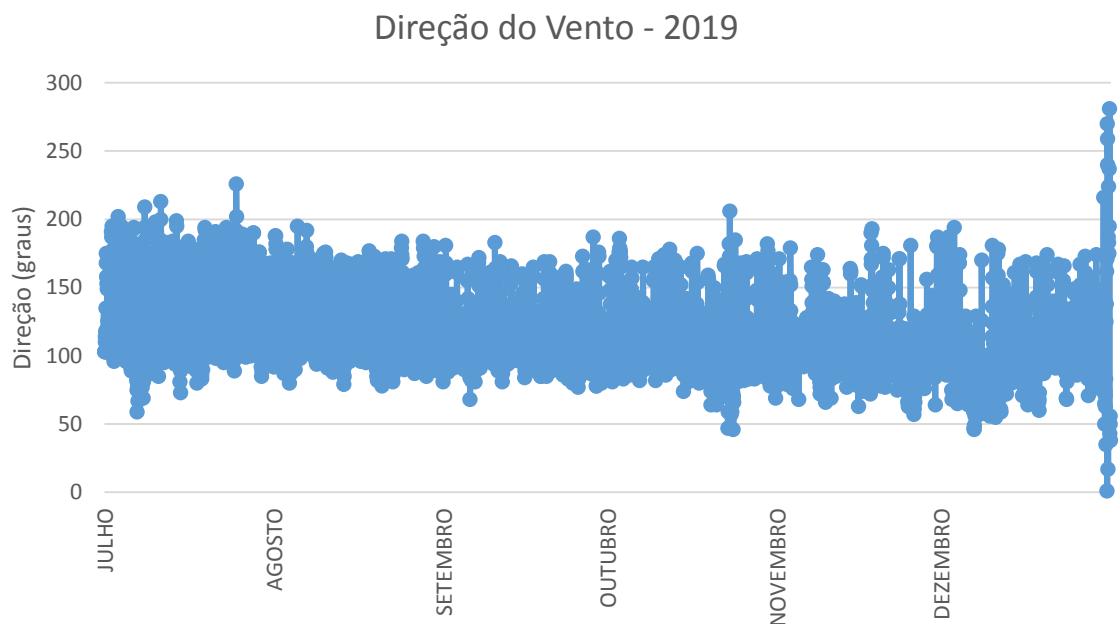
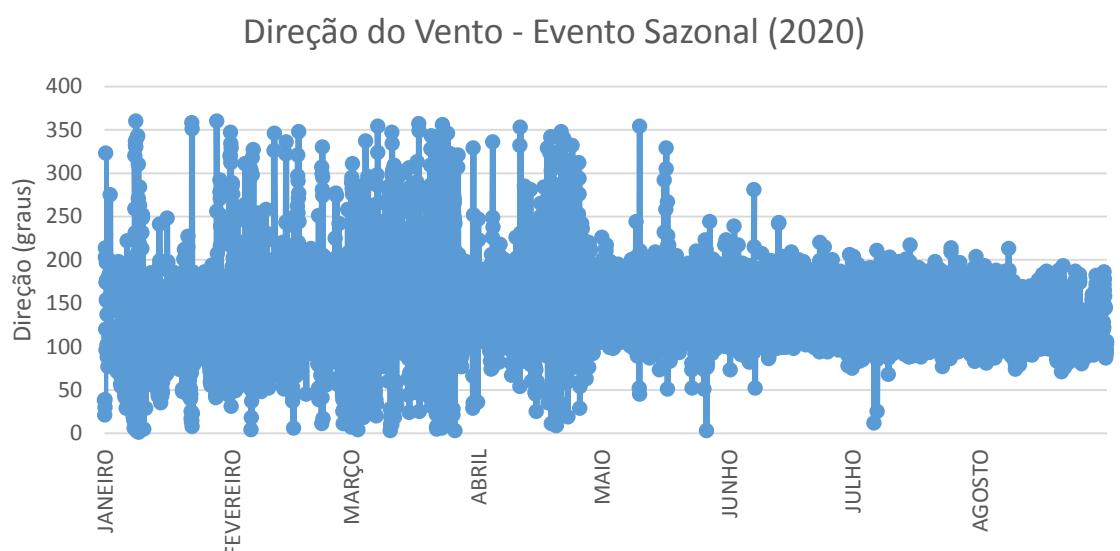


Figura 4.1 - Evolução temporal das direções de vento medidas em Fortaleza para o ano de 2020.



Direções preferenciais: E e SE 76% / NE 24%

Valores mais comuns: 0,1 a 7,0 m/s apresentando um valor médio de 3,01 m/s, sendo mais intenso no segundo semestre, especialmente Agosto, Setembro e Outubro (figura 3).

1.3 Corrente

Os dados de corrente do canal do Porto de Fortaleza foram obtidos através de estudo feito após a última dragagem, em 2011.

Foram utilizados dois ADCPs um produzido pela SONTEK/YSI (ADCP 3D, Acoustic Current Doppler Profiler, com sensor acústico de frequência 1,5 MHz) e outro pela Nortek (Aquadopp Profiler de 1 MHz). No primeiro dia de campanha oceanográfica foi utilizado o ADCP da Sontek, para realização dos perfis longitudinais e transversais ao canal e nas outras campanhas o da Nortek, desenhado para aplicações fixas de fundeios oceanográficos. O equipamento foi fundeado nas coordenadas 3°41'45.16"S e 38°29'14.08"O, para realizar as medições.

Foram feitas cinco campanhas de medições de correntes, sendo duas medições em condições de maré sizígia, duas medições em maré de quadratura, e uma em maré normal. A partir dessas medições foi observada uma direção predominante entre 270° e 315° NM, com velocidades variando principalmente entre 0 e 20 cm.s⁻¹, que corresponde a mais de 80% do percentual de valores de velocidade, tendo como máximo valor 100 cm.s⁻¹, e mínimo de 0 cm.s⁻¹, com uma média de 16,6 cm.s⁻¹. Da análise do espectro da corrente na vertical é possível identificar que em geral, nas camadas do meio e do fundo a velocidade tem intensidade variando de 10 a 30 cm.s⁻¹, e em superfície esta velocidade pode chegar até 100 cm.s⁻¹. Ocorre uma variação da velocidade da corrente ao passo que vai aumentando a profundidade.

O vento faz com que a velocidade da corrente nas camadas mais próximas da superfície (e que são influenciadas por este) tenha valores absolutos superiores aos medidos próximo do fundo.

Como já mencionado a corrente que está situada mais próximo da superfície parece sofrer não só a influência da corrente, visível nas semidiurna da maré, mas também um comportamento com o mesmo padrão de frequência dos ventos. No período de amostragem, meses de Março e Abril, é o período que os ventos apresentam as mais baixas intensidades, os ventos são mais intensos entre agosto e outubro. Deste modo, a importância do vento como agente da dinâmica deve ser levado em consideração, pois a tensão de cisalhamento do vento é de grande importância

para a variabilidade da velocidade da corrente superficial.

1.4 Marés e Ondas

A costa do Ceará pode ser classificada como um ambiente de meso-maré. O regime dominante é semidiurno com duas baixa-mares e duas preamarés em 24 horas e 50' (um ciclo completo de maré). Segundo dados obtidos para o Porto do Mucuripe (Fonte: INPH), os níveis das marés variam de 0,5 metro a 3,87 metros, com amplitudes de 3,3 metros durante as sizígias e 1,2 metro durante as quadraturas.

O tratamento destes registros revela, em primeiro lugar, uma grande constância da direção da agitação. De fato, quase 95% das ondas têm rumos no setor $E \pm 15^\circ$. Tratam-se de ondas com alturas muito reduzidas: cerca de 99% são inferiores a 2 metros e aproximadamente 95% inferiores a 1,5 metro. Os períodos são igualmente reduzidos, com a totalidade praticamente inferior a 10 s e cerca de 90% inferiores a 7 s.

Direções principais: $E \pm 15^\circ$ – 95%

Período principal: > 7 s – 90%

Direções preferenciais: SE a NE

A análise do padrão anual do clima de ondas na região com incidência predominante NE nos 4 primeiros meses do ano e a partir maio as ondas distribuem-se com maior incidência na direção ESE até novembro, em dezembro ocorre a tendência de retorno das ondas de NE (Maia 1998), (Figuras 5 e 6).

Figura 5: Prancha 1 – Rosa das ondas para o primeiro semestre de 1997 (Maio 1998)

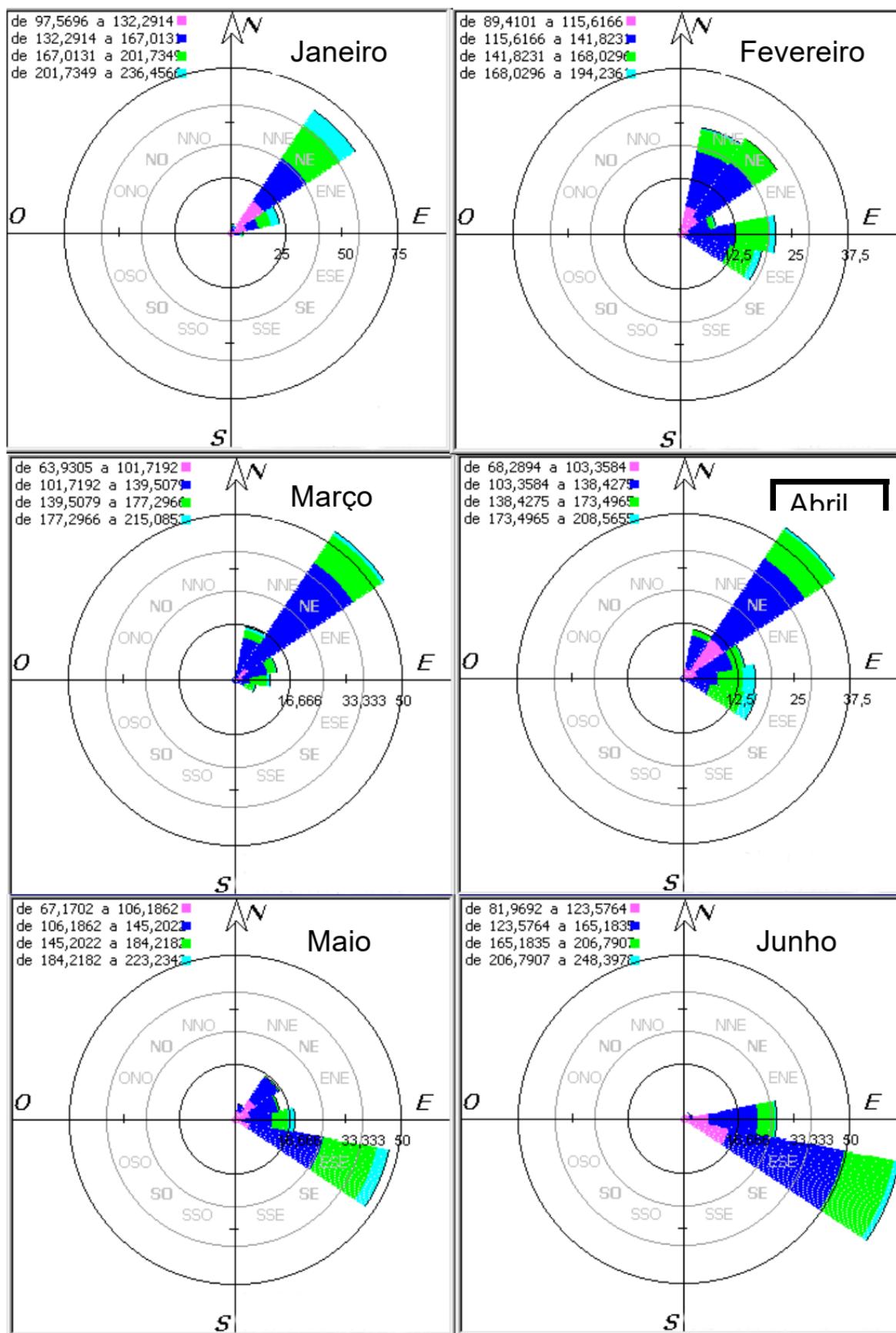
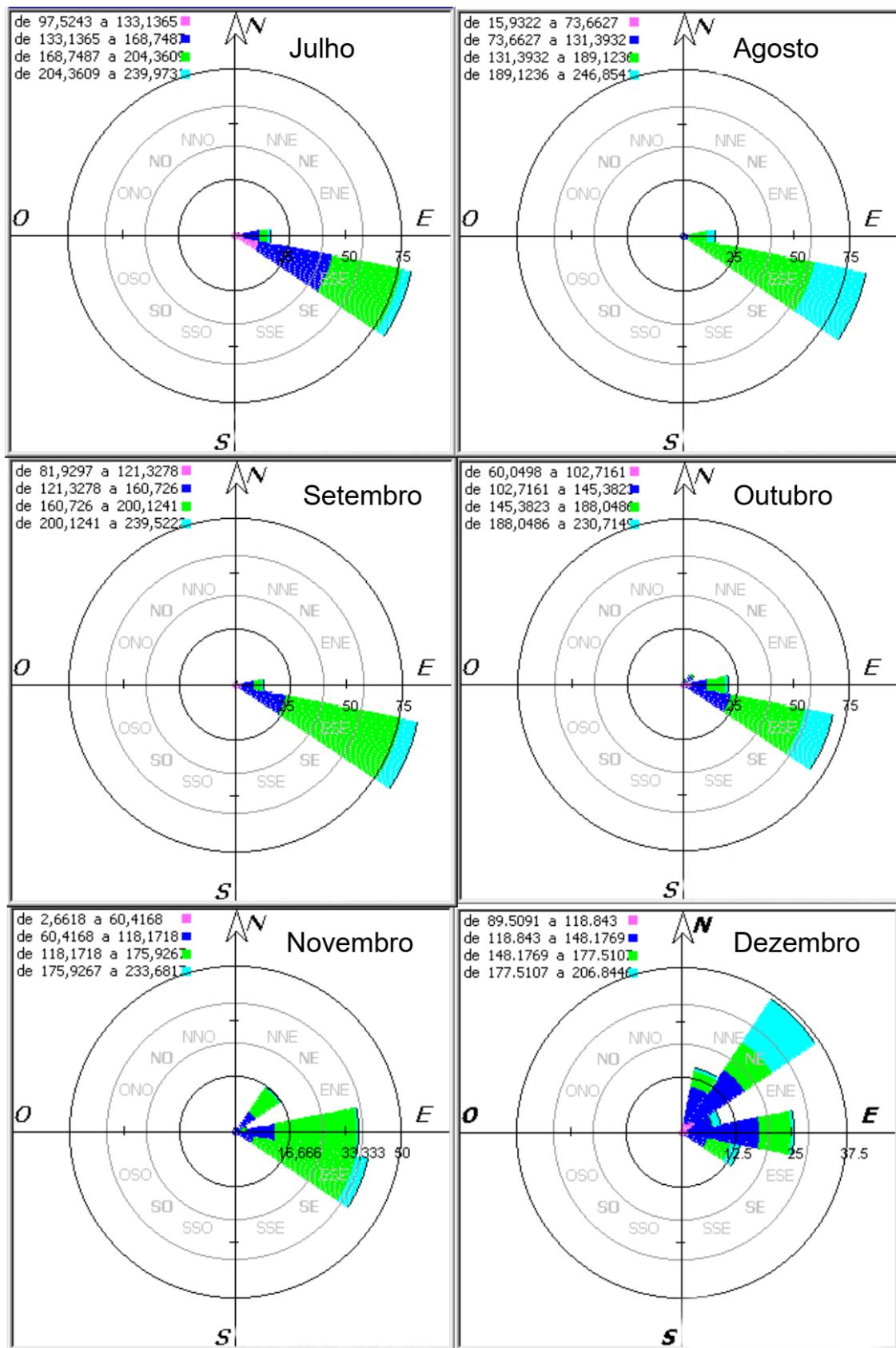


Figura 6: Prancha 2 – Rosa das ondas para o segundo semestre de 1997 (Maio 1998).



1.5 Nebulosidade, Visibilidade

O regime de nebulosidade na cidade de Fortaleza, de acordo com os dados do Instituto Nacional de Meteorologia, em Fortaleza, predominantes para um período medido de 30 anos, caracteriza-se por uma nebulosidade média de cerca de 5 décimos, com uma variação de 1 a 2 décimos ao longo de todos meses do ano, coincidindo o período de maior nebulosidade média com o período chuvoso.

1.6 Umidade Relativa

Como resultante da influência marinha e da alta taxa de evaporação a região do estudo alcança uma média mensal de 76,1% de umidade relativa do ar, com mínima mensal de 71,1% em Outubro, e máxima de 82,5% em Abril, apresentando oscilações segundo o regime pluviométrico. A ocorrência de orvalho é frequente ao longo do ano, sendo raro fenômeno como nevoeiro.

1.7 Insolação

As temperaturas médias em Fortaleza variam entre 25 e 32 graus ao longo do ano. Mesmo nos meses mais frios, de maio a julho, a temperatura média em Fortaleza fica acima de 25 graus.

1.8 Temperatura do Ar

As temperaturas médias em Fortaleza variam entre 25 e 28 graus ao longo do ano. Mesmo nos meses mais frios, de maio a julho, a temperatura média em Fortaleza fica acima de 25 graus.

Quanto ao sentido das correntes eólicas, tem-se o Sudeste (61%) como principal gerador de tais fluxos e o Leste (33%), como secundário. Os ventos do sector NE, capazes de gerar correntes marítimas no sentido de terra, têm uma frequência de cerca de 24%.

2. Aspectos Geológicos e Geomorfológicos Regionais e Locais

A distribuição espacial das formações geológicas influí nas características gerais da morfologia costeira e sobre o padrão de distribuição sedimentar. Desta forma, uma visão ampla sobre essa evolução será de interesse para a compreensão das

relações entre a magnitude e importância dos diferentes processos, Magalhães (2000).

A geologia da região correspondente à área de entorno do promontório de Mucuripe, é representada pelo embasamento proterozóico (Grupo Ceará) e por sedimentos quaternários.



Figura 7: Adaptação do mapa geológico do Ceará, com destaque para a cidade de Fortaleza, IPECE, 2007.

2.1 Embasamento Cristalino

Pesquisas desenvolvidas regionalmente por Caby & Arthaud (1986), referem- se ao embasamento da região (Grupo Ceará) como sendo formado por dois conjuntos de litologia de idades distintas. O primeiro, data do Arqueano, sendo constituído de xistos e gnaisses de composição tonalítica a granodiorítica, em que o bandamento magmático é algumas vezes preservado, e por alguns remanescentes de anfibolitos e metasedimentos. Em áreas que não se observam grande deformações, as relações estruturais indicam que os granitos foram intrudidos após os dioritos e tonalitos, e que os anfibolitos são derivados de antigas seqüências residuais de *greenstone belts*.

Na praia forma-se um píntal projetado para o mar, denominado de “Ponta do Mucuripe”. Este promontório é constituído por rochas estratificadas, identificadas como arenitos silicificados e numa zona de falha de direções N-S e E-W. Esses arenitos podem ser equiparados aos da Formação Açu, da Bacia Potiguar.

2.2 Formação Barreiras

Considerada por correlação estratigráfica como pertencente ao Tercio-Quaternário, ou mais precisamente a transição do Período Pliocênico para o Pleistocênico ocorre por toda a faixa litorânea apresentando a sua geomorfologia clássica em superfícies de tabuleiros e vez por outra em falésia.

O termo “Barreiras” foi usado pela primeira vez por BRANNER, em 1902 que se referia aos sedimentos variados e inconsolidados que ocorrem, de forma contínua por toda faixa costeira, desde o Rio de Janeiro até o Amazonas.

A Formação Barreiras é composta litologicamente por sedimentos areno-argilosos, de coloração cinza claros, avermelhada e de granulação que varia de média a grosseira e um acamamento indistinto. Normalmente ocorrem formando tabuleiros ao longo do litoral, apresentando suaves inclinações para o mar. Considerados sedimentos afossilíferos, já houve, no entanto registros de ocorrência de pólen (Arai et al, 1989, in Maia, 1993).

O contato dos tabuleiros com as rochas mais antigas é discordante e pode formar nítidas escarpas. Por vezes, há ocorrências de faixas esbranquiçadas devido a maior concentração de caolim. São depósitos continentais que tiveram sua formação a partir do retrabalhamento de extensas capas lateríticas tropicais, desenvolvidas em ciclos sucessivos de relativa estabilidade tectônica e climáticas em épocas Cenozóicas.

Os sedimentos desta Formação são representados localmente por falésias mortas e, principalmente como falésias vivas e recifes.

Os materiais componentes dessas rochas são provenientes principalmente de rochas fontes de caráter metamórfico de alto grau, altas temperaturas e pressões extremamente elevadas, possivelmente, rochas de metamorfismo dinamotermal e, rochas ígneas alcalinas. Em resumo, o relevo do embasamento seria a principal fonte de materiais. A formação Barreiras originariamente denominada por Kegel passou a ser chamada de “Grupo Barreiras”, incluindo uma sequência inferior, denominada de “Formação Guararapes”, e sotoposta a esta em discordância erosiva a “Formação Riacho Morno”, descrita por Bigarella & Andrade (1964).

No contexto regional existem diversos trabalhos sobre a Formação Barreiras, baseando-se principalmente num empilhamento de diversas unidades, como consequência da evolução do relevo, dos movimentos tectônicos e dos paleoclimas. Os trabalhos mais recentes baseiam-se em estudos palinológicos indicando que o Barreiras começou a ser depositado no Mioceno, entretanto a maioria dos autores aceitam a idade como Pliocênica a Pleistocênica. O sistema deposicional destes sedimentos tem se mostrado variado ao longo da costa brasileira, com fácies variando desde leques aluviais à planície de maré.

2.3 Sedimentos Quaternários

O primeiro trabalho tratando da sedimentação e transporte de sedimentos na costa do Ceará foi realizado por Morais & Souza, 1971, seguido por outros como Morais & Pitombeira, 1974, Morais et al , 1979, e Smith & Morais, 1984, tratando sobre dunas, aspectos geomorfológicos e geológicos dos sedimentos.

Enquadrados cronologicamente dentro do período Quaternário são representados na região por sedimentos litorâneos, constituídos de rochas de praias e cordões litorâneos de idade recente, formados pelos arenitos flúvio- marinhos e os sedimentos inconsolidados de origem eólica ou dunas. As paleodunas são sedimentos Quaternários, que repousam discordantemente sobre os sedimentos da Formação Barreiras - estão distribuídos aleatoriamente por toda faixa litorânea.

Os aluviões são representados por todos os depósitos fluviais ou lagunares recentes, recobrindo rochas Pré-Cambrianas. Litologicamente, estão representadas por areias escuras, cascalhos de cores variadas e argilas com material em decomposição.

As rochas de praia ou “beach rocks” da região costeira do Ceará apresentam características muito semelhantes entre si, ou seja, normalmente ocorrem em forma de arrecifes em faixas alongadas e descontínuas paralelas à linha de costa ou em blocos associados aos recifes da Formação Barreiras, acentuando-se a idéia de que as rochas da Formação Barreiras participam de forma fundamental no fornecimento de materiais para formação destas rochas. Sua composição é predominantemente quartzo-feldspática e de alto conteúdo carbonático (cimento).

Branner (1904), estudou de forma genérica inúmeras ocorrências de rochas de praia, desde o Ceará até Porto Seguro, na Bahia, considerando-as como sendo praias consolidadas, cimentadas por carbonato de cálcio, depositados da água do mar, através do dióxido de carbono.

Diversos trabalhos sobre as rochas de praia foram realizados, entre os quais destacam-se os de Morais (1968) e Ferreira (1969), sempre com a preocupação de elucidar diversos problemas relacionados com a origem dessas rochas, sendo as divergências, mais acentuadas, no que concerne as condições sob as quais se processam a precipitação e, consequentemente, a cimentação dessas rochas.

Tricart (1959) in Morais (1968), atribui a idade das rochas de praia ao Dunkerquiano, quando o nível do mar seria $\frac{1}{2}$ a 1m acima do atual.

Russel (1962) in Morais (1968) considerou as rochas de praia como sendo areias de praia cimentadas. Formando-se na proximidade do lençol freático, a temperaturas suficientemente altas para permitir a precipitação do carbonato de cálcio como cimento.

2.4 Dinâmica Sedimentar

A avaliação dos processos de transporte é sempre uma tarefa complexa sujeita a grandes margens de incerteza decorrentes das dificuldades que ainda existem ao nível da modelação dos diferentes processos. Existe ainda um fosso no conhecimento quando se trata de passar das microescalas às macroescalas o que implica diferentes abordagens de acordo com as escalas espaço-temporais que interessam aos problemas em estudo.

Em aplicações práticas de engenharia a previsão do transporte de sedimentos por ação conjunta de ondas e correntes envolve mais do que uma simples seleção de uma relação entre as taxas de transporte e um número de parâmetros hidrodinâmicos e sedimentares.

As descrições de curto período são importantes, mesmo fundamentais para a compreensão do funcionamento do sistema, mas são insuficientes para darem origem a um modelo que permita fazer uma previsão com interesse prático da forma como o sistema irá evoluir. Num caso do tipo do abordado neste

estudo interessa essencialmente ser capaz de avaliar transportes residuais com escalas temporais da mesma ordem de grandeza dos fenómenos que eles têm que prever (e.g. impacto de uma obra nas zonas costeiras adjacentes).

Isto implica no entanto a necessidade de prever o efeito de condições de transporte altamente variáveis produzidas pela ação de ondas, correntes, marés, ventos, temporais, etc. Implica ainda ter em consideração os efeitos morfodinâmicos da interação com o fundo e o diferente comportamento de sedimentos finos e areias.

No caso de situações em costa aberta, se se dispuserem de dados históricos suficientes em quantidade e qualidade, é possível implementar modelos de evolução da linha de costa que permitem efetuar simulações de grandes períodos temporais (e.g. décadas) e grandes escalas espaciais (e.g. dezenas ou mesmo centenas de quilómetros). Este tipo de modelos já foi aplicado anteriormente na zona costeira adjacente ao porto de Mucuripe para avaliação da evolução das praias da cidade de Fortaleza (Salim, 1998). No entanto estes modelos só permitem calcular a posição da linha de costa e são inadequados para o estudo detalhado do transporte em zonas de sombra de estruturas como acontece no caso em estudo.

O estudo mais detalhado destes processos implicam a implementação de modelos mais complexos que permitam uma descrição do estudo do transporte sobre a totalidade da área envolvente do porto. No entanto, tendo em consideração que o processo mais importante de transporte (no que respeita ao interesse deste estudo) tem origem na difração das ondas em torno do molhe Titan, a implementação de um modelo deste tipo implica igualmente a disponibilização de um modelo de ondas bastante complexo limitando igualmente qualquer tipo de avaliação de evolução a médio longo prazo.

Tendo em conta as limitações atuais da modelagem no que respeita a estes aspectos, não perdendo de vista os objetivos do estudo que são essencialmente encontrar respostas e propor soluções, a opção mais realista tem de passar necessariamente pela conjugação do conhecimento que é possível retirar de simulações do sistema em modelo (mesmo que limitadas), de dados de campo, de conhecimento histórico do local e do saber e experiência de especialistas neste campo. Há que ter sempre em consideração que não é pelo fato de se dispor de

um modelo muito complexo que se obtém uma resposta de melhor qualidade. Pelo contrário, dadas as incertezas associadas a estes processos, quanto mais simples é o modelo utilizado mais fácil se torna interpretar os resultados e identificar as respectivas insuficiências.

Tendo em atenção estes fatos, e também a necessidade de simular processos de transporte distintos, um ligado ao transporte de areias, que contribui para o enchimento da praia Mansa e outro, ligado ao transporte de sedimentos finos, que contribui para o assoreamento da bacia portuária, foi decidido dar mais importância à tentativa de uma melhor compreensão dos fenómenos em detrimento da aplicação de modelos complexos que muitas vezes limitam uma visão mais clara dos processos.

Assim se procurou tirar o máximo partido das medidas de campo, nomeadamente no que respeita aos resultados das campanhas com areias marcadas, e utilizar os modelos para perceber os dados obtidos e tentar estabelecer modelos concetuais de evolução em face de cenários alternativos.

No que respeita à avaliação do transporte de areias foram simuladas as correntes produzidas pelas ondas para identificar as possíveis origens dos sedimentos e implementado um modelo de ondas baseado na resolução das equações de boussinesq para descrição detalhada da propagação da agitação nas zonas junto às estruturas.

No que respeita à avaliação do transporte de sedimentos finos foram simuladas as correntes produzidas por ação combinada de maré e vento e avaliados os percursos e potenciais zonas de deposição de sedimentos transportados na coluna de água com origem em diferentes pontos.

Existem disponíveis diferentes estudos visando a avaliação do transporte litorâneo na zona de Fortaleza. Estimativas da capacidade de transporte litorâneo na praia do Futuro, realizadas por Pitombeira (1997), utilizando fórmulas que levam em conta o fluxo de energia paralelo à praia apontam para valores da ordem de 800.000 m³/ano (Salim, 1998). Por seu lado Valentini (1997), utilizando a fórmula do CERC chegou a valores da ordem dos 600.000 m³/ano. O INPH (1992) num estudo realizado com o objetivo de caracterizar o transpasse de sedimentos em torno do

porto de Fortaleza, tendo por base uma avaliação dos volumes acumulados na praia do Futuro, na bacia e canal do porto e na restinga, estimou indiretamente o transporte de sedimentos na praia do Futuro, em cerca de 875.000 m³/ano.

Todos estes estudos apontam para capacidades de transporte litorâneo na praia do Futuro superiores a 500.000 m³/ano. Os sedimentos transportados ao longo deste trecho de costa, por aparentemente já não haver grande capacidade de retenção pelo Titanzinho, têm então duas alternativas: ou se perdem para profundidades maiores ou transpassam o Titanzinho vindo parte deles a contribuir para o assoreamento da praia Mansa.

O processo de transpasse do Titanzinho foi perfeitamente identificado na segunda campanha de traçadores com areias marcadas, sendo também perceptível no incremento da taxa de assoreamento da praia Mansa a que aparentemente se tem vindo a assistir nos últimos tempos. As maiores dificuldades que restam nesta altura se relacionam com a capacidade da respetiva quantificação, sendo no entanto de esperar que uma boa parte dos sedimentos que são transportados ao longo da praia do Futuro tenham condições para atingir o limite do molhe Titan, encaminhando-se uma parte para zonas mais profundas (em direção à restinga) e ficando outra parte retida no atual banco e sedimentos existente junto à cabeça do molhe que depois é transportada por ação das ondas difratadas para a zona da praia Mansa.

Com o exposto acima, observamos que temos uma sedimentação a barlamar do Porto de Fortaleza e uma erosão a sotamar do mesmo.

2.5 Geomorfologia Costeira

Com base na compartimentação geomorfológica do Ceará (Souza, 1983 e 1988) a área enfocada integra o domínio dos depósitos sedimentares cenozóicos. Esse domínio apresenta duas unidades geomorfológicas que são os “glacis” pré-litorâneos dissecados em tabuleiros e a planície litorânea comportando uma maior variedade de formas.

Os “glacis” se desenvolvem nas exposições Térciário-Quaternárias da Formação Barreiras. Têm níveis altimétricos que variam de 30 - 40 m no interior, com cimento topográfico suave na direção da faixa costeira. A morfologia exibe-se como uma

rampa suavemente inclinada, comportando-se como um pedimento detritico com declive inferior a 5 graus. A rede de drenagem consequente e de padrão paralelo dissecava os “glacis” por meio de entalhes pouco profundos, isolando interflúvios tabulares inaparentes. Os depósitos da Formação Barreiras onde se desenvolvem aquelas feições constituem depósitos correlativos continentais que compõem uma vasta superfície de gradação situada na porção pré-litorânea.

A planície litorânea é formada por sedimentos Quaternários que reposam, discordantemente sobre a formação barreiras. As feições morfológicas que a integram são muito variadas, incluindo-se as faixas praiais, os campos de dunas, as planícies flúvio- marinhas, as planícies de marés, as planícies lacustres e falésias. A maioria das feições do modelado resulta de processos de acumulação.

Esses processos são condicionados por agentes marinhos, eólicos, fluviais e mistos.

De modo a sistematizar as informações a respeito do modelado da planície litorânea, serão considerados os seguintes sub-conjuntos:

- a) Morfologia da faixa praial
- b) Planícies flúvio-marinhas, planícies lacustres e planícies de marés
- c) Dunas

2.6 Morfologia de faixa praial

De modo genérico, a área em análise, encerra, com larguras variáveis, a ocorrência da praia propriamente dita e da alta praia (berma), além da ocorrência eventual de rochas de praia e plataformas de abrasão.

A praia (estirâncio) fica situada na porção de terras submetidas às amplitudes de marés, ou seja, entre a mais alta e a mais baixa maré. Isso significa a razão por que, os sedimentos arenosos que recobrem a faixa praial são continuamente lavados. Com maior aderência dos grãos de areia, a mobilização dos sedimentos por processos eólicos fica inviabilizada.

Em direção ao continente há o desenvolvimento de uma faixa de terras de contorno pouco sinuoso postos ao abrigo das águas marinhas. Trata-se da alta praia ou berma. Sua superfície frontal voltada para o mar tem declive nítido. Daí até a base

do campo de dunas os aclives são suaves.

2.7 Planícies Flúvio-Marinhas, Planícies Lacústres e Planícies de Marés

O sistema hidrológico superficial da área em análise, é responsável pelos setores de planícies de acumulação que representam parcelas de terra de pequenas dimensões, comparativamente às áreas de deposição eólica.

As planícies lacustres se desenvolvem às margens das lagoas que têm origem fluvial ou freática. Elas têm formas e dimensões variadas, resultando, muitas vezes, do barramento do fluxo hídrico superficial pelo campo de dunas. Em outros casos são oriundas da pequena profundidade do lençol freático; ocupando as pequenas bacias de deflação inseridas nas depressões interdunares.

2.8 Dunas

Os campos de dunas começam a se esboçar a partir da porção terminal da alta praia. As dunas móveis e semi-fixas são mais exuberantes a partir da praia do Icaraí e assumem expressão territorial e paisagística na área que circunda a barra do rio Cauípe, à jusante do lagamar.

Foram identificadas, de acordo com sua estabilidade, dunas móveis, as semi-fixas e as fixas. As dunas móveis, que têm preponderância espacial não têm qualquer cobertura vegetal. O trânsito das areias é livre e se processa com maior intensidade durante a estiagem. As dunas semi-fixas têm cobertura vegetal esparsa, predominando um tapete herbáceo descontínuo. As dunas fixas, já submetidas às influências dos processos pedogenéticos, foram colonizadas por espécies de porte arbóreo e a alta densidade das plantas limita a manifestação dos processos eólicos.

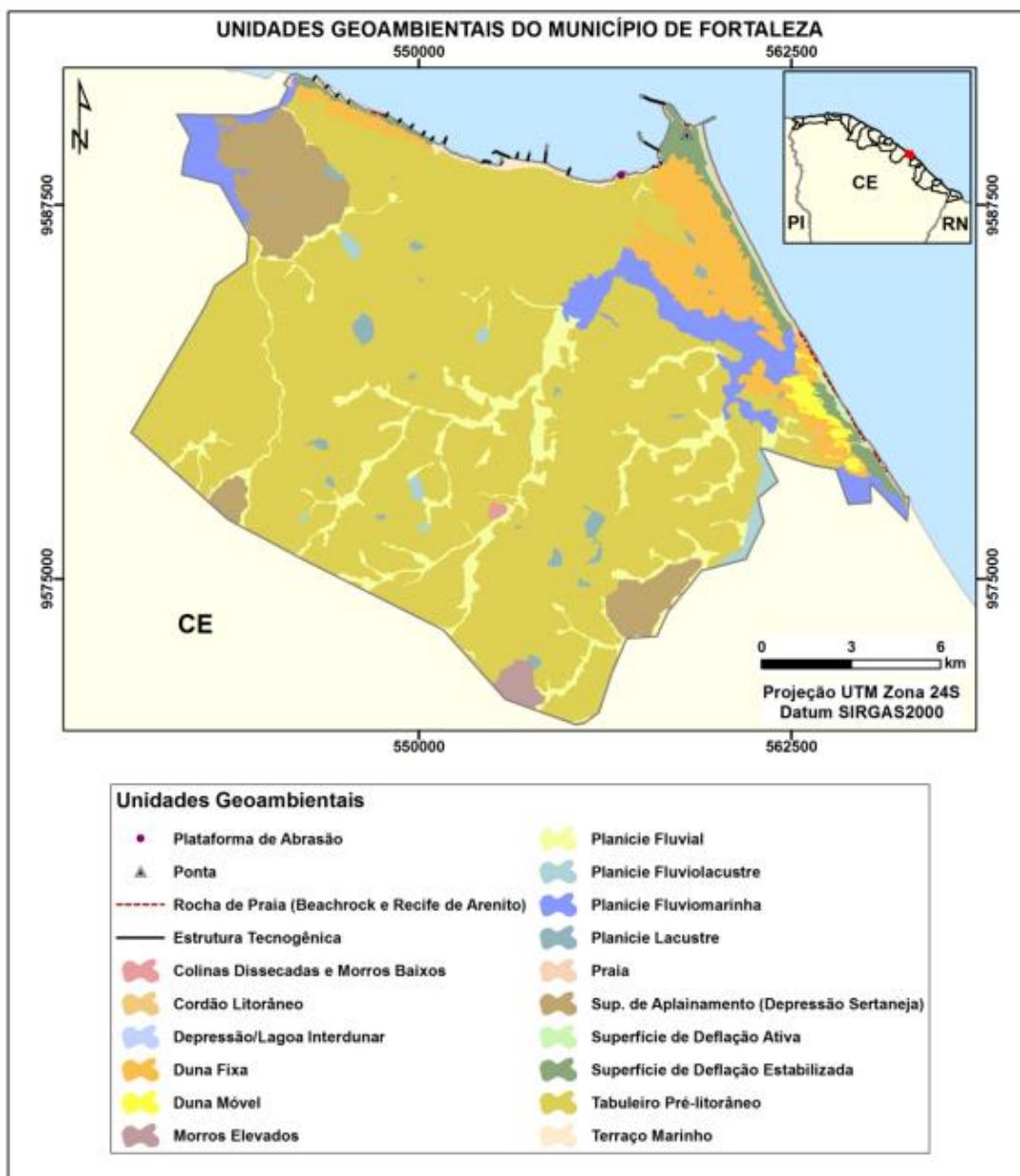
As gerações de dunas podem ser identificadas de acordo com a sua maior ou menor estabilidade.

Além dos “glacis” pré-litorâneos e da planície litorânea, a área em apreço comporta parcelas de terras pertencentes às depressões sertanejas e aos maciços residuais. Nesse trecho do litoral ocidental do Ceará, as rochas do embasamento cristalino se aproximam bastante da linha da costa, expondo geossistemas com características geoecológicas muito distintas daquelas precedentemente referidas.

2.8 Unidades Geoambientais

O município de Fortaleza (Figura 8) apresenta grande parte de seu território constituído de Tabuleiro Pré-Litorâneo, com processo de urbanização já consolidado. Em sua porção Leste há uma grande quantidade de Dunas Fixas e a Planície Fluviomarinha do Rio Cocó onde há predomínio da Vegetação de Mangue, ambas áreas definidas como APP.

Figura 8: Unidades Geoambientais da cidade de Fortaleza -



3. Recurso Hídricos

3.1 Qualidade da Água

Em função dos impactos ambientais que possam ser causados pela implantação da operação desse empreendimento, torna-se necessário caracterizar e avaliar a qualidade da água hoje existente na bacia envolvida na área de influência do projeto.

Para tanto foram levantados os aspectos sanitários envolvendo carga orgânica industrial, populacional, dados físico-químicos e bacteriológicos das águas, baseado nos dados disponíveis.

Uma vez que se localizarão na atual bacia portuária, torna-se necessário, caracterizar e avaliar a qualidade da água, hoje existente nos rios contribuintes do promotor de Mucuripe, assim como a qualidade da água da própria bacia portuária.

Os principais rios a montante da bacia portuária, sob influência da corrente longitudinal costeira (leste-oeste) são: Os rios Cocó e Pacoti, que contribuem diretamente para qualidade da água da bacia.

3.2 Carga Orgânica Industrial e Populacional

As principais fontes de poluição direta das águas dos rios, e indireta das águas da Bacia Portuária de Mucuripe são os efluentes industriais e urbanos.

O Rio Cocó recebe diretamente despejos das indústrias localizadas no distrito industrial, despejos domésticos, aterros sanitários, urbanizações, extração de areia e deposição de lixo.

Os principais agentes poluidores do Rio Pacoti, são os agrotóxicos provenientes da região do Maciço de Baturité. O processo de contaminação das águas se inicia através de lixiviação das culturas e solo, durante o período chuvoso ou até mesmo pelo sistema de irrigação.

Uma vez que estes rios contribuem para bacia portuária através da corrente costeira (leste), as águas da praia de Mucuripe recebem despejos industriais e esgotos domésticos, além dos efluentes do porto.

3.3 Classificação dos corpos d'água

As águas superficiais estão classificadas, segundo os seus usos, em 9 (nove) classes, de acordo com a Resolução CONAMA nº 18 de junho de 1986, que estabelece a classificação das águas interiores do Território Nacional em águas doces, salinas e salobras. As águas salinas são de classes 5 e 6, destinadas à:

Classe 5

- a – recreação de contato aquáticas.
- b – proteção das comunidades aquáticas.
- c – criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

Classe 6

- a – navegação comercial.
- b – harmonia paisagística.
- c – recreação de contato secundário.

As áreas compreendidas do Porto de Fortaleza, Cais Pesqueiro e adjacências são vulneráveis à poluição por resíduos sólidos domiciliares e líquidos produzidos pelas embarcações atracadas e fundeadas no porto e ao largo.

Apesar de ser servida pela rede coletora de esgoto, esta faixa de praia ainda sofre pela disposição irregular de esgotos e lixo. Como exemplo podemos tomar o riacho Maceió, que corta uma grande parte da zona urbana da cidade como filete de água de coloração turva e mau cheiroso, indicando a presença marcante de esgotos domésticos drenados para o seu leito, tornando-o perene durante o ano.

De acordo com as análises bacteriológicas realizadas na área do empreendimento, encontrou-se em média 14.150×10^3 NMP de coliformes totais por 100mL, com predominância de *Citrobacter*, *Enterobacter aerogenes* e *Escherichia coli*. Nos meses de pluviosidade essa concentração pode atingir níveis da ordem de 16.650

$\times 10^3$ NMP de coliformes totais com predominância da *Enterobacter aerogenes*, *Escherichia cílio* e *Citrobacter*.

As águas superficiais da Bacia de Evolução do Porto de Fortaleza, apresentaram teores de óleo variando entre 0,40 a 0,75%. Esta concentração de óleo mostra existir uma poluição bem considerável, mas que ocorre nesse tipo de empreendimento. O óleo na água dificilmente se decompõe ou se combina quimicamente, podendo evaporar ou ser absorvido pelos animais. Assim o óleo pode permanecer por um longo período, constituindo uma fina camada que impede as trocas gasosas entre a água e a atmosfera, podendo produzir escassez de oxigênio para os peixes e reduzir a síntese clorofílica do plancton marinho (VASCONCELOS, s.d.).

Os padrões de balneabilidade do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, apresentam a seguinte classificação referente a *Escherichia coli*:

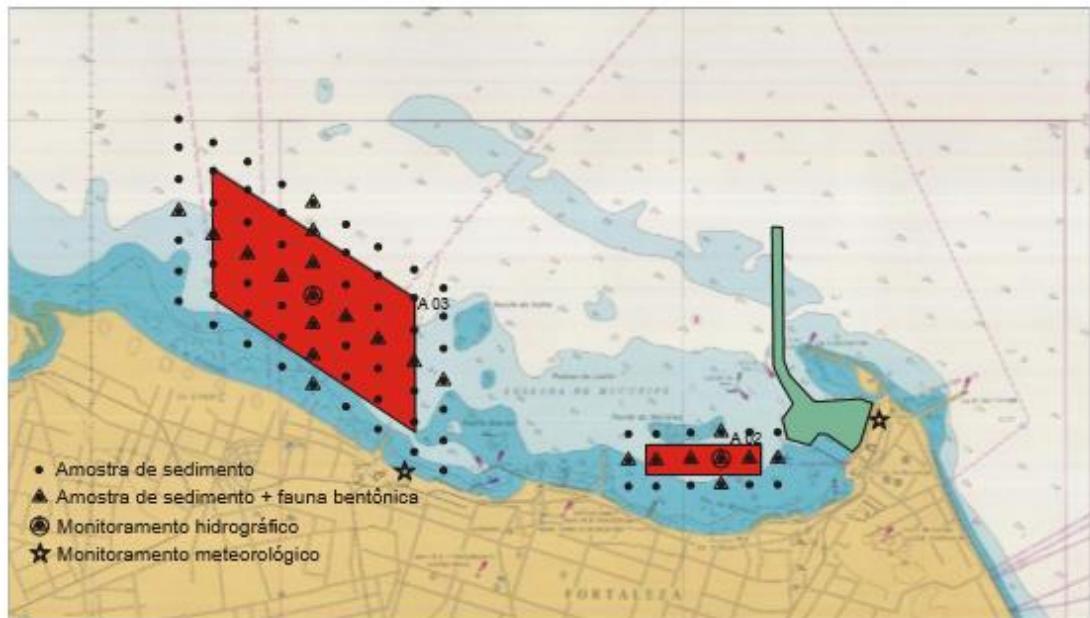
- Excelente até 250 NMP/100mL de água;
- Muito boa até 500 NMP/100mL de água
- Insatisfatória até 1000 NMP/100mL de água
- Imprópria acima de 1000NMP/100mL de água.

As concentrações de coliformes e óleo encontradas na água, comprometem a qualidade da água na região do cais pesqueiro e adjacências.

4. Meio Biótico

De acordo com o relatório realizado pelo Instituto de Ciências do Mar – Labomar / UFC do Monitoramento da Macrofauna Bentônica na Área de Descarte da Dragagem do Porto do Mucuripe (Figura 9).

Figura 9: Amostras de sedimentos para análise da macrofauna bentônica, 2010



Na amostragem realizada em setembro de 2010, foram analisadas 18 amostras procedentes de 6 estações da Área 02 e 31 procedentes de 11 estações da Área 3. No total, foram identificados 1780 invertebrados bentônicos, pertencentes a 9 filos e 134 táxons (Tabela 1). Na Área 2, foram identificados 423 organismos pertencentes a 77 táxons (Tabela 2). Na Área 3, foram identificados 1357 organismos pertencentes a 109 táxons (Tabela 3). Os poliquetas, moluscos e crustáceos foram os mais representativos, em termos de riqueza de táxons, em ambas as áreas.

Tabela 1: Lista taxonômica da macrofauna bentônica observada nas áreas 2 e 3 de descarte da dragagem do Porto do Mucuripe, Fortaleza, Ceará, na campanha realizada em setembro de 2010.

Platyhelminthes	
Turbellaria	
Nemertea	Turbellaria ñ-ident.
Nematoda	Nemertea ñ-ident.
Sipuncula	Nematoda ñ-ident.
Mollusca	Sipuncula ñ-ident.
Gastropoda	
Architectonicidae	
<i>Heliaucus bisulcatus</i>	
Bullidae	
<i>Bulla striata</i>	
Caecidae	
<i>Caecum pulchellum</i>	
<i>Caecum ryssotitum</i>	
Calyptaeidae	
<i>Calyptaea centralis</i>	
Cylichnidae	
<i>Acteocina lepta</i>	
Olividae	
<i>Olivella minuta</i>	
<i>Olivella nivea</i>	
Rissoidae	

		<i>Ceratia rustica</i>
	Pyramidellidae	
		<i>Eurismatoma</i>
		<i>Pyramidellidae</i> ñ-ident.
	Tricoliidae	
		<i>Tricoliidae</i> ñ-ident.
Bivalvia		
	Cardiidae	
		<i>Trachycardium magnum</i>
	Chamidae	
		<i>Chama macerophylla</i>
		<i>Chama</i> sp.
	Corbulidae	
		<i>Corbula caribaea</i>
		<i>Corbula cymella</i>
	Crassatellidae	
		<i>Crassinella lunulata</i>
	Isognomonidae	
		<i>Isognomon bicolor</i>
	Mactridae	
-		<i>Mactrotoma fragilis</i>
		<i>Spisula petiti</i>
	Myidae	
		<i>Sphenia antillensis</i>
	Mytilidae	
		<i>Lioberus castaneus</i>
		<i>Musculus lateralis</i>
	Nuculanidae	
		<i>Nucula semiornata</i>
	Ostreidae	
		<i>Ostreidae</i> ñ-ident.
	Pholadidae	
		<i>Martesia cuneiformis</i>
	Semelidae	
		<i>Abra aequalis</i>
		<i>Semele</i> sp.
	Solenidae	
		<i>Solen obliquus</i>
	Tellinidae	
		<i>Tellina listeri</i>
		<i>Tellina sandix</i>
		<i>Tellina</i> sp.
		<i>Tellina versicolor</i>
	Veneridae	
		<i>Puberella intapurpurea</i>
		<i>Transennella lunulata</i>
Scaphopoda		
	Dentaliidae	
		<i>Dentalium americanum</i>
Annelida		
	Polychaeta	
	Glyceridae	
		<i>Glycera</i> sp. II
	Goniadidae	

Goniadidae	<i>caroliniae</i>
Goniadidae	ñ-ident.
Hesionidae	
	Hesionidae ñ-ident.
Lumbrineridae	
	Lumbrineridae ñ-ident. I
	Lumbrineridae ñ-ident. II
Magelonidae	
	<i>Magelona papillicornis</i>
	<i>Magelona posterelongata</i>
	<i>Magelona riojai</i>
	<i>Magelona variolamellata</i>
Maldanidae	
	<i>Axiothella</i> sp.
Nephtyidae	
	<i>Nephtys</i> sp.
Nereididae	
	<i>Neanthes bruaca</i>
	<i>Nereis riisei</i>
Oenonidae	
	<i>Drilonereis</i> sp.
Onuphidae	
	<i>Diopatra</i> sp.
	Onuphidae ñ-ident.
	<i>Onuphis</i> sp.
	<i>Nothria</i> sp.
Opheliidae	
	<i>Armandia polyophthalma</i>
	<i>Ophelia</i> sp.
Orbiniidae	
	<i>Haploscoloplos</i> sp.
	<i>Scoloplos rubra</i>
	<i>Scoloplos</i> sp.
Oweniidae	
	<i>Galathowenia</i> sp.
	<i>Owenia fusiformis</i>
Paraonidae	
	<i>Aricidea</i> sp. I
	<i>Aricidea</i> sp. II
	Paraonidae ñ-ident.
Pholoidae	
	<i>Pholoe</i> sp.
Phyllodocidae	
	<i>Hesionura</i> sp.
	Phyllodocidae ñ-ident.
Pilargidae	
	<i>Parandalia</i> sp.
	<i>Sigambra grubei</i>
Poecilochaetidae	
	<i>Poecilochaetus</i> sp.
Polynoidae	
	Polynoidae ñ-ident.
Sabellariidae	
	<i>Sabellaria</i> sp.

Sabellidae	<i>Potamilla linguicollaris</i> <i>Potamilla</i> sp. Sabellidae ñ-ident.
Spionidae	<i>Apoprionospio dayi</i> <i>Displo remanei</i> <i>Paraprionospio pinnata</i> <i>Prionospio</i> sp. I <i>Prionospio</i> sp. II <i>Rhyncospio</i> sp. Spionidae ñ-ident. <i>Spiophanes bombyx</i> <i>Spiophanes</i> sp.
Syllidae	<i>Ehlersia</i> sp. <i>Exogone</i> sp. <i>Haplosyllis spongicola</i> <i>Pharyngeovalvata</i> sp. <i>Pionosyllis</i> sp. <i>Sphaerosyllis</i> sp. <i>Syllides longocirrata</i> <i>Trypanosyllis</i> sp. <i>Typosyllis</i> sp. I <i>Typosyllis</i> sp. II
Terebellidae	<i>Nicolea uspiana</i> <i>Streblosoma</i> sp. Terebellidae ñ-ident.
Arthropoda	
Crustacea	
Ostracoda	
Copepoda	
Amphipoda	Amphipoda ñ-ident.
Isopoda	Isopoda ñ-ident.
Tanaidacea	Tanaidacea ñ-ident.
Cumacea	Cumacea ñ-ident.
Mysidacea	Mysidacea ñ-ident.
Decapoda	Decapoda ñ-ident.
Echinodermata	
Echinoidea	Echinoidea ñ-ident.
Ophiuroidea	Ophiuroidea ñ-ident.
Chordata	
Cephalochordata	Cephalochordata ñ-ident.
