

Índice

4.2	Meio Físico	4.2 - 3
4.2.1	Geologia e Geomorfologia	4.2 - 3
4.2.1.1	Análise Regional	4.2 - 3
4.2.1.2	Análise Local	4.2 - 13
4.2.2	Pedologia	4.2 - 20
4.2.2.1	Aspectos Metodológicos	4.2 - 20
4.2.2.2	Unidades Mapeadas	4.2 - 22
4.2.3	Recursos Hídricos	4.2 - 25
4.2.3.1	Principais Sistemas Hídricos	4.2 - 31
4.2.3.2	Hidrogeologia	4.2 - 57
4.2.4	Caracterização Meteorológica	4.2 - 67
4.2.4.1	Climatologia	4.2 - 67
4.2.4.2	Circulação Atmosférica e Regime de Ventos	4.2 - 79
4.2.4.3	Caracterização da Qualidade do Ar	4.2 - 88
4.2.5	Caracterização Oceanográfica	4.2 - 100
4.2.5.1	Batimetria	4.2 - 100
4.2.5.2	Regime de Circulação	4.2 - 102
4.2.5.3	Regime de Marés	4.2 - 106
4.2.5.4	Regime de Ondas	4.2 - 108
4.2.5.5	Propriedades Físico-Químicas da Água do Mar	4.2 - 115
4.2.5.6	Qualidade das Águas	4.2 - 119
4.2.6	Monitoramento da Morfologia Costeira da Barra do Açu, São João da Barra, RJ	4.2 - 180
4.2.6.1	Introdução	4.2 - 180
4.2.6.2	Área de Estudo	4.2 - 181
4.2.6.3	Metodologia	4.2 - 190
4.2.6.4	Resultados e Discussão	4.2 - 198
4.2.6.5	Considerações Finais	4.2 - 243
4.2.7	Emissões Sonoras	4.2 - 246

Anexos:

- **Anexo 1:** Compilação das Análises Granulométricas da Praia do Açu
 - Amostra 1: Berma
 - Amostra 2: Zona do Estirâncio / Face da Praia
 - Amostra 3: Antepraia em Profundidade com cerca de 1 (um) metro

4.2 MEIO FÍSICO

A presente caracterização parte de uma análise regional que situa o litoral Norte-Fluminense, para a partir daí elaborar uma análise local que abrange uma área de cerca de 350 ha localizada na Fazenda do Meio, situada ao norte da Fazenda Saco Dantas, e outra de cerca de 39 ha, localizada na porção oeste da mesma. Nessas áreas serão implantados o aterro hidráulico, o canteiro de obras e as estruturas terrestres do Pátio Logístico do Porto do Açu. Abrange ainda o espaço terrestre onde será implantada a macrodrenagem do complexo portuário do Açu.

No que concerne ao espaço marítimo, o estudo abrange a área próxima à costa, onde os terminais marítimos serão operados e a região marítima localizada a mais de 30 km da mesma, onde se pretende dragar material arenoso para constituir o aterro hidráulico *onshore*.

Quando aplicáveis, foram utilizados no estudo, dentre outros, dados primários provenientes dos programas ambientais cuja implantação iniciou em setembro/2007, no âmbito da Licença de Instalação (LI N° FE012725) para construção do pátio de minério de ferro, localizado na Fazenda Saco Dantas, e dos terminais marítimos do Porto do Açu.

4.2.1 *Geologia e Geomorfologia*

4.2.1.1 **Análise Regional**

As diversas formas de relevo do Estado do Rio de Janeiro resultam, principalmente, da sua história geológica, da litologia e de fatores paleoclimáticos. Os eventos geológicos, causadores de amplos arranjos estruturais e de expressivas ocorrências litológicas, geraram grandes conjuntos de formas de relevo, que constituem os Domínios Morfoestruturais. Estes, por sua vez, compartmentam-se regionalmente, em função

não mais de causas geológicas, mas sim de fatores de ordem essencialmente climática, sejam eles atuais ou passados, e de determinadas condições fitoecológicas e pedológicas. Tais compartimentos compreendem as Regiões Geomorfológicas, que, em decorrência de processos morfogenéticos mais localizados, relacionados principalmente às características da rede de drenagem, subdividem-se em Unidades Geomorfológicas.

São dois os Domínios Morfoestruturais: Depósitos Sedimentares e Faixas de Dobramentos Remobilizados (CIDE, 1998). Os primeiros localizam-se, predominantemente, nas áreas litorâneas, estendendo-se desde o oceano até as escarpas do planalto, representadas pela Serra do Mar, e entremeando-se com as Colinas e Maciços Costeiros. As Faixas de Dobramentos Remobilizados fazem-se presentes, de forma preponderante, por todo o interior do território fluminense.

A área de estudo abrange a unidade morfoestrutural das Bacias Sedimentares Cenozóicas, as quais encontram-se discriminadas na **Figura 4.2.1-1**, com a respectiva área do empreendimento.

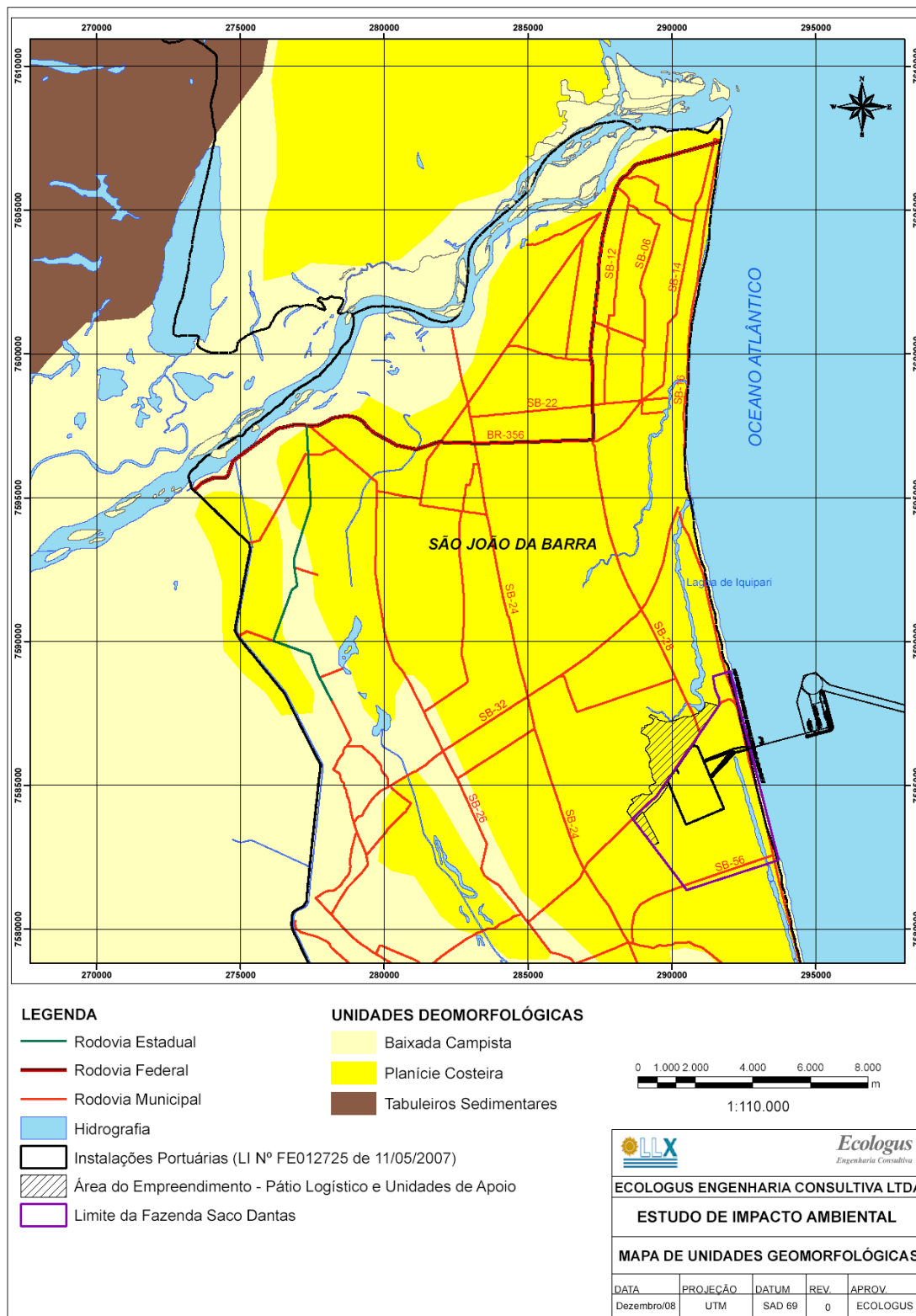


Figura 4.2.1-1: Unidades Geomorfológicas

Conforme pode ser observado no mapa temático, na região do empreendimento, área da unidade morfoestrutural Bacias Sedimentares Cenozóicas, ocorrem três unidades morfoesculturais, quais sejam: Tabuleiros de Bacias Sedimentares, Planícies Fluviomarinhas (Baixadas) e Planícies Costeiras.

Os tabuleiros do Grupo Barreiras presentes na região de Campos (noroeste da área do empreendimento) são associados ao período Plioceno. Os sedimentos inconsolidados das baixadas e planícies costeiras foram gerados ao longo de ciclos transgressivos e regressivos da linha da costa durante o Quaternário.

Estas unidades morfoesculturais delineadas a partir da abertura do Atlântico e consolidadas ao longo do Terciário, continuaram a ser modeladas por eventos de erosão e sedimentação não-uniformes, no tempo e no espaço, ao longo do Cenozóico Superior.

As características das três unidades morfoesculturais que caracterizam a região do empreendimento são apresentadas a seguir:

Tabuleiros de Bacias Sedimentares

Essa unidade encontra-se situada a noroeste da área do empreendimento, ao Norte da cidade de Campos dos Goytacazes, e compreende um conjunto de tabuleiros e colinas alongadas de topo plano ou suavemente arredondado do Grupo Barreiras. As superfícies tabulares, de amplitude de relevo muito baixa, são dissecadas por uma rede de drenagem paralela de baixa densidade, formando vales encaixados em “U”, ou colinas tabulares, quando a densidade se torna maior. Destacam-se das planícies fluviais ou fluviolagunares adjacentes, por meio de vertentes de gradientes suaves, freqüentemente recobertas por colúvios.

Essa unidade apresenta um baixo potencial de vulnerabilidade a eventos de erosão e movimentos de massa, tendo em vista a ocorrência de extensas áreas planas, baixas amplitudes de relevo e gradientes suaves das encostas. Aflora sob a forma de extensos tabuleiros ou falésias de vários metros de altura.

Assim sendo, esse pacote sedimentar é constituído de três unidades: areias grossas a conglomeráticas, com matriz caulínica e estruturas de estratificação cruzada planar na base do pacote; uma unidade intermediária composta de interlaminações de areias grossas quartzosas com matriz areno-argilosa e argilas arroxeadas levemente arenosas; e, no topo do pacote, um nível de argilas de cores vermelha e branca. Segundo o modelo de evolução paleogeográfica e paleoclimática proposto por MARTIN *et al.* (1997), para o litoral Norte do Estado do Rio de Janeiro, a sedimentação Barreiras ocorreu provavelmente durante o Plioceno, quando o clima era semi-árido, sujeito a chuvas esporádicas torrenciais. Dessa forma, teriam formando-se amplas faixas de leques aluviais no sopé das encostas constituídas pelas rochas do embasamento (GHIGNONE, 1979).

Nessa época, o nível do mar era mais baixo que o atual, de forma que os sedimentos do Grupo Barreiras entulharam a plataforma continental (BIGARELLA & ANDRADE, 1964). A sedimentação Barreiras foi interrompida quando o clima passou a ser mais úmido (VILAS-BOAS *et al.*, 1985), e, no Pleistoceno, uma transgressão marinha começou a erodir a porção mais externa do Grupo Barreiras, formando as falésias que ocorrem no Nordeste do Brasil.

Compreendem solos bem drenados, caracterizados pela ocorrência de horizonte B textural de cores com matiz mais amarelo que 7,5 YR na maior parte dos 100 cm do horizonte B (Argissolos). São profundos e bastante intemperizados, caracteristicamente caulíníticos, o que se reflete na baixa capacidade de troca de cátions e saturação de bases. São desenvolvidos a partir de sedimentos terciários da Formação Barreiras. Apresentam caráter coeso, em geral localizado no horizonte AB e/ou BA, e/ou parte

do Bt, os quais quando secos possuem consistência no mínimo dura, sendo normalmente muito dura, e às vezes extremamente dura. A consistência úmida varia de friável a firme e a densidade do solo deste(s) horizonte(s) é mais elevada que os horizontes subjacentes. Portanto, apresentam restrições de drenagem interna, aeração e impedimentos físicos à mecanização e penetração de raízes.

Têm nas características físicas e químicas as principais limitações ao aproveitamento agrícola, impondo a execução de práticas para facilitar o desenvolvimento radicular, o controle dos processos erosivos, embora em geral localizados em locais de relevo plano, e a correção química (adubação e calagem).

Em geral são utilizados com o cultivo de cana-de-açúcar e pastagens plantadas. Situam-se em áreas de relevo plano, sob vegetação original de Floresta Tropical Subcaducifólia. São terras com aptidão agrícola restrita para uso com lavouras no sistema de manejo B, regular, para o sistema C, e inapto no sistema A, sendo classificado como 2(b)c e possuindo erodibilidade Forte (Fo).

Baixada Campista

Compreende um conjunto de baixadas aluviais, planícies fluviomarinhas e fluviolagunares, que preenchem extensas áreas deprimidas localizadas próximo ao litoral. As planícies fluviomarinhas e fluviolagunares foram originadas pelas flutuações do nível relativo do mar desde o Pleistoceno Superior. Desde então, registram-se pelo menos dois máximos transgressivos associados a períodos interglaciais: a penúltima transgressão, datada de aproximadamente 120.000 anos A.P. (Pleistoceno Superior), e a última, datada de aproximadamente 5.100 anos A.P. (Holoceno) (MARTIN & SUGUIO, 1989; MARTIN *et al.*, 1997). Entre os dois máximos transgressivos registram-se testemunhos de antigos cordões arenosos e terraços fluviais de idade pleistocênica, não erodidos pela transgressão holocênica.

A partir de 5.100 anos A.P., foram geradas ilhas-barreiras que isolaram extensos corpos lagunares com características distintas ao longo do estado (AMADOR, 1985) e delinearão a configuração atual das baixadas, marcadas por intensa sedimentação fluviomarinha ou fluviolagunar resultante do período de regressão marinha subsequente ao máximo transgressivo holocênico. Caracterizam-se originalmente por terrenos mal a muito mal drenados, com padrão de canais meandantes a divagantes, porém, as sucessivas obras de aterros e retificação de canais tornaram viável a ocupação agrícola e urbana na maioria dessas baixadas. Essas unidades apresentam um alto potencial de vulnerabilidade a eventos de inundação nas baixadas aluviais, planícies fluviomarinhas e fluviolagunares, exceto as planícies marinhas adjacentes.

Esta unidade apresenta terrenos localizados nas duas margens do rio Paraíba do Sul. Na margem esquerda ocorre a leste e oeste da cidade de Campos, e na margem direita em toda a porção mais a oeste da área do empreendimento, à retaguarda da planície costeira. Abrange terrenos argilosos orgânicos de paleolagunas colmatadas. Superfícies planas, de interface com os Sistemas Depositionais Continentais e Lagunares. Terrenos muito mal drenados com aquífero livre de nível subaflorante. Em alguns trechos é composta por terrenos argilo-arenosos. São superfícies subhorizontais, com gradientes extremamente suaves e convergentes à linha de costa, de interface com os sistemas deposicionais continentais (processos fluviais e de encosta) e marinhos. Terrenos mal drenados com padrão de canais meandrante e divagante. Presença de superfícies de aplainamento e pequenas colinas ajustadas ao nível de base das Baixadas.

A deposição dos sedimentos colúvio-aluvionares iniciou-se provavelmente no Terciário, e os processos responsáveis por sua gênese perduraram por todo Quaternário, podendo ser constatados até nos dias atuais. As fácies proximais envolvem cascalhos, areias e lamas resultantes da ação de processos de fluxos gravitacionais e aluviais de transporte de material de alteração das vertentes. O acúmulo de material detrítico originou rampas de colúvio (predomínio de material fino) e depósitos de tálus (predomínio de material grosseiro) junto à base e à meia-encosta

dos morros. São materiais que sofreram transporte por gravidade, por movimentos de massa do tipo rastejo ou escorregamentos.

Sua morfologia pode ser atribuída em parte à existência de vários pontos de afluo sedimentar que favorecem a coalescência dos leques, assim como também a efeitos de retrabalhamento e posterior erosão. Encontram-se constituídos por material de espessura, extensão e granulometria variada, que envolve desde argila até blocos de rocha e matações provenientes do embasamento.

Na porção mais distal deste conjunto ocorrem sedimentos arenosos e lamosos, eventualmente com cascalheiras, localizados em regiões de baixa declividade e ao longo das drenagens. Apresentam-se geralmente bem estratificados, refletindo deposição a partir de fluxos torrenciais canalizados e não canalizados. Em algumas situações, observa-se o seu interdigitamento com depósitos deltáicos, lagunares ou praias marinhos. Encontram-se subdivididos em depósitos de fundo de canal, de planície de inundação, de rompimento de diques marginais (*crevasse splay*) e de meandro (barra de pontal). Nos depósitos de fundo do canal (depósitos residuais de canais), ocorrem areias e cascalhos depositados através da carga de tração. Os depósitos de planície de inundação caracterizam-se por sedimentação lamosa, acumulada quando há o transbordamento do leito do rio em períodos de cheia. Os depósitos de rompimento de diques marginais envolvem deposição por tração e suspensão, portanto, areia e lama. E nos depósitos de meandro ocorre sedimentação essencialmente arenosa, e a deposição dá-se principalmente através de tração e alguma suspensão (topo da barra).

Esta unidade apresenta como principal ocorrência pedológica, os Cambissolos Háplicos. Essa classe de solos compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B incipiente subjacente ao horizonte A de qualquer tipo, excluído o chernozêmico quando a argila do horizonte Bi for de atividade alta (CAMARGO *et al.*, 1987).

São solos pouco evoluídos, de características bastante variáveis, mas em geral pouco profundos ou rasos e com teores de silte relativamente elevados. Apresentam seqüência de horizontes do tipo A-Bi-C, com modesta diferenciação entre eles. Devido a seu desenvolvimento ainda incipiente, as características desses solos são em geral bastante influenciadas pelo material de origem, nesse caso, fluvial. São os solos que localizam-se nas áreas de baixadas, em geral, ocorrem associados aos Neossolos Flúvicos, desenvolvidos em relevo plano, sob campo ou floresta tropical perenifólia; de várzea.

São considerados de grande potencialidade agrícola, tendo alta saturação de bases e, por ocorrerem em relevo plano, favorecem a prática de mecanização agrícola intensiva, no caso desta área, compreendem faixas muito bem amplas.

A suscetibilidade à erosão é Nula a Ligeira (Nu/Li) e compreendem terras com aptidão agrícola regular para uso com lavouras nos sistemas de manejo A, B e C, sendo classificada como 2abc.

Planície Costeira

Esta unidade é composta por terrenos arenosos de terraços marinhos, cordões arenosos e campos de dunas. Apresenta superfícies subhorizontais, com microrrelevo ondulado de amplitudes topográficas inferiores a 20 m, geradas por processos de sedimentação marinha e/ou eólica. Terrenos bem drenados com padrão de drenagem paralelo, acompanhando as depressões intercordões.

Situam-se na porção oriental da área de estudo, estendendo-se desde a localidade de Pipeira até o litoral. Os depósitos praias marinhos e/ou lagunares, de idade pleistocênica, do litoral carioca são similares aos depósitos do Sistema Laguna-Barreira III da Província Costeira do Rio Grande do Sul (VILLWOCK *et al.*, 1986), ou aos da Transgressão Cananéia (SUGUIO & MARTIN, 1978) da costa paulista, ou então aos da

Penúltima Transgressão, assim designados por BITTENCOURT *et al.* (1979) na costa nordeste. Geneticamente, relacionam-se ao último evento transgressivo marinho ocorrido no Pleistoceno, por volta de 123.000 anos atrás. As fácies arenosas que o constituem são interpretadas como sendo de origem praial marinha e/ou lagunar, recobertas por areias eólicas. As fácies praias são compostas por areias quartzosas, médias até muito finas, de coloração amarelo-claro até acastanhado, eventualmente contendo estruturas sedimentares do tipo estratificação cruzada acanalada e tubos fósseis de *Callichirus major*, quando de origem marinha. As fácies eólicas que se encontram sobrejacentes são compostas de areias quartzosas, de granulometria fina e coloração amarelo-acastanhado até avermelhado, muitas vezes enriquecidas em matriz secundária composta por argilas e óxidos de ferro.

Estruturas plano-paralelas e do tipo estratificação cruzada acanalada, também eventualmente observadas em afloramentos pleistocênicos, sugerem que a deposição nestes ambientes possa ter sido controlada por correntes de marés e a sedimentação resultante estar relacionada a uma fácies de preenchimento de canais de marés. Geralmente, este pacote encontra-se parcialmente retrabalhado e recoberto por areias eólicas desprovidas de estruturas.

Estes afloramentos correlacionam-se a um antigo nível médio do mar, que se situava a aproximadamente 8,0 m acima do atual. Segundo MARTIN *et al.* (1997), na planície situada na desembocadura do rio Paraíba do Sul, os depósitos arenosos pleistocênicos são bem desenvolvidos, sobretudo na porção sul, entre Barra do Furado e Macaé.

A altitude da parte externa desse terraço é pequena e a partir da lagoa de Carapebus, as areias da praia atual (único testemunho de depósitos arenosos holocênicos) transgridem sobre as areias pleistocênicas. A presença de cristas praias na superfície dos depósitos arenosos pleistocênicos indica que esses terraços não foram afogados durante a última transgressão, sugerindo que essa zona tenha sofrido subsidência

durante os últimos milhares de anos, isto é, após 5,1 ka¹. São compostos por terrenos arenosos de terraços marinhos, cordões arenosos e campos de dunas. Apresentam superfícies subhorizontais, com microrrelevo ondulado de amplitudes topográficas inferiores a 20 m, geradas por processos de sedimentação marinha e/ou eólica. Terrenos bem drenados com padrão de drenagem paralelo, acompanhando as depressões intercordões.

Essa classe compreende solos minerais hidromórficos, em geral de textura arenosa, ao longo de todo o perfil, com horizonte B espódico precedido por horizonte E albico, ou raramente A (Espodossolo Hidromórfico). São, portanto, solos com nítida diferenciação de horizontes, com sequência do tipo A-E-Bh-C (pode ocorrer também horizonte Bhs ou Bs). Estão relacionados aos sedimentos arenosos de origem marinha, que constituem os cordões litorâneos dispostos em faixas subparalelas ao longo da costa. Em sua maior parte, são recobertos por vegetação de restinga do tipo campestre ou arbóreo-arbustiva e com menos frequência encontram-se sob floresta de restinga. São utilizados, em geral, com pastagem natural de baixa qualidade, além de pequenos plantios de coco.

4.2.1.2 Análise Local

Metodologia

O mapeamento da compartimentação física da área em estudo está baseado no mapeamento digital elaborado pelo GEROE (Grupo Executivo para Obras Emergenciais), elaborado com base na metodologia consagrada utilizada pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas da USP - Universidade de São Paulo).

A metodologia do IPT está fortemente relacionada à origem dos materiais (se as ocorrências são primárias: morros/ graníticos associados aos xistos, gnaisses,

¹ ka = 10³ (um milhar de anos)

migmatitos e rochas alcalinas ou se as formações são secundárias ou derivadas: areias de restinga, solos moles/argilosos, mangue, solos aluvionares indiferenciados, colúvio e solos aluvionares arenosos). Ocorrências intermediárias (geralmente evidenciado superfícies arrasadas, rebaixadas e via de regra entulhadas por sedimentos) são relacionadas entre as duas classes principais, e, de fato, são apresentadas como uma classe de transição e são apontadas no mapeamento como: morrotes/solos residuais de cristalino, tálus, colúvio indiferenciados, tálus e colúvio. Uma última classe é nitidamente geomorfológica: montanhas e escarpas.

Como pode ser percebido pela própria análise da legenda, o mapa do GEROE possui forte orientação geotécnica relacionando de um lado compartimentos “duros” e de outro os compartimentos considerados “moles”, dentro dos quais estão os compartimentos intermediários ou de transição. Este tipo de abordagem revela-se interessante, pois os processos geomorfológicos relacionam-se diretamente ao tipo de substrato a ser trabalhado. Desta forma, ravinamentos, voçorocamentos, desbarrancamentos, deslizamentos e queda de barreiras são processos freqüentes nos compartimentos primários e de transição. Já os processos de assoreamento, colmatação e inundações/ enchentes (riscos hidrometeorológicos) são freqüentes na classe secundária ou derivada, caso em que se insere a região do empreendimento.

Na área do empreendimento foram, portanto, delimitadas duas grandes unidades geotécnicas, cujas características físicas determinam comportamentos distintos, segundo o desenvolvimento de diferentes tipologias de processos e/ou magnitudes variadas pela intensidade ou freqüência de ocorrência; a saber: I (Restingas) e IIa (Solos Moles/Argilosos), conforme apresentado na **Figura 4.2.1-2**.

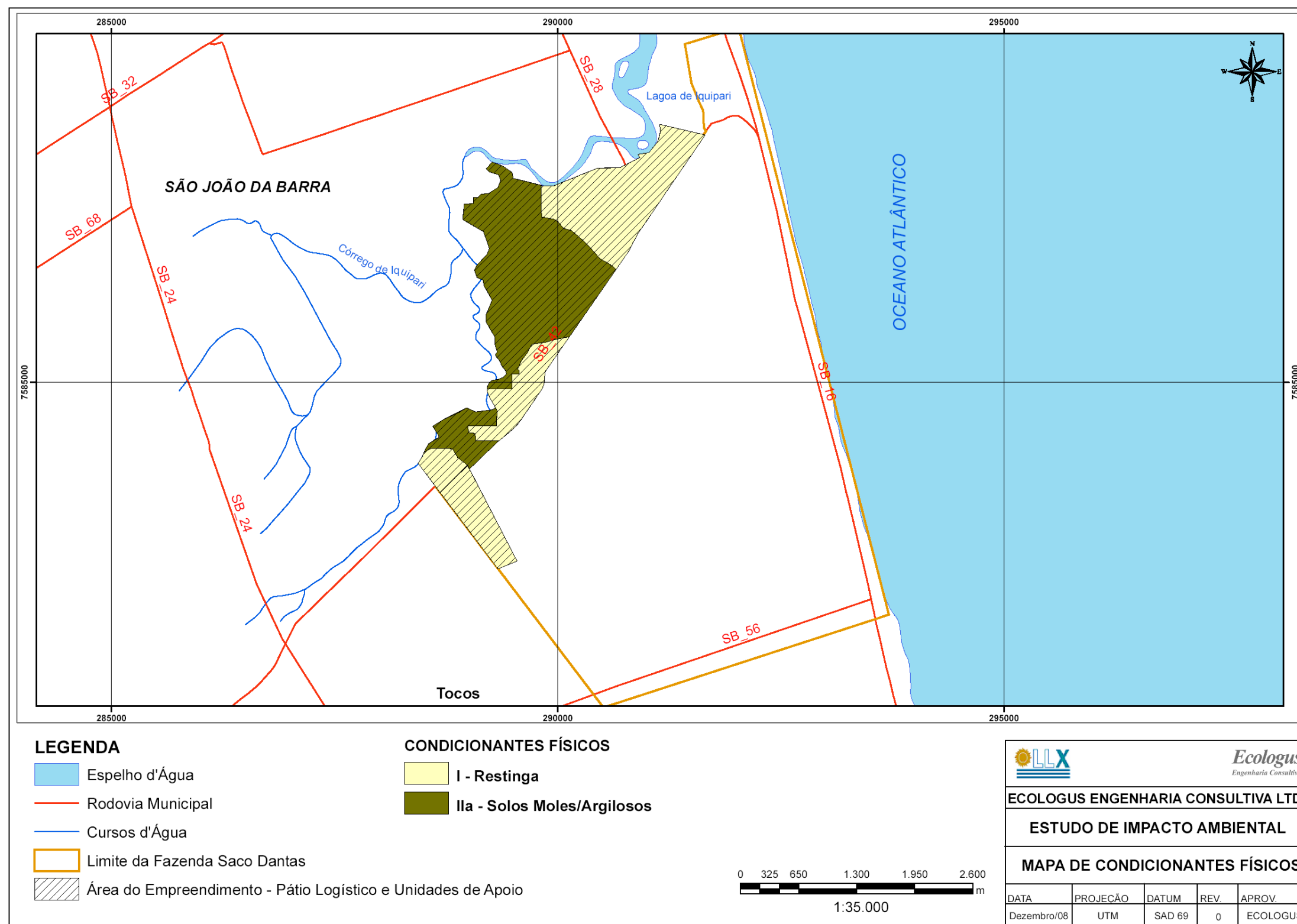


Figura 4.2.1-2: Condicionantes Físicos Locais

A ocupação de forma inadequada dos terrenos destas unidades geralmente acelera a ocorrência de problemas associados a processos, tais como erosão, assoreamento de drenagens, inundação, escorregamento, recalque na fundação de edificações e pavimentos viários. Em certas situações, estes problemas podem assumir proporções catastróficas. No entanto, problemas menos espetaculares acontecem ao longo do tempo, provocando danos sociais e materiais.

Compartimentação Local

A região do entorno do empreendimento localiza-se sobre área com características de Planície Costeira, cujos principais aspectos foram apresentados anteriormente no item 4.2.1.1 (Análise Regional).

Seguem-se as principais características de interesse do meio físico, os aspectos do uso do solo, os processos existentes e/ou potenciais e as recomendações gerais para o planejamento e gestão do uso e ocupação de cada uma das unidades identificadas.

Unidade I – Restingas

Composta por vários paleo-cordões arenosos, que podem ser identificados em subsuperfície ou até mesmo na parte continental, o que prova as diversas flutuações climáticas ocorridas na região. Cordões de restinga são longos depósitos arenosos formados em parte pelo trabalho das correntes marinhas e em parte pelo movimento de oscilação do nível médio do mar.

Os cordões de restinga estão geralmente ancorados em maciços cristalinos e ilhas, que servem de obstáculos às correntes marinhas, as quais perdem velocidade nas imediações destas formações e, desta forma, diminuem sua capacidade de transportar sedimentos. Sedimentos não transportados são sedimentos depositados e estes vão

acumulando-se no reverso dos obstáculos, regiões de remanso e abrigadas das vagas oceânicas.

As restingas podem possuir dezenas a centenas de quilômetros de extensão e são, via de regra, formadas por terrenos de baixa declividade, compostos por dunas e bancos arenosos, suas faces externas formam praias, constituídas por areias marinhas, pobres em argila, com intercalações eventuais de solos argilosos de dimensão variável. As restingas estão associadas a solos muito pobres, francamente arenosos e via de regra muito salinos. As formações pioneiras (agrupamentos vegetais de primeira ocupação) são altamente especializadas e são formadas por poucas espécies adaptadas à falta de água, excesso de iluminação, evaporação e salinidade.

Os tradicionais horizontes pedológicos dificilmente são encontrados em tal ambiente e geralmente o horizonte A é pouco espesso ou ausente, e o B pode apresentar acumulação de óxido de ferro e/ou matéria orgânica.

As restingas apresentam um lençol freático muito próximo à superfície em função da proximidade do mar e da própria horizontalidade deste tipo de formação geomorfológica. Os aquíferos são abundantes, porém existe uma forte presença de água salobra, devido principalmente à intrusão da cunha salina por subsuperfície.

Em algumas áreas da região existem evidências de modificação na dinâmica de sedimentação/erosão costeira, provavelmente motivada pelo intenso processo de erosão que a região está sofrendo. A frequência, direção e intensidade dos ventos, o regime de ondas e as marés são fatores contribuintes diretamente nesses processos (RIBEIRO & ROSAS, 2006). A foz do rio Paraíba do Sul, onde a área de estudo se localiza, é tratada, segundo grande parte dos autores, como delta em cúspide, dominado por ondas (SUGUIO, 2003). DIAS (1984) afirmou que, aparentemente, o fator que provoca erosão em Atafona é o desequilíbrio do balanço entre o aporte sedimentar e a deriva litorânea.

Unidade IIa - Solos Moles/Argilosos (Alagadiços)

Estas unidades podem ser observadas nas cotas mais baixas da planície litorânea, próximo aos rios e canais artificiais de drenagem. Geomorfologicamente, os alagadiços são compostos por solos hidromórficos. São solos de origem fluviolagunar, apresentando capas de argila, com espessura normalmente inferior a 3 metros, sobrepostas a camadas arenosas de origem marinha.

Os solos encontrados nos alagadiços são, via de regra, muito compressíveis, com alta plasticidade, e, nos baixos cursos dos canais fluviais podem sofrer efeitos da ação das marés. Desta forma, o nível do lençol d'água é bastante elevado, aflorante em muitos pontos, formando brejos e pântanos. Como os terrenos possuem declividade muito baixa, apresentam má drenabilidade, o que favorece o aparecimento de solos turfosos e orgânicos.

Algumas áreas da porção litorânea apresentam solos temporariamente embrejados cobertos por campos que serviram para a pastagem e criação de gado desde o século XVIII. Vários canais de drenagem foram abertos, na tentativa de regularizar as freqüentes inundações que ocorriam na região e, ao mesmo tempo, em busca de uma melhor drenabilidade dos solos, transformando charcos em pastos para o gado. Hoje, grande parte destes terrenos apresenta-se coberto por pastagens, culturas perenes/temporárias e com ocupação urbana, incrementada sem infra-estrutura adequada.

A ocupação inadequada destas regiões alagadiças promove o recalque em fundações, aterros, infra-estrutura subterrânea e pavimentos viários, por adensamento dos pacotes plásticos argilosos.

As más utilizações do solo em grandes parcelas da região podem reforçar os processos naturais de assoreamento do sistema de drenagem, acentuando as condições de

inundação e comprometendo, até mesmo, a qualidade de praias adjacentes, uma vez que a contaminação da água subterrânea é processada pela inexistência de um sistema eficiente de processamento de águas servidas.

Em áreas encharcadas ou passíveis de inundação periódica/sazonal deve-se evitar a utilização de fossas sépticas e valas negras já que as condições de drenabilidade natural são muito ruins. Nestas unidades deve-se instalar, obrigatoriamente, rede coletora de esgoto nas áreas ocupadas, excluindo qualquer alternativa que leve à infiltração local de resíduos domésticos e industriais. O mesmo princípio aplica-se para as redes de abastecimento de água que devem ser estaqueadas, evitando rompimentos indesejados promovidos pelos recalques dos solos.

Outras medidas a serem recomendadas para esta unidade referem-se à necessidade da prospecção detalhada do subsolo para toda edificação, considerando a possibilidade de recalques das obras projetadas; a adoção, preferencialmente, de pavimentos articulados ou outros adequados a este tipo de terreno; e a execução de escoramento/rebaixamento do nível d'água em escavações técnicas.

4.2.2 *Pedologia*

4.2.2.1 Aspectos Metodológicos

O mapeamento dos solos parte da adoção da expressão solo no seu contexto mais amplo. Neste sentido, utiliza-se o termo solo como referência a todo e qualquer material de origem natural, particulado e não-consolidado, proveniente da meteorização de rochas, podendo ser transportado ou não. Uma vez adotada esta definição, buscou-se a caracterização e a distribuição dos diferentes tipos de solos e a sua relação com os condicionantes geológico-geomorfológicos, bem como aos processos atuantes, nos vários tipos de ambientes que compõem essa área. A exigüidade de levantamentos de solos em escala detalhada para a quase totalidade da área de estudo e a variedade de escalas em que os dados disponíveis se encontram,

foram aspectos que levaram a adoção de procedimentos diferenciados e complementares para a caracterização dos solos e do seu potencial de uso.

Os dados utilizados foram extraídos em grande parte dos seguintes trabalhos: Mapa Exploratório de Solos 1:1.000.000 do Projeto RADAMBRASIL (RADAMBRASIL, 1983), Mapa Síntese dos Condicionantes Físico-Ambientais, escala 1:50.000 (GEROE, 1995), Mapa de Solos do Programa ZEE-RJ (SEMA, 1996), Base para leitura de mapas de solos (EMBRAPA, 1983) e do Mapa de Solos do Projeto Rio de Janeiro (CPRM, 2001).

As informações dos mapas de solos disponíveis, mesmo em escalas diferentes da base adotada neste trabalho (1:50.000), serviram para a identificação preliminar das grandes classes de solos existentes na área da bacia. A partir daí, foram estabelecidas correlações com alguns condicionantes físico-ambientais (formas do relevo, ambientes e litologias), elementos já caracterizados e disponíveis para toda a área através do mapeamento feito por GEROE (1995).

A abordagem adotada na caracterização dos solos fundamentou-se nas relações entre os processos pedogenéticos e a atuação, por vezes determinante, de um ou mais dos fatores de formação dos solos. O relevo, por exemplo, foi priorizado na análise através de aspectos tais como a declividade, forma e comprimento das vertentes que influenciam uma série de características dos solos e do seu processo de formação, como a penetração de água, a sua profundidade e a diferenciação dos horizontes, teor de matéria orgânica no horizonte A, acidez, lixiviação e eluviação, nível de água subterrânea (drenagem), truncamento de perfis (declividade/erosão) e umidade das encostas (EMBRAPA, 1980).

4.2.2.2 Unidades Mapeadas

A área estudada constitui-se de terrenos planos e de depressões da baixada, apresentando geralmente condições de drenagem imperfeitas formando quase sempre ambientes hidromórficos, com grande influência do nível de água subterrânea, que nessa área aparece muito próximo à superfície. Constituem-se basicamente de sedimentos quaternários que foram retrabalhados por diversos agentes (vento, ondas, correntes e etc.), associados ao desenvolvimento de restingas e dunas (depósitos arenosos), e ainda aos alagadiços e aluviões nas áreas planas e represadas junto à costa (depósitos aluvionares). As classes de solos relacionadas a essas zonas de baixada são: Areias Quartzosas Marinhas, solos Gley, Podzol Hidromórfico, Planossolos, solos Aluviais e solos Orgânicos (EMBRAPA, 1980).

A seguir são apresentadas as descrições das unidades mapeadas, onde se pode observar a sua individualização pelas predominâncias e ocorrências das classes de solos presentes nessas correlações.

Unidade I

Esta unidade corresponde às áreas de restingas, de acordo com o GEROE (1995). Esses ambientes se caracterizam por faixas arenosas no litoral, em terrenos de baixa declividade, num relevo plano a suave ondulado, e são formados na sua maior parte por sedimentos marinhos inconsolidados, classificados como Areias Quartzosas Marinhas. Estas constituem solos essencialmente quartzosos, podendo apresentar fragmentos de conchas, excessivamente drenados, geralmente profundos, de textura arenosa (inferior a 15% de argila), com horizonte A pouco espesso ou ausente (via de regra moderado), horizonte B inexistente ou muito pouco desenvolvido, configurando uma sequência típica A, C1, C2, C3, etc., com horizonte C de grande espessura e com textura das classes areia ou areia franca (RADAMBRASIL, 1983).

São solos bastante permeáveis, apresentando problemas de retenção de água, e possuem baixa capacidade de troca de cátions e poucos nutrientes. Por outro lado, não apresentam problemas para o desenvolvimento de vegetação específica. Apresentam grande susceptibilidade à erosão e problemas para a atividade mecanizada (atolamento), em virtude da fraca coerência do substrato arenoso. Pelas características apresentadas, estes solos devem ser mantidos com cobertura permanente, prestando-se mais à conservação de flora e fauna do que às atividades extrativas. Eventualmente podem ser aproveitadas com culturas de coco e caju, dependendo da sua localização em relação ao mar (EMBRAPA, 1983).

Nestas áreas encontram-se as areias quartzosas marinhas distróficas (pouco férteis e com baixo teor de nutrientes). Em algumas áreas estas areias ocorrem contíguas aos solos Podzóis Hidromórficos, que são solos com horizonte B Podzol, também muito profundos e que se desenvolvem sobre os sedimentos areno-quartzosos de origem marinha. Esses solos apresentam horizontes bem nítidos, numa seqüência de horizontes A1, A2 seguidos de Bhir ou Bh ou Bir e C e sua textura é arenosa.

O horizonte B apresenta uma espessura variável e se caracteriza por acumulação iluvial de matéria orgânica (h) e/ou sesquióxidos livres, especialmente ferro (ir). Esses podem funcionar como agentes cimentantes, conferindo dureza de diferentes graus a este horizonte, além de uma coloração específica amarronzada ou café. Desenvolvem-se em áreas mal drenadas, com excesso de água permanente ou temporária. São solos ácidos, de baixa fertilidade natural, e apresentam uma dominância da vegetação natural em suas áreas (EMBRAPA, 1983). Pela sua textura arenosa, especialmente no horizonte A, apresenta susceptibilidade à erosão moderada.

Unidade IIa

Essa unidade encontra-se em correspondência às áreas de alagadiços. São terrenos baixos, mal drenados, com nível de lençol freático muito raso, aflorante por longos

períodos ou permanentemente. Ocorrem em torno de lagoas e depressões na baixada litorânea, em relevo praticamente plano. Seus sedimentos são provenientes dos ambientes fluviolagunar e marinho e possuem espessura inferior a 3 m (GEROE, 1995).

Os solos que correspondem a essas áreas alagadas são predominantemente hidromórficos do tipo Gley, que se caracterizam pela presença de um horizonte subsuperficial (g), de coloração cinzenta e/ ou mosqueada, evidenciando a sua formação por reações de oxi-redução. Apresentam seqüências de horizontes A e Cg ou A (B)g e Cg.

A grande presença de matéria orgânica no horizonte A, evidencia, junto com o horizonte Gley, a má drenagem do terreno e a condição de hidromorfogenia. Os solos Gley são, em geral, pouco profundos, com o horizonte superficial espesso pelo acúmulo de matéria orgânica, de coloração escura (preta ou cinza-escura) e os horizontes subsuperficiais (g) de cores cinzentas e neutras, de textura argilosa ou muito argilosa e estrutura maciça. Ocorrem comumente nas várzeas dos rios. Os sedimentos constituintes desses solos em geral são de origem fluviolagunar.

Nesta unidade podem ser identificadas três classes de solos Gley: Gley Húmico, Gley Pouco Húmico e os Gley Tiomórficos. Os solos Gley Húmico e Gley Pouco Húmico diferenciam-se basicamente pelo teor de matéria orgânica no horizonte A, que é maior no primeiro do que no segundo. Já os solos Gley Tiomórficos diferenciam-se por ocorrência de enxofre, formando ácidos sulfídrico e sulfúrico.

Na região estudada, ocorrem os vários tipos de solos Gley, predominando o tipo Gley Húmico de argila de atividade alta, álicos, em altitudes que variam de 10 a 20 m, sob campos de várzeas, e os Gleys Salinos Tiomórficos próximos à orla marítima, na desembocadura dos rios e canais, onde os sedimentos argilosos e argilo-siltosos com

adição de detritos orgânicos sofrem a influência das marés, favorecendo a mistura de sais e a ocorrência de compostos de enxofre (EMBRAPA, 1983).

Por ocuparem terrenos em relevo plano, os solos Gley praticamente não são susceptíveis à erosão. Quanto à sua utilização para agricultura, apresentam limitações referentes ao excesso de água, já que o lençol freático encontra-se normalmente alto. Com medidas de drenagem adequada, os Gley Húmicos e Pouco Húmicos podem se prestar para a agricultura, principalmente com culturas de arroz e hortícolas. Os solos Álicos e Distróficos necessitam, além de drenagem, de correção da acidez e de adubação para sua perfeita utilização. Já os que apresentam caráter sódico não despertam interesse para a agricultura, sendo mais indicados para pastagens (RADAMBRASIL, 1983). Os solos Gley Tiomórficos não se prestam para uso agrícola, visto que uma vez drenados, tornam-se extremamente ácidos (EMBRAPA, 1983).

4.2.3 *Recursos Hídricos*

Este item tem como objetivo apresentar uma caracterização dos principais corpos d'água da região, onde será implantado o empreendimento, de forma a fornecer subsídios para elaboração do Diagnóstico Ambiental da região e para avaliação de suas potencialidades e fragilidades.

A área em estudo compreende parte da Planície Costeira do rio Paraíba do Sul, o qual em território fluminense se insere na Macrorregião Ambiental 6 (MRA-6/3) e na Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul (RH-IX), de acordo com SEMADS (2001; 2002), conforme apresentado na **Figura 4.2.3-1**.

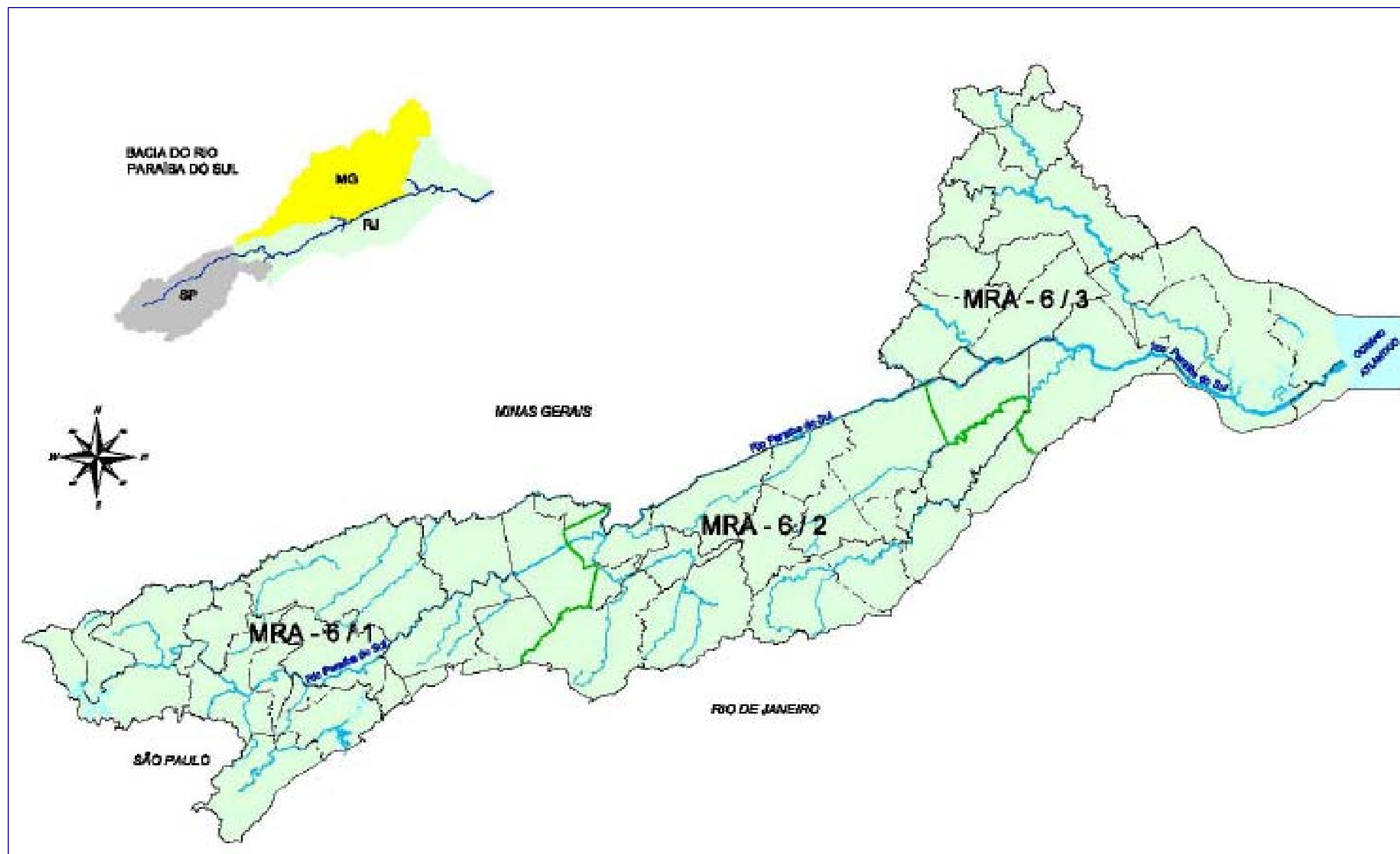


Figura 4.2.3-1: Macrorregião Ambiental da Bacia do Rio Paraíba do Sul e Zona Costeira Adjacente (MRA-6). Fonte: SEMADS (2001).

Esta área engloba parte do Complexo Deltaico do rio Paraíba do Sul, com o trecho do rio Paraíba do Sul e seus afluentes, da foz do rio Muriaé até a foz do rio Paraíba em Atafona (São João da Barra), e as lagoas e lagunas do nordeste localizadas a nordeste da lagoa Feia, conforme pode ser observado na **Figura 4.2.3-2**.

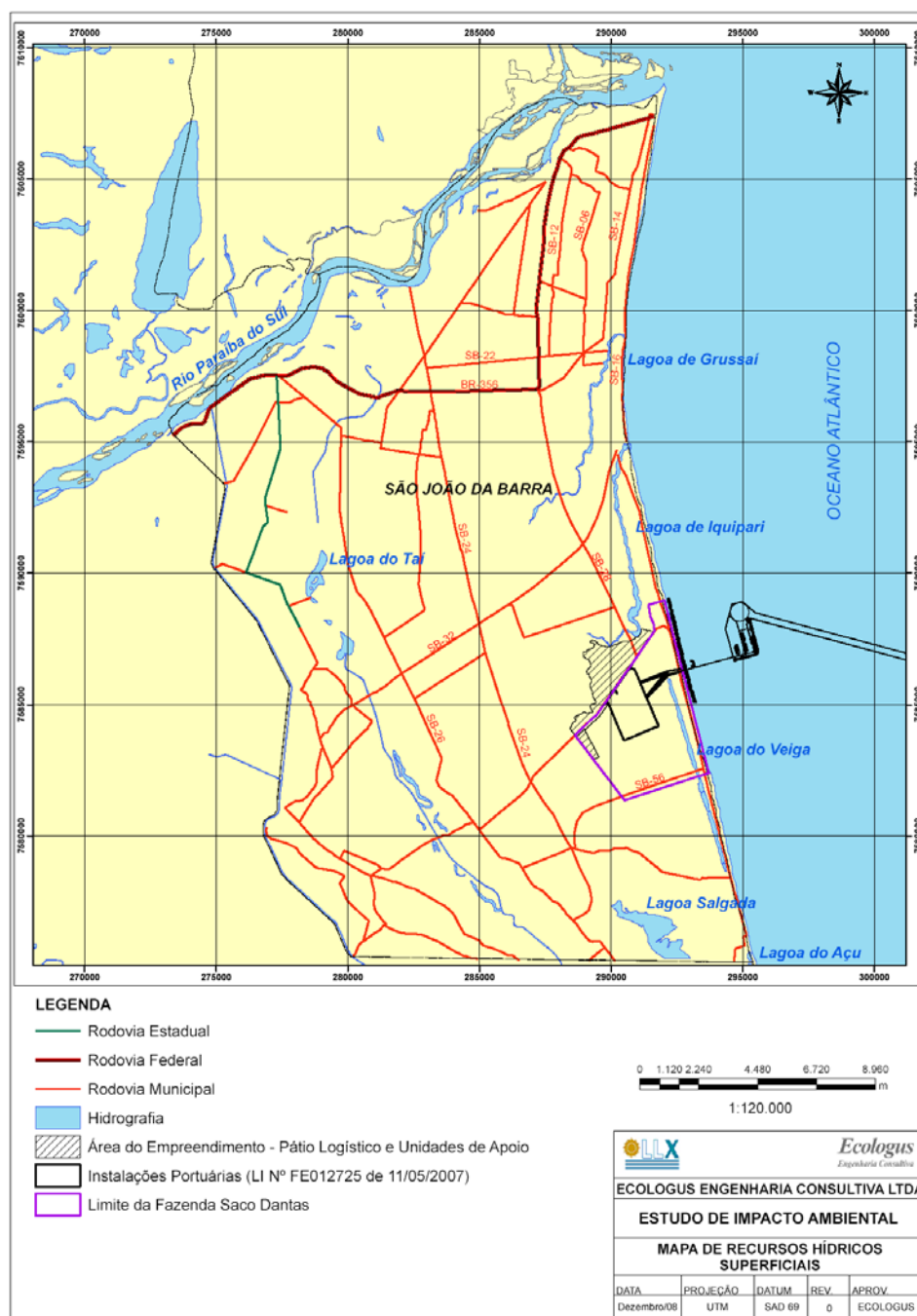


Figura 4.2.3-2: Principais Sistemas Hídricos da Área de Influência do Empreendimento

Segundo CAL (2006), o empreendimento em estudo localiza-se em uma região de baixo padrão de escoamento superficial, caracterizada por uma baixíssima densidade de drenagem. Trata-se de uma imensa bacia sedimentar fluvial formada ao longo de séculos na foz do rio Paraíba do Sul, também conhecida como planície aluvial do delta do Paraíba do Sul. Devido à baixa declividade do terreno, a rede de drenagem constitui-se, basicamente, por lagoas de restinga e canais, sendo a presença de charcos e valões intermitentes, variável ao longo do ano em função das sazonalidades pluviais. Desta forma, fatores como a infiltração e a evaporação têm grande importância no balanço hídrico e na drenagem das águas pluviais.

Segundo SEMADS (2002), dividir esta planície sedimentar em sub-bacias não é tarefa fácil, haja vista a interligação dos canais afluentes entre a lagoa Feia e com o canal artificial Campos- Macaé e a conexão de alguns afluentes com o rio Paraíba do Sul.

No passado, a lagoa Feia defluía por cinco canais naturais centralizados pelo rio Iguaçu, conhecido atualmente como lagoa do Açú, até a abertura do canal do Furado em 1688, por José de Barcelos Machado. Atualmente, a bacia da região pode ser descrita pelos rios e canais que drenam para a lagoa Feia, pelo rio Iguaçu, por três longos canais (Coqueiro, São Bento e Quitungute) e pelas lagoas do Açú e de Iquipari.

O **Quadro 4.2.3-1** apresenta as sub-bacias hidrográficas da região, segundo SEMADS (2002). A região em foco neste estudo localiza-se na sub-bacia hidrográfica denominada “Lagoas do Nordeste”, formando um sistema semi-isolado a nordeste da lagoa Feia, a maior lagoa de todas da região Norte fluminense, conforme pode ser observado na **Figura 4.2.3-1**.

A caracterização apresentada a seguir baseia-se em CAL (2006), CRA (2008), nas publicações da SEMADS (SEMADS, 2001; SEMADS, 2002) e em diversos estudos realizados na região Norte Fluminense.

QUADRO 4.2.3-1: PRINCIPAIS SUB-BACIAS DA PLANÍCIE ALUVIONAL DO BAIXO RIO PARAÍBA DO SUL

SUB-BACIAS	RIOS E CANAIS CONTRIBUINTE	PRINCIPAIS AFLUÊNCIAS
Canais do Sudoeste	Canal da lagoa do Luciano e valas menores	Lagoa da Ribeira
Rio Macabu	Rio Macabu Vala Monte do Cedro	Rios Macabuzinho, Santa Catarina, Capim d'Angola, do Meio e da Pedra
Canais do Noroeste	Canal do Louro Rio da Prata	Brejos do Guriri e do Monte Alto ou Estiva
Rio Ururaí	Rio Ururaí	Lagoa de Cima, rio Preto, rio Macacuá, valas do Sossego e Pau Funcho, canal de Itaóca e rio do Jesus
Canais do Norte e Leste	Rio da Pedra Canal de Tocos Vala da Usina de Tocos Vala Correnteza Vala do Mato 3 valas pequenas sem nome Vala da lagoa do Tingidor Canal do Pensamento	Córregos Comprido e Vermelho Córregos Comprido, do Pontal e vala Vermelha
Canais da Barra do Furado	Rio Iguaçu ou Furado Canal da Flecha Rio Carapebas Rio do Viegas	Diversos canais Canais do Coqueiro e de São Bento
Lagoas do Nordeste	Lagoa de Iquipari Lagoa do Açú Lagoa Salgada Lagoa de Grussaí Lagoa do Veiga	-

Fonte: SEMADS (2002).

4.2.3.1 Principais Sistemas Hídricos

A) Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul:

Compreende a maior bacia hidrográfica do Estado do Rio de Janeiro (ver **Figura 4.2.3-1**), contemplando uma área total de 57.000 km², o que corresponde a pouco menos de 0,7% da área do país e 6% da superfície da região sudeste brasileira. Da área total, cerca de 22.600 km² pertencem ao Estado do Rio de Janeiro (39,6 %), 20.900 km² ao Estado de Minas Gerais (36,7%) e 13.500 km² ao Estado de São Paulo (23,7%).

Nesta bacia, situam-se integralmente os municípios de Itatiaia, Resende, Porto Real, Quatis, Barra Mansa, Volta Redonda, Pinheiral, Barra do Piraí, Mendes, Paty do Alferes, Valença, Rio das Flores, Paraíba do Sul, Comendador Levy Gasparian, Três Rios, Areal, Sapucaia, São José do Vale do Rio Preto, Teresópolis, Carmo, Sumidouro, Duas Barras, Bom Jardim, São Sebastião do Alto, Cantagalo, Cordeiro, Macuco, Aperibé, Cambuci, Cardoso Moreira, Italva, Itaocara, Itaperuna, Laje do Muriaé, Miracema, Natividade, Santo Antônio de Pádua, São Fidélis e São José do Ubá e, parcialmente, os municípios de Vassouras, Piraí, Rio Claro, Miguel Pereira, Engenheiro Paulo de Frontin, Petrópolis, Nova Friburgo, Santa Maria Madalena, Trajano de Moraes, Campos dos Goytacazes, Porciúncula, São João da Barra, Varre e Sai e São Francisco do Itabapoana.

A bacia é limitada, ao Norte, pelas Serras da Mantiqueira, Caparaó e Santo Eduardo, que a separam da Bacia do Paraná, e ao sul pela Serra dos Órgãos e os trechos paulista e fluminense da Serra do Mar, que a separam das pequenas bacias independentes dos litorais fluminense e paulista, a leste. A oeste é limitada por áreas de altitudes pouco significativas nos arredores de Mogi das Cruzes, que separam a zona das cabeceiras da Bacia do Rio Tietê.

O rio Paraíba do Sul, com 1.137 km de comprimento, nasce na Serra da Bocaina, com o nome de rio Paraitinga, até receber o rio Paraibuna, quando passa a ter aquela denominação. Da confluência de seus formadores (Paraitinga e Paraibuna) até a foz, o rio Paraíba do Sul apresenta uma extensão de cerca de 900 km, sendo que o Paraitinga, o mais longo de seus formadores, apresenta uma extensão da ordem de 200 km.

O rio Paraíba do Sul desenvolve-se inicialmente no rumo sudoeste até encontrar a Serra de Itapebi, em Guararema, onde sofre uma brusca deflexão de quase 180°, invertendo seu curso para nordeste. Penetra no Estado do Rio de Janeiro e, na altura

de São Fidélis, muda seu curso rumo leste e alcança o litoral fluminense em forma de delta, na altura de Atafona e São João da Barra (SEMADS, 2001).

De suas cabeceiras até Jacareí (570 m de altitude), tem aspecto torrencial, com seu vale estreito e acidentado. Neste segmento sofre dois importantes barramentos para formar as represas de Paraibuna (CESP) e Santa Branca. Deste ponto até Cachoeira Paulista, apresenta pequena declividade e numerosos meandros, parte destes retificados para aproveitamento agrícola de suas várzeas.

De Cruzeiro (SP) até São Fidélis (RJ), possui perfil mais ou menos acidentado, descendo de pouco mais de 500 m de altitude para cerca de 80 m. Ao entrar em território fluminense, é novamente barrado para formar a represa de Funil (FURNAS). Pouco depois, na região da barragem de Santa Cecília (LIGHT), são retirados 160 m³/s e efetuado o bombeamento destas águas para dois reservatórios no rio Pirai (Santana e Vigário) e daí transpostas para o ribeirão das Lajes-rio Guandu (SEMADS, 2001).

No estirão situado a jusante da tomada d'água da LIGHT (Santa Cecília) estão projetadas a implantação de três outras barragens, Sapucaia/Anta, Simplicio e Itaocara, por parte de Furnas Centrais Elétricas. Neste trecho encontra-se implantada desde 1924 o barragem de Ilha dos Pombos, de propriedade da Light, situada a cerca de 11 km, a jusante da cidade de Além Paraíba.

A Bacia do Paraíba do Sul tem sido subdividida classicamente em quatro segmentos, a saber:

- **Paraíba de montanha (curso superior):** extensão de 280 km, limitado a jusante pela cidade de Guararema, correndo sobre terrenos antigos, abrangendo uma superfície drenada de 5.271 km². A altitude varia entre 1.800 e 572 m;
- **Paraíba, curso médio e montante (curso médio superior):** extensão de 300 km, limitado à jusante pela cidade de Cachoeira Paulista, correndo sobre terrenos

sedimentares de idade terciária, totalizando uma superfície drenada de 6.676 km² (11.947 km², com a primeira região). A altitude varia entre 572 e 515 m;

- **Paraíba curso médio a jusante (curso médio inferior):** extensão de 430 km, limitado à jusante pela cidade de São Fidélis, correndo sobre terrenos sedimentares de origem antiga, estendendo-se em uma superfície drenada de 33.663 km² (total das três partes: 45.610 km²). A altitude varia entre 515 e 20 m;
- **Paraíba curso final (curso inferior):** extensão de 90 km, de São Fidélis até a desembocadura no Oceano Atlântico, correndo sobre terrenos sedimentares de origem fluvial, correspondendo a uma superfície drenada de 9.690 km² (total das quatro partes: 55.300 km²).

Uma das características hidrológicas mais relevantes desta bacia é o bombeamento realizado em Barra do Pirai, pois a vazão captada corresponde a dois terços da vazão média do rio, que nesta seção é de cerca de 200 m³/s (SEMADS, 2001). O plano de desvio Paraíba-Pirai foi concebido pelo Engenheiro Asa Billings para aumentar a capacidade geradora do sistema LIGHT. A obra, concluída em 1952, consiste na derivação das águas do rio Paraíba, do rio Pirai e do Córrego do Vigário, para a bacia hidrográfica do ribeirão das Lages, que é um formador do rio Guandu.

Os principais usos das águas do rio Paraíba do Sul e afluentes são:

- **Usos Consuntivos:** abastecimento de cidades, vilas e povoados; abastecimento de populações humanas do meio rural; dessedentação animal; irrigação; consumo industrial; consumo de agroindústrias e aquicultura;
- **Usos Não-Consuntivos:** manutenção de biodiversidade fluvial; pesca; controle de cheias; geração hidrelétrica (não-consuntivo, porém restritivo); navegação; recreação, lazer e turismo.

O rio Paraíba do Sul serve de fonte de abastecimento de água potável a 12 milhões de pessoas, incluindo 8 milhões de habitantes da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. A região da foz deste rio **(Foto 1)** é uma das mais importantes do Estado do Rio de Janeiro em termos de produtividade pesqueira. Um aspecto marcante desta zona é que há mais de 25 anos, em Atafona, tem sido observado o fenômeno da retrogradação do rio Paraíba do Sul. O avanço do mar já causou o desaparecimento de mais de 500 m do Pontal de Atafona (SEMADS, 2001), conforme pode ser observado em foto recente da área **(Foto 2)**.



Foto 1: Vista aérea da foz do rio Paraíba do Sul.
Fonte: CARLONI (2007).



Foto 2: Avanço do mar na região da Foz do rio Paraíba do Sul provocando erosão costeira (out/2007)

➤ **Lagoa de Grussaí:**

Segundo SUZUKI *et al.* (2005) a lagoa de Grussaí localiza-se no município de São João da Barra, entre as coordenadas 21° 42' S e 21° 48' S de latitude e 41° 02' E e 41° 03' W de longitude. Pode ser dividida em três regiões que apresentam características biogeoquímicas distintas, a saber:

- 1) A porção mais distal, localizada na região sul, oposta à barra de areia, apresenta os menores valores de condutividade elétrica (geralmente inferiores a 1000 $\mu\text{S.cm}^{-1}$); pH entre 6,0 e 7,5; e subsaturação de oxigênio, que indicam o aporte subterrâneo de água doce. Esta porção apresenta ainda uma extensa área alagável, colonizada intensamente por macrófitas aquáticas enraizadas emersas ou livre-flutuantes como *Typha domingensis* Pers., *Pontederia* cf. *lanceolata* L., *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, *Salvinia* L. spp e *Pistia stratiotes* L., que formam extensos bancos. Estas se desenvolvem devido principalmente à pequena profundidade da coluna d'água, que não excede 1 m, a qual permite a utilização tanto de recursos de fundo (nutrientes do sedimento) como os aquáticos, e à abundância de água doce (baixa salinidade com valores inferiores a 1). A intensa

coloração da água (cor de coca-cola), em função da presença de ácidos húmicos e fúlvicos carreados da região brejosa e da restinga adjacente, que, além de diminuir a penetração de luz na coluna d'água pela presença de cor, alteram a qualidade óptica da água, minimizam o crescimento de organismos subaquáticos nesta região.

- 2) O corpo principal da lagoa, de águas mais claras que a porção distal, apresenta gradiente ao longo desta porção, condutividade elétrica entre a porção distal (“doce”) e a região mais próxima ao mar (mais salgada) (de 1000 a 10000 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ em períodos de barra fechada), refletindo a influência crescente da água do mar (aumento da condutividade elétrica). Com profundidades que podem alcançar mais de um metro, o corpo principal desta região apresenta uma área litorânea reduzida e a comunidade fitoplanctônica pode aparecer então como principal fonte de matéria orgânica interna do sistema. A intensa atividade metabólica da comunidade fitoplanctônica durante os períodos de barra fechada pode ser traduzido pelos valores próximos à saturação ou supersaturação de oxigênio dissolvido e valores de pH que podem chegar a mais que 10 (sendo geralmente acima de 8,5).
- 3) A região mais próxima à barra de areia que separa a lagoa do mar apresenta os maiores valores de condutividade elétrica, influenciada indiretamente pelo “spray” marinho e diretamente pelo processo de abertura da barra (10000 a 20000 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ em períodos de barra fechada).

A lagoa de Grussaí é um braço do delta do rio Paraíba do Sul formado na progradação deste no interior de uma semilaguna, a partir de 5 mil anos A.P., e até a década de 1950 ainda escoava parte das águas deste rio, durante as estações de chuva. Em 1959, a abertura do canal do Quitungute cortou a conexão com o rio Paraíba do Sul, tornando a lagoa de Grussaí apenas um braço abandonado do rio (**Foto 3**).

O nome desta lagoa vem de um pequeno caranguejo chamado Grauçá, também conhecido como espera-maré.



Foto 3: Vista da Lagoa de Grussaí com parcela de vegetação de restinga. Fonte: SUZUKI *et al.* (2005).

Com o menor volume de água, a lagoa de Grussaí deixou de abrir periodicamente sua barra de comunicação com o mar, restando apenas seu valão que se aproxima da praia, o que vem permitindo invasões antrópicas: em seu alto leito por aterros para fins de agricultura e de pecuária; e em seu baixo leito, junto ao mar, pela expansão urbana do distrito de Grussaí.

Atualmente, com 0,18 km² de espelho d'água e 4,5 km de perímetro, a lagoa de Grussaí apresenta-se muito assoreada, eutrofizada e poluída (**Foto 4**).

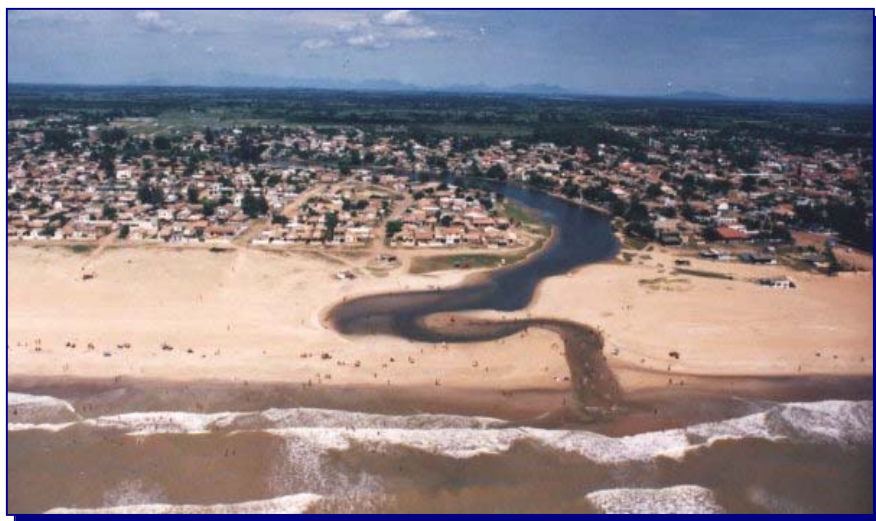


Foto 4: Vista da barra da Lagoa de Grussaí e adensamento urbano ao redor, com formação de língua negra.
Fonte: SUZUKI *et al.* (2005).

Como as outras duas lagoas adjacentes (Iquipari e Açú), seu curso parece a resultante da luta entre as forças do rio e do mar. A Carta Geológica do Brasil, organizada por Alberto Ribeiro Lamego em 1954, mostra seu curso paralelo ao do rio Paraíba do Sul, descrevendo um percurso de sul para Norte, como o do rio do qual era auxiliar, talvez indício do predomínio das correntes marinhas nesta direção. Nesta carta, que expressa uma ecofisiografia não mais existente, a lagoa de Grussaí conecta-se à lagoa do Taí Grande, que, nascendo no Paraíba do Sul e correndo perpendicularmente a ele, ligava-se às lagoas do Quitungute e Câmara até chegar ao brejo do Riscado, também coletor de um outro sistema linear e paralelo a este constituído pelas lagoas do Taí Pequeno, dos Jacarés, de Bananeiras e do Pau Grande.

Daí em diante, unificadas de alguma forma, estas águas copiosas chegavam à lagoa do Açú, até hoje ainda conhecida por rio Iguaçu ou Açú. Na altura da localidade de Pipeiras, havia uma comunicação natural entre os dois sistemas (SUZUKI *et al.*, 2005).

A lagoa de Grussaí também recebia água do Paraíba do Sul por meio de um canal menor formado pelas lagoas do Barreiro e de Curralinho. Este morria nela

(LAMEGO, 1954). Com tamanha adução de água, a lagoa mais parecia um rio e, mesmo que sua barra não se mantivesse permanente aberta, rompimentos naturais da barra por acúmulo de água doce em seu interior deveriam ocorrer com frequência. Criaram-se, assim, condições para a formação de um manguezal da foz até o ponto alcançado pela intrusão da língua salina, com as três espécies dominantes na ecorregião: *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* e *Rhizophora mangle*.

Há de se notar uma diferença fundamental entre os manguezais das lagoas costeiras embutidas em tabuleiros e os manguezais das três lagoas costeiras da seção sul da restinga setentrional da região. Nas lagoas costeiras de tabuleiros, antigos cursos d'água como algumas lagoas costeiras de restinga, a declividade das margens limita a área de manguezal, que fica restrita a uma estreita faixa de terra marginal, só aumentando às custas de redução do espelho e da lâmina d'água pelo assoreamento do leito do limnossistema. Nas lagoas costeiras de restinga, as margens planas favorecem o espraiamento das águas e a formação de uma área de manguezal mais extensa. Atualmente não é mais possível estimar a área de manguezal da lagoa de Grussaí, em função das profundas mudanças do regime hídrico e a invasão de suas margens por atividades antrópicas (SUZUKI *et al.*, 2005).

A regulamentação da pesca na lagoa é bastante antiga. Fernando José Martins, que teve acesso aos livros da Câmara Municipal de São João Barra, hoje em grande parte desaparecidos ou destruídos, informa que, no início do século XVIII, a pesca foi proibida na lagoa de Grussaí quando a barra estivesse aberta, veto extensivo aos habitantes de Campos (CAL, 2006). Esta prática vigora até hoje quando da abertura da barra, momento em que se torna mais fácil a pesca pelo esforço do peixe em entrar na lagoa, bastando, então, lançar tarrafas ou estender redes de espera (SUZUKI *et al.*, 2005).

Devido à carência de documentação, pode-se supor que a abertura natural ou antrópica da barra da lagoa de Grussaí era freqüente e que, por haver equilíbrio entre as massas líquidas doce e salgada, os impactos eram bem menores que os causados hoje (SUZUKI *et al.*, 2005).

Com a abertura do Canal do Quitungute pelo Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS), as águas que vertiam do rio Paraíba do Sul para o rio Iguaçu ou Açú passaram a correr para o Canal da Flecha, centralizador dos defluentes da lagoa Feia construído entre 1942 e 1949, que passou a lançar suas águas no mar. Por um lado, foi cortada a conexão da lagoa de Grussaí com a lagoa do Taí Grande e, por outro, com a lagoa do Barreiro, que a abasteciam com águas excedentes do rio Paraíba do Sul. Privada desta fonte à montante, a lagoa de Grussaí passou a alimentar-se exclusivamente de águas pluviais e do aporte de água subterrânea. O balanço hídrico entre a massa líquida da lagoa com o mar foi sendo rompido pouco a pouco e ela perdeu a capacidade de abrir naturalmente sua barra, exceto em eventos excepcionais. Assim, a lagoa tendeu para a estabilização vertical da lâmina d'água e para a dulcificação progressiva de suas águas (SUZUKI *et al.*, 2005).

Nas partes alta e média da lagoa, a atividade agropecuária a invadiu com um longo aterro no sentido longitudinal. Este aterro sai da margem esquerda em forma de estrada e retorna a ela 2,5 quilômetros adiante. Em ambas as margens, a vegetação nativa foi suprimida, primeiro pela agricultura e posteriormente pela pecuária. O solo ficou sujeito à erosão e a lagoa a assoreamento (SUZUKI *et al.*, 2005).

Atualmente, sua barra passa por um acelerado processo de urbanização, com casas de classe média de tal forma que não se pode mais avistar seu espelho d'água em vários pontos. Este processo ocasiona o principal problema que afeta esta lagoa: a poluição causada por esgoto doméstico e lixo. Apesar de sua alta

capacidade de autodepuração, o grande adensamento urbano em sua barra, o lançamento de esgoto *in natura* e a contaminação da água subterrânea pelas fossas, junto com o despejo de lixo, inibem os mecanismos de recuperação do ecossistema.

Segundo CRA (2008) a lagoa manifesta sinais de estresse, sendo um deles, uma crise distrófica ocorrida em outubro de 1995 na parte mais habitada. Conforme descreve este autor: “No caso da lagoa de Grussaí, a crise distrófica provavelmente foi resultado da ação sinérgica de fatores macroclimáticos (brusca alteração de temperatura, devido à entrada de uma frente fria) e da ação das toxinas produzidas pelas cianofíceas, uma vez que não foi constatada anoxia durante o período. As alterações hidroquímicas e biológicas resultantes da crise distrófica, observadas na estação VI, não foram verificadas na estação III, sugerindo que esta região (central da lagoa) não se encontra sob tão forte impacto ambiental quanto a porção Norte da lagoa. A ocorrência de crise distrófica na lagoa de Grussaí somente na região onde se observa o lançamento de esgoto doméstico não tratado corrobora a hipótese que esta região do sistema se encontra em estágio acelerado de eutrofização artificial”. No que tange ao estado sanitário da lagoa, o autor adverte ainda que os elevados valores de coliformes totais e fecais indicam que o lançamento de esgotos ultrapassa a capacidade de autodepuração do sistema, mesmo quando os valores de salinidade estão em torno de 8 u.s.

No que diz respeito ao ecossistema de manguezal desta lagoa, a estabilização vertical da lâmina d'água por período prolongado imergiu a rizosfera das populações de plantas exclusivas de manguezal, obrigando-as a um esforço de adaptação para sobreviver. Os exemplares de *Laguncularia racemosa* emitiram raízes adventícias com pneumatóforos aéreos, que podem ser avistados com facilidade nos poucos indivíduos que restaram. Pode-se presumir que esta tática adaptativa tenha sido disparada pela população de *Avicennia*, enquanto lenticelas das árvores de *Rhizophora mangle* deslocavam-se para a parte emersa, diante da nova estratégia

imposta à lagoa por atividades antrópicas. Presunção porque nada obsta que *Avicennia* e *Rhizophora mangle* tenham vicejado na lagoa em tempos de saúde ou de existência de condições para o desenvolvimento de um manguezal poliespecífico. A base para esta suposição são os manguezais encontrados nas congêneres lagoas de Iquipari e do Açú (SUZUKI *et al.*, 2005).

Além da estabilização vertical periódica, o limnossistema vem sendo progressivamente dulcificado. A substituição de água salobra por água doce cria condições para que espécies menos tolerantes à salinidade prosperem no sistema e vençam as espécies exclusivas de manguezal na concorrência por espaço, matéria e energia. Na lagoa de Grussaí, constata-se que *Avicennia* e *Rhizophora mangle*, se um dia ocorreram nela, deixaram de existir. Restou apenas uma pequena população de *Laguncularia racemosa* que parece declinante. Por outro lado, a população de *Dalbergia ecastophyla* alastra-se e adensa-se rapidamente. Outra espécie muito comum em manguezais perturbados e resistente à salinidade é a anonácea mololô (*Annona glabra*). Chama a atenção uma população de altos e esguios pés de aninga (*Montrichardia arborecens*) em busca do sol. Esta espécie habita os manguezais da Região Norte e, de lá, tomou rumo meridional, seja espontaneamente, seja por antropocoria. Um relatório de 1980 situa seu ponto de distribuição meridional no rio Paraíba do Sul (CAL, 2006). Norma Crud Maciel registrou a presença da espécie na lagoa de Grussaí, que agora tem um novo limite meridional de distribuição em manguezais (SUZUKI *et al.*, 2005).

➤ Lagoa de Iquipari:

Segundo SUZUKI *et al.* (2005) a lagoa de Iquipari (**Foto 5**) localiza-se no município de São João da Barra, entre as coordenadas 21° 42' S e 21° 48' S de latitude e 41° 02' E e 41° 03' W de longitude, apresenta gênese e características morfométricas e fisiográficas comuns à lagoa de Grussaí, podendo, portanto, ser dividida nas mesmas três regiões distintas anteriormente mencionadas.



Foto 5: Vista aérea da Lagoa de Iquipari.
Fonte: SEMADS (2002).

Como a lagoa de Grussaí, a lagoa de Iquipari trata-se de um braço abandonado do rio Paraíba do Sul, perdendo a comunicação com ele após a abertura do canal do Quitungute. Com os atuais 1,23 km² de área de espelho d'água e 20,20 km de perímetro, a urbanização nesta lagoa vem ocorrendo de forma mais lenta, existindo apenas alguns estabelecimentos comerciais em sua barra. Por outro lado, sofreu aterros por conta da atividade agropecuária e agroindustrial ao longo de suas margens (SEMADS, 2002).

Pela Carta Geológica do Brasil, organizada por ALBERTO RIBEIRO LAMEGO em 1954, nota-se que o rio Paraíba do Sul atuou como molhe hídrico na formação da restinga central da região. As porções meridional (a maior) e setentrional da restinga revelam continuidade de orientação pelos cordões e depressões arenosas, testemunhos de transgressões e regressões marinhas pretéritas (CAL, 2006).

Acompanhando o curso do Paraíba do Sul, a planície aluvial transmite a impressão de invadir a restinga. Na verdade, porém, esta língua aluvionar é resultante da deposição de sedimentos transportados e assentados sobre a restinga em suas cheias. Um olhar sobre a restinga revela que todas as lagoas existentes em seu âmbito, remanescentes de águas do mar aprisionadas por terras, dispõem-se

paralelamente à costa, acompanhando a orientação dos cordões e depressões. Contrariando esta orientação, sobressai-se o rio Paraíba do Sul, plenamente justificado nesta posição por ser o formador da restinga, e as lagoas de Grussaí e Iquipari, os três correndo perpendicularmente à costa (LAMEGO, 1954).

Segundo CRA (2008), assim como na lagoa de Grussaí, na de Iquipari vêm ocorrendo a abertura artificial de suas barras (**Foto 6**), conduzida pelos pescadores da região, para promover a entrada de espécies marinhas capazes de crescerem e se reproduzirem em ambientes de águas salobras, e assim incrementar a produtividade pesqueira. Além da entrada de espécies marinhas, existe outra justificativa para a abertura das barras das lagoas, como a melhoria da qualidade das águas e redução do nível das águas que inundam as residências construídas às suas margens.



Foto 6: Vista aérea da Lagoa de Iquipari – Barra aberta.
Fonte: SEMADS (2002).

A lagoa de Iquipari não apresenta área urbana. Entretanto, sua bacia de drenagem tem sido utilizada para a monocultura de cana-de-açúcar e pastagem, assim como na lagoa do Açú. Esta também apresenta uma pequena porção, Norte, urbanizada pelo Distrito de Barra do Açú (SUZUKI *et al.*, 2005).

O solo arenoso e pobre em nutrientes torna esta região imprópria para a agricultura extensiva, sendo as áreas não urbanizadas adjacentes às lagoas utilizadas principalmente como pastagem (CIDE, 1997). A manutenção do nível d'água das lagoas de Iquipari e Grussaí se faz pelo aporte de água doce do aquífero subterrâneo, observado principalmente em suas porções sul, e entrada atmosférica, uma vez que não apresentam nascente ou afluente (SUZUKI *et al.*, 2005).

Especialistas do Laboratório de Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Norte Fluminense aproveitaram uma abertura antrópica legal da barra, em setembro de 1996, a fim de estudar seu comportamento. O resultado deste estudo permitiu identificar 13 espécies de macrófitas distribuídas em 11 famílias, todas elas monitoradas antes e 75 dias após a abertura. Notou-se a mudança na frequência de algumas espécies (CAL, 2006).

Três outros pesquisadores da mesma Universidade, efetuando a colimetria do limnossistema, concluíram que a lagoa de Iquipari apresenta boas condições de balneabilidade (CAL, 2006).

A presença atual de exemplares das espécies *Laguncularia racemosa* e de *Rhizophora mangle* da barra até pontos afastados da costa, no interior da lagoa, leva a crer na existência de um manguezal mais forte em idos tempos, quando as condições do ecossistema eram mais favoráveis a este ecossistema vegetal adaptado a áreas localizadas entre a terra e a água, entre a água doce e a água salgada (CAL, 2006). No que diz respeito ao ecossistema de manguezal da lagoa de Iquipari, encontram-se nesta exemplares de *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*. A estabilização vertical da lâmina d' água por tempo prolongado submete ambas a estresse, por afogar lenticelas em pneumatóforos e em rizóforos.

Da mesma forma, a dulcificação da água cria condições para plantas menos tolerantes à salinidade prosperarem, como é o caso das espécies *Dalbergia ecastophyla*,

Annona glabra e *Acrostichum aureum*. A tendência parece ser a morte dos remanescentes do manguezal a permanecerem as condições apontadas. A menos que seja cabível a conclusão segundo a qual as espécies exclusivas de manguezal só resistem se recorrerem a artifícios de adaptação e se ocuparem apenas de pequena área (SUZUKI *et al.*, 2005).

➤ **Lagoa do Açú:**

Segundo SUZUKI *et al.* (2005) a lagoa do Açú localiza-se nos municípios de Campos dos Goytacazes e São João da Barra, entre as latitudes 21° 55' e 22° S e longitudes 40° 57' e 41° 00' W (**Foto 7**).



Foto 7: Lagoa do Açú, anteriormente conhecida como rio Iguaçu.
Fonte: SEMADS (2002).

A lagoa do Açú destaca-se por sua beleza e tamanho, com mais de 3 km², e caracteriza-se por ser uma lagoa de restinga sem força para abrir sua barra e com grau de salinidade elevado (SEMADS, 2002). Também conhecida como rio Iguaçu no passado, recebia contribuições da lagoa Feia, do rio Paraíba do Sul e da antiga lagoa do Veiga. Todas as conexões com estes corpos hídricos foram cortadas pelas obras do Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), o que resultou em perdas de vazão fluvial e, conseqüentemente, na mudança de nome para rio Açú

e, posteriormente, lagoa do Açú. Atualmente, a lagoa do Açú não tem contribuição hídrica que consiga aumentar seu volume de água de forma a abrir sua barra de comunicação com o mar, e apresenta elevado grau de salinidade em função desta reduzida comunicação (SUZUKI *et al.*, 2005).

Esta lagoa funcionava como distributária da lagoa Feia, em regime normal, e do rio Paraíba do Sul, em regime torrencial. Segundo LAMEGO (1955), parte dessas águas [da lagoa Feia] juntam-se às do Paraíba nos velhos braços do primitivo delta que sulcam a planície da Boa Vista, formando os rios Carapebas, do Viegas, do Furado, Bragança, Quebra-Cangalhas e o córrego da Tapagem. Com exceção do Carapebas, que se dirige para a Barra do Furado, o caminho natural dessa rede labiríntica era o rio Açú que também recebe na margem esquerda o rio Novo e vai buscar uma saída para o mar, num tortuoso curso entre restingas.

Desde o século XVIII, pelo menos, as mesmas medidas aplicadas às lagoas de Goroçai (Grussaí) e da Lucrécia (Iquipari) pela Câmara de São João da Barra, valiam para a lagoa da Castanheta (Açú): proibição da pesca com a barra aberta pelos habitantes do termo, extensiva aos habitantes de São Salvador (Campos) (CAL, 2006).

A variação horizontal observada para as lagoas de Grussaí e Iquipari também pode ser observada na lagoa do Açú entre 2000 e 2001, onde os valores de condutividade elétrica mostram-se inferiores na região sul (mais distal da barra de areia que a separa do mar, com valores entre 20 e 25 mS.cm⁻¹) e mais salobros nas estações próximas à barra (em torno de 40-50mS.cm⁻¹).

A lagoa do Açú, ao contrário das de Grussaí e de Iquipari, apresenta entrada de água superficial através dos canais Quitungute e São Bento, trazendo águas do rio Paraíba do Sul. Todavia, com o fechamento das comportas, esta adução foi impedida e as águas da lagoa tornaram-se, ao final de 2001, hipersalinas na porção Norte, mais

próximo à barra, onde foram encontrados valores de salinidade de até 44. Em função da elevada salinidade, observa-se o desenvolvimento de manguezais (*Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*) ao longo de suas margens. A região mais interior é densamente colonizada por macrófitas aquáticas emersas, especialmente *Typha domingensis* (Taboa), que cobre boa parte das regiões brejosas próximas ao Farol de São Tomé (CAL, 2006).

As águas da lagoa do Açú apresentaram uma certa homogeneidade dos valores de pH ao longo das porções mais continentais, com valores girando em torno de 7,8; e com valores mais elevados, em torno de 8,1, na porção mais próxima à barra (SUZUKI *et al.*, 2005).

Os maiores valores de oxigênio dissolvido (OD), assim como os de pH, foram observados na porção próxima à barra, geralmente acima da saturação. De forma geral, as demais porções apresentaram valores de OD abaixo da saturação, com valores médios em torno de 80%, sendo que os meses mais frios tenderam a apresentar os menores valores, relacionados à diminuição da atividade biológica (SUZUKI *et al.*, 2005).

Na barra do Açú, adornado por vegetação típica de restinga, encontra-se o manguezal mais atípico da região. Manguezal e vegetação de restinga confinam diretamente, com interpenetrações, provavelmente pelas margens muito planas da lagoa. Graças a esta singularidade, a biodiversidade vegetal é das mais notáveis. O ecótono quase se dilui e coloca, ombro a ombro, clúsias, pitangueiras, cactáceas, bromeliáceas, mangue branco, mangue-de-botão e guaxuma. Indivíduos de mangue vermelho medram com desenvoltura inesperada para ambiente tão exíguo em meio a mololôs e a escassos exemplares de *Avicennia germinans* (SUZUKI *et al.*, 2005).

Mas o grande atrativo deste manguezal-restinga é o mangue-de-botão (*Conocarpus erectus*), representado copiosamente por expressivos e cerrados bosques envolvendo

a lagoa junto à sua barra. Segundo informação pessoal de Norma Crud Maciel, nele se encontra a maior população de *Conocarpus erectus* do Estado do Rio de Janeiro (CAL, 2006). Não há dúvida de que seria a espécie dominante no manguezal do Açú, se considerada como exclusiva deste ecossistema. Na condição de espécie associada e facultativa, o *Conocarpus erectus* cumpriria a função de ecótono, já que o bosque formado por ele vive em condição anfíbia, começando na parte molhada de lagoa e galgando a restinga extremamente baixa. Contudo, ainda com base em informação pessoal de Norma Crud Maciel, este bosque estava em crescimento nos anos de 1980, supondo-se, portanto, que seja recente (SUZUKI *et al.*, 2005).

Na lagoa do Açú, as condições para o desenvolvimento do manguezal penetram cerca de 10 quilômetros lagoa acima. Na localidade denominada Maria Rosa, ele ainda pode ser encontrado. Aqui, a espécie que domina é a *Laguncularia racemosa*, com raríssimos exemplares de *Rhizophora mangle*, alguns jovens de *Conocarpus erectus* e nenhum avistado de *Avicennia germinans* (SUZUKI *et al.*, 2005).

A remoção da vegetação de restinga para ampliar o espaço urbano deixou apenas um invólucro em torno da barra da lagoa, mesmo assim não em toda a sua extensão. Com o solo desprotegido, a ação das chuvas e principalmente dos ventos ocasiona o transporte de sedimentos para o interior do limnossistema, produzindo o assoreamento de seu leito. Este processo ocorre em toda a extensão do sistema e dificulta a circulação das águas. O risco da poluição por esgoto cresce à medida que a urbanização se aproxima da lagoa (SUZUKI *et al.*, 2005).

Boa parte do mangue foi suprimida, restando apenas algumas árvores isoladas nos locais de desmatamento. Num ponto, sobreviveram três expressivos exemplares de *Avicennia germinans*, em outro a retirada da cobertura protetora do manguezal foi tão radical que o intemperismo laterizou o solo. Neste local, foi possível registrar intensa herbivoria por lagartas nos exemplares restantes de *Rhizophora mangle* (SUZUKI *et al.*, 2005).

Ao contrário das outras lagoas costeiras investigadas neste EIA, a lagoa do Açú não sofre dulcificação. Bem ao contrário, sua concentração de sal é alta. E, com eventos de estiagem, o estado crônico torna-se agudo, como na seca atípica do verão-inverno de 2000-2001. Há de se ter em mente que a salinidade se concentra em caráter crônico ou agudo por ação antrópica. A lagoa perdeu a capacidade de abrir naturalmente sua barra pelas profundas intervenções efetuadas em seu sistema de drenagem pelo Departamento Nacional de Obras e Saneamento em cinco décadas.

Destituída do aporte de água doce, à montante, e situada num trecho da costa em que a salinidade tende a se concentrar, é de se esperar que os teores de salinidade aumentem no sistema, a ponto de torná-lo mais salino que o mar. Com efeito, a salinidade do mar situa-se em cerca de 37. Em dezembro de 1999, por exemplo, a salinidade da lagoa do Açú, na barra, estando esta fechada, era de 28, caracterizando a presença de um estressor crônico para o manguezal. Em março de 2001, por efeito da estiagem, o teor de salinidade atingiu 43, enquanto que, em Maria Rosa, cerca de dez quilômetros acima da barra, a salinidade alcançou, em abril do mesmo ano, 38. Em ambos os casos, o coeficiente de salinidade ultrapassou o do mar, mostrando que o estressor crônico atingiu pico agudo por conta de um evento climático (CAL, 2006).

CAL (2006) analisando o processo de produção do ecossistema urbano no Açú distinguiu dois diferentes momentos. No primeiro, até a década de 1970, o desmembramento do solo para fins de lotes urbanos partiu de proprietários rurais, valendo-se de suas próprias terras. Neste período o Açú guardava ainda seu aspecto tradicional de balneário de veraneio da população rural.

A partir de 1980, com o advento da exploração petrolífera na bacia de Campos pela Petrobras, empresas imobiliárias instalaram-se no local, comprando e vendendo terrenos para veranistas não apenas provenientes das cidades do Norte Fluminense,

mas de outros pontos do Estado do Rio de Janeiro e de estados vizinhos, dando lugar a um crescimento acelerado e desordenado que modificou a fisionomia rural do lugar.

Neste aspecto, observa-se que ambas as margens do trecho final da lagoa do Açú estão sendo sitiadas por loteamentos que se aproximam do espelho d'água, com casas que se erguem em poucos dias. Embora o adensamento não tenha alcançado os coeficientes do centro urbano propriamente dito, a pressão sobre o limnossistema, sobre a vegetação de restinga e sobre o manguezal, remanescentes, é iminente. Um dos sinais da perturbação e da degradação da vegetação nativa é a proliferação de plantas exóticas, sendo a açucena e o algodão-da-praia os mais comuns. E este processo não se limita à barra. Junto à ponte que cruza a lagoa na altura de Maria Rosa, há também visíveis sinais de destruição do manguezal (CAL, 2006).

➤ **Lagoa Salgada:**

Segundo SUZUKI *et al.* (2005), a lagoa Salgada localiza-se na região Norte do Estado do Rio de Janeiro, no litoral do município de Campos, próximo ao Cabo do São Tomé (21°54' S e 41°02' W e 21°56' S e 40°59' E) e faz parte do complexo deltáico do rio Paraíba do Sul. Está situada em planície arenosa formada por cristas praias holocênicas ao sul da foz do rio Paraíba do Sul. É uma lagoa hipersalina paralela à costa, apesar de se localizar a cerca de 4 km do mar e não apresentar nos dias de hoje conexão direta com este, e é ligada à Lagoa do Açú através de um canal aberto manualmente (**Foto 8**).



Foto 8: Lagoa Salgada.

Fonte: <http://robertomoraes.multiply.com>

Com eixo principal NW–SE, apresenta comprimento máximo de 8,6 km e largura de 1,9 km. Seu espelho d'água possui cerca de 4,5 km de comprimento e 1,2 km de largura, em sua porção central, ocupando uma área de aproximadamente 16 km². A lagoa quando cheia apresenta lâmina d'água em torno de 1 m, mas pode encontrar-se completamente seca. Os valores médios apurados para parâmetros físico-químicos das águas da lagoa são os seguintes: temperatura: 28° a 31 °C; pH: 8,7 a 9,7; condutividade elétrica: 52.000 a 86.200 ms/cm; alcalinidade: 7,0 m Eq/L; salinidade: 6,35 ‰; CO₂ (total): 233,6 mg/L; O₂ (dissolvido): 3,2 a 3,6 mg/L; SO₄: 733,3 ppm; Cl: 13.720,2 ppm ; Ca: 71,8 ppm ; Fe: 0,5 ppm ; K: 543 ppm ; Na: 8.846 ppm ; Mg: 664 ppm ; Mn: traço; SiO₂ - Si: 1,3 mg/L; P (total dissolvido): 143,0 mg/L . A lagoa está situada em uma região caracterizada por um clima tropical com fortes ventos nordeste, embora ventos na direção sudoeste também sejam freqüentes (CAL, 2006).

Segundo os moradores, a lagoa secava na época da seca há aproximadamente quinze anos quando não havia ligação com o rio. Ao redor da lagoa podem ser observadas

a flora e a fauna, típicos de restinga, embora os impactos ambientais provocados pelas atividades antropogênicas tenham devastado quase que completamente estes componentes (SRIVASTAVA, 1999).

Esta lagoa abriga as únicas ocorrências de estromatólitos carbonáticos colunares, domais, estratiformes, trombólitos e oncólitos da idade holocênica do Brasil, e provavelmente de toda a América do Sul. Os estromatólitos ocorrem em toda a extensão das bordas da lagoa, sobrepostos às areias marinhas, recobertos por solo ou submersos em períodos de cheia. Não foram encontrados estromatólitos no fundo da lagoa. Eles variam em espessura, ocorrendo como pequenos (cabeços), massivos biohermas e estromatólitos laterais contínuos. Apresentam estruturas colunares discretas na base, que se unem lateralmente em lâminas irregulares, resultando em superfície, uma forma dômica (SRIVASTAVA, 1999).

LAMEGO (1955) sugeriu o primeiro modelo evolutivo para a região e considerou que os processos formadores do complexo deltáico do rio Paraíba do Sul deram origem a várias pequenas lagunas, dentre elas a da Lagoa Salgada. DIAS (1981) descreveu estromatólitos calcários sobre os fragmentos de substrato biodetrítico litificado, atestando assim condições hipersalinas. MARTIN *et al.* (1984, 1993) sugeriram modificações para o Modelo de LAMEGO e propuseram, na base de datações das conchas coletadas nos sedimentos basais da lagoa Salgada, uma idade em torno de 3.850 anos B.P. que pode ser considerada como idade de formação desta laguna. Esta idade corresponde à subida do nível do mar entre 3.900 e 3.000 anos B.P.

A formação da lagoa Salgada, segundo MARTIN *et al.* (1993), aconteceu após uma fase de erosão da planície costeira do Rio Paraíba do Sul e a subida do nível do mar entre 3900 a 3600 anos, durante o qual as barreiras arenosas deslocaram-se rumo ao continente, nas condições hidrodinâmicas geradas pelas ondas da área ao sul do Cabo de São Tomé. Esses deslocamentos provocaram a formação de porões e

afastando a laguna alongada da costa. As datações das conchas coletadas da base fornecerem uma idade de 3.850 ± 200 anos B.P., que é considerada como a idade da formação da lagoa Salgada. Próximo a lagoa observa-se que as cristas de praia perdem o caráter retilíneo e se curvam obedecendo o contorno de sua margem (SRIVASTAVA, 1999).

LACERDA *et al.* (1984) realizaram estudos físico-químicos e biológicos da coluna da água da lagoa Salgada, determinando as concentrações de diversos íons e nutrientes. Os resultados apontaram alta concentração de clorofila em comparação com outros ecossistemas brasileiros, indicando uma alta taxa de produção primária (SRIVASTAVA, 1999).

As investigações dos sedimentos da lagoa realizadas a partir de testemunhos de sondagens (CAL, 2006) revelaram que os sedimentos basais da lagoa são areias marinhas, da textura média a grossa, cinza escuras, esverdeadas com abundantes foraminíferos, indicando a transição do ambiente lagunar para o marinho. Sobreposto a este pacote arenoso são encontrados estromatólitos carbonáticos. Finalizando a coluna, encontram-se ainda sedimentos lagunares, representados por argilas cinzas, ricas em matéria orgânica, intercalados com esteiras microbianas ligeiramente carbonáticas, restos vegetais, microgastrópodos, diatomáceas, bivalves, crustáceos e bioclastos de vertebrados (SRIVASTAVA, 1999).

➤ **Lagoa do Taí:**

Esta lagoa é um remanescente do complexo formado pelas lagoas do Taí Grande e do Taí Pequeno, e encontra-se atualmente cercada por propriedades que alcançam sua área de preservação permanente.

Esta lagoa é conectada ao canal Quitungute/rio Água Preta ou Doce, principal canal da área em questão. Deste trecho até o Brejo do Coqueiro o canal recebe o nome de rio Água Preta ou Doce e a partir deste ponto, no sentido sul até a Lagoa Lagamar,

ele é designado por canal Quitungute. O canal Quitungute é ainda ligado ao mar por intermédio do rio Açú (CRA, 2008).

Segundo CRA (2008), atualmente o rio Doce/canal Quitungute encontra-se na maior parte assoreado. Devido a isso, quando abertas as comportas do rio Paraíba do Sul, a água segue preferencialmente pelo canal da Andreza, prejudicando toda a região abastecida pelo rio Doce/canal Quitungute, na qual tem sido verificados episódios de escassez de água.

O canal de São Bento parte do rio Paraíba do Sul, a jusante da localidade de Barcelos, foi escavado em grande parte no primitivo leito deste rio, abandonado a milhares de anos por processos naturais pretéritos. Tem direção geral sul e alterna longos estirões retificados com curvas suaves. Inicia com o nome de canal do Taí ou da Barrinha e logo depois passa a chamar-se canal da Andreza. No seu percurso, recebe pela margem direita o canal Cambaíba, que tem como importante tributário o canal Saquarema; os canais Barrinha da Areia ou Colomins e o Rio Colégio, além de pequenas valas e drenos das lagoas do Capim, Mulaco e outras (CRA, 2008).

➤ Lagoa do Veiga

A lagoa do Veiga, originalmente, era estreita e comprida. Oriunda do processo de transgressão-regressão marinha, supõem-se que esta deveria ligar as lagoas de Iquipari e do Açú em eras pretéritas. Segundo CAL (2006), era navegável por pranchas, mas de valor económico desprezível. Atualmente, com o crescimento urbano desordenado do Açú ela foi seccionada em vários pontos e apresenta aspecto bastante degradado, o que não significa que não possa ser restaurada e revitalizada, ao menos ao Norte da localidade de Açú (CAL, 2006).

Trata-se de um corpo d'água intensamente colonizado por *Nimphoides* (macrófita aquática enraizada de folhas flutuantes), e pH próximo à neutralidade (7,16).

Saturação de oxigênio relativamente baixa, mas não limitante à vida subaquática (58% saturação). Esta baixa concentração de oxigênio possivelmente está relacionada à carga orgânica, seja autóctone (macrófitas) ou alóctone (lixo e infiltração de esgotos), e que no processo degradativo demanda oxigênio (SUZUKI *et al.*, 2005).

4.2.3.2 Hidrogeologia

A presente seção reporta o estudo elaborado para a LLX em novembro de 2007, visando avaliar preliminarmente as características hidrogeológicas da área da Fazenda Saco Dantas, onde o Porto do Açu está sendo instalado, no âmbito da Licença de Instalação LI N° FE012725, e de suas imediações.

O estudo teve como principal objetivo estimar a produção de poços tubulares a serem instalados para suprimento local, bem como verificar e controlar eventuais contaminações no lençol freático, decorrentes da instalação do empreendimento, e futuramente de suas operações, através da implantação de um Programa de Monitoramento da Qualidade Ambiental das Águas do aquífero subterrâneo no entorno do empreendimento (ECOLOGUS, 2007).

A área do empreendimento do Porto do Açu está situada na porção emersa da Bacia Sedimentar de Campos, que contém os principais sistemas aquíferos sedimentares do Estado do Rio de Janeiro. A sua localização, portanto, possibilita a exploração de água subterrânea como uma alternativa extremamente atraente, do ponto de vista econômico, para abastecimento de obras e futuras instalações do empreendimento, mas também exige uma responsabilidade ambiental em relação a este recurso.

A) Sistemas Aquíferos da Bacia de Campos

A porção emersa da Bacia Sedimentar de Campos é composta por sedimentos continentais e marinhos de idade Terciária, que se encontram parcialmente recobertos por sedimentos Quaternários. Com base nas definições do Mapa de Favorabilidade Hidrogeológica do Estado do Rio de Janeiro (BARRETO *et al.*, 2000), as formações sedimentares correspondem a quatro sistemas aquíferos, conforme descrito a seguir.

O Porto do Açu está localizado especificamente sobre o Aquífero São Tomé II, que é um sistema bastante produtivo, possuindo diversas captações que abastecem comunidades locais. A **Figura 4.2.3-3** apresenta um recorte do referido mapa, com os aquíferos sedimentares da Bacia de Campos e a **Figura 4.2.3-4** apresenta um mapa com as unidades geoambientais da região do Porto do Açu, segundo CPRM (2000).

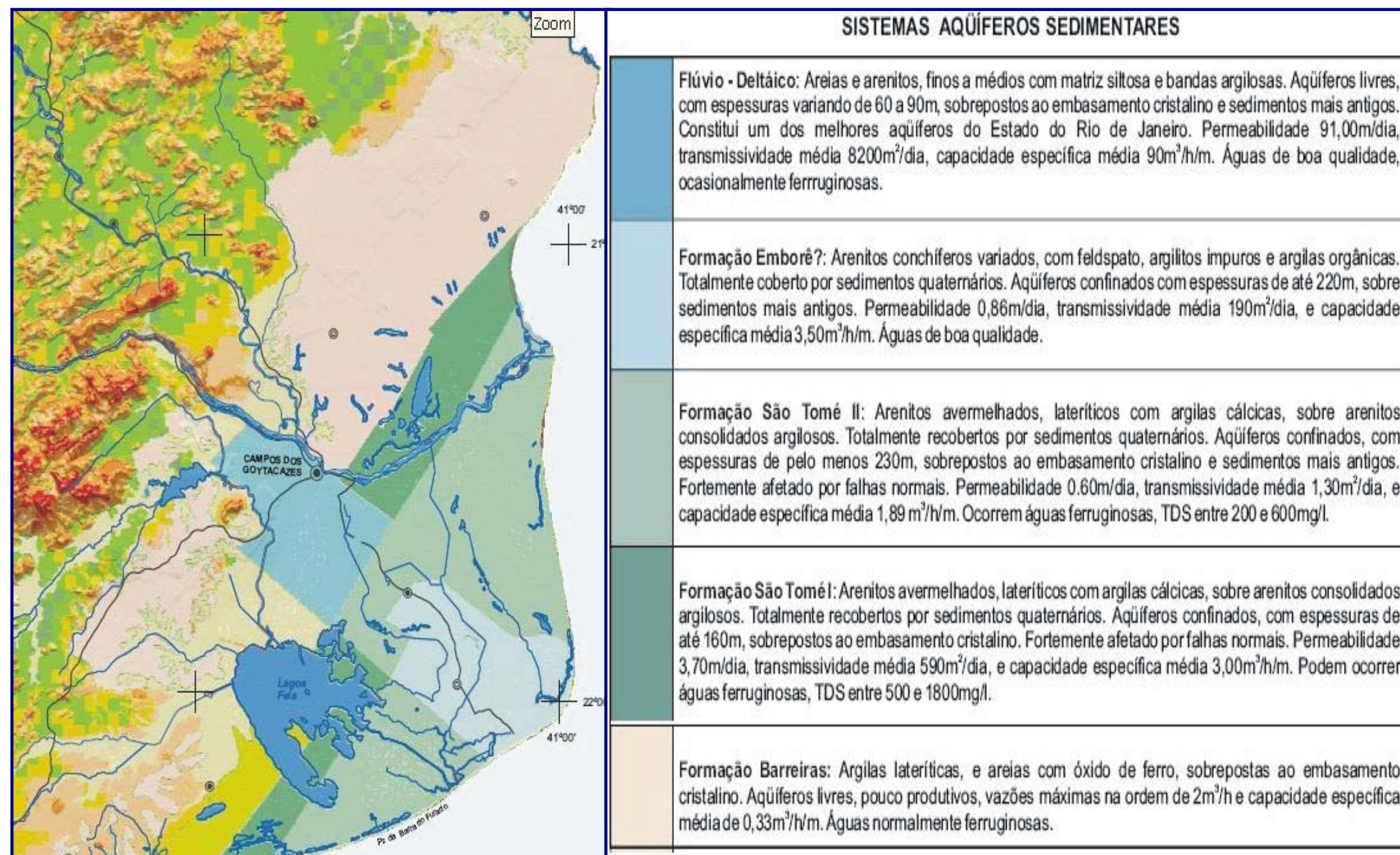


Figura 4.2.3-3: Sistemas Aquíferos da Bacia Sedimentar de Campos
Fonte: Mapa de Favorabilidade Hidrogeológica do Rio de Janeiro (BARRETO *et al.*, 2000).

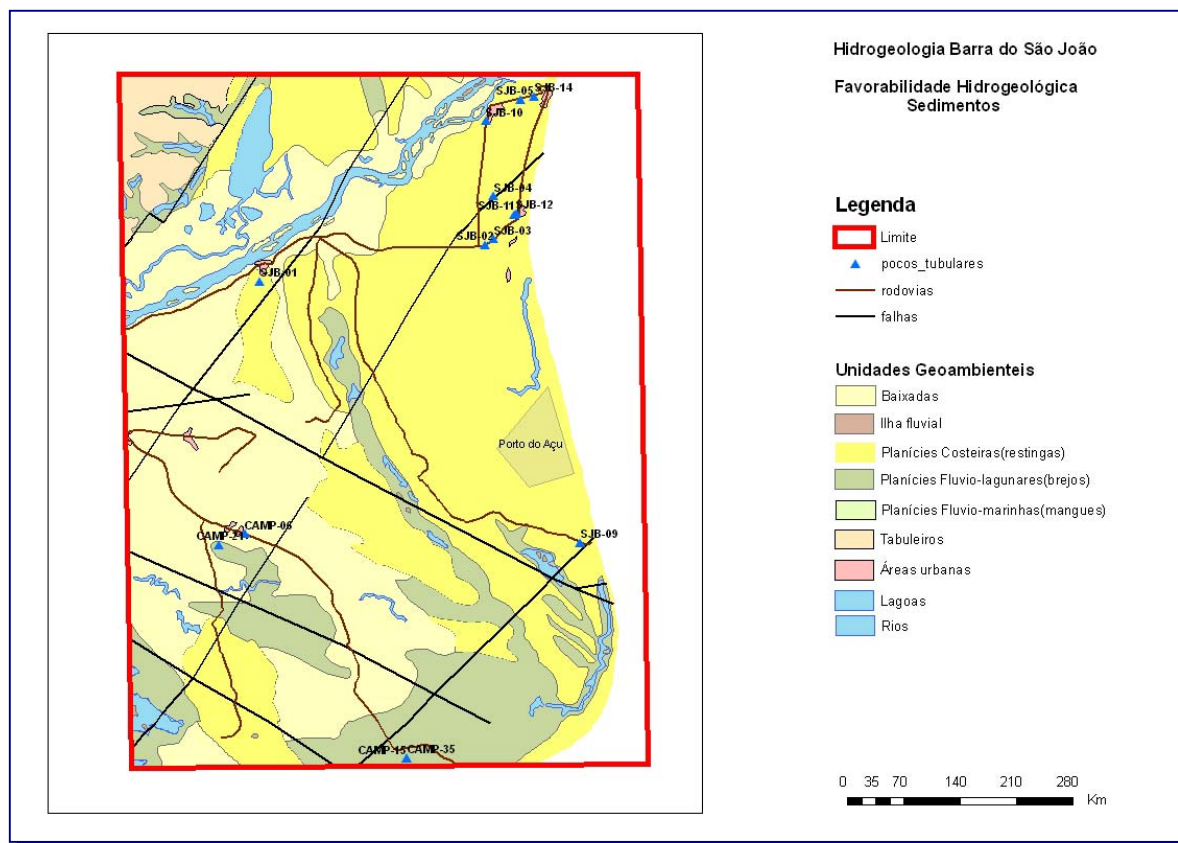


Figura 4.2.3-4: Mapa com as Unidades Geoambientais da Região do Porto do Açu e a Localização dos Poços. Fonte: Modificado do Mapa Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro (CPRM, 2000).

➤ **Aquífero Fluvio-deltáico:**

Este sistema encontra-se localizado na margem direita do rio Paraíba do Sul, a Sudoeste da cidade de Campos, e ocorre em uma área de aproximadamente 304 km². É constituído por sedimentos Quaternários, aflorantes, compostos por areias e arenitos, finos a médios, com matriz siltosa e bandas argilosas. Sua espessura varia de 60 a 90 metros e pode se encontrar sobreposto ao embasamento cristalino ou a sedimentos mais antigos (BARRETO *et al.*, 2000).

Diversas localidades são abastecidas por este aquífero, dentre elas Donana e Goytacazes, sendo este o sistema mais produtivo da Bacia de Campos, com uma permeabilidade média de 91 m/dia, transmissividade média de 8200 m²/dia e capacidade específica de 90 m³/h/m (CAETANO, 2000).

Suas águas são geralmente de boa qualidade, com valores de STD (sólidos totais dissolvidos) que não ultrapassam 300 mg/L (alguns poços em Goytacazes apresentaram valores elevados em torno de 1100 mg/L).

➤ **Aqüífero Emborê:**

Este sistema está localizado nos arredores de Farol de São Tomé, sendo constituído por sedimentos não-aflorantes, considerados de idade Terciária, que ocorrem em uma área de aproximadamente 350 km². É composto por arenitos conchíferos variados, com presença de feldspato, argilas orgânicas, argilitos impuros e pedaços de madeira fóssil. Encontra-se totalmente recoberto por sedimentos Quaternários sendo, portanto um sistema confinado com espessuras atingindo 220 m.

Está sobreposto a sedimentos mais antigos. É o segundo melhor aquífero da região com uma permeabilidade média de 0,86 m/dia, transmissividade média de 190 m²/dia e capacidade específica média de 3,50 m³/h/m. Suas águas são de boa qualidade com valores de STD de até 300 mg/L (CAETANO, 2000). As localidades de Farol de São Tomé e Saturnino Braga são abastecidas por este aquífero a partir de poços com profundidades de 124 m e 152 m, e capacidades específicas de 6,77 m³/h/m e 3,17 m³/h/m, respectivamente.

➤ **Aquífero São Tomé:**

Este sistema foi subdividido em Aquífero São Tomé I e II por apresentar variações em características como espessura e propriedades hidrodinâmicas, apesar de constituir a mesma formação sedimentar.

➤ **Aqüífero São Tomé I:**

O Aqüífero São Tomé I forma uma faixa alongada, no sentido NE-SW, localizada na parte central da porção emersa da Bacia de Campos, e ocorre em uma área de aproximadamente 380 km². É constituído por sedimentos Terciários, não-aflorantes, totalmente recoberto por sedimentos Quaternários. Sua composição sedimentar é formada por arenitos avermelhados, lateríticos com argilas cálcicas, sobre arenitos consolidados argilosos. É um aqüífero confinado, com espessuras de até 160 m, sobreposto ao embasamento cristalino, sendo fortemente afetado por falhas normais. Suas propriedades hidrodinâmicas correspondem a uma permeabilidade média estimada de 1,5 m/dia, transmissividade média estimada de 100 m²/dia e capacidade específica média estimada de 0,5m³/h/m. Podem ocorrer águas ferruginosas e seus valores de STD estão 500 mg/L e 1.800 mg/L.

➤ **Aqüífero São Tomé II:**

Este sistema ocorre em toda a parte leste da porção emersa da Bacia de Campos, com uma área de aproximadamente 910 km². É constituído por sedimentos não-aflorantes, Terciários, compostos por arenitos avermelhados, lateríticos com argilas cálcicas, sobre arenitos consolidados argilosos. Está totalmente recoberto por sedimentos Quaternários sendo, portanto um sistema confinado com espessura mínima em torno de 230 m, podendo atingir 2000 m, como ocorre nas proximidades de Farol de São Tomé.

Esse aqüífero é também fortemente afetado por falhas normais, tendo a espessura aumentada em direção à linha de costa, estando sobreposto ao embasamento cristalino e a sedimentos mais antigos. É um sistema muito importante na região, pois abastece diversas cidades e comunidades locais como São João da Barra, Grussaí, SESC-Grussaí, Santa Clara, Atafona e Barra do Açu.

Os valores das propriedades hidrodinâmicas ficam em 1,4 m/dia de permeabilidade média, 110 m²/dia de transmissividade média e capacidade específica média em

torno de 2,35 m³/h/m. As captações deste aquífero normalmente encontram-se entre 80 m e 160 m de profundidade. Podem ocorrer águas ferruginosas com valores de STD entre 200 mg/L e 600 mg/L.

➤ **Aquífero Barreiras:**

Este é o aquífero de menor potencialidade da Bacia Sedimentar de Campos, estando localizado na sua borda Oeste, recobrindo uma área de aproximadamente 1630 km². Encontra-se sobreposto e fazendo contato lateral com o embasamento cristalino. Os sedimentos que o compõe são aflorantes, de idade Terciária e correspondem a argilas lateríticas e areias com óxido de ferro, formando um sistema livre e pouco produtivo. As vazões máximas encontradas são da ordem de 2 m³/h, com capacidade específica média de 0,33 m³/h/m. Suas águas são normalmente ferruginosas.

B) Avaliação das Reservas do Aquífero São Tomé II

Conforme citado anteriormente, a região do Porto do Açu está localizada sobre o Aquífero São Tomé II, que é um sistema bastante produtivo, possuindo diversas captações que abastecem comunidades locais. O cálculo da reserva instalada neste sistema foi feito a partir dos dados de poços locais levantados pelo Projeto Rio de Janeiro (CPRM, 2000), listados no **Quadro 4.2.3-2**, a seguir.

Os efeitos decorrentes da instalação de futuras captações neste sistema devem ser modelados, levando-se em conta as vazões desejadas de exploração, e a localização dos futuros poços em relação aos pré-existentes, que já captam este sistema.

QUADRO 4.2.3-2: POÇOS INSTALADOS NA REGIÃO DO PORTO DO AÇU

POÇO	PROPRIETÁRIO	MUNICÍPIO	LOCALIDADE	UTM N	UTM E	PROF. (M)	VAZÃO_ESP (M³/H/M)	VAZÃO (M³/H)
CAMP-15	CEDAE	Campos	Boa Vista -Farol de São Tomé	7563216	283360	152	6,77	41,10
CAMP-35	CEDAE	Campos	Boa Vista II	7563216	283360	163	3,82	80,00
CAMP-21	CIEP	Campos	Av. Guilherme Morisson, Paraíso de Tócos	7576999	263152	12	*sem dados	2,00
SJB-09	CEDAE	S. J. Barra	Barra do Açú	7577601	293791	205	1,25	39,92
CAMP-06	CEDAE	Campos	Saturnino Braga	7577833	273136	125	3,17	52,80
SJB-01	CEDAE	S. J. Barra	Barcelos -P2	7594543	273797	158	20,00	150,00
SJB-02	CEDAE	S. J. Barra	Grussaí	7597126	287620	176	sem dados	48,94
SJB-03	CEDAE	S. J. Barra	Grussaí	7597545	288183	161	sem dados	30,00
SJB-11	SESC	S. J. Barra	Colônia de Férias do Sesc Mineiro	7599175	289450	202	6,05	26,70
SJB-12	SESC	S. J. Barra	Colônia de Férias do Sesc Mineiro	7599275	289550	203	sem dados	32,70
SJB-04	CEDAE	S. J. Barra	Grussaí	7599750	289400	203	sem dados	50,50
SJB-10	CEDAE	S. J. Barra	São João da Barra	7605325	287600	191	0,97	40,00
SJB-05	CEDAE	S. J. Barra	Atafona	7606762	289735	194	0,46	18,00
SJB-14	CEDAE	S. J. Barra	Atafona	7607016	290500	198	sem dados	66,28

- Poços que não possuem dados relativos ao rebaixamento do nível d'água durante o bombeamento

➤ Disponibilidade Efetiva Instalada:

A disponibilidade efetiva instalada de um sistema aquífero é definida como o volume anual passível de exploração, através das obras de captação existentes, com base na vazão máxima de exploração – ou vazão ótima – e num regime de bombeamento de 24 horas diárias, em todos os dias do ano. Para o aquífero São Tomé II, levando-se em consideração os poços cadastrados na sua área de ocorrência ao Sul do rio Paraíba do Sul (ver **Quadro 4.2.3-2**), a disponibilidade efetiva instalada é de $2,743 \times 10^6$ m³/ano, ou seja, este é o volume passível de ser bombeado a partir das captações já existentes do aquífero São Tomé II. Vale ressaltar que a disponibilidade efetiva real é geralmente muito inferior à instalada, pois em geral, o regime de bombeamento dificilmente ultrapassa 8h/24h, o que reduziria para um valor da ordem de $9,143 \times 10^5$ m³/ano a disponibilidade efetiva de água subterrânea deste aquífero.

➤ **Reserva Renovável:**

A reserva renovável do Aquífero São Tomé II foi calculada a partir de sua Vazão de Escoamento Natural (VEN), considerado equivalente à reserva renovável, com transmissividade média de 110 m²/dia, gradiente hidráulico aproximado de 0,002 (calculado a partir no nível estático dos poços instalados) e considerando como frente de escoamento a margem direita do Paraíba do Sul e a porção do litoral que coincide com a sua área de ocorrência. A partir destes dados calcula-se:

$$\text{VEN} = T \times L \times i$$

onde:

VEN – vazão de escoamento natural:

$$110 \text{ m}^2/\text{dia} \times 365 \text{ dias} \times 57.912 \text{ m} \times 0,002$$

$$\text{VEN} = 4,65 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$$

T – transmissividade

i – gradiente hidráulico

➤ **Potencial de Exploração:**

Como descrito no **Item 4.2.3.2 - alínea A**, o aquífero São Tomé II possui boa potencialidade para exploração. No entanto a sua geometria é pouco conhecida devido à pequena quantidade de poços estratigráficos perfurados na parte emersa da Bacia de Campos. Sabe-se, no entanto que a borda oeste da Bacia foi intensamente afetada por falhamentos de gravidade, formando grábens, e que suas camadas sedimentares se espessam e mergulham em direção ao litoral. A estimativa de reserva renovável levou em conta uma transmissividade média de 110 m²/dia, que é bastante conservadora, pois considera uma espessura média em torno de 100 m para este aquífero, muito inferior às espessuras descritas por CAETANO (2000), que podem chegar a 2000 m.

A vazão média dos poços que exploram este aquífero é da ordem de 40 m³/h com profundidades de captação entre 80 m e 160 m. O poço mais próximo, de Barra do Açu, possui vazão de 39,92 m³/h e profundidade de 205 m. É de se esperar que sejam encontradas condições semelhantes na área do Porto do Açu, para futuros poços a serem instalados.

4.2.4 Caracterização Meteorológica

4.2.4.1 Climatologia

A) Aspectos Climáticos Gerais:

Em função de sua grande extensão territorial, o Brasil apresenta uma grande diversidade climática refletida principalmente nos regimes de precipitação e temperatura. Ao longo de sua extensão Norte-Sul pode-se constatar a existência de uma grande variedade de climas com distintas características regionais. A região Sudeste, na qual se situa o empreendimento em estudo, sofre influência tanto de sistemas tropicais como de sistemas provenientes de latitudes médias, apresentando uma estação menos chuvosa no inverno e uma mais chuvosa no verão (CAL, 2006).

Esta região apresenta-se como uma unidade climatológica específica, devido à alta variedade climática, em função de sua posição latitudinal, da topografia bastante acidentada e da influência dos sistemas permanentes e semipermanentes, sistemas ondulatórios e sistemas de escala regional ou mesoescala.

Nas proximidades da latitude de 20° S, há uma forte interação meridional entre o clima tropical e o subtropical. O clima nesta região é ainda periodicamente afetado pelas oscilações dos fenômenos *El Niño* e *La Niña*, que ocorrem no Oceano Pacífico, de forma que em anos de *La Niña*, o clima é mais seco e frio e nos anos de *El Niño* é maior a frequência de chuvas e enchentes, e as temperaturas são bem mais elevadas do

que o normal. Segundo a classificação de Köppen, a região Sudeste apresenta os seguintes tipos climáticos:

- ⇒ **Aw (Tropical Úmido com chuvas no verão ou outono, temperaturas elevadas e inverno seco):** Abrange parte do litoral e a região Norte/Noroeste do Rio de Janeiro, litoral capixaba, oeste paulista e parte de Minas Gerais.
- ⇒ **Cwa – Tropical de altitude com chuvas de verão, temperaturas moderadas e verões quentes:** Abrange grande parte de São Paulo, Centro-Sul de Minas Gerais, e Região Serrana do Rio e Espírito Santo.
- ⇒ **Cwb – Tropical de altitude com chuvas de verão, invernos frios e verões brandos:** Abrange os pontos mais elevados da Serra da Mantiqueira (sudeste mineiro e nordeste paulista).
- ⇒ **Cfa – Subtropical com chuvas bem distribuídas durante o ano e verões quentes:** Abrange a parte Sul de São Paulo e Rio de Janeiro.
- ⇒ **Cfb – Subtropical com chuvas bem distribuídas durante o ano e verões brandos:** Abrange parte de São Paulo.

B) Climatologia Regional:

De acordo com a classificação de Köppen, o clima na Área de Influência Direta (**AID**) é classificado como Cwa, tropical quente e úmido, com inverno seco e temperatura do mês mais quente superior a 22°C.

Observando espacialmente as características climáticas da **AID**, tomando como base o Mapa de Clima do Brasil (IBGE, 2002), verifica-se a predominância do grupo climático quente e úmido com três meses secos, não obstante possa também ser verificada na AID uma pequena parcela da região onde o clima é quente e semi-úmido, conforme apresentado na **Figura 4.2.4-1**.

O Estado do Rio de Janeiro apresenta um ambiente climático bastante diversificado em virtude, principalmente, das características do seu relevo, variando entre regiões de baixadas, vales e serras, o que influencia diretamente a distribuição das precipitações no seu território. A presença de montanhas contribui para a formação de um clima predominantemente tropical, mas com mudanças sazonais significativas. A temperatura (média, máxima e mínima) e a pluviosidade (regime e totais pluviométricos) são fortemente influenciadas pela associação relevo-altitude.

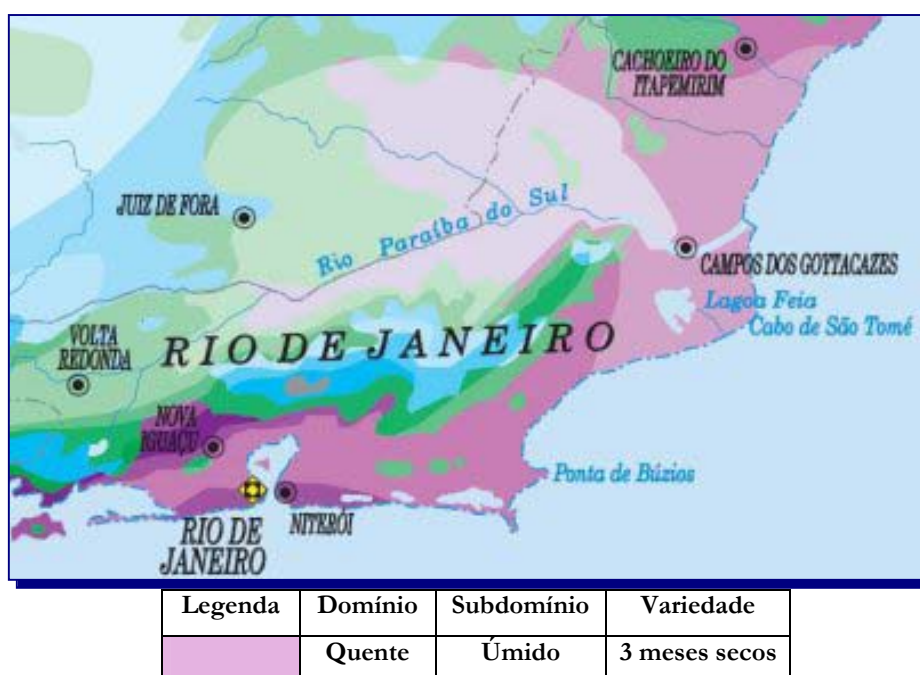


Figura 4.2.4-1: Mapa Climático da Área de Influência Direta (AID).
Fonte: IBGE (2002).

Os contrastes térmicos associados à topografia também podem induzir circulações locais, tais como as brisas de vale e de montanha. A topografia local, a cobertura vegetal e a distância das fontes de umidade influenciam sobremaneira na distribuição da precipitação no Estado. Nas faixas litorâneas, as circulações de brisa marítima são praticamente perpendiculares à linha de costa, na ausência de sistemas atmosféricos perturbados, apesar da interferência dos ventos regionais de Leste-Nordeste associados ao Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS). Entretanto, a eficiência do escoamento de ar gerado é limitada espacialmente a alguns quilômetros continente

adentro, sofrendo grande interferência devido à rugosidade da superfície pela topografia, vegetação, estruturas urbanas e obstáculos gerais.

A posição latitudinal do Estado, próximo ao Trópico de Capricórnio, lhe confere um caráter de clima tropical com apenas duas estações bem definidas durante o ano: verão — com temperaturas e índices pluviométricos elevados; e inverno — com índices pluviométricos e térmicos mais moderados.

As médias anuais de temperatura na região Sudeste oscilam entre 19° e 28 °C de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), exceto na zona subtropical, onde os valores variam de 17° a 19 °C, nas serras, onde os valores oscilam entre 15° e 20 °C, e nos trechos litorâneos, onde as temperaturas médias anuais variam entre 21° e 24 °C.

O Rio de Janeiro, assim como toda a região Sudeste do Brasil, é dominado por forte atividade convectiva na estação das chuvas, sendo grande parte das precipitações de origem convectiva. A distribuição pluviométrica da região sudeste é bastante heterogênea. Para as regiões de clima tropical úmido são esperadas precipitações anuais inferiores a 2.000 mm anuais, com duas estações bem definidas, a seca e a chuvosa, esta última no verão, refletindo a maior influência da massa equatorial continental e as peculiaridades orográficas. Nas porções tropicais de altitude a média pluviométrica anual é de 1.500 mm anuais, enquanto nos trechos sub-tropicais variam entre 1.250 e 2.000 mm. Nas zonas litorâneas e escarpas da Serra do Mar, a influência do ASAS induz a uma redução dos valores de precipitação e a distribuição se torna mais regular que nas serras.

A diversidade climatológica fluminense é decorrente, portanto, da combinação de uma série de fatores locais e atmosféricos. De fato, a influência da topografia acidentada e compartimentada do estado é marcante. Escarpas de blocos falhados separam superfícies altas e montanhosas, que mergulham para o interior, de outras planas a

suavemente onduladas, que se espalham desde o município do Rio de Janeiro até o Norte Fluminense, constituindo as baixadas litorâneas. A associação relevo-altitude-maritimidade é responsável pelo aumento da turbulência do ar, podendo induzir a formações convectivas com conseqüentes chuvas orográficas nas cotas mais elevadas das regiões serranas (CAL, 2006).

Além dos fatores estáticos que influenciam as características do clima no Estado do Rio de Janeiro (latitude, relevo, maritimidade e altitude) deve-se ressaltar ainda o fato de seu território encontrar-se submetido a ventos de leste e nordeste, que sopram de forma constante da borda oeste do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul durante grande parte do ano. Tal sistema é ainda o responsável pela manutenção das temperaturas médias em patamares mais ou menos elevados, altos níveis de umidade relativa e tempo bom, geralmente associado a céu claro e livre de nebulosidade.

Segundo pesquisas desenvolvidas pela Fundação CIDE (1999) é possível definir quatro macro-classes térmicas no estado. Estas classes estão diretamente relacionadas às altitudes das estações meteorológicas.

A primeira classe, representada pelas baixadas litorâneas, compreendida entre 0 e 200 metros de altitude, apresenta um clima quente. Verifica-se que os mais elevados níveis de deficiência hídrica aparecem nessa região, principalmente na chamada Região dos Lagos, entre Cabo Frio e Búzios, onde a vegetação desenvolveu características singulares para suportar os fortes períodos de seca, perdendo suas folhas no mínimo uma vez por ano.

A faixa de altitude compreendida entre 200 e 400 metros de altitude representa a segunda classe térmica do estado, sendo caracterizada por terrenos colinosos das depressões dos Rios Pombo, Muriaé e Paraíba do Sul, além da baixa encosta da frente da escarpa do bloco falhado da serra do Mar. A penetração do Anticiclone Polar no estado acompanha a direção geral do relevo brasileiro, que é de sudoeste para nordeste,

o que faz a linha de instabilidade das frentes frias acompanhar a orientação do relevo, cujas escarpas ao Sul são maiores e mais abruptas, originando uma maior turbulência do ar. Em consequência deste fato, as superfícies mais úmidas são as orientadas para o Sul e a barlavento, sendo que as linhas cumeadas da Serra para o Norte apresentam uma menor precipitação em função da diminuição das altitudes e também do aumento da distância em relação à linha do litoral.

A terceira classe, constituída pelos alinhamentos de cristas do Vale e pelos depósitos terciários da Bacia de Resende, apresenta temperaturas brandas, típicas de clima mesotérmico. Esta classe compreende a faixa altimétrica de 400 a 1200 metros, nas Serras do Mar e da Mantiqueira.

A quarta classe representa os terrenos (elevados) cristalinos das Serras do Mar e da Mantiqueira. Estas áreas apresentam excedentes hídricos, existindo apenas um único mês com subseca.

➤ **Características Climáticas da Região do Empreendimento:**

O empreendimento situa-se no litoral Norte Fluminense, próximo a praia do Açú, no município de São João da Barra. Para a caracterização climática da região da área de influência do empreendimento foram analisados os seguintes parâmetros: temperatura do ar, precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar e pressão atmosférica.

Os dados apresentados foram medidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e obtidos junto ao Sistema de Meteorologia do Estado do Rio de Janeiro (SIMERJ) para as proximidades da área de estudo, e correspondem às normais climatológicas ² dos últimos 30 anos (médias obtidas no período de 1961 a 1990).

² As normais climatológicas são obtidas através do cálculo das médias de variáveis meteorológicas, relativas a períodos padronizados, obedecendo aos critérios recomendados pela Organização Meteorológica Mundial (OMM).

Os dados apresentados a seguir referem-se à estação de Campos dos Goytacazes (no. 83698, coordenadas 21° 45' S e 41° 20' W) da rede do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada próxima à área em estudo na Região Norte Fluminense. A estação foi instalada em 1976 e funciona até hoje, sendo do tipo convencional da rede climatológica principal do INMET e localizada a uma altitude de 11,2 m.

➤ **Temperatura:**

Para avaliar o comportamento dos valores mínimos, médios e máximos da temperatura do ar, ao longo dos anos, foram elaborados os **Quadros 4.2.4-1, 4.2.4-2 e 4.2.4-3** e as **Figuras 4.2.4-2 a 4.2.4-4**, referentes às normais climatológicas obtidas para a Estação Meteorológica de Campos dos Goytacazes, no período de 1961 a 1990.

A partir da análise destes dados observa-se que a temperatura média anual na região é de cerca de 23,8° C, com média mensal mínima de 20,8° C (em julho) e máxima de 26,8° C (em fevereiro). Em Campos dos Goytacazes, os dados de temperatura do ar apresentaram um mínimo médio anual de 20,1° C e um máximo médio anual de 29,4° C.

Podem ser destacadas as seguintes amplitudes anuais, por parâmetro de temperatura:

- Temperatura Mínima Média:
 - mínima de 16,9 °C, em julho;
 - máxima de 22,9 °C, em fevereiro.
- Temperatura Média:
 - mínima de 20,8 °C, em julho;
 - máxima de 26,8 °C, em fevereiro.
- Temperatura Máxima Média:
 - mínima de 26,70 °C, em julho;
 - máxima de 32,6 °C, em fevereiro.

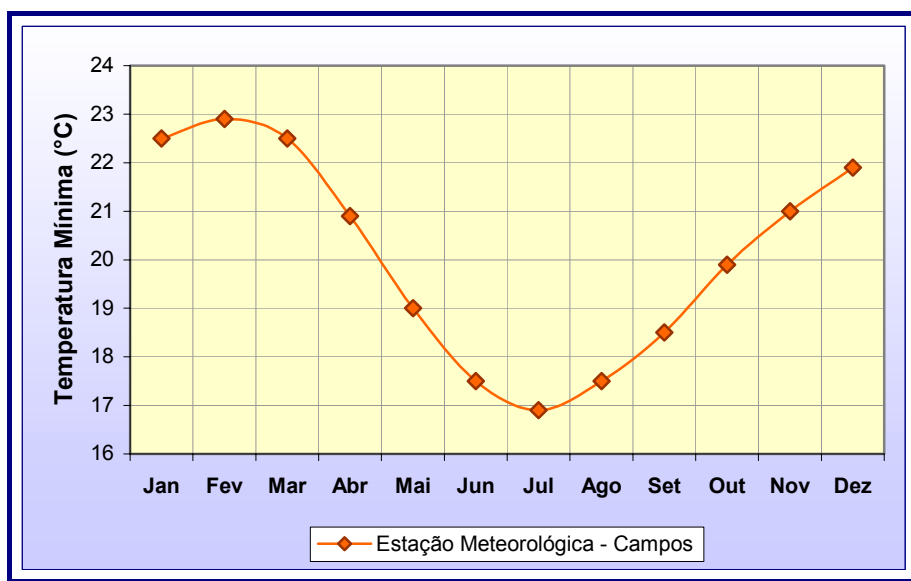


Figura 4.2.4-2: Variação Mensal da Temperatura Mínima do ar em Campos/RJ

QUADRO 4.2.4-1: VARIAÇÃO MENSAL DA TEMPERATURA MÍNIMA DO AR EM CAMPOS/RJ
NORMAIS CLIMATOLÓGICAS (MÉDIA - °C)

Estação Meteorológica	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Campos	22,5	22,9	22,5	20,9	19	17,5	16,9	17,5	18,5	19,9	21	21,9	20,1

Fonte: SIMERJ/INMET.

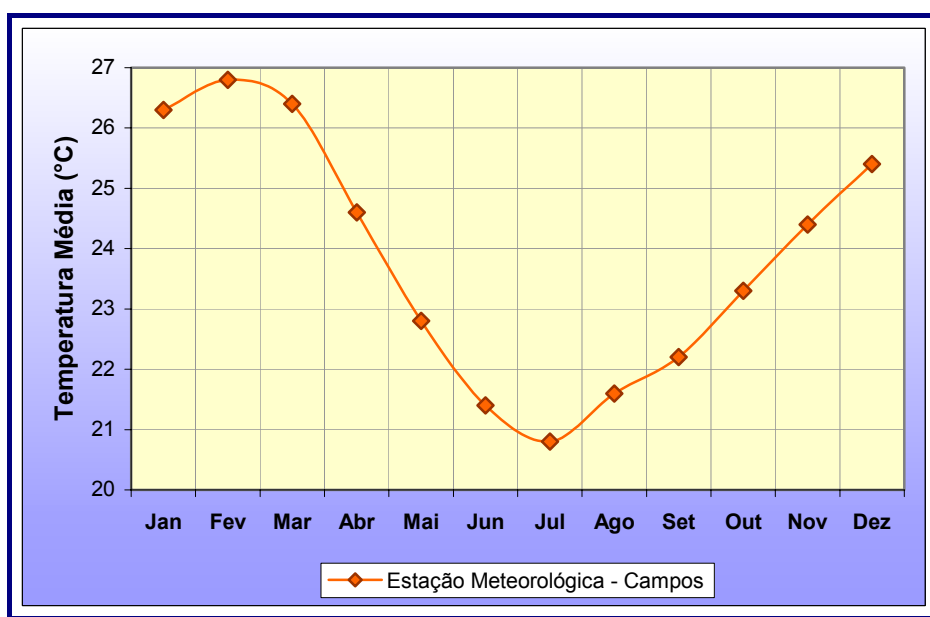


Figura 4.2.4-3: Variação Mensal da Temperatura Média do ar em Campos/RJ

QUADRO 4.2.4-2: VARIAÇÃO MENSAL DA TEMPERATURA MÉDIA DO AR EM CAMPOS/RJ

NORMAIS CLIMATOLÓGICAS (MÉDIA - °C)													
Estação Meteorológica	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Campos	26,3	26,8	26,4	24,6	22,8	21,4	20,8	21,6	22,2	23,3	24,4	25,4	23,8

Fonte: SIMERJ/INMET.

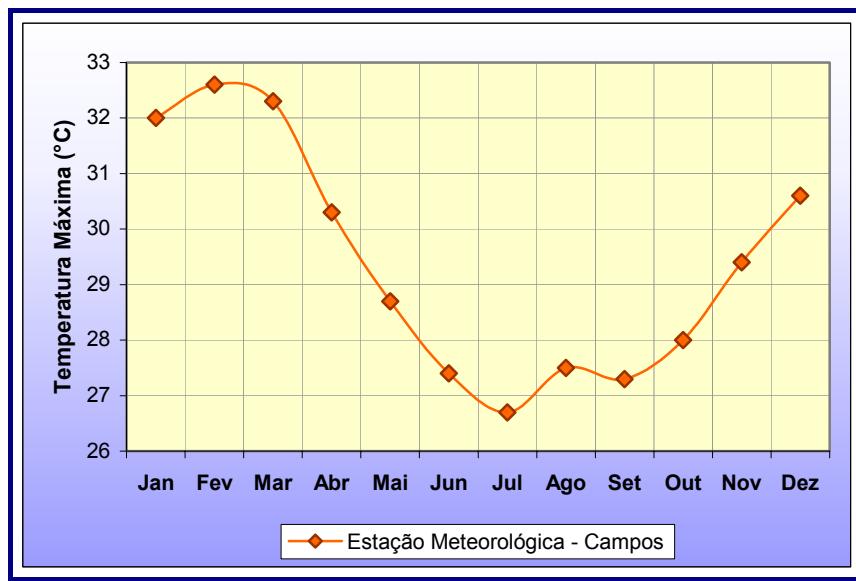


Figura 4.2.4-4: Variação Mensal da Temperatura Máxima do ar em Campos/RJ

QUADRO 4.2.4-3: VARIAÇÃO MENSAL DA TEMPERATURA MÁXIMA DO AR EM CAMPOS/RJ

NORMAIS CLIMATOLÓGICAS (MÉDIA - °C)													
Estação Meteorológica	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Campos	32	32,6	32,3	30,3	28,7	27,4	26,7	27,5	27,3	28	29,4	30,6	29,4

Fonte: SIMERJ/INMET.

➤ Precipitação:

Os totais pluviométricos da estação de Campos dos Goytacazes (**Quadro 4.2.4-4 e Figura 4.2.4-5**) indicam dois períodos distintos: o período “chuvoso”, que vai de novembro a janeiro, e o período “seco”, de junho a agosto. Nesses períodos os valores de precipitação são relativamente mais próximos entre si, o que vem de encontro às características atmosféricas dominantes nestas épocas do ano. A precipitação média anual acumulada é de 1.010,3 mm na região.

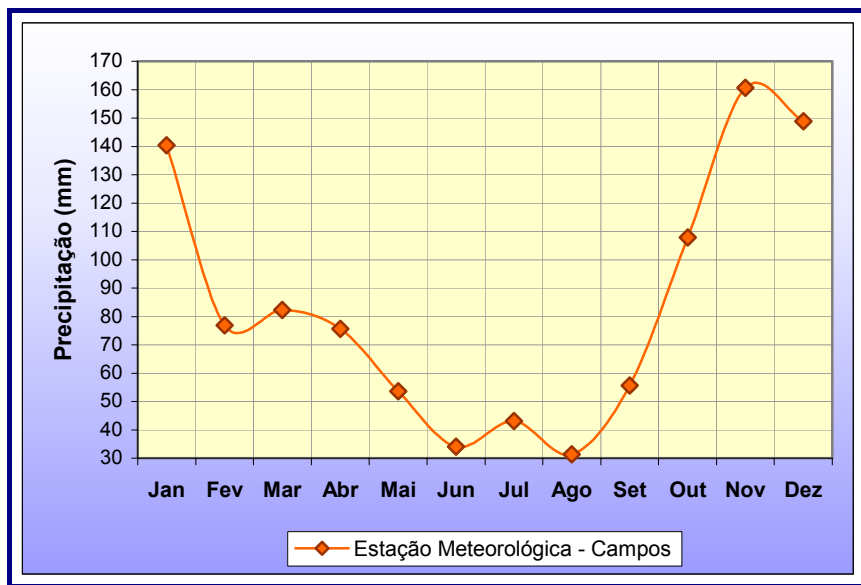


Figura 4.2.4-5: Variação Mensal da Precipitação pluviométrica em Campos/RJ

QUADRO 4.2.4-4: VARIAÇÃO MENSAL DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA EM CAMPOS/RJ

NORMAIS CLIMATOLÓGICAS (MM)													
Estação Meteorológica	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Campos	140,4	76,9	82,3	75,6	53,6	34,1	43,1	31,3	55,7	107,8	160,6	148,9	1010,3

Fonte: SIMERJ/INMET.

➤ Pressão Atmosférica:

As diferenças de pressão têm uma origem térmica estando diretamente relacionadas com a radiação solar e os processos de aquecimento das massas de ar. Formam-se a partir de influências naturais, como: continentalidade, maritimidade, latitude, altitude.

Sazonalmente, os valores de pressão atmosférica são maiores no inverno que no verão, graças à interação de diversos fatores meteorológicos, como as maiores frequências de entrada de frentes e maiores intensidades das massas polares migratórias, dentre outros.

No verão, o mais intenso aquecimento solar à superfície cria forças de flutuação que induzem a movimentos verticais ascendentes, com ou sem a formação de nuvens, reduzindo, portanto, os valores da pressão atmosférica à superfície. A variabilidade mensal média da pressão atmosférica é apresentada no **Quadro 4.2.4-5** e na **Figura 4.2.4-6**, onde se percebe um máximo de 1019 hPa em julho e um mínimo de 1011 hPa em janeiro, fevereiro e dezembro. Dessa forma, configura-se uma amplitude anual média de 8,4 hPa. A pressão atmosférica média anual é de 1014 hPa.

Numa visão transiente, o domínio de massas de ar polar, migratórias de inverno na área do empreendimento, pode levar a elevados valores de pressões atmosféricas, próximas de 1030 hPa, o que significa a presença de ar muito frio na região. Por outro lado, no verão, a formação das áreas de convergência atmosférica sobre o oceano nas proximidades do litoral Norte Fluminense, podem reduzir as pressões atmosféricas a valores próximos de 1000 hPa.

É importante destacar, ainda, que a área do empreendimento encontra-se na trajetória de deslocamentos de frentes frias durante todas as épocas do ano, o que pode resultar em significativas variações de pressão atmosférica em curtos intervalos de tempo, sobretudo durante rápidas passagens de sistemas frontais.

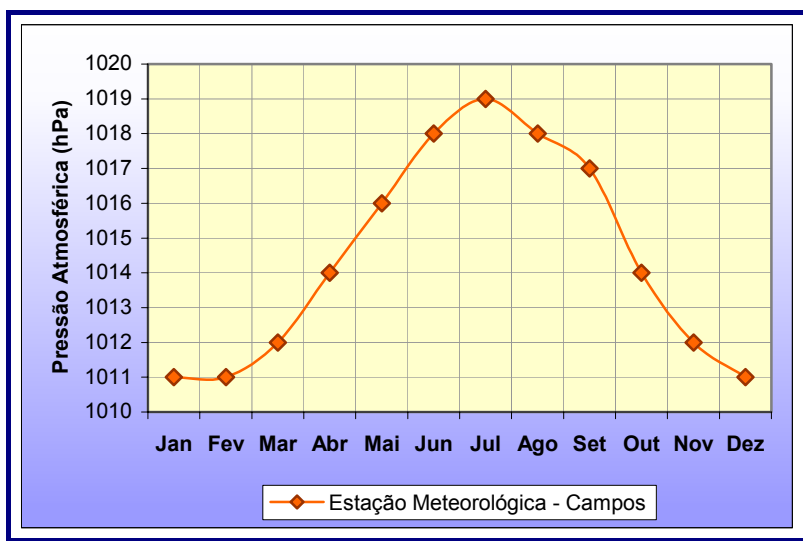


Figura 4.2.4-6: Variação Mensal da Pressão Atmosférica em Campos/RJ

QUADRO 4.2.4-5: VARIAÇÃO MENSAL DA PRESSÃO ATMOSFÉRICA EM CAMPOS/RJ

NORMAIS CLIMATOLÓGICAS (hPa)													
Estação Meteorológica Campos	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
	1011	1011	1012	1014	1016	1018	1019	1018	1017	1014	1012	1011	1014

Fonte: SIMERJ/INMET.

➤ Umidade Relativa:

A quantidade de vapor de água ou umidade do ar é variável e está relacionada com outros fatores climáticos como temperatura e pressão. Os valores de umidade relativa são inversamente proporcionais à temperatura do ar e dependentes, ainda, dos processos de aquecimento ou resfriamento do ar, transporte horizontal de vapor d'água e precipitações. Em situações transitórias, os valores de umidade relativa do ar na região podem sofrer significativas variações temporais, principalmente quando se comparam as situações pré-frontais e frontais.

Em Campos dos Goytacazes ocorrem duas máximas da umidade relativa do ar (**Quadro 4.2.4-6** e **Figura 4.2.4-7**) anualmente (inverno e verão), intercaladas por duas mínimas (outono e primavera). Cabe ressaltar a igualdade dos valores médios de umidade relativa nos meses de maio, junho e julho para a localidade, o que indica a predominância das circulações atmosféricas sobre as condições locais (maritimidade, topografia, uso, tecido urbano e uso e ocupação do solo).

Assim, pode-se caracterizar a umidade relativa do ar em Praia do Açu com mínimos de 77% em fevereiro e setembro e máximo de 80% de maio a julho, o que caracteriza uma variabilidade anual de apenas 2%. A média anual de umidade relativa do ar em Campos é de 79%.

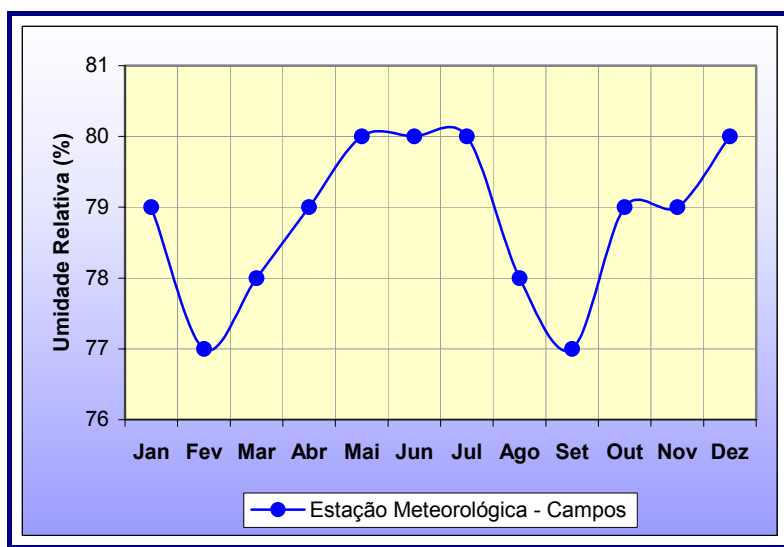


Figura 4.2.4-7: Variação Mensal da Pressão Atmosférica em Campos/RJ

QUADRO 4.2.4-6: VARIAÇÃO MENSAL DA UMIDADE RELATIVA DO AR EM CAMPOS/RJ

NORMAIS CLIMATOLÓGICAS (%)													
Estação Meteorológica	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Campos	79	77	78	79	80	80	80	78	77	79	79	80	79

Fonte: SIMERJ/INMET.

4.2.4.2 Circulação Atmosférica e Regime de Ventos

A circulação atmosférica de baixos níveis na região Sudeste brasileira, na qual encontra-se inserida a área do empreendimento, é diretamente influenciada e dominada pela ação de um sistema sinótico de alta pressão subtropical denominado “Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul” (ASAS), pela passagem de sistemas frontais sobre a região e por circulações locais (**Figura 4.2.4-8**).

O ASAS, também conhecido como “Alta Subtropical do Atlântico Sul”, é influenciado pelos gradientes de temperatura entre oceano e continente e é o principal responsável pelas condições meteorológicas normais na costa leste brasileira. É um sistema semi-estacionário que não apresenta uma posição fixa, tendendo a se deslocar para o sudeste no verão (com seu centro localizado em torno de 30° S e 15° W), período no qual os

ventos de nordeste são mais intensos; e para o noroeste no inverno (22° S e 30° W), quando os ventos de nordeste são mais fracos e é freqüente a passagem de sistemas frontais, gerando ventos de quadrante Leste e Norte durante a maior parte do ano (PINHO, 2003). Este sistema atua diretamente no Brasil e influencia o clima do país durante todo ano, pois dele dependem os mecanismos de penetração de massas de ar provenientes do Sul, a geração de sistemas de meso-escala continentais, desenvolvimentos convectivos, dentre outros. No inverno ele inibe a entrada de frentes e causa inversão térmica e concentração de poluentes nos principais centros urbanos das regiões Sudeste e Sul. Nestas regiões, a dinâmica desse sistema também favorece a formação de nevoeiros e geadas. Na região nordeste, contribui ainda para o regime de chuvas no litoral.

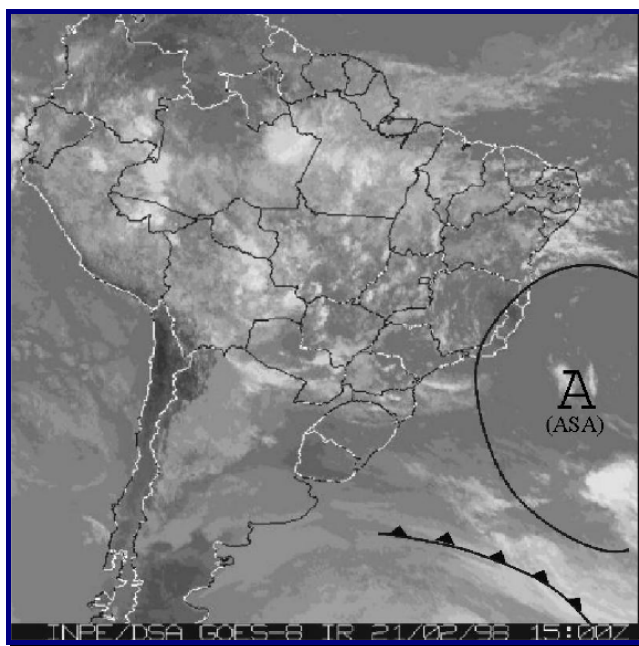


Figura 4.2.4-8: Imagem do satélite GOES-8 indicando a influência do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), posição mais comum. Fonte: PINHO (2003)

A variabilidade sazonal do padrão de ventos da região Sudeste brasileira, associada ao deslocamento do ASAS, é caracterizada pelo predomínio de ventos de NE no verão e ventos de ENE no inverno. As alterações neste padrão climatológico médio da atmosfera têm relação direta com a freqüência de ocorrência de sistemas frontais e

ciclones extratropicais sobre a região. Estes sistemas atuam durante o ano inteiro, sobre toda a região do Atlântico Sul, apresentando frequências maiores nas latitudes mais altas e menores nas latitudes mais baixas (ECOLOGUS, 2006b).

A interação entre a convecção tropical e um sistema frontal ocorre mais frequentemente quando este último se encontra na faixa latitudinal entre 20° e 35° S. O deslocamento desses sistemas frontais está associado ao escoamento ondulatório de grande escala. A intensificação ou dissipação dos mesmos está relacionada com as características atmosféricas sobre o continente. Algumas regiões do Brasil, tais como as regiões Sul e Sudeste são regiões frontogenéticas, *i.e.* as frentes podem se formar ou se intensificar nessas regiões (SATYAMURTY & MATTOS, 1989).

A região Sudeste do Brasil é frequentemente influenciada pela passagem de sistemas frontais. Esses sistemas são formados quando as massas de ar frio, provenientes do Sul do Atlântico se deslocam de encontro às massas de ar quente, localizadas nos trópicos. Esse encontro cria uma região de instabilidade com intensa atividade convectiva, onde ocorre a formação de nuvens de acentuado desenvolvimento vertical, como cumulonimbus, provocando pancadas de chuvas e, algumas vezes, rajadas de vento na superfície (PINHO, 2003).

Nos meses de inverno, as massas de ar com altas pressões e baixas temperaturas, que acompanham as frentes frias, avançam pelo interior do continente na direção Norte-Nordeste, desviando-se para o mar na latitude de 20°S, quando perdem as próprias características e se fundem com a alta do Atlântico. Durante o verão os sistemas frontais podem permanecer semi-estacionários no litoral da região Sudeste brasileira em função do chamado “bloqueio atmosférico”. Como consequência, células convectivas de grandes dimensões verticais passam a se organizar em faixas entre 15° e 20° S e 40° e 50° W, ocasionando prolongadas precipitações de caráter intenso.

ECOLOGUS (2006b) apresenta análises estatísticas da ocorrência de sistemas frontais durante um período de 26 anos (compreendido entre 01/01/1980 e 31/12/2005), para os períodos de verão (janeiro a março) e inverno (junho a agosto), respectivamente, com base em dados de vento provenientes do banco de dados do NCEP e referentes às coordenadas 20° S e 35,625° W, próximas à região do empreendimento.

Os resultados mostram que, para este conjunto de dados e para a suposição adotada, nos meses de inverno o número de frentes por mês é 1,5 vezes maior do que no verão e que durante o inverno a duração média das frentes é praticamente o dobro da observada no período de verão.

A circulação regional predominante no litoral Norte do Estado do Rio de Janeiro está associada à borda oeste-sudoeste do ASAS, com direções de vento variando de nordeste a este ao longo de praticamente o ano inteiro. Entretanto, circulações de meso-escala decorrentes de aquecimentos diferenciais continente-oceano e montanha-vale podem alterar local e temporariamente os regimes de vento.

A entrada de frentes frias e linhas de estabilidade, por exemplo, alteram significativamente estes regimes. As condições de tempo locais sofrem ainda influências das perturbações ondulatórias, que migram e modificam-se enquanto induzidas pela circulação atmosférica dominante.

A atividade da ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul³) no verão cria uma situação meteorológica marcante na região Sudeste do Brasil, principalmente no Estado do Rio de Janeiro. As frentes ficam estacionadas por períodos de 5 a 10 dias, produzindo precipitações médias de 300 mm no Estado do Rio de Janeiro.

Um outro tipo de perturbação que afeta a região Sudeste, de outubro a abril, é conhecida pelos meteorologistas como linhas de instabilidade tropical. Uma linha de

³ Larga faixa de nebulosidade de orientação NW/SE que se estende desde o sul da Amazônia até a região central do Atlântico Sul caracterizada por intensa atividade convectiva.

instabilidade é uma onda de baixa pressão de deslocamento muito rápido, de até 60 km/h. Um aspecto marcante das linhas de instabilidade são os ventos fortes e turbulentos de W a NW e a duração de sua passagem, em torno de 3 horas. A extensão da linha pode ser de várias centenas de quilômetros. A chegada de uma linha de instabilidade é acompanhada por ventos de rajada de 60 km/h a 90 km/h, por trovoadas e relâmpagos. Nas regiões serranas, com frequência, ocorrem chuvas de granizo. Este fenômeno está relacionado com o forte aquecimento de verão e a queda da pressão.

Com a finalidade de subsidiar estudos técnicos para implantação do Terminal Portuário de Porto do Açu, no município de São João da Barra, RJ, vêm sendo realizados monitoramentos das condições meteorológicas e oceanográficas na região de implantação deste terminal desde 2007. Os dados meteorológicos foram obtidos através da implantação de uma estação meteorológica na Praia do Açu, com sensores instalados a uma altura de aproximadamente 11,5 m. Informações detalhadas sobre as medições, os dados e os resultados destas campanhas de medição são apresentados em MICROARS (2007) e MICROARS (2008).

As **Figuras 4.2.4-9 e 4.2.4-10** apresentam as estatísticas dos ventos observados na Praia do Açu durante cada uma das campanhas mensais realizadas nos períodos de março a agosto de 2007 e setembro de 2007 a fevereiro de 2008, respectivamente. As **Figuras 4.2.4-11 e 4.2.4-12**, por sua vez, apresentam as estatísticas totais referentes a cada um destes períodos.

Pode-se observar claramente que os ventos mais frequentes durante todo o período de medições foram provenientes de NNE, NE e ENE. A essas direções estão associados ventos moderados a fortes, nas classes 3-5, 5-8 e 8-11 m/s.

No período de março a agosto de 2007 os ventos mais intensos (classe de 8-11 m/s) estão associados às direções NNE, NE e ENE. Ventos nas classes 3-5 e 5-8 m/s

também foram observados nas direções SE, SSW, SW e WSW, associando-se uma frequência significativa aos ventos na classe 5-8 m/s vindos de SW, especialmente no mês de abril. Às direções NNE, SSW, SW, WSW e W estão associadas as maiores frequências de ventos fracos, na classe 1,5-3 m/s.

No período de setembro de 2007 a fevereiro de 2008 os ventos mais intensos (classe >11 m/s) estão associados às direções NE e ENE. Ventos na classe 8-11 m/s também foram observados nas direções E, ESE e SE. Ventos nas classes 3-5 e 5-8 m/s também foram observados nas direções SE, SSW e SW. Às direções NNE, SSW, SW e WSW estão associadas as maiores frequências de ventos fracos, na classe 1,5-3 m/s.

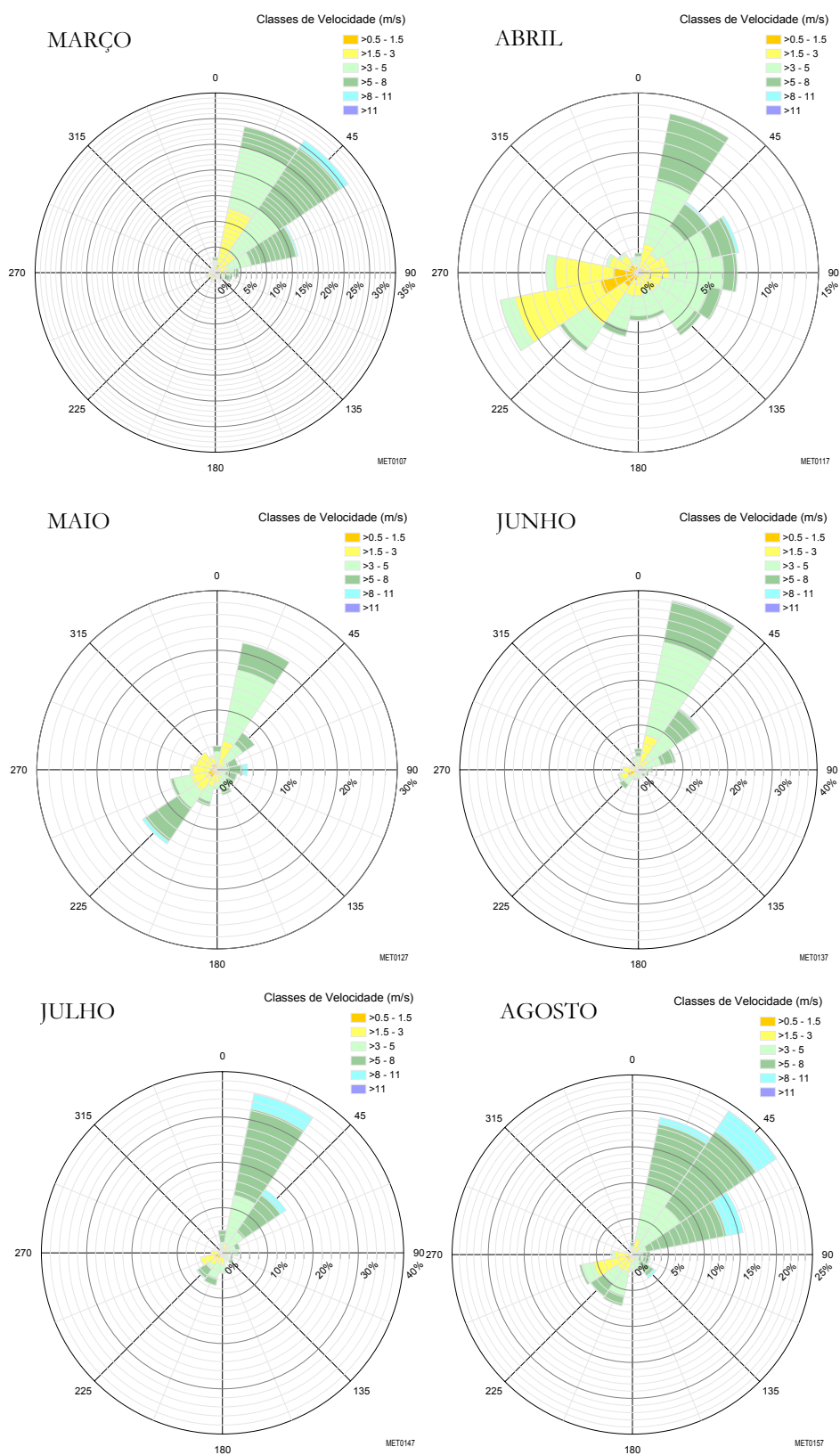


Figura 4.2.4-9: Estatística de ventos observados na Praia do Açú durante as campanhas de março a agosto de 2007. Fonte: Microars (2007).

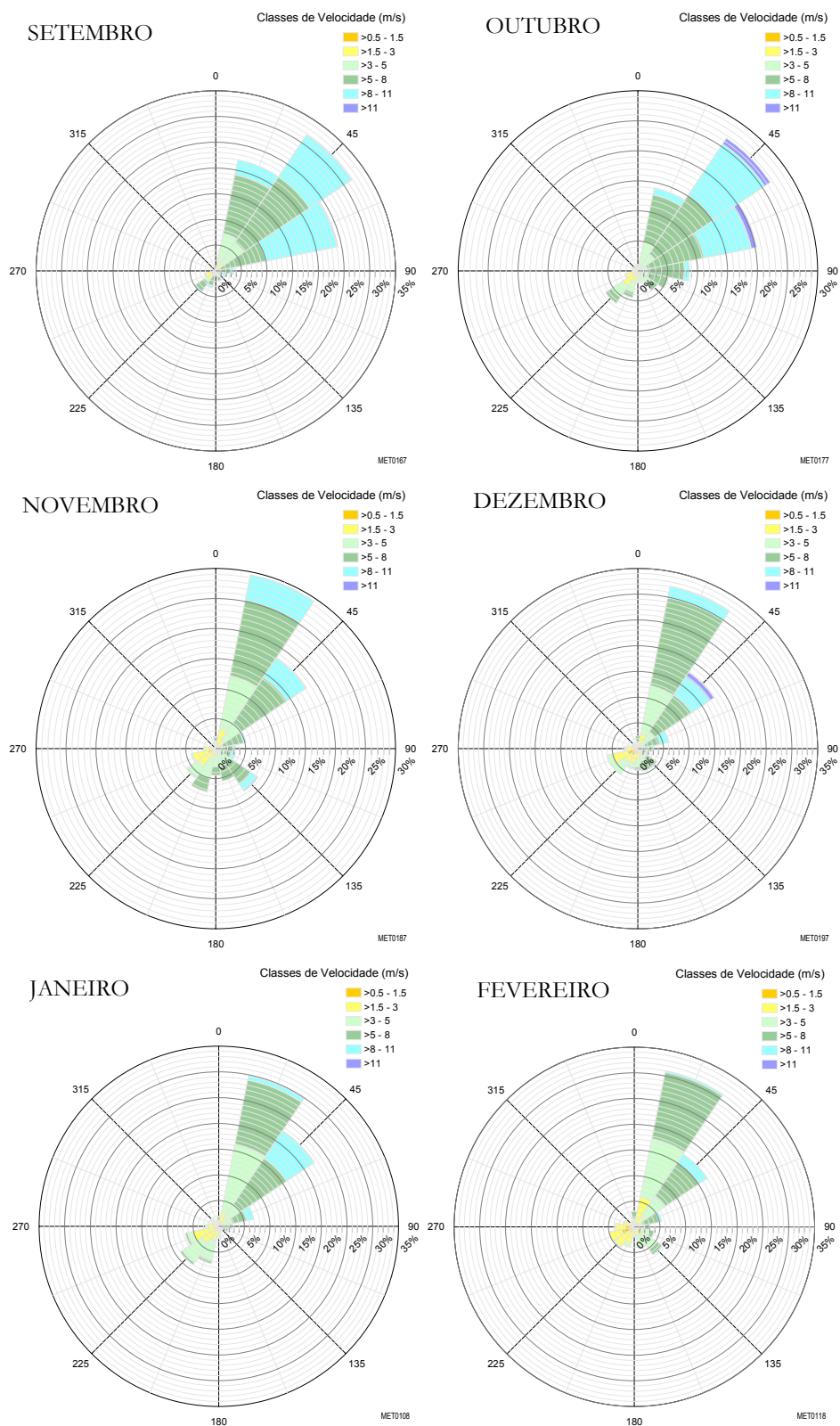


Figura 4.2.4-10: Estatística de ventos observados na Praia do Açú durante as campanhas de setembro de 2007 a fevereiro de 2008. Fonte: Microars (2008).

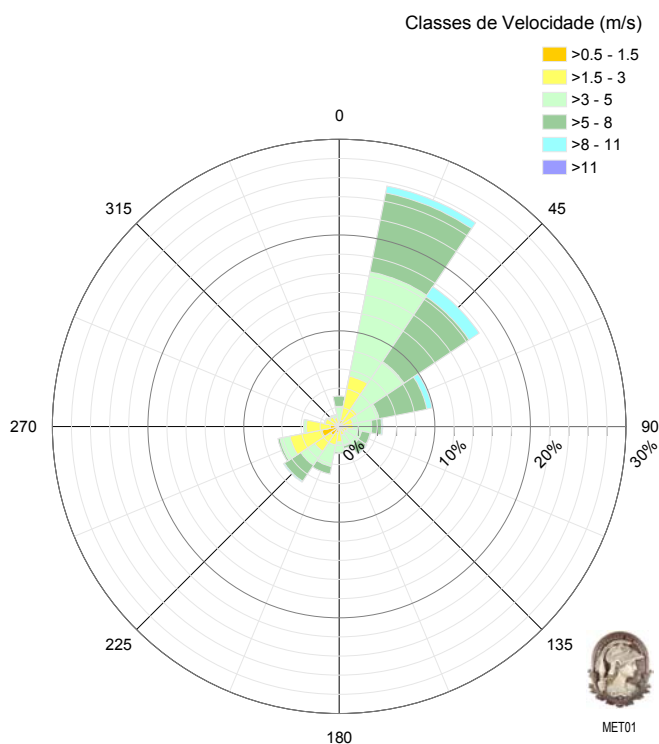


Figura 4.2.4-11: Estatística de ventos observados na Praia do Açú durante os meses de março a agosto de 2007. Fonte: Microars (2007).

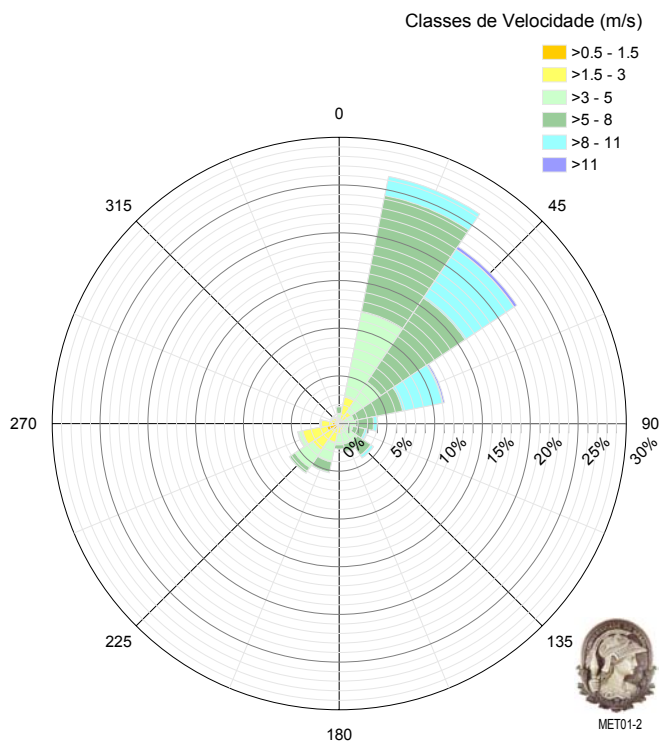


Figura 4.2.4-12: Estatística de ventos observados na Praia do Açú durante os meses de setembro de 2007 a fevereiro de 2008. Fonte: Microars (2008).

4.2.4.3 Caracterização da Qualidade do Ar

Introdução

A qualidade do ar de uma região é consequência de um sistema complexo que envolve o clima, as condições físicas e meteorológicas incidentes nessa região, a emissão de contaminantes atmosféricos por fontes fixas e móveis, situadas em escala local ou distante, e sendo a concentração dos poluentes na atmosfera resultado dessas interações.

O Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar – PRONAR foi concebido com o intuito de estabelecer estratégias para o controle, preservação e recuperação da qualidade do ar válidas para todo o território nacional, conforme previsto na Lei nº 6.938/81, pela Resolução Conama Nº 05/89, dando definições e diretrizes para prevenção e gerenciamento.

Em 28/06/90, com base na referida norma, foi editada a Resolução Conama Nº 03/90, que estabelece padrões de qualidade do ar, métodos de amostragem e análise dos poluentes atmosféricos e níveis de qualidade, atinentes a um plano de emergência para episódios críticos de poluição do ar, visando providências dos governos estaduais e municipais, com o objetivo de prevenir grave e iminente risco à saúde pública.

A mesma Resolução estabeleceu também que: “Enquanto cada Estado não definir as áreas de Classe I, II e III mencionadas no item 2, subitem 2.3, da Resolução CONAMA nº 05/89, serão adotados os padrões primários de qualidade do ar estabelecidos nesta Resolução”.

O **Quadro 4.2.4-7** apresenta os padrões de qualidade do ar primários e secundários, segundo a Resolução CONAMA 03/90.

QUADRO 4.2.4-7: PADRÕES DE QUALIDADE DO AR PRIMÁRIOS E SECUNDÁRIOS, SEGUNDO A RESOLUÇÃO CONAMA 03/90

POLUENTE	PADRÃO PRIMÁRIO ^B		PADRÃO SECUNDÁRIO ^C	
	CONCENTRAÇÃO ($\mu\text{G}/\text{M}^3$)	REFERÊNCIA TEMPORAL	CONCENTRAÇÃO ($\mu\text{G}/\text{M}^3$)	REFERÊNCIA TEMPORAL
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	80 ^a 240	1 ano 24 horas	60 ^a 150	1 ano 24 horas
Partículas Inaláveis <10 μm (PI)	50 150	1 ano 24 horas	50 150	1 ano 24 horas
Dióxido de Enxofre (SO_2)	80 365	1 ano 24 horas	40 100	1 ano 24 horas
Monóxido de Carbono (CO)	10.000 (9 ppm) 40.000 (35 ppm)	8 horas 1 hora	10.000 (9 ppm) 40.000 (35 ppm)	8 horas 1 hora
Dióxido de Nitrogênio (NO_2)	100 320	1 ano 1 hora	100 190	1 ano 1 hora
Fumaça	150 60	24 horas 1 ano	100 40	24 horas 1 ano
Ozônio (O_3)	160	1 hora	160	1 hora

Notas:

- a) Média Geométrica
- b) Padrão Primário – concentrações que se ultrapassadas poderão afetar a saúde da população.
- c) Padrão Secundário – concentrações abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem estar da população bem como o mínimo dano à fauna e à flora. Em áreas poluídas, podem ser entendidos como níveis desejados de concentração de poluentes, constituindo-se em meta de longo prazo.

Procedimentos Metodológicos

A região em estudo é desprovida de séries históricas de monitoramento da qualidade do ar abrangentes e consistentes. Dessa forma, não foram encontradas estações de monitoramento sistemático das concentrações de poluentes atmosféricos, operadas por entidades públicas ou privadas, cujos dados estivessem disponíveis para utilização no presente estudo.

Sendo assim, visando o conhecimento da situação atual da qualidade de ar da área em estudo, foram utilizadas medições realizadas na estação Água Preta, uma estação móvel da EcoSoft. Essa empresa monitora a qualidade do ar na área do Porto do Açu desde

novembro de 2007. As medições e análises utilizadas na presente caracterização são apresentadas em Ecosoft, 2008.

Esta estação foi instalada pela EcoSoft numa propriedade rural, na localidade de Água Preta, no município de São João da Barra (285.823 E; 7.582.901 N, UTM SAD 69, 24 K), e dista aproximadamente 8 km a sudoeste do centro do terreno de implantação do Pátio Logístico, conforme apresentado na **Figura 4.2.4-13**.



Figura 4.2.4-13: Estatística de ventos observados na Praia do Açú durante os meses de setembro de 2007 a fevereiro de 2008. Fonte: Microars (2008).

Legenda:



Estação automática de monitoramento da qualidade do ar e meteorologia - Água

O **Quadro 4.2.4-8** apresenta a relação de parâmetros medidos na campanha de monitoramento da qualidade do ar e os respectivos procedimentos de medição empregados. Vale ressaltar que os métodos e equipamentos utilizados para realização

do monitoramento são certificados pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América - EPA.

QUADRO 4.2.4-8: PARÂMETROS MONITORADOS NA ESTAÇÃO AUTOMÁTICA INSTALADA EM ÁGUA PRETA - SÃO JOÃO DA BARRA - RJ

PARÂMETRO MONITORADO	METODOLOGIA DE MEDIÇÃO	EQUIPAMENTO UTILIZADO
Partículas totais em suspensão (PTS)	Absorção de raios beta	Met One BAM 1020
Partículas inaláveis (PI como PM10)	Absorção de raios beta	Met One BAM 1020
Dióxido de enxofre (SO ₂)	Fluorescência aos raios ultravioleta	Horiba APSA-360CE
Dióxido de nitrogênio (NO ₂)	Quimiluminescência	Horiba APNA-360CE
Monóxido de Nitrogênio (NO)	Quimiluminescência	Horiba APNA-360CE
Óxidos de nitrogênio (Nox)	Quimiluminescência	Horiba APNA-360CE
Monóxido de carbono (CO)	Absorção de infravermelho não dispersivo	Horiba APMA-360CE
Hidrocarnetos totais (HCT)	Ionização de chama	Horiba APHA-360CE
Hidrocarbonetos não metanos (HCnM)	Ionização de chama	Horiba APHA-360CE
Metano (CH ₄)	Ionização de chama	Horiba APHA-360CE
Ozônio (O ₃)	Absorção de ultravioleta	Horiba APOA-360CE
Velocidade escalar do vento (VV)	Anenômetro de conchas	Met One 014A
Direção escalar do vento (DV)	Biruta com pá balanceada	Met One 014A

Análises da Qualidade do Ar

A caracterização da qualidade do ar na estação de monitoramento contínuo de Água Preta foi realizada com base nas análises das séries temporais medidas no período de 18/11/2007 a 23/07/2008.

As concentrações dos poluentes atmosféricos regulamentados (e complementares) presentes na atmosfera da região foram continuamente medidas e registradas como médias horárias, 24 horas por dia, conforme recomendações da EPA e da FEEMA, para os seguintes parâmetros:

- Partículas Totais em Suspensão (PTS);
- Partículas Inaláveis (PI como PM₁₀);
- Dióxido de Enxofre (SO₂);
- Dióxido de Nitrogênio (NO₂);
- Monóxido de Nitrogênio (NO);
- Óxidos de Nitrogênio (NO_x);
- Monóxido de Carbono (CO);
- Ozônio (O₃), Monóxido de carbono (CO);
- Hidrocarbonetos Totais (HCT);
- Hidrocarbonetos Não Metano (HCnM) e,
- Metano (CH₄).

Visando facilitar a compreensão da presente caracterização, para a análise das séries de dados gerados foram utilizadas análises de estatística descritiva e gráficos de séries temporais.

Nas análises apresentadas, as concentrações dos poluentes são comparadas aos padrões primários de qualidade do ar estabelecidos pela resolução CONAMA 03/90, quando aplicável. É importante observar que a comparação com os padrões é feita graficamente através da leitura direta das medições para o caso de padrões com referência temporal de 1 hora, ou com a leitura da média móvel de intervalo compatível, no caso de referências temporais maiores que 1 hora. As escalas dos gráficos foram ajustadas para facilitar a comparação dos resultados com os padrões de qualidade do ar aplicáveis à região.

O **Quadro 4.2.4-9** apresenta as análises estatísticas descritivas das séries de dados horários de qualidade do ar obtidas na estação Água Preta no período de 18/11/2007 a 23/07/2008.

QUADRO 4.2.4-9: ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS SÉRIES DE DADOS DE QUALIDADE DO AR DA ESTAÇÃO ÁGUA PRETA

POLUENTE	MÉDIA ARITMÉTICA	DESVIO PADRÃO	MÍNIMO	MÁXIMO
PTS [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	22,0	12,0	2,0	177,0
PI [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	17,0	9,0	0,0	152,0
SO ₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	5,1	5,1	0,5	23,4
NO ₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	4,8	3,7	0,0	39,9
NO [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	2,3	1,2	1,1	18,5
NO _x [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	7,1	4,5	1,2	46,1
CO [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	372,5	184,2	53,8	1.299,3
HCT [ppm]	1,5	0,5	0,2	5,6
HCnM [ppm]	0,4	0,2	0,0	2,2
CH ₄ [ppm]	1,11	0,46	0,02	5,15
O ₃ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	44,5	15,9	2,8	101,4

Nos gráficos (Figuras 4.2.4-14 a 4.2.4-15) apresentados a seguir encontram-se os resultados das concentrações horárias dos poluentes monitorados na estação Água Preta.

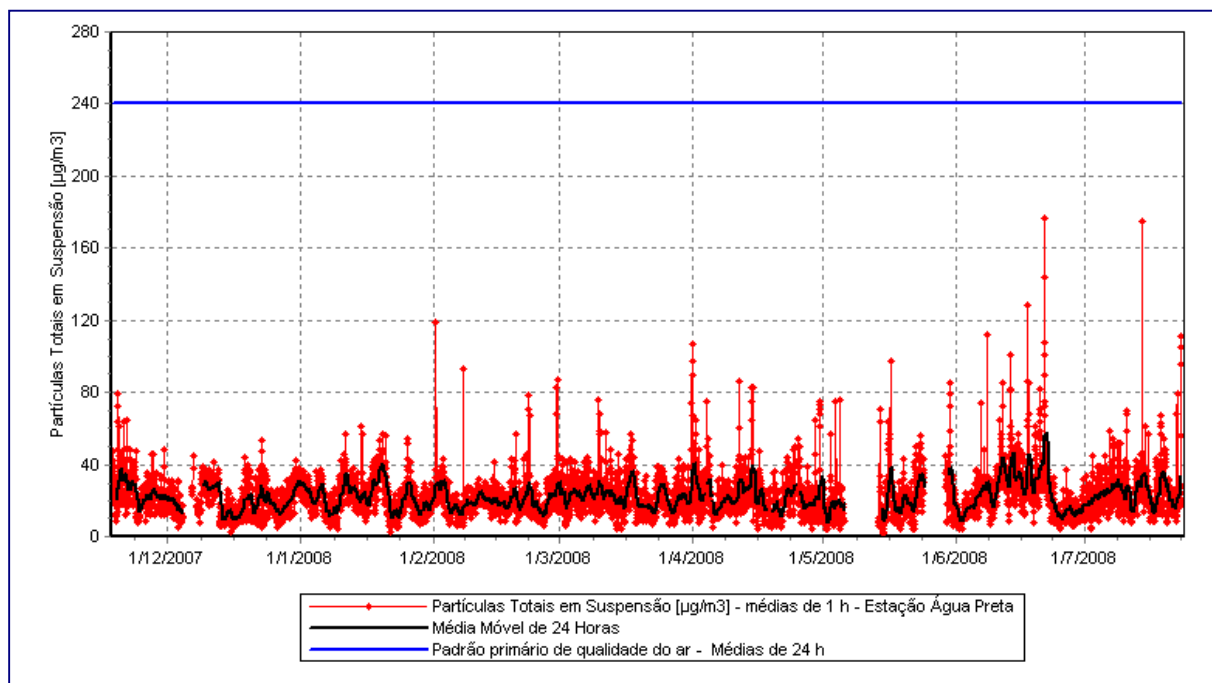


Figura 4.2.4-14: Concentração de Partículas Totais em Suspensão – Estação Água Preta

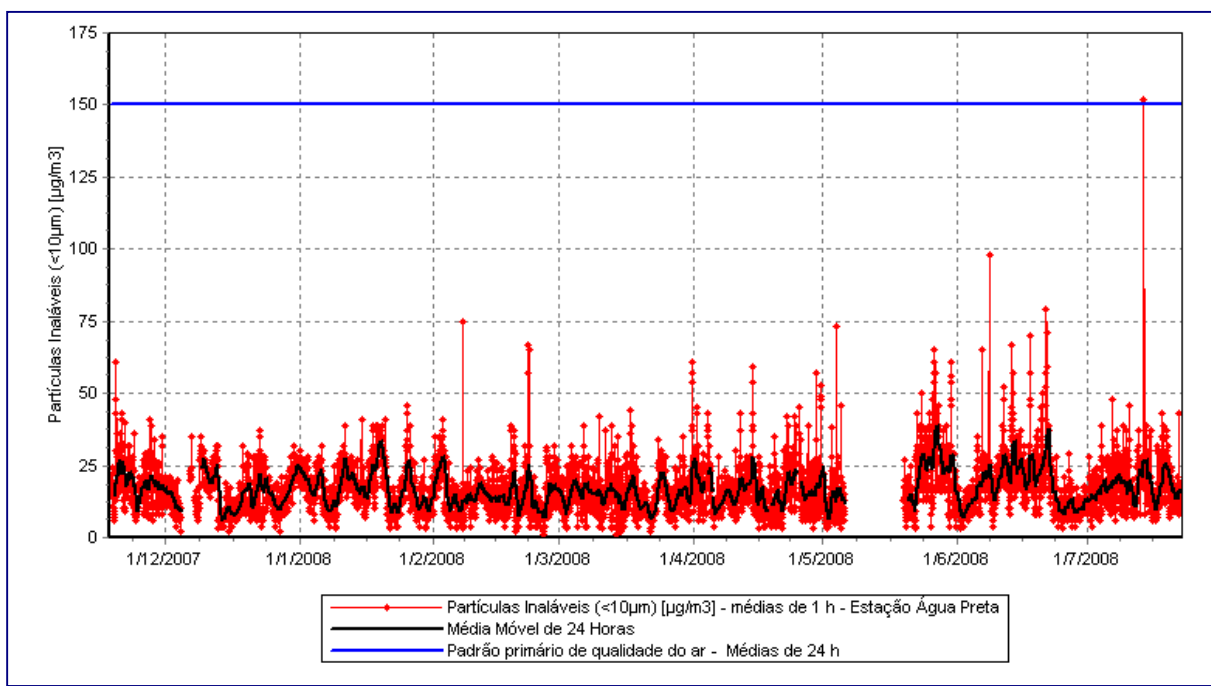


Figura 4.2.4-15: Concentração de Partículas Inaláveis – Estação Água Preta

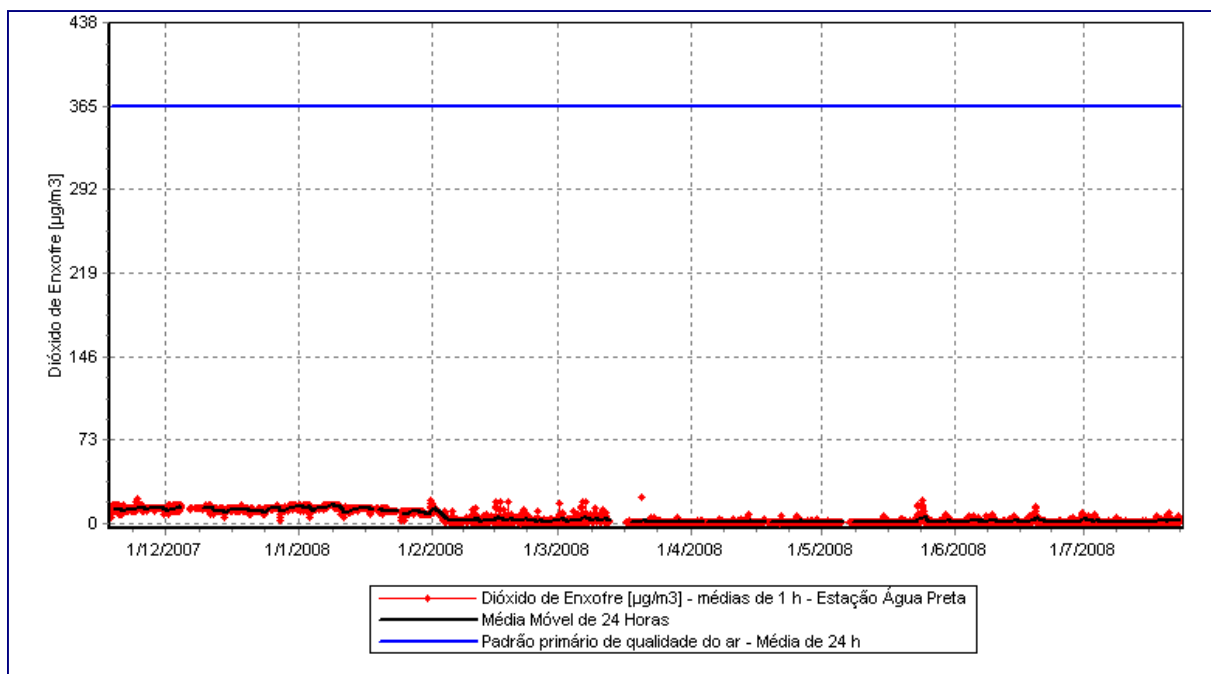


Figura 4.2.4-16: Concentração de Dióxido de Enxofre – Estação Água Preta

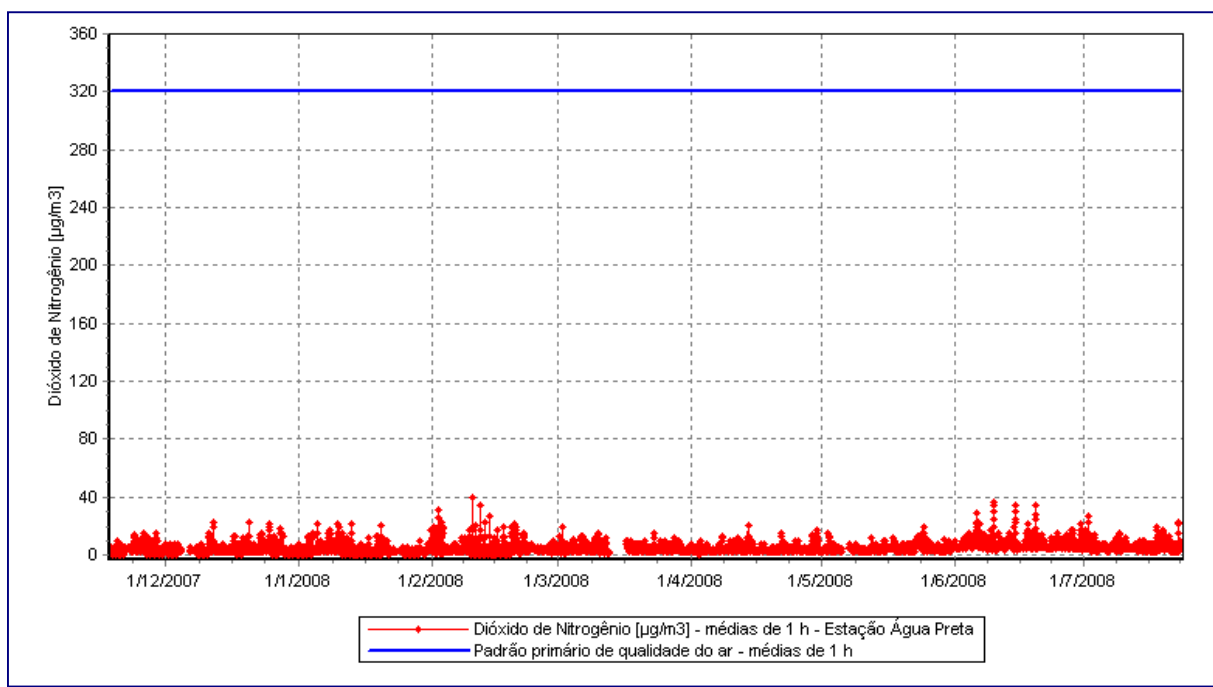


Figura 4.2.4-17: Concentração de Dióxido de Nitrogênio – Estação Água Preta

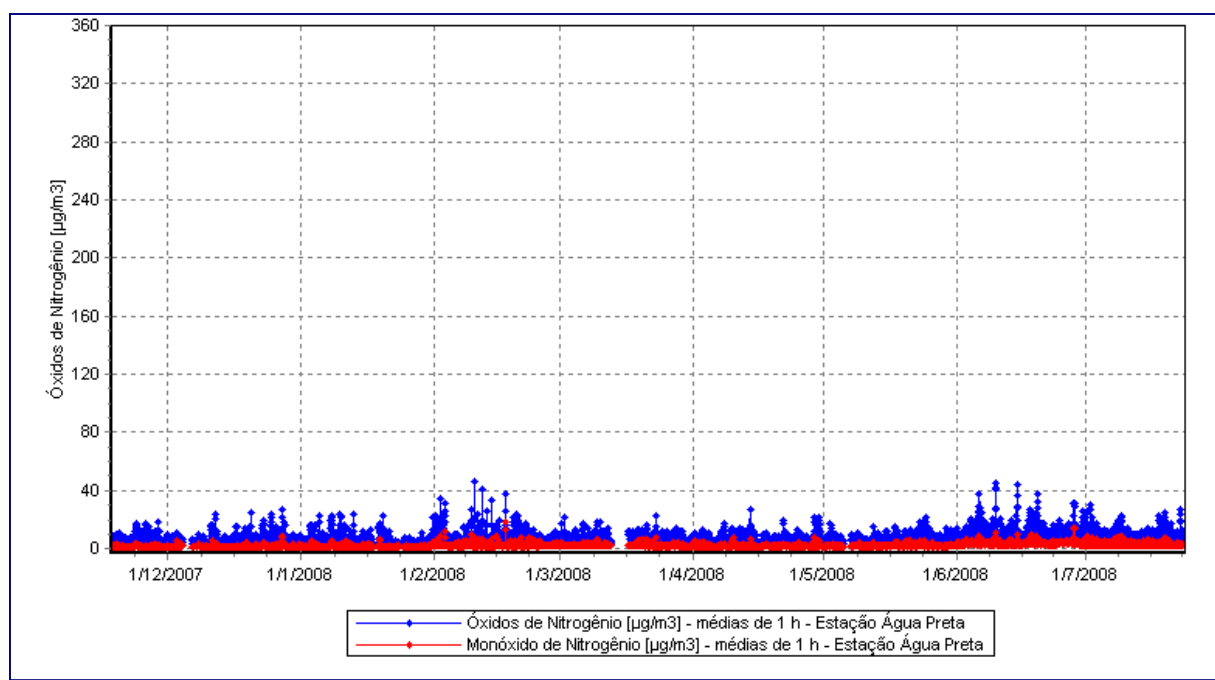


Figura 4.2.4-18: Concentração de Monóxido de Nitrogênio e Óxidos de Nitrogênio – Estação Água Preta

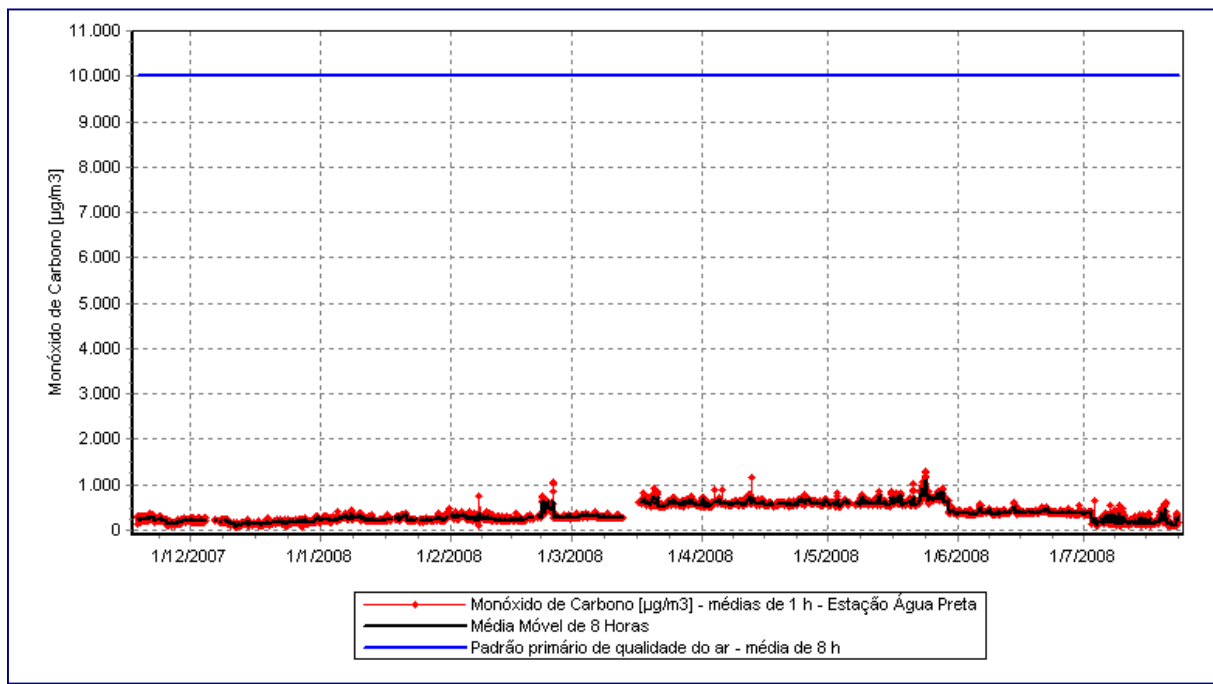


Figura 4.2.4-19: Concentração de Monóxido de Carbono – Estação Água Preta

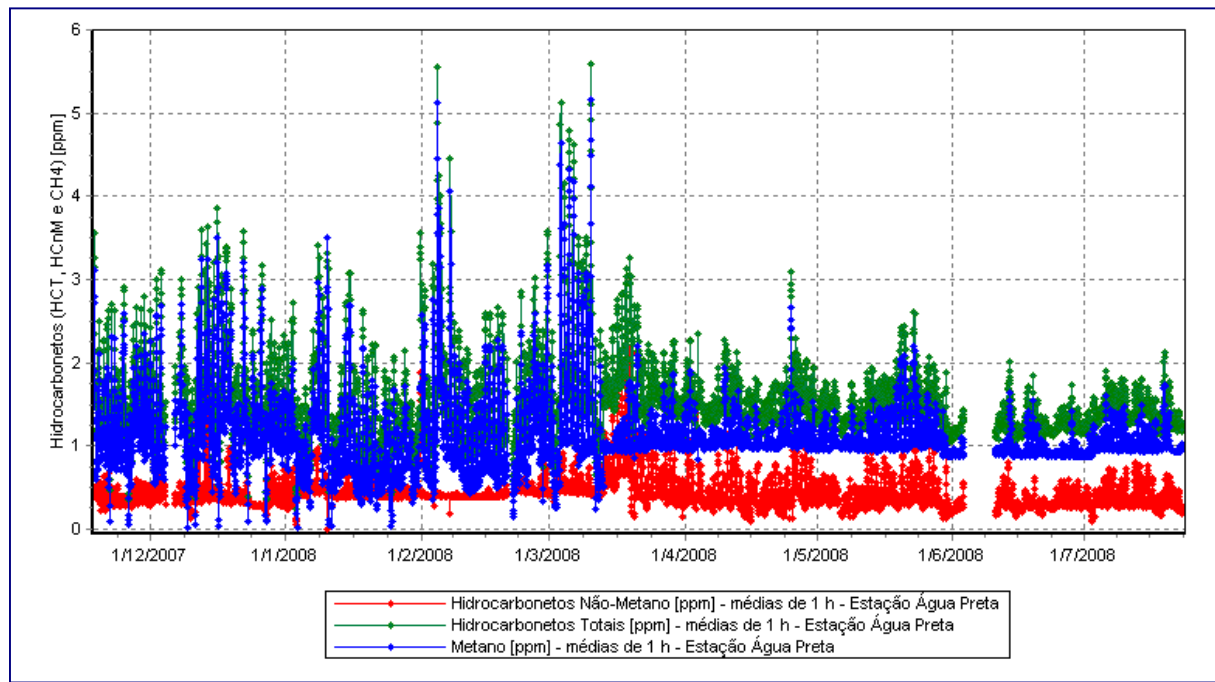


Figura 4.2.4-20: Concentração de Hidrocarbonetos – Estação Água Preta

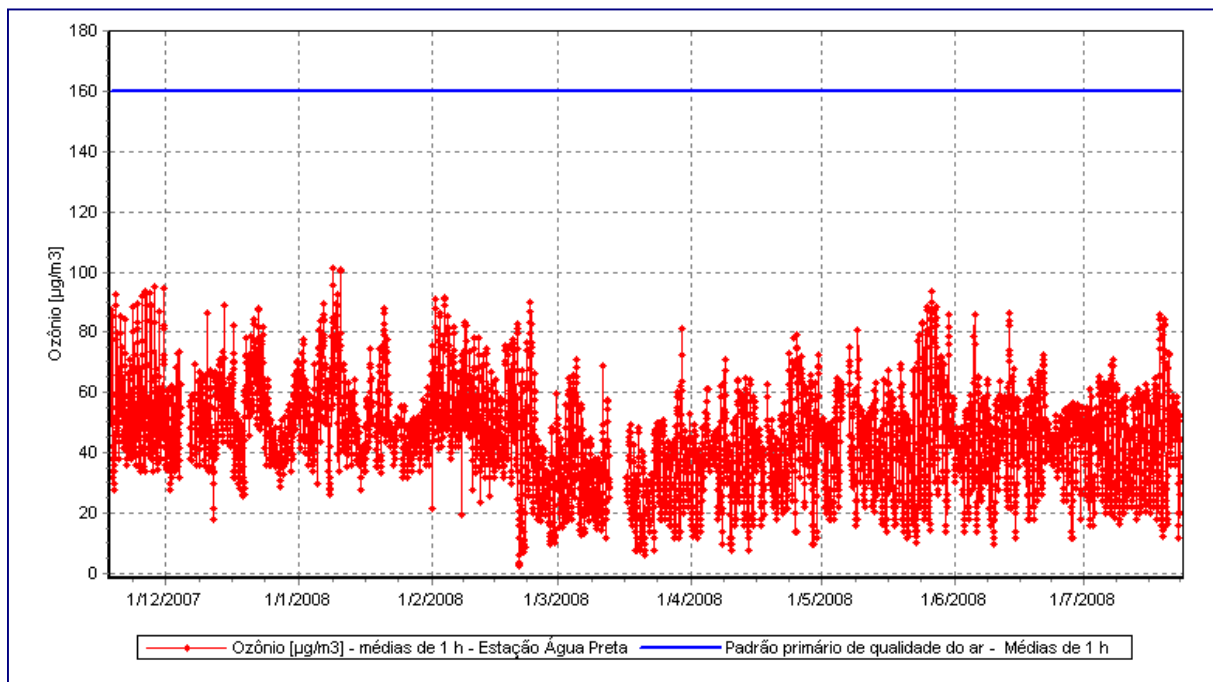


Figura 4.2.4-21: Concentração de Ozônio – Estação Água Preta

Resultados e Discussão

A partir dos dados obtidos através do monitoramento contínuo realizado no período de 18/11/2007 a 23/07/2008 na estação Água Preta, pode-se observar que:

- Nenhum parâmetro monitorado apresentou concentrações superiores aos limites máximos estabelecidos pelos padrões legais vigentes no Brasil (Resolução CONAMA 03/1990);
- O poluente que apresentou as maiores concentrações, quando comparadas aos padrões de qualidade do ar, foi o ozônio (O_3), com o valor máximo situado em 101,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Os demais poluentes apresentaram concentrações em níveis significativamente inferiores aos padrões legais vigentes.

O ozônio, utilizado como um traçador de um grupo de poluentes denominado de oxidantes fotoquímicos, não é um poluente emitido diretamente por fontes industriais,

veiculares ou naturais, mas sim formado na troposfera por meio de reações fotoquímicas de poluentes precursores, tais como os óxidos de nitrogênio (NO_x) e compostos orgânicos voláteis. O poluente ozônio normalmente apresenta-se com maiores concentrações em horários com maior intensidade de luz solar.

Os óxidos de nitrogênio, NO e NO_2 , são normalmente resultantes de processos de combustão veicular e industrial, enquanto que os hidrocarbonetos e os compostos orgânicos voláteis são emitidos através de processos evaporativos, queima incompleta de combustíveis automotivos, em processos industriais e também por certos tipos de vegetais.

Na atmosfera mais próxima ao solo, na presença dos precursores, o ozônio é tanto formado quanto consumido em complexas reações fotoquímicas, estabelecendo um equilíbrio químico dependente ainda das condições meteorológicas. As massas de ar contendo precursores e/ou ozônio podem se dispersar desde as áreas de maior emissão para áreas afastadas das fontes emissoras. Assim, concentrações elevadas de ozônio também podem ser encontradas nas periferias dos grandes centros e mesmo em áreas distantes (dezenas a centenas de quilômetros) de focos de emissão e sem fontes significativas de poluição locais.

O **Quadro 4.2.4-10** apresenta o resumo dos resultados das concentrações de poluentes obtidas na campanha de monitoramento e suas comparações com as concentrações limite estabelecidas pelos padrões primários de qualidade do ar da Resolução CONAMA 03/90. São apresentadas as concentrações médias aritméticas obtidas durante os 248 dias de monitoramento (5.952 registros médios horários, com exceção de dados eventualmente invalidados) que foram comparadas às concentrações médias anuais preconizadas pelos padrões da resolução citada.

As concentrações médias (248 dias) de cada poluente, obtidas na campanha realizada, foram ainda comparadas, em caráter de projeção, com os limites estabelecidos pelo

padrão de longo período (médias anuais). Os padrões de curto período (1, 8 e 24 h) foram comparados aos resultados das máximas concentrações para cada tempo de média compatível (médias móveis), para cada uma das referências temporais consideradas.

QUADRO 4.2.4-10: RESUMO ESTATÍSTICO DA CAMPANHA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR EM ÁGUA PRETA E COMPARAÇÃO COM OS PADRÕES PRIMÁRIOS DA QUALIDADE DO AR (RESOLUÇÃO CONAMA 03/90) - PERÍODO DE 18/11/2007 A 23/07/2008

POLUENTE	REFERÊNCIA TEMPORAL	PQA R ^A	ESTAÇÃO ÁGUA PRETA	
			CONCENTRAÇÃO	FRAÇÃO DO PQAR [%] E
PTS [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	24 h	240	58,1 ^d	24
	Média anual	80 ^c	22,3 ^f	27
PI [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	24 h	150	38,8 ^d	25
	Média anual	50	16,9 ^f	33
SO ₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	24 h	365	15,9 ^d	4
	Média anual	80	5,1 ^f	6
NO ₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1 h	320	39,9 ^b	12
	Média anual	100	4,8 ^f	4
CO [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1 h	40.000	1.299,3 ^b	3
	8 h	10.000	1.100,5 ^c	11
O ₃ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1 h	160	101,4 ^b	63

Notas:

- padrão primário da qualidade do ar estabelecido pela Resolução Conama 03/1990;
- concentração máxima obtida por médias horárias
- concentração máxima obtida por médias móveis de 8 h;
- concentração máxima obtida por médias móveis de 24 h;
- fração de contribuição relativa ao padrão primário de qualidade do ar ($100 \times \frac{\text{Concentração Máxima}}{\text{Padrão de Qualidade do Ar aplicável}}$);
- valor da média aritmética do período monitorado (248 dias);
- média geométrica anual.

Com base na comparação apresentada no **Quadro 4.2.4-10**, conclui-se que:

- A área abrangida pelo presente estudo possui atualmente níveis satisfatórios de qualidade do ar para todos os poluentes, com concentrações situadas em patamares inferiores aos padrões de qualidade do ar vigentes na legislação Brasileira.
- O poluente ozônio (O₃), foi o que apresentou concentrações com maior significância em relação aos padrões de qualidade do ar. Para este poluente foi

identificada ocorrência de concentração máxima com contribuição relativa aos padrões de qualidade do ar superiores da ordem de 63%.

- Os demais poluentes apresentaram níveis de contribuição relativa em patamares inferiores a 33%, para o caso das médias de longo período de (PI).

O monitoramento da qualidade do ar já vinha sendo realizado mesmo antes da implantação do Porto do Açu e teve continuidade com início das obras. Observou-se que a implantação do empreendimento até o período medido não interferiu na qualidade do ar da região. Contudo, este monitoramento deverá ser mantido para que se possa garantir a avaliação continuada na qualidade do ar ao longo de todo o período de implantação e de operação do empreendimento.

4.2.5 *Caracterização Oceanográfica*

O diagnóstico da região em estudo apresentado a seguir baseia-se em dados históricos secundários medidos em regiões próximas à do empreendimento (ex: ECOLOGUS, 2002), dados primários obtidos em regiões costeiras próximas (ex: ECOLOGUS, 2008; MICROARS, 2007; MICROARS, 2008), estudo anteriores (CAL, 2006; CRA, 2008) e referências consagradas na literatura científica (ex: FEMAR, 1996).

4.2.5.1 Batimetria

A região próxima à costa da Barra do Açu caracteriza-se por uma extensa plataforma continental, na qual a isóbata de 20 m alcança uma distância de 34 km da costa, chegando a atingir distâncias de até 45 km da costa, em frente à estação de Grussaí, ao Sul da foz do rio Paraíba do Sul.

A isóbata de 20 m se inicia no Cabo de São Tomé, quando o alinhamento da costa muda de SW-NE para S-N, e segue até a Ponta dos Castelhanos, ao Norte da foz do

rio Paraíba do Sul, nas coordenadas de 40° 40' W e 20° 45' S, de onde segue margeando a costa brasileira rumo ao Norte com distâncias inferiores a 5 km da costa.

No trecho próximo ao Cabo de São Tomé, observa-se o banco de areia de São Tomé, caracterizado pela extensão da isóbata de 10 m até a uma distância de cerca de 16 km da costa, no trecho em frente ao Farol do Açú. Tal banco de areia tem alinhamento W-E e, em média, uma largura de 3 km, se estendendo do Baixio do Veiga na costa até o Cabeço de Fora (nas coordenadas 40° 48' W e 22° S), onde também se encontra um pequeno banco de areia com diâmetro de 3 km.

Na altura de Barra do Furado a isóbata de 10 m tem uma largura de cerca de 4,5 km, passando, a partir daí, a exibir uma distância maior da costa, caracterizando o início do banco de areia. Ao Norte do banco de São Tomé, a isóbata de 10 m volta a se aproximar da costa, distando apenas 600 m da mesma, no trecho próximo à Barra do Açú, onde a isóbata tem cerca de 1,5 km de distância da costa. A partir daí a isóbata de 10 m volta a se afastar, mantendo este aspecto até a foz do rio Paraíba do Sul, onde tem uma largura de 3,0 km (CAL, 2006).

Em frente à Barra do Açú, a isóbata de 10 m se distancia cerca de 4,5 km da costa, a isóbata de 20 m cerca de 34 km e a de 50 m cerca de 65 km. Neste trecho da costa, a plataforma continental apresenta largura de cerca de 100 km, conforme pode ser observado na **Figura 4.2.5-1**. De acordo com a batimetria da região nas proximidades da área de dragagem, a lâmina d' água encontra-se entre 13 e 17 m.

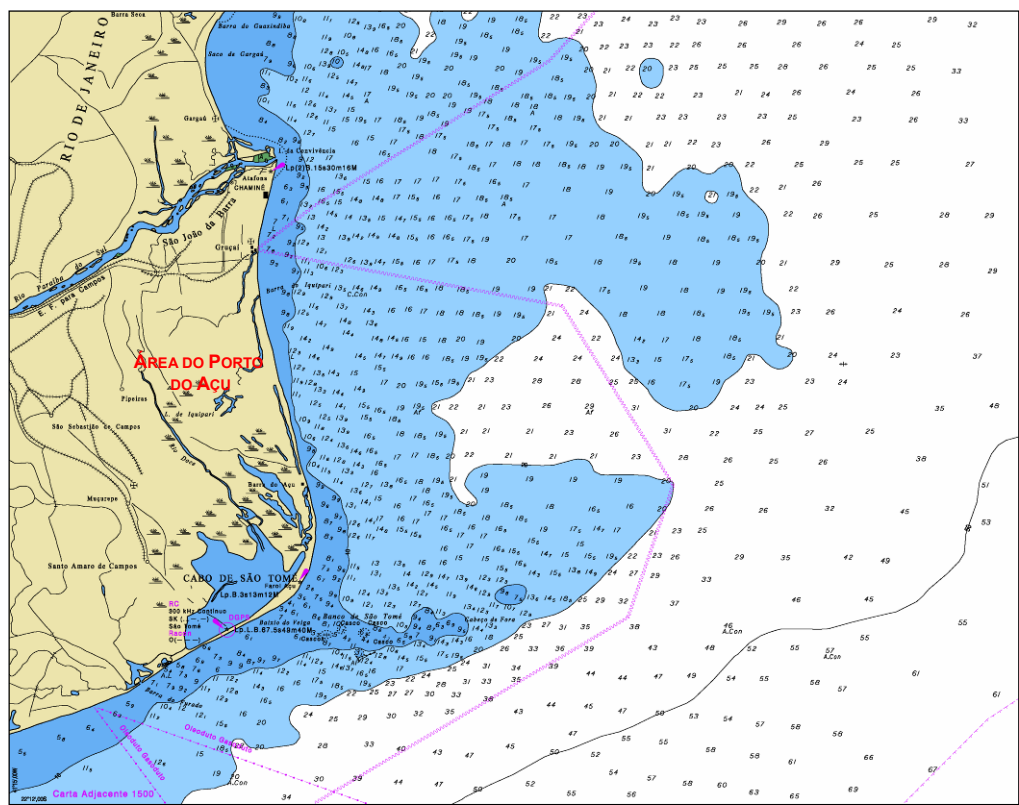


Figura 4.2.5-1: Trecho da Carta Náutica nº 1400 da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) da Marinha do Brasil. Fonte: DHN (www.dhn.mar.mil.br).

4.2.5.2 Regime de Circulação

Conforme a divisão proposta pelo Programa REVIZEE (Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva), a área de influência do Porto do Açu está inserida na região central da Zona Econômica Exclusiva (ZEE) brasileira, mais especificamente na região da plataforma continental interna, localizada na Bacia de Campos. Esta região apresenta um sistema tipicamente oligotrófico, dominado pelas águas tropicais da Corrente do Brasil (CB), que transporta na direção Sul a Água Tropical (AT) de elevada temperatura (22 a 24° C no inverno, e 25 a 27° C no verão) e salinidade (36,5 a 37,0) na superfície (CASTRO FILHO & MIRANDA, 1998).

A circulação oceânica na região da Bacia de Campos é determinada por forçantes variadas, que se sobrepõem de modo diferenciado, dependendo de fatores morfológicos e dinâmicos da área. Em região de oceano profundo, a composição da passagem de frentes e do fluxo determinado pela Corrente do Brasil é preponderante. Sobre a plataforma há amplificação natural do sinal de maré e intensificação dos padrões meteorológicos locais (brisa marinha e efeitos orográficos no vento). Sobreposto a estes sinais existe a presença energética da passagem de frentes meteorológicas (ECOLOGUS, 2006a).

A região da CB é formada pelo empilhamento das massas de água características do Atlântico Sul. Nos primeiros três quilômetros de coluna d'água encontram-se Água Tropical (AT), Água Central do Atlântico Sul (ACAS), Água Intermediária Antártica (AIA) e Água Profunda do Atlântico Norte (APAN).

A corrente que flui para Sudoeste durante o verão é reforçada pelos ventos que provêm principalmente de Nordeste nessa estação devido à influência do ASAS (“Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul”). Outra consequência do predomínio dos ventos de NE é a ressurgência de águas frias (Água Central do Atlântico Sul – ACAS) em regiões costeiras. Esses eventos são muito comuns na região de Cabo Frio. No inverno, entretanto, a alta incidência de sistemas frontais induz a ocorrência de correntes com direção Nordeste nas porções interna e média da plataforma (CASTRO FILHO & MIRANDA, 1998).

A principal variabilidade introduzida no padrão de circulação hidrodinâmica na região da Bacia de Campos é determinada pela passagem de sistemas frontais. Esses fenômenos possuem um padrão sazonal bastante definido, sendo mais intenso e frequentes no inverno, em oposição ao observado no verão.

Segundo FEMAR (1996), de modo geral, na região central do Atlântico Sul, verifica-se a predominância de correntes direcionadas para SW durante todo o ano, sendo que no outono há uma ligeira tendência para W e na primavera uma ligeira tendência para S.

Na região próxima à costa capixaba e Norte Fluminense, as correntes seguem o padrão similar ao da região como um todo, com alinhamento médio das correntes para SW. O trecho mais próximo à Barra do Açu, em frente à costa de Cabo Frio (coordenadas de 23° S e 40° 30' W), apresenta magnitudes médias de 0,4 m/s no verão e na primavera; 0,3 m/s no inverno, e 0,2 m/s no outono.

CAL (2006) apresenta ainda os resultados das observações de correntes de maré nas proximidades da área em estudo em três níveis de lâmina d'água (superfície, 13 e 25 m), durante 25 horas, medidas pela DHN (Diretoria de Hidrografia e Navegação). Os resultados destas medições mostram que na superfície as correntes são normalmente influenciadas pelos ventos reinantes.

Nas enchentes vão para W, com velocidades de até 0,6 nós, e nas vazantes para SE, com velocidades inferiores a 0,6 nós. Na profundidade de 13 m as correntes se dirigem para WNW nas enchentes, com velocidades superiores a 0,6 nós, e nas vazantes para ENE, com velocidades de até 0,6 nós. No fundo (25 m) a direção das correntes é para W nas enchentes, com mais de 0,6 nós, e ENE nas vazantes, com menos de 0,6 nós.

A análise dos dados de corrente medidos na região costeira adjacente ao Terminal Portuário (MICROARS, 2007; MICROARS, 2008) mostra que o padrão de circulação nesta região é fortemente influenciado pelas condições meteorológicas locais. Os dados de corrente medidos apresentaram modulação significativa, em função das marés e a sua magnitude apresentou a tendência geral de diminuição com a profundidade.

No que diz respeito às intensidades de corrente, foram observadas velocidades máximas de 1 m/s, próximo à superfície, associadas à direção SSE, embora os valores

médios sejam sensivelmente inferiores a este. A direção geral das correntes em ambos os períodos foi de SSE, sendo observadas inversões de correntes para NW e NE no período de março a agosto de 2007 (**Figura 4.2.5-2**) e para NW e NNW no período de setembro de 2007 a fevereiro de 2008 (**Figura 4.2.5-3**).

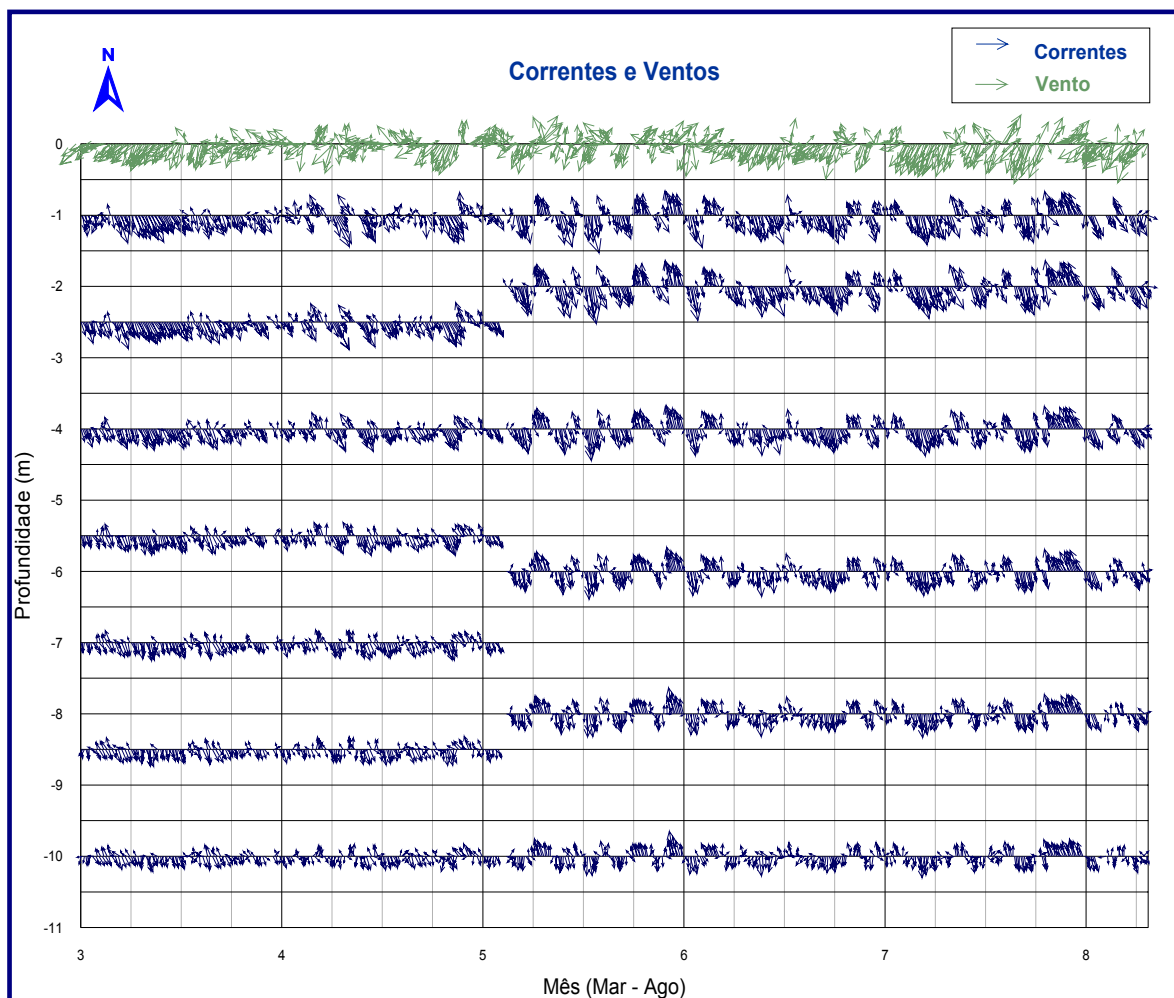


Figura 4.2.5-2: Diagrama vetorial das correntes monitoradas ao largo da Praia do Açú (em azul) e diagrama vetorial dos ventos (em verde) observados no período de março a agosto de 2007. As profundidades estão referenciadas ao nível de baixa-mar. Fonte: MICROARS (2007).

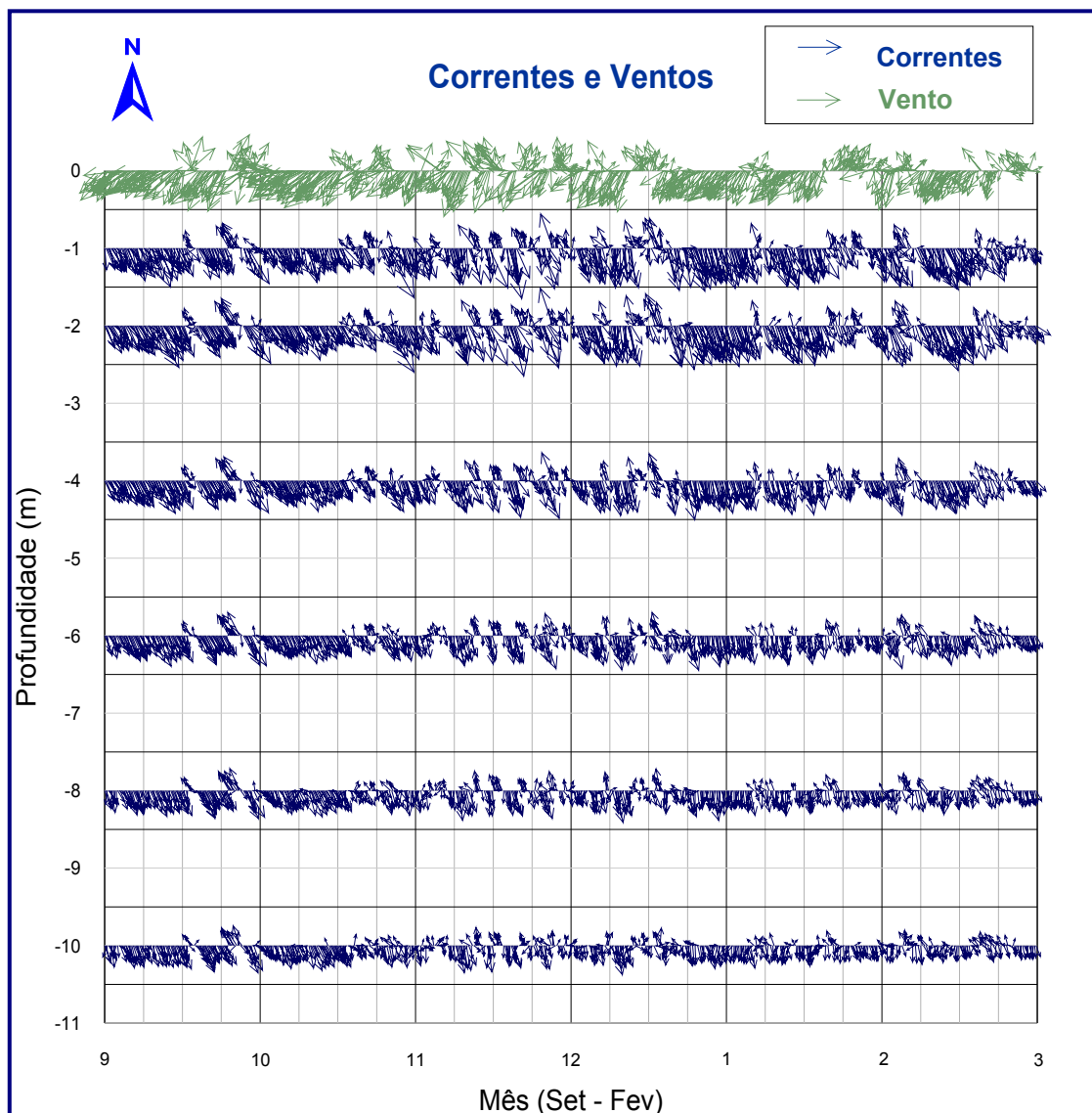


Figura 4.2.5-3: Diagrama vetorial das correntes monitoradas ao largo da Praia do Açú (em azul) e diagrama vetorial dos ventos (em verde) observados no período de setembro de 2007 a fevereiro de 2008. As profundidades estão referenciadas ao nível de baixa-mar.

Fonte: MICROARS (2008).

4.2.5.3 Regime de Marés

A maré no litoral Norte Fluminense é semidiurna, isto é, ocorrem duas preamares e duas baixa-mares ao longo de um dia. Nas proximidades da região em estudo foram observados valores médios em torno de 0,48 m em Macaé e 0,73 m em Atafona,

mínimos de -0,44 m em Macaé e -0,50 m em Atafona, e máximos entre 1,36 m em Macaé e 1,50 m em Atafona.

Como parte da campanha de monitoramento das condições meteorológicas e oceanográficas na região de implantação do Terminal Portuário de Porto do Açu foram realizadas medições de maré na foz do rio Paraíba do Sul (utilizando-se um sensor de pressão), além de medições de níveis da água (utilizando-se um ADCP – *Acoustic Doppler Current Profiler*) em um ponto costeiro próximo à Praia do Açu. Os resultados de ambas as medições foram comparados com as marés previstas, obtidas com base na análise das constantes harmônicas para a região.

A análise destes dados ao longo de todo o período de medição (março de 2007 a fevereiro de 2008) indica uma boa correlação entre os dados, embora tenha sido observada a existência de diferenças de até 30 cm entre a maré medida e os valores previstos com a análise harmônica, o que está provavelmente associado à ocorrência de fatores meteorológicos. Um exemplo do comportamento da maré na região pode ser observado na **Figura 4.2.5-4**, que apresenta o resultado da comparação dos dados medidos e previstos para o mês de setembro de 2007.

Os valores de nível de água observados com o ADCP, medidos a uma distância de cerca de 22 km da foz do rio Paraíba do Sul, foram até 25 cm superiores na preamar e até 20 cm inferiores na baixa-mar em relação aos valores da foz do Rio Paraíba do Sul, o que pode ser compreendido se considerado o fato de que o sensor de pressão do ADCP está sujeito aos efeitos das variações atmosféricas, enquanto que o marégrafo apresenta compensação automática para variações na pressão atmosférica.

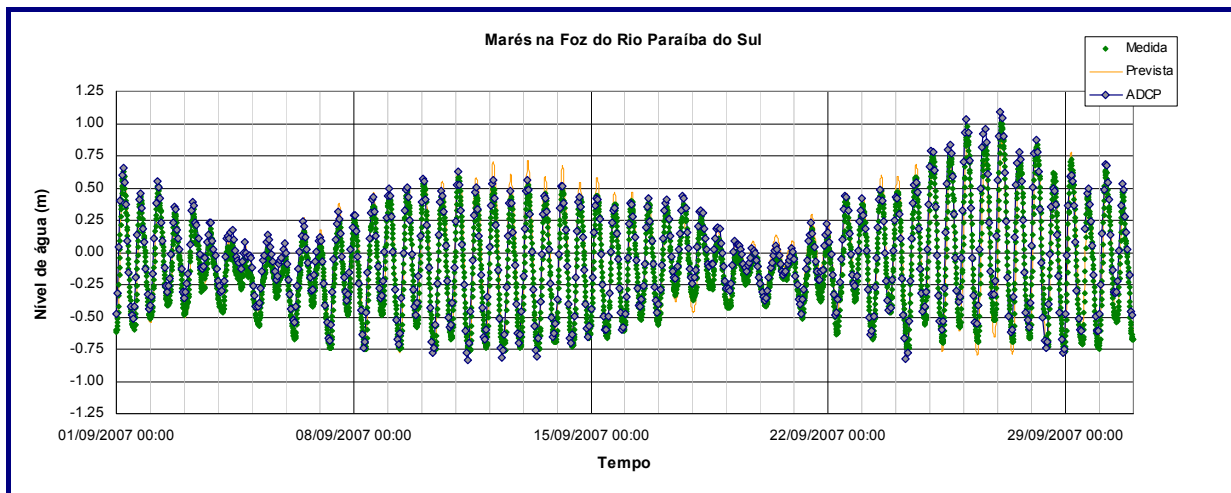


Figura 4.2.5-4: Comparação entre a maré medida, maré prevista com as constantes harmônicas calculadas na foz do rio Paraíba do Sul, e a variação de nível calculada pelo ADCP fundeado na região costeira, próximo à Praia do Açú, em setembro de 2007. Fonte: MICROARS (2007).

4.2.5.4 Regime de Ondas

As principais zonas de geração de ondas no Atlântico Sul encontram-se abaixo do paralelo 40° S, ou seja, em médias e altas latitudes, e são relacionadas a tempestades originadas nos centros de baixa pressão que vêm da Antártica (CANDELLA, 1997). Segundo FREIRE (1960), não são raras as tempestades com ventos de 60 nós (30 m/s) e ondas de 9 m, com períodos próximos de 20 segundos.

As causadoras das maiores ondas no Atlântico Sul são as tempestades tipicamente ocorridas entre os paralelos 35° e 55° S. Quando atingem o litoral Sul-Sudeste brasileiro tais ondas têm direções entre SW e SE. Entretanto, segundo SEIXAS (1997), é possível que ocorram algumas ondas de amplitudes significativas vindas do quadrante NE.

De acordo com ECOLOGUS (2006a), as ondas de NE na região em estudo estão, em geral, associadas à circulação induzida pelo centro de alta pressão semi-permanente do Atlântico e são predominantes, em termos de persistência, no litoral ao Norte de

Arraial do Cabo, RJ. Nesta região o vento é quase constante, chegando a atingir 10 m/s à superfície durante vários dias consecutivos, nas estações de inverno e primavera.

PINHO (2003) apresentou e quantificou as situações relativas aos principais estados de mar que ocorrem na região da Bacia de Campos, localizada na área oceânica externa próxima à região do empreendimento em estudo. Seu estudo baseou-se em dados de onda coletados por uma bóia do tipo *heave-pitch-roll* que ficou fundeada de março de 1991 a março de 1993 na Bacia de Campos na posição 21°31'S e 39°58' W, a uma profundidade de 1.250 m e, posteriormente, na posição 22°38'S e 40°12'W, a uma profundidade de 1.050 m, permanecendo neste local de janeiro de 1994 a junho de 1995. Estes dados foram analisados e relacionados às condições meteorológicas atuantes na região, permitindo ao autor classificar quatro tipos de condições de mar dominantes na região, a saber:

➤ **Situação de Bom Tempo:**

A situação de Bom Tempo é o cenário de mar e ventos mais comum na região. Essa situação é caracterizada por ventos do quadrante Norte que podem atingir grandes intensidades e formar mares não muito severos. Ocorre quando há o domínio do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) na circulação atmosférica da região.

Dentre os ventos típicos desta situação de Bom Tempo (ou seja, N, NE e E), o vento mais comum é o de NE com 35% do total de ocorrência destas três direções. Mais de 55% dos ventos ocorrem em direções entre 15° e 45°. Com relação às intensidades dos ventos, 40% estão entre 8 e 10 m/s. De todos os dados de ventos relativos à situação de Bom Tempo, os maiores valores de intensidade registrados apresentaram direção aproximada de 20°.

Quanto às ondas significativas, que indicam severidade e energia de um mar, os períodos significativos de onda (T_p) de maior ocorrência estão entre 6 e 7 s e as maiores ocorrências de altura significativa (H_s) são para valores de altura entre 1,5 e 2 metros.

Os valores mais altos de alturas significativas têm direção de pico espectral associada em torno de 0° , indicando que estas ondas provavelmente foram geradas por pistas maiores que as de NE com eixo principal com direção N-S, sendo formadas quando o AAS é deslocado para o Norte. Os maiores períodos, por sua vez, são principalmente associados a direções em torno de 50° , correspondendo provavelmente a mares quasi-locais.

A época do ano de maior frequência deste tipo de condição de mar é o verão, especificamente os meses de dezembro e janeiro, embora seja observada em outras estações do ano. Esta combinação pode prejudicar operações na região e causar fadiga em estruturas, principalmente as situadas em superfície (PINHO, 2003).

➤ **Situação de Bom Tempo com Marulhos de Sul:**

A situação de Bom Tempo com Marulhos apresenta características de ventos e de mar local iguais à descrita para Bom Tempo sem marulhos. As diferenças, com relação à situação anterior, são associadas aos marulhos.

Além das ondas mais frequentes, com períodos em torno de 3 e 8 s e altura de 0,5 e 2 m, há uma grande ocorrência de ondas com períodos entre 10 e 16 s, tendo estas ondas alturas correspondentes entre 1 m e 3,5 m. As maiores alturas ($>3,5$ m) estão associadas à faixa de períodos de 5 a 18 s.

As maiores ocorrências estão entre 6 e 7 s de período e alturas correspondentes entre 1 e 1,5 m, caracterizando o mar local. Além disso, observa-se uma distribuição relativamente homogênea no sentido de que as alturas crescem de forma quase linear com os períodos. Os maiores períodos significativos (T_p) obtidos estão entre 16 e 18 s e as maiores alturas significativas (H_s) entre 2,5 e 3,5 m. Este tipo de condição de mar pode gerar uma situação crítica em algumas operações *offshore*, pois onda e vento podem ser severos e em direções opostas.

➤ **Situação de Mau Tempo de SW:**

Caracterizado por mares de SW e S gerados sempre que há a passagem de uma frente fria seguida de um ciclone extratropical. Representam as situações mais severas de mar na região.

Os ventos observados com maior frequência nesta situação possuem direção entre 200° e 220° e a faixa de intensidade de maior ocorrência está entre 5 e 7 m/s com os maiores valores superando 20 m/s.

A maior ocorrência conjunta de ondas individuais é com cerca de 6 s de período e de aproximadamente 1 m de altura. As maiores alturas observadas (> 8 m) estão associadas a períodos entre 10 e 15 s e os maiores períodos (> 20 s) apresentaram alturas correspondentes entre 1,5 m e 3,5 m.

Uma outra característica evidenciada neste estado de mar é que parece haver um crescimento linear das alturas com os períodos significativos.

A distribuição conjunta de altura significativa (H_s) e de período de pico espectral (T_p) mostra a ocorrência expressiva de ondas na faixa de períodos de 6 a 8 s e alturas entre 1,5 e 2 m, como também na faixa de períodos de 10 a 12s com alturas de 1,5 a 3 m. Em ambos os casos a porcentagem de ocorrência foi de 3,5%. As maiores alturas significativas estiveram em torno de 6 m, com direções de aproximadamente 210°, diminuindo rapidamente conforme a direção tende para W. Quanto aos períodos significativos, os maiores valores chegam a atingir 16 s e também estão relacionados à direção de pico espectral próxima a 210°.

➤ **Situação de Mau Tempo de SE:**

Quando após a passagem de uma frente fria, um anticiclone polar domina a circulação na região. Durante esta situação houve maior ocorrência de ventos com direções entre 120° e 135° e intensidades entre 6 e 8 m/s.

Nesta situação as ondas significativas mais frequentes tiveram períodos entre 9 e 12 s e alturas entre 2 e 3 m. Os maiores períodos significativos observados são inferiores a 14 s e as maiores alturas significativas estão entre 4 m e 4,5 m. Os maiores períodos (em torno de 14s) são claramente associados as direções próximas a S e os períodos menores (inferiores a 10s) são vistos em direções próximas a E, indicando uma perda de energia do sistema de alta pressão ao se deslocar para o Norte.

Na região específica do empreendimento, como parte da campanha de monitoramento das condições meteorológicas e oceanográficas na região de implantação do Terminal Portuário de Porto do Açu, foram realizadas medições de ondas com um ADCP, fundeado a cerca de 22 km da foz do rio Paraíba do Sul no período de março de 2007 a fevereiro de 2008. Os resultados dessas medições são apresentados a seguir.

No período de março a agosto de 2007 foram observadas ondas principalmente de direção SE e ENE. Os valores de altura significativa (H_s) variaram entre 0,5 e 2,25 m e os períodos de pico (T_p) entre 3 e 21 s.

No período de setembro de 2007 a fevereiro de 2008 os eventos de maior altura significativa foram associados a ondas de NE e os eventos de maior período foram associados a ondas de SE. As condições de mar mais severo foram associadas a um valor de altura significativa de 2,84 m com período de pico de 5,9 s para ondas de NE. De um modo geral, os valores de altura significativa (H_s), neste período, variaram entre 0,5 e 2,84 m, com períodos entre 3 e 17 s.

As **Figuras 4.2.5-5 e 4.2.5-6** apresentam as estatísticas de altura significativa (H_s) das ondas observadas nestes dois períodos ao largo da Praia do Açu, enquanto que

as **Figuras 4.2.5-7 e 4.2.5-8** mostram os períodos de pico (T_p) dos eventos observados nos mesmos períodos.

Vale ressaltar ainda que os espectros obtidos na análise dos dados de ondas na região revelaram uma característica bimodal e uma variação significativa em torno da direção principal.

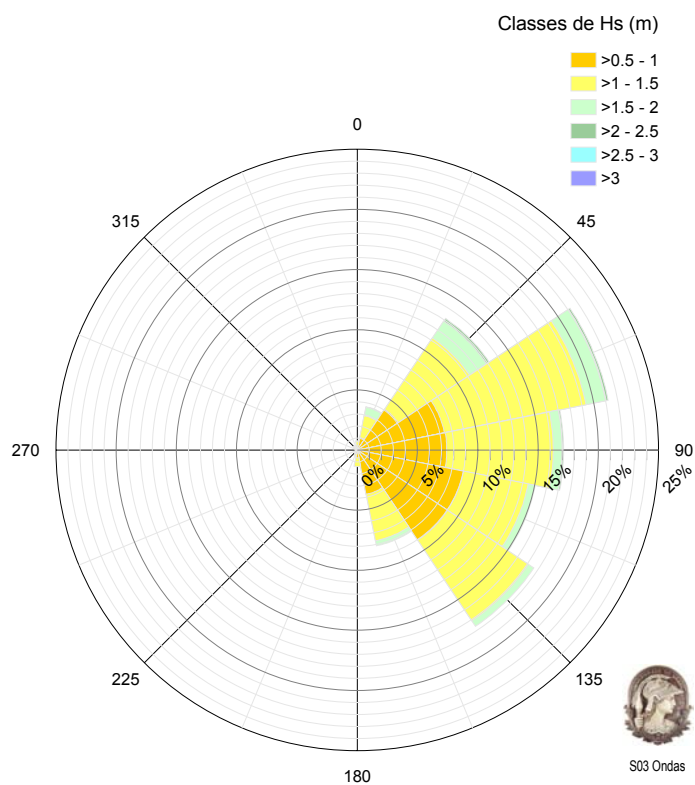


Figura 4.2.5-5: Estatística das alturas significativas de ondas (H_s) observadas na Praia do Açú entre março e agosto de 2007. Fonte: MICROARS (2007)

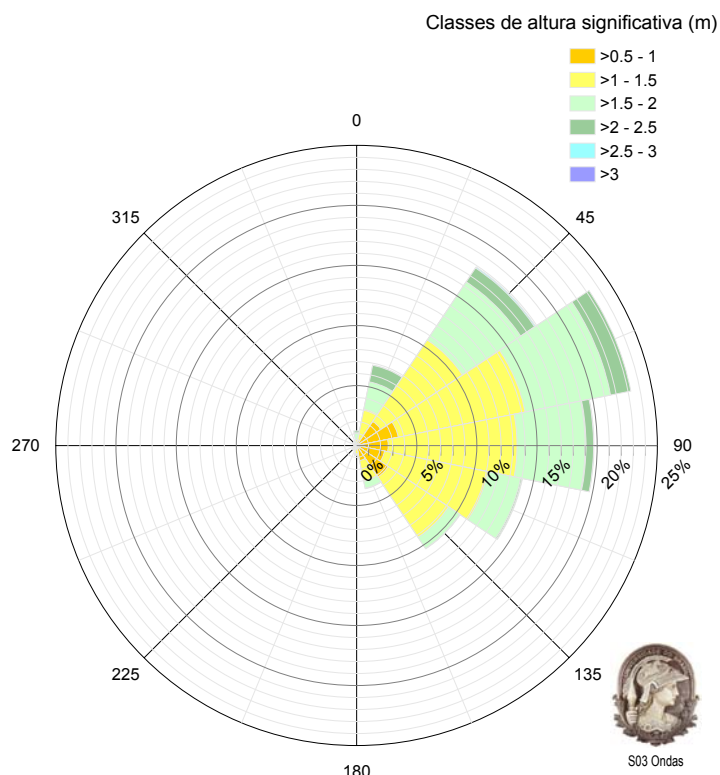


Figura 4.2.5-6: Estatística das alturas significativas de ondas (H_s) observadas na Praia do Açú entre setembro de 2007 e fevereiro de 2008. Fonte: MICROARS (2008)

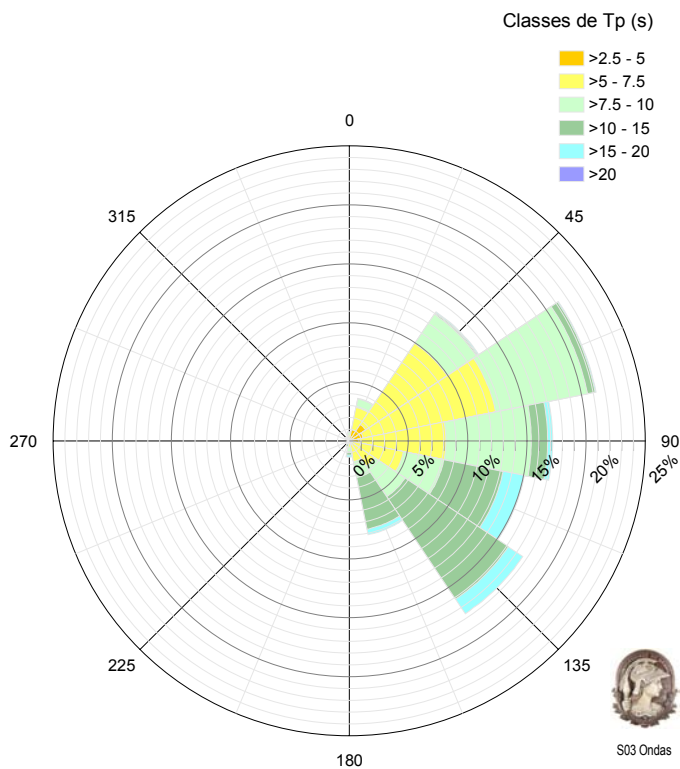


Figura 4.2.5-7: Estatística dos períodos de pico de ondas (T_p) observados na Praia do Açú entre março e agosto de 2007. Fonte: MICROARS (2007)

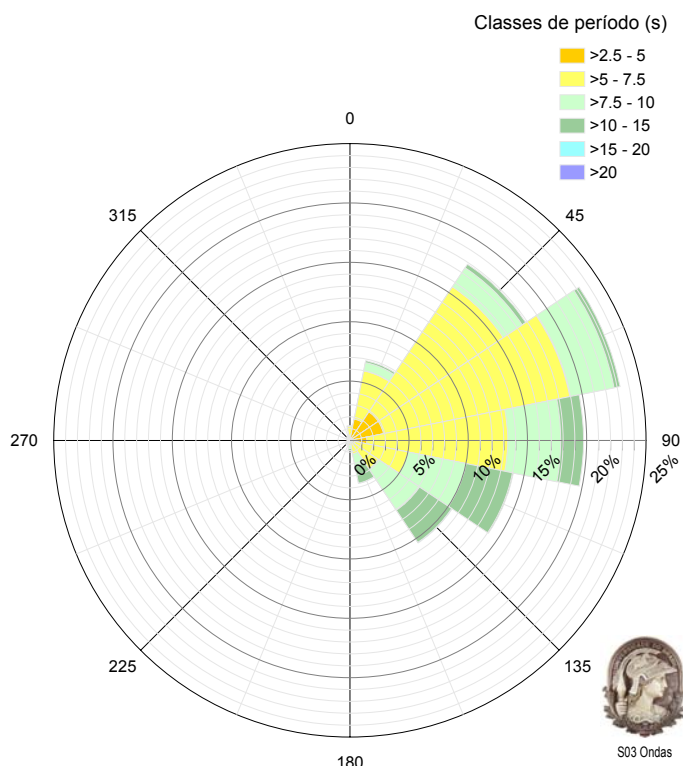


Figura 4.2.5-8: Estatística dos períodos de pico de ondas (T_p) observados na Praia do Açú entre setembro de 2007 e fevereiro de 2008. Fonte: MICROARS (2008)

4.2.5.5 Propriedades Físico-Químicas da Água do Mar

Dados físicos históricos de temperatura e salinidade nas proximidades da região em estudo (ECOLOGUS, 2002) foram obtidos pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), a partir de perfis verticais de 0 a 40 metros de profundidade para os períodos de verão e inverno no período de 1957 a 1988.

Os parâmetros de temperatura e salinidade na região próxima à do empreendimento foram obtidos em uma campanha de medição de parâmetros físico-químicos na região costeira (ECOLOGUS, 2008). A campanha em questão foi realizada entre os dias 5 e 7 de dezembro de 2007, na região da área de dragagem do Porto do Açú, utilizando-se um perfilador CTD da marca *Seabird*, modelo 37 SM para duas estações costeiras da campanha. Os resultados obtidos encontram-se apresentados a seguir. A análise deste conjunto de dados mostra que a temperatura e a salinidade medidas na região da área

de dragagem do Porto do Açu estão de acordo com os dados históricos medidos nesta região costeira da costa brasileira.

➤ **Temperatura:**

Segundo ECOLOGUS (2002), a temperatura da água do mar na região varia entre 15,5°C a 28,5°C, da superfície até o fundo. A comparação dos perfis elaborados para as estações de verão e inverno, no intuito de se observar variações sazonais deste parâmetro, mostra que a faixa de variação de temperatura na superfície é maior no verão do que no inverno, o que pode ser explicado pela ocorrência do fenômeno da ressurgência junto à costa entre 21° e 23°S neste período (CASTRO FILHO & MIRANDA, 1998).

A análise de dados costeiros (ECOLOGUS, 2008) permite afirmar que a temperatura da água na região costeira adjacente à Barra do Açu apresentou uma razoável estratificação, sendo observado em geral um gradiente térmico não muito acentuado, e em alguns perfis uma termoclina marcante normalmente localizada entre 4 e 6 metros.

Segundo FEMAR (1996), as temperaturas da água na região durante o verão variam de 24° a 27° C. Na costa Norte Fluminense são encontrados valores de cerca de 26° C, sendo a temperatura média próximo ao Cabo de São Tomé de 25,6° C. Em Barra do Açu a temperatura estaria em 26° C e nas regiões próximas a Cabo Frio podendo atingir valores inferiores a 25° C. No outono as temperaturas variam de 21° a 25° C, sendo que na região próxima do Cabo de São Tomé e Barra do Açu elas encontram-se entre 22° e 23° C. No inverno elas caem, com uma máxima em torno de 24° C. Próximo ao Cabo de São Tomé ela apresenta-se em torno de 21,4° C, e ligeiramente superior em Barra do Açu (22,6° C). Na primavera a temperatura média da superfície volta a subir, variando entre 22° e 25° C, sendo observados valores de cerca de 22,5° C nas proximidades do Cabo de São Tomé e Barra do Açu.

As baixas temperaturas das águas superficiais associadas ao fenômeno de ressurgência influenciam a região em estudo, localizada próximo ao Cabo de São Tomé, que também presencia a ocorrência de menores temperaturas em relação às demais regiões da área central da costa brasileira. Segundo FEMAR (1996), a camada de mistura nesta região localiza-se entre 50 e 100 m, enquanto que na região próxima a Cabo Frio é inferior a 50 m.

➤ **Salinidade:**

A análise dos dados históricos de salinidade para esta região (ECOLOGUS, 2002) mostra que esta área apresenta uma variação de salinidade de 35,05 a 37,47. A análise dos perfis para os períodos de verão e inverno não indica diferenças sazonais deste parâmetro. Se comparados a dados de outras regiões, os baixos valores de salinidade registrados nesta área mostram que há uma influência de águas provenientes do continente associada à descarga do Rio Paraíba do Sul, cuja desembocadura situa-se na latitude de 21° 48' S.

A salinidade na região costeira (ECOLOGUS, 2008) também indica a presença de um gradiente entre a superfície e o fundo, que em algumas estações pode ser observado de forma significativa.

Segundo FEMAR (1996) a distribuição espacial da salinidade, na área central da costa brasileira, não apresenta variações verticais significativas até a profundidade de 100 m, nem variações sazonais significativas ao longo das estações do ano. No verão o campo de distribuição de salinidade na superfície apresenta um máximo acima da ilha de Trindade, com valores da ordem de 37,2. No outono a distribuição da salinidade é mais perturbada, com vários núcleos de 37 ao longo da costa da região em questão, enquanto que no inverno e na primavera este campo tende a ser ordenado novamente.

➤ **Massas d' Água**

Segundo CASTRO FILHO e MIRANDA (1998), as águas presentes sobre a Plataforma Continental da região são o resultado da mistura de 3 massas d'água: Água Tropical (AT), Água Central do Atlântico Sul (ACAS) e Água Costeira (AC). Esta última se caracteriza por baixas salinidades e altas temperaturas. Na plataforma externa a mistura vertical da AT e da ACAS é dominante, enquanto a plataforma interna é preenchida, basicamente, pela AC na superfície, resultante da mistura da AT com as águas oriundas do escoamento continental, cujas principais fontes são os rios Paraíba do Sul e o Doce. Esta massa d' água apresenta altas temperaturas e baixas salinidades na região, devido ao aporte de água doce proveniente destes rios.

Utilizando-se o gabarito tentativo das massas d'água presentes na costa sudeste brasileira, elaborado por SILVA (1982), pode-se caracterizar a presença das seguintes massas:

- Água Costeira (AC) – massa d'água com salinidade inferior a 33 em função da influência de águas continentais.
- Água de Mistura (AM) – água com salinidade entre 33 e 36 e temperatura superior a 18°C. Representa a mistura entre a AT e a AC na região.
- Água Tropical (AT) – massa d'água definida por índices de salinidade superiores a 36 e temperaturas maiores que 18°C. Esta massa d'água é normalmente transportada para o Sul pela Corrente do Brasil, ocupando a camada mais superficial.

De acordo com o diagnóstico do REVIZEE da região central (FEMAR, 1996), a camada de mistura na região em estudo encontra-se entre as profundidades de 50 e 100m, de forma que a região em análise representa a camada superficial costeira, sujeita diretamente à ação do vento, camada homogênea que vai da superfície dos oceanos até a profundidade de 50 a 200 metros.

4.2.5.6 Qualidade das Águas

A área de localização do Pátio Logístico está situada sobre a planície fluvial do delta do rio Paraíba do Sul, a qual apresenta baixa declividade do terreno e reduzido gradiente de escoamento superficial. Esta planície é constituída por lagoas de restingas, canais, valões intermitentes, charcos e um lençol freático de pequena profundidade, nos quais o volume de água depende da variação sazonal de precipitação pluvial. Estes fatores associados ao regime estacional de escoamento fluvial influenciam a qualidade da água dos sistemas hídricos local. Na região costeira adjacente, o aporte de material particulado do rio Paraíba do Sul contribui para a formação e presença freqüente de uma pluma na coluna d'água marinha. Em paralelo, as atividades de dragagem em execução na bacia de evolução, bacia de atracação e canal de acesso, desde março de 2008, contribuem para ressuspensão de material particulado para a coluna d'água.

A Área de Influência Direta (**AID**), discutida na presente caracterização, refere-se à área continental no monitoramento do lençol freático e lagoa de Iquipari, e à área marinha costeira, que abrange as áreas de operação do porto e área de empréstimo marítimo de material arenoso.

Para a presente caracterização da qualidade da água na Área de Influência Direta do empreendimento foram utilizados dados da literatura, e dados gerados através dos Programas de: Monitoramento da Comunidade Planctônica Marinha (PMCPlancton); Monitoramento da Qualidade de Água (PMQA); Monitoramento das Atividades de Dragagem (PMD); e, Monitoramento da Água Subterrânea (PMAquifero), os quais são implementados pela **Ecologus Engenharia Consultiva Ltda.**, como parte integrante dos Programas Ambientais do Porto do Açu em atendimento às condições de validade específicas da LI nº FE012725/2007. Os dados de literatura são referentes a dois estudos pretéritos (CAL 2006; WASSERMAN, 2008) realizados na área antes do início das obras de construção do Porto do Açu.

Os Programas de Monitoramento possuem frequência de coleta de dados com periodicidade semestral (PMCPlancton), mensal (PMQA e PMAquífero), quinzenal e diária (PMD), e com avaliação de diversos parâmetros químicos e físico-químicos. As atividades de monitoramento se encontram em execução desde novembro/dezembro de 2007 (PMCPlancton, PMQA), e fevereiro (PMAquífero) e março (PMD) de 2008.

Os dados obtidos até setembro de 2008 podem ser inferidos como valores de *baseline* da área, desde que não houve atividades na obra com contribuição expressiva para eventuais alterações ambientais. As amostragens são realizadas para coleta de amostras de água nas imediações do empreendimento, respectivamente, na área marinha costeira, e área continental no monitoramento do lençol freático e de lagoa. Assim, os dados dos Programas obtidos nos pontos de monitoramento, indicados na **Figura 4.2.5.6-1**, juntamente com os pontos de coleta de *baseline* (BL), fornecem informações sobre a qualidade de água nos seguintes sistemas hídricos:

- Região marinha costeira, após a linha de praia e demais localidades da área de influência direta do empreendimento; PMCPlancton (Pontos de coleta CS1 a CS 18), PMD (pontos de coleta com posicionamento “flutuante”) e PMQA (Pontos de coleta D, E e F),
- Lagoa de Iquipari; PMQA (Pontos de coleta A, B e C), e
- Sistema aquífero sob a área do empreendimento; PMAquífero (Pontos de coleta PM1 a P10).

A seguir são apresentadas uma compilação e avaliação integrada dos dados gerados nos Programas de monitoramentos e dados de literatura. Essas informações são empregadas para descrição da qualidade da água nos sistemas hídricos na área de influência direta do empreendimento.

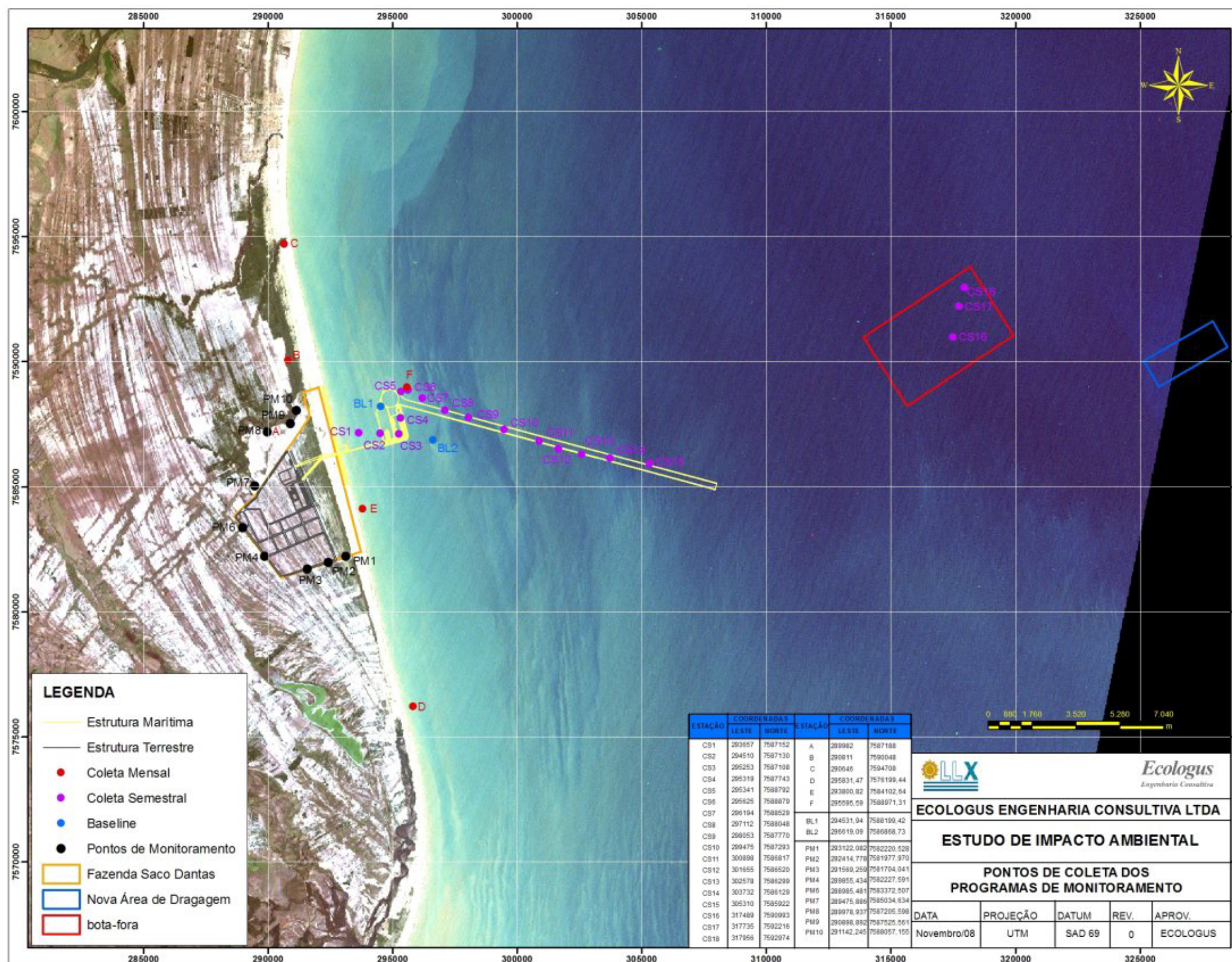


Figura 4.2.5.6-1: Disposição das Estações de Coleta

A) Qualidade da Água na Região Marinha Costeira

Para avaliação da qualidade da água na região marinha adjacente ao empreendimento são utilizados os dados dos PMCPlancton, PMD e PMQA. Os resultados da qualidade de água marinha do PMCPlancton referem-se às amostras de água superficial, coletadas em 18 pontos de amostragem, os quais foram posicionados da seguinte forma (ver **Figura 4.2.5.6-1**).

- 5 pontos nas imediações do futuro píer de atracação – CS1 a CS5;
- 1 ponto na imediação da bacia de evolução – CS6;
- 9 pontos no canal de acesso ao terminal – CS7 a CS15;
- 3 pontos localizados próximos à área pretendida, para dragagem marítima de empréstimo de material arenoso – CS16 a CS18 .

Observa-se que os pontos CS16 a CS18 situam-se em área de bota-fora, onde desde março/2008 ocorre atividade de descarte de material dragado. Ressalta-se, contudo, que a atividade de lançamento em bota-fora não ocorrerá no empreendimento objeto do presente EIA, tendo em vista que todo o material dragado será lançado no terreno para constituição do aterro hidráulico. Os parâmetros analisados são indicados no **Quadro 4.2.5.6-1**, a seguir.

QUADRO 4.2.5.6-1: PARÂMETROS DO PMCPLANCTON

PARÂMETROS	UNIDADE
Clorofila <i>a</i>	µg/l
Feopgmentos – (Feofitina)	µg/l
Fósforo Total	mg/l
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/l
Oxigênio Dissolvido	mg/l
pH	
Salinidade	
Temperatura	°C

O PMD foi estruturado tendo como ênfase os monitoramentos, quinzenal e diário, da área de dragagem, para avaliação dos níveis de concentrações dos seguintes parâmetros (**Quadro 4.2.5.6-2**), em amostras de água superficial.

QUADRO 4.2.5.6-2: PARÂMETROS DO PMD
MATRIZ – AMOSTRA DE ÁGUA MARINHA
SUPERFICIAL

PARÂMETROS		
MONITORAMENTO	DIÁRIO	Oxigênio dissolvido
		Temperatura
		Turbidez.
		Transparência
		Salinidade
	QUINZENAL	Sólidos em suspensão
		Carbono Orgânico Total
		Clorofila-a
		Feoftina-a
		Fosfato
		Fósforo Total
		Amônia
		Nitrato
		Nitrito
		Nitrogênio Kjeldahl Total
		Mercúrio

A malha amostral foi constituída por nove pontos de coleta para as campanhas diárias e quinzenais do monitoramento, sendo que: quatro pontos (1, 2, 3 e 4) foram localizados no perímetro da área de dragagem; outros quatro pontos (5, 6, 7 e 8) localizados a 200 m no entorno desta mesma área; e, um ponto “branco” de controle (PC) localizado a 1000 m de distância do perímetro da área. A localização destes pontos ocorreu de forma “flutuante”, isto é, a malha amostral acompanhou o deslocamento da draga na área de dragagem (bacias de evolução e atracação), mantendo as distâncias previamente concebidas para posicionamento dos pontos de

amostragem de água. O PC se manteve localizado, sempre a montante, no sentido da corrente, em relação à área de dragagem.

No PMQA, as amostras de água superficial foram coletadas nos pontos conforme indicados no quadro abaixo (**Quadro 4.2.5.6-3**).

QUADRO 4.2.5.6-3: PARÂMETROS DO PMQA (DATUM SAD 69)

ESTAÇÃO	LOCALIZAÇÃO	COORDENADAS		PROFUNDIDADE (m)
		LESTE	NORTE	
D	Mar – após a zona de arrebenção em frente à comunidade da Barra do Açu	295832	7576190	10
E	Mar – onde será implantada a ponte de acesso ao píer em frente à Fazenda Saco Dantas	293800	7584095	10
F	Mar – futuro local de descarte das águas do clarificador, junto ao local onde será construído o quebra-mar	295600	7586960	14

E, para avaliação dos seguintes parâmetros de monitoramento descritos a seguir (**Quadro 4.2.5.6-4**).

QUADRO 4.2.5.6-4: PARÂMETROS

PARÂMETROS	UNIDADE
Carbono Orgânico Total	mg/L
Coliformes Fecais	NMP/100mL
Coliformes Totais	NMP/100mL
Ferro Dissolvido	mg/L
Nitrogênio Amoniacal	mg/L
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L
Oxigênio Dissolvido	mg/L
pH	-
Salinidade	-
Temperatura	°C
Turbidez	NTU

Resultados e Discussão

A compilação dos resultados e discussão dos programas de monitoramento para avaliação da qualidade de água nos sistemas hídricos da Área de Influência Direta do empreendimento baseia-se em dados históricos secundários obtidos em regiões próximas à do empreendimento (CAL, 2006), dados primários obtidos nos Programas de monitoramento executados na região costeira (ECOLOGUS, 2008), e referências na literatura científica.

a) Temperatura:

As atividades da biota aquática são diretamente afetadas pela temperatura, assim como as taxas de reações químicas. Desta forma, seu monitoramento constitui um importante parâmetro na avaliação da qualidade da água dos ecossistemas hídricos.

Conforme apresentado em CAL (2006), os dados históricos de temperatura da água na região marinha adjacente, para os períodos de verão e inverno, indicam que a temperatura varia entre 15,5°C a 28,5°C. E, que a faixa de variação na superfície é maior no verão do que no inverno, o que pode ser explicado pela ocorrência do fenômeno da ressurgência neste período, e junto à costa entre 21° e 23°S (CASTRO & MIRANDA, 1998). Segundo ECOLOGUS (2008), a região costeira adjacente à Barra do Açu apresenta uma razoável estratificação, sendo observado em geral um gradiente térmico não muito acentuado, e em alguns perfis uma termoclina marcante normalmente localizada entre 4 e 6 metros. Os dados observados nos Programas de monitoramento indicaram uma temperatura média de 24,2° C para amostras de água de superfície no período de março a setembro de 2008 (ECOLOGUS, 2008).

b) Salinidade:

A salinidade expressa a quantidade de sais totais dissolvidos na água do mar, com contribuição dos principais elementos maiores na forma de íons catiônicos (sódio, potássio, magnésio, cálcio, etc.), e íons aniônicos (cloretos, brometos, iodetos, sulfatos, bicarbonatos, etc.). Como essa variável é medida atualmente em termos da condutividade da amostra em relação à condutividade de um padrão, sua unidade é adimensional.

A análise dos dados pretéritos para a região, nos períodos de verão e inverno, indica que a área apresenta uma variação de salinidade numa faixa de 35 - 37, e sem a ocorrência de variações sazonais expressivas nos períodos de verão e inverno. Se comparados a dados de outras regiões, os baixos valores de salinidade registrados nesta área indicam que há uma influência de águas provenientes do continente associada à descarga do Rio Paraíba do Sul, cuja desembocadura situa-se na latitude de 21° 48' S ECOLOGUS (2002). ECOLOGUS (2008) relata que a salinidade na região costeira indica a presença de um gradiente vertical.

Nas campanhas de monitoramento foram observados teores de salinidade em torno da média 36,2, no período de dezembro de 2007 a setembro de 2008, e que é típico de água marinha costeira sob influência da drenagem continental. A variação de salinidade nos pontos de amostragem refletiu o período de coleta (maré enchente ou vazante), e aporte de água fluvial do rio Paraíba do Sul.

c) Potencial Hidrogeniônico (pH):

Os valores do potencial hidrogeniônico (pH) representam os teores de concentração dos íons H^+ , indicando a condição de acidez, neutralidade e alcalinidade dos sistemas hídricos. Esses valores refletem o equilíbrio bicarbonato/carbonato (alcalinidade parcial) presente no corpo hídrico, e os quais são influenciados pelas trocas gasosas com a atmosfera, atividade biológica, temperatura e salinidade. De maneira geral, os valores de pH resultam de uma série de fenômenos físicos, químicos e biológicos, e exercem forte influência de

antagonismo e sinergismo na atividade de substâncias químicas, p.ex., biodisponibilidade de metais e compostos de nitrogênio na forma de nitrito, nitrato, amônia, e íons amônio. Assim, a qualidade ambiental de um corpo hídrico depende dos valores de pH, os quais podem atuar diretamente nos processos bioquímicos de permeabilidade das membranas celulares dos organismos. Isso ocorre devido à interferência no transporte iônico intra e extracelular (ESTEVEZ, 1998).

As medidas *in situ* indicaram que os pontos de monitoramento apresentaram médias similares (8,1), como resultado da predominância do efeito tamponamento do pH na água do mar.

d) Turbidez e Transparência:

A turbidez é influenciada por substâncias coloidais e outras partículas em suspensão, as quais causam espalhamento da luz e interferem na profundidade de sua penetração na coluna de água. Valores elevados influenciam a disponibilidade de luz para os processos fotossintéticos e com interferência na produção primária aquática.

A coluna d'água marinha da área de influência direta do empreendimento apresenta variação expressiva dos teores de turbidez, e que ocorre em função da descarga de material particulado procedente do rio Paraíba do Sul. Não há indicação na resolução CONAMA 357/05 para limites de turbidez em água marinha. Nas áreas monitoradas, dados pretéritos às atividades de dragagem do empreendimento indicaram valores de turbidez variando até aproximadamente 50 NTU para amostras de fundo da coluna de água, e abaixo de 10 NTU para as amostras de superfície (WASSERMAN, 2008). Estes teores resultaram das variações da hidrodinâmica local, relacionados aos ciclos de maré, e aporte de material do rio Paraíba do Sul.

Na área de dragagem (bacia de atração e bacia de evolução), os dados de monitoramento sugerem que o impacto referente à elevação dos teores de turbidez ocorreu de maneira pontual. Estes valores foram influenciados pelas características granulométricas do material dragado, período da maré (enchente ou vazante), aporte de material fluvial, e distância do ponto de monitoramento em relação à draga. Desta maneira, foram detectados valores em média abaixo de 10 NTU, e que correspondem à variação dos teores de *baseline* para a superfície da coluna de água. A variação dos teores sugere que não houve diferença expressiva entre os pontos de monitoramento e o ponto de controle, localizado a 1000 metros da área de dragagem (**Figura 4.2.5.6-2**).

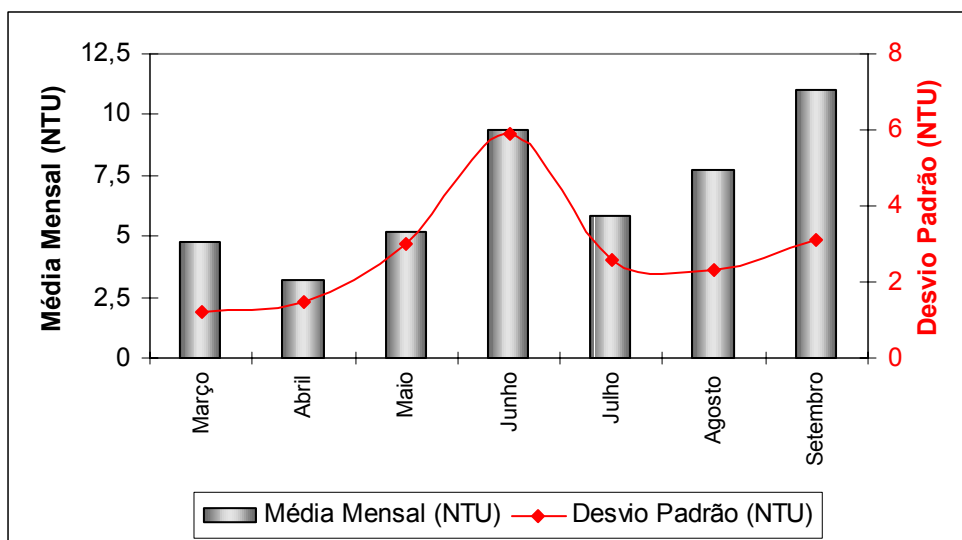


Figura 4.2.5.6-2: Médias e desvios-padrão mensais de turbidez.

Em função dos teores avaliados de turbidez, a coluna de água nos pontos de coleta apresentou profundidade de penetração de luz, medida pelo disco Secchi, variando em média $1,8 \pm 0,2$ m. (**Figura 4.2.5.6-3**). No estudo de *baseline* foi observada uma penetração média de luz em torno de $2,0 \pm 0,5$ m.

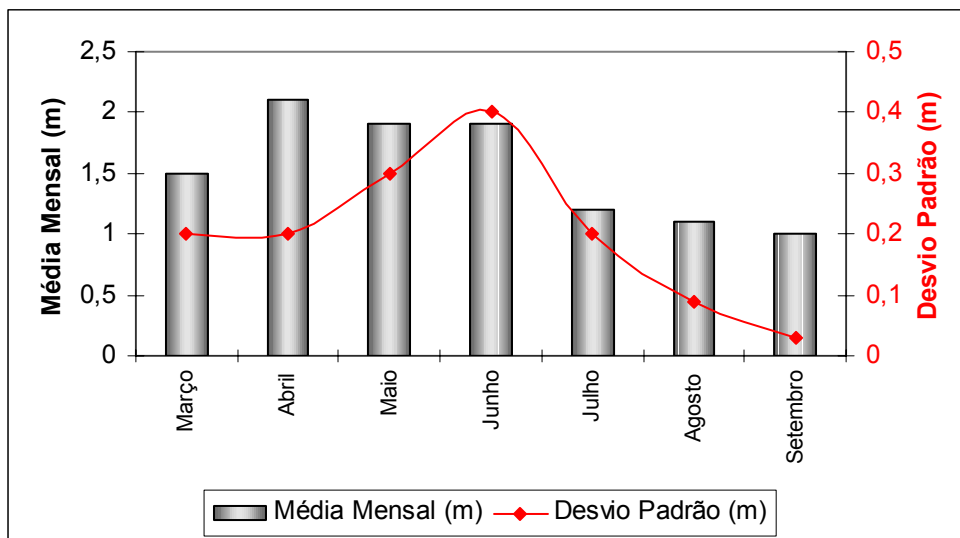


Figura 4.2.5.6-3: Médias e desvios-padrão mensais da profundidade de penetração de luz.

e) Oxigênio Dissolvido:

O monitoramento de oxigênio dissolvido (OD) constitui um dos mais importantes parâmetros para avaliação da qualidade ambiental de sistemas hídricos, desde que é um gás essencial aos organismos aeróbicos (organismos que necessitam de oxigênio livre), e que pode influenciar a biodisponibilidade de contaminantes. A presença de elevada concentração de matéria orgânica e atividade biológica podem resultar num consumo expressivo desse gás no meio aquático. E, em condições de baixas concentrações de OD, alguns contaminantes podem se tornar mais solúveis e biodisponíveis como, por exemplo, fosfato e alguns metais traço. Desta maneira, o monitoramento dos níveis de oxigênio dissolvido é fundamental para verificar a qualidade ambiental de sistemas hídricos (WRIGHT, 1978).

As principais fontes desse gás para o meio aquático são o oxigênio proveniente da atmosfera (que se dissolve na água de coluna devido à diferença de pressão parcial) e a produção fotossintética. O nível médio de saturação (100%) do oxigênio na água do mar é 8,2 mg/L O₂ (25°C e 760 mm Hg), mas que depende da temperatura, salinidade, e pressão da coluna de água. E, o seu percentual de

saturação indica a capacidade do sistema na manutenção das atividades biológicas. A Resolução CONAMA 357/05 recomenda valor orientador $\geq 6,0$ mg/L O₂ (73,2% saturação), para águas salinas de Classe 1.

Durante as campanhas de monitoramento foram observados níveis de concentração e variações similares dos teores de OD entre os pontos de coleta, mas com aumento das médias entre os meses de maio e junho, conforme apresentado na **Figura 4.2.5.6-4**.

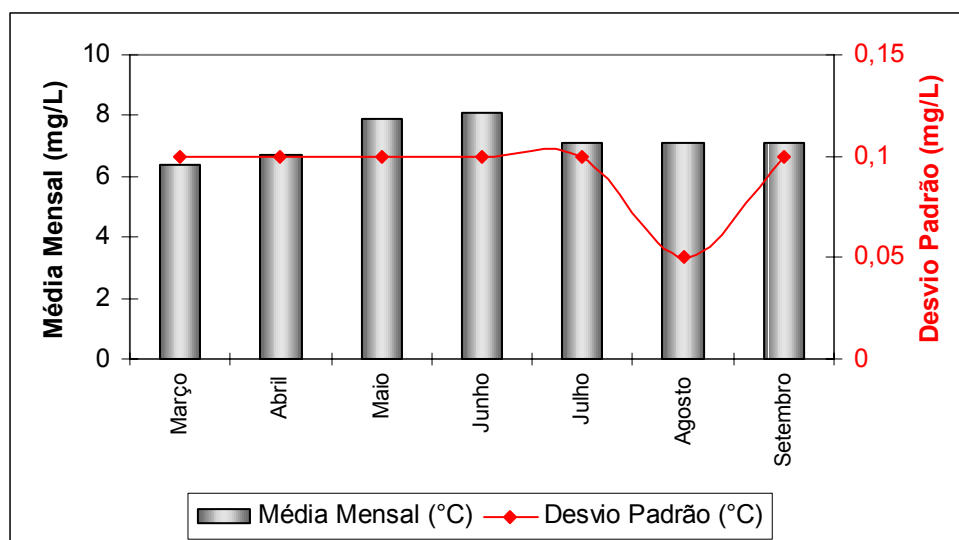


Figura 4.2.5.6-4: Médias e desvios-padrão mensais de oxigênio dissolvido.

De maneira geral, os dados indicaram ausência de subsaturação de oxigênio dissolvido na superfície da coluna de água, e sem efeitos de depleção de OD causados pela pluma de material de origem fluvial e da dragagem (*overflow*). Esta avaliação é corroborada por variações similares de OD entre os pontos de coleta e ponto controle do PMD. Houve exceção em alguns dias do monitoramento, com valores um pouco abaixo do valor orientador da Resolução CONAMA 357/05, mas os quais ocorreram juntamente com níveis relativamente elevados de temperatura.

Os dados pretéritos da área indicaram também alguns teores de subsaturação na área, e variando em torno de 4,0 mg/L O₂ (WASSERMAN, 2008). O aumento de temperatura gera diminuição da solubilidade de OD, e vice-versa. Por exemplo, na campanha de março foi detectado média 6,4 mg/L de OD e 25,8 °C, e em junho 8,1 mg/L de OD e 23,0 °C, e cuja tendência foi observada também nas campanhas dos meses de abril e maio. Assim, os dados indicaram uma variação sazonal com aumento de OD associado à diminuição de temperatura na área de coleta.

f) Sólidos em Suspensão:

Os sólidos em suspensão incluem as partículas que se mantêm presentes na coluna de água, e constitui um parâmetro importante para a avaliação da qualidade ambiental do sistema hídrico. Sua importância ambiental está relacionada ao transporte de metais, nutrientes e compostos orgânicos, e sua suspensão na coluna de água.

Os valores de *baseline* (mg/L) indicaram teores entre 48 – 56 (CAL, 2006). Em paralelo ao aporte de água do rio Paraíba do Sul e condições da dinâmica da maré, os teores observados no monitoramento foram influenciados também pela ressuspensão do material de dragagem. Na área da bacia de evolução e bacia de atracação, os dados do monitoramento indicaram teores variando em torno da média e desvio-padrão; $242,8 \pm 16,9$ mg/L, conforme oscilação temporal indicada na **Figura 4.2.5.6-5**, a seguir.

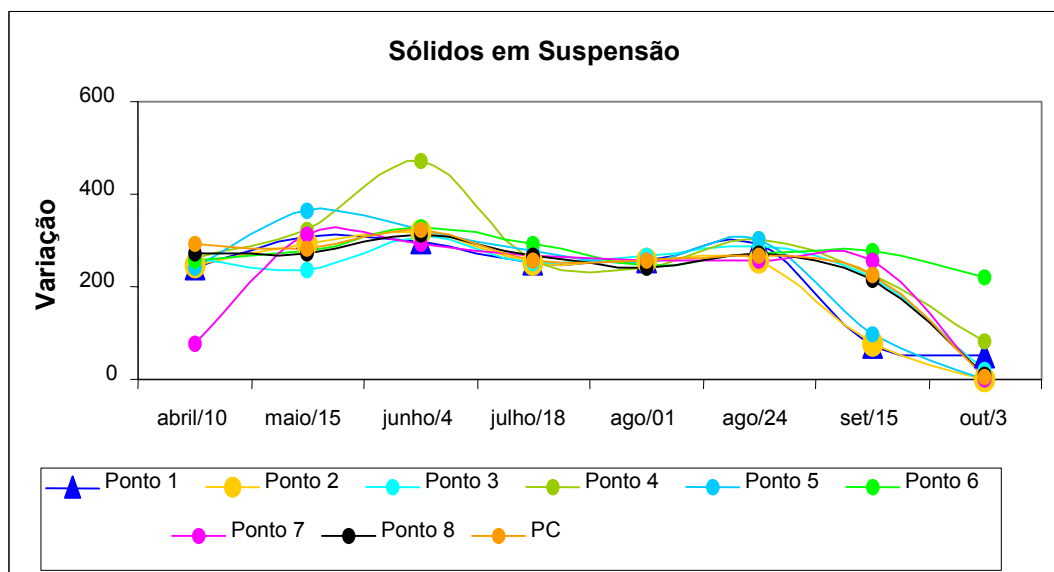


Figura 4.2.5.6-5: Variação temporal de sólidos em suspensão nos pontos de monitoramento.

Quando comparados aos teores de *baseline*, os dados de monitoramento indicaram claramente a influência local da ressuspensão do material dragado para os níveis de sólidos em suspensão. Mas como discutido a seguir, apesar dos valores elevados, os dados dos parâmetros químicos indicaram baixo impacto na área de dragagem.

g) Carbono Orgânico Total:

O carbono orgânico total (COT) representa uma grande diversidade de constituintes, que variam em peso e estrutura molecular, e contendo na sua composição elementar carbono e hidrogênio. Outros elementos como oxigênio, enxofre, fósforo, nitrogênio e etc., também fazem parte da constituição da matéria orgânica. Estes compostos incluem desde hidrocarbonetos com estruturas monoméricas simples, até ácidos húmicos que são polímeros com estruturas complexas.

Nas regiões marinhas costeiras, o aporte continental (transporte fluvial; $4,2 \times 10^9$ g C/ano) e o fitoplâncton (produção primária marinha; 4×10^{16} g C/ano) (LIBES, 1992), representam as maiores fontes de carbono orgânico total. Estas

biomoléculas incluem, por exemplo; lipídios, carboidratos, proteínas, ácidos graxos, aminoácidos, ácidos nucleicos, nucleotídeos, as quais estão presentes na forma de pelotas fecais, produtos de secreção (exopolímeros), fragmentos de tecidos, colóides de material orgânico (MOD), e etc. Na coluna de água marinha os teores de COT são altamente variáveis, e sua produção e consumo estão diretamente relacionados com a estação do ano, profundidade, temperatura, processos de fotossínteses, respiração, floculação e sedimentação, além do aporte de matéria orgânica exógena.

Na área das bacias de evolução e atracação, os dados das amostras de água (PMD) indicaram condições similares de variação temporal e distribuição dos níveis de concentração (mg/L C) de COT para os pontos de coleta amostrados (**Figura 4.2.5.6-6**), apresentando alguns valores acima do nível 1 (3,0 mg/L) da Resolução CONAMA 357/05 no período de abril a outubro de 2008.

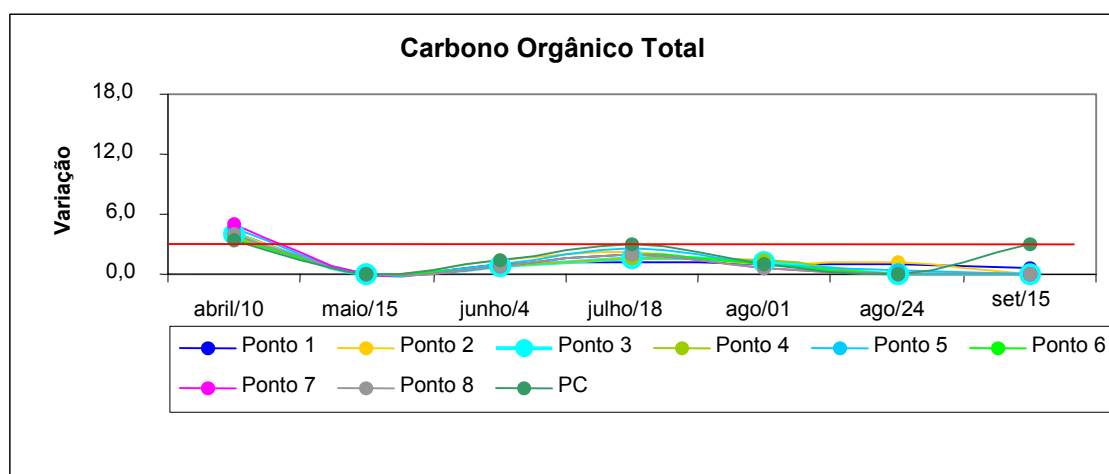


Figura 4.2.5.6-6: Variação temporal de carbono orgânico total nos pontos de monitoramento.

No mês de abril, os valores oscilaram entre 3,4 (ponto controle) até 5,1. Na campanha de maio, em todas os pontos monitorados foram detectados teores abaixo do limite de quantificação do método analítico empregado. No mês de junho, o teor mais elevado de concentração (1,1) foi determinado no ponto controle, e o menor valor na amostra do ponto 4 de coleta (0,8).

Em julho ocorreu uma elevação dos teores nos pontos de coleta, mas abaixo do valor orientador da resolução (VOR), e seguido por diminuição nas campanhas subsequentes. Na campanha de outubro foram observados alguns teores acima do nível 1, e sendo no Ponto 3 de coleta detectado um valor excepcionalmente elevado (16,0 mg/L). Os dados do monitoramento indicaram, que embora ocorra remobilização de COT dos sedimentos através das atividades de dragagem, não houve acúmulo de matéria orgânica na coluna de água.

Nos pontos de coleta, monitorados após a linha de praia (PMQA), foram observadas variações amplas de concentrações (mg/L) ($< 2,5 - 33,3$) nas campanhas de janeiro e abril de 2008 (**Figura 4.2.5.6-7**). Esses valores sugerem a ocorrência da produção exógena resultante da contribuição procedente da área continental por escoamento superficial. Valores elevados de COT na mesma ordem de grandeza também foram observados em amostras procedentes da lagoa de Iquipari, e a qual pode contribuir eventualmente para níveis de matéria orgânica para a região marinha costeira, como discutido a seguir.

Os valores de *baseline* do canal de acesso indicaram valores oscilando entre 6,0 – 12,0 mg/L C (Cal, 2006). A região marinha costeira da área de influência direta do empreendimento apresenta níveis de COT que podem ser considerados bem mais elevadas do que aquelas observados para outras áreas costeiras e oceânicas (0,05 - 0,8 mg L⁻¹, (MILLERO, 2005), assim relevando a influência de aporte de material do rio Paraíba do Sul.

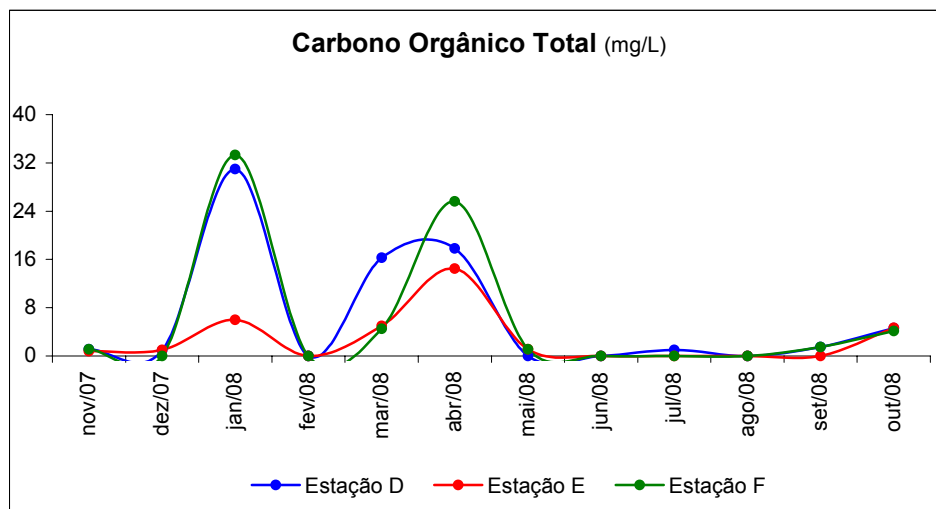


Figura 4.2.5.6-7: Variação de carbono orgânico total nos pontos de coleta.

h) Clorofila e Feoftina:

A Clorofila-a é o pigmento mais comum das clorofilas (a, b, c, e d), responsável pelo processo fotossintético durante a produção primária, e que representa um indicador da biomassa algal. É, portanto, considerada a principal indicadora do estado trófico de sistemas hídricos, e os níveis de concentração são uma medida indireta das taxas fotossintéticas que indicam condições fisiológicas dos produtores primários. A feoftina-a é gerada durante a degradação da clorofila-a, e que analiticamente pode interferir na determinação deste pigmento, desde que absorve comprimento de onda de luz na mesma região do espectro de absorção da clorofila.

Nas campanhas de monitoramento do PMD, os teores de clorofila-a foram detectados em baixos níveis, e apresentando valores menores (**Figura 4.2.5.6-8**) do que em outras localidades, como na região estuarino-lagunar de Cananéia, SP; 0,5 – 28,1 $\mu\text{g/L}$ (PEREIRA et al., 2001), e baía do Guajará, PA; 1,5 – 23,3 (PAIVA et al., 2006). Os dados do PMD indicaram para feoftina-a, de maneira geral, níveis abaixo do limite de quantificação analítica para todas as amostras avaliadas, com exceção na campanha de setembro (6,0 $\mu\text{g/L}$). E para clorofila a, um valor

detectado na campanha de maio (12,0 $\mu\text{g/L}$), e valores de até 7 $\mu\text{g/L}$ nas campanhas de agosto e setembro. Nos pontos de monitoramento da bacia de atracação, bacia de evolução, canal de acesso e área do bota-fora (PMCPlancton) foram observados valores de clorofila a de até 5 $\mu\text{g/L}$. Dados pretéritos da área indicaram valores máximos de clorofila-a e feoftina-a variando em torno de 6,0 $\mu\text{g/L}$ (WASSERMAN, 2008).

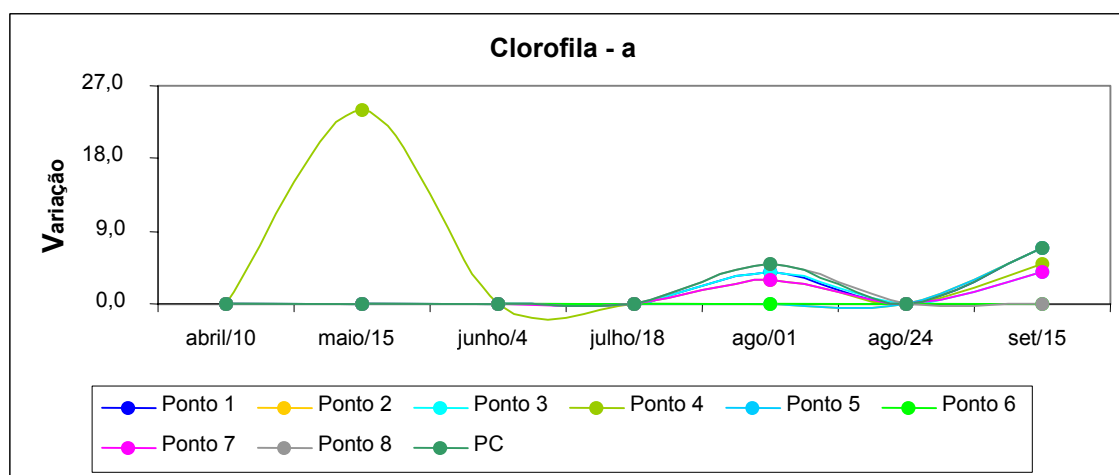


Figura 4.2.5.6-8: Teores de Clorofila-a detectados nos pontos de coleta e controle (PC)

Os dados indicaram teores mais elevados de clorofila-a, comparativamente aos valores de feoftina-a, e sugerem a predominância de processos de produção primária na área de monitoramento, relacionados às maiores taxas de síntese do que degradação de matéria orgânica.

i) Nutrientes:

Para monitoramento dos nutrientes presentes na coluna de água da área marinha foram detectados os níveis de concentração das formas nitrogenadas: amônia, nitrato, nitrito, e nitrogênio kjeldahl total; e as formas fosfatadas: fosfato e fósforo total.

Em sistemas hídricos, as formas nitrogenadas e fosfatadas estão envolvidas nos processos bioquímicos de produção e consumo da matéria orgânica, e diretamente relacionadas às atividades de fotossíntese e respiração. A degradação de compostos orgânicos como proteínas, aminoácidos, etc., resulta na geração de nitrogênio amoniacal e fosfato e os quais, em condições aeróbicas na coluna de água, se convertem em amônia, nitrito e nitrato, e fósforo, respectivamente. Ou seja, a presença de oxigênio favorece a conversão de parte da quantidade de nitrogênio amoniacal à amônia, nitrito, e posteriormente a nitrato, e de parte da quantidade de fosfato à forma inorgânica fósforo. O nitrogênio kjeldahl total corresponde às formas orgânicas de nitrogênio e amônia.

▪ Nitrogênio Amoniacal:

A avaliação das amostras de água para a amônia indicou teores bem abaixo do valor orientador da Resolução CONAMA 357/05 (0,4 mg/L N), para água salina de Classe 1. Com exceção de duas amostras nas campanhas de abril e maio, todos os demais pontos de coleta apresentaram teores abaixo do limite de quantificação do método analítico (0,1 mg/L) (**Figura 4.2.5.6-9**).

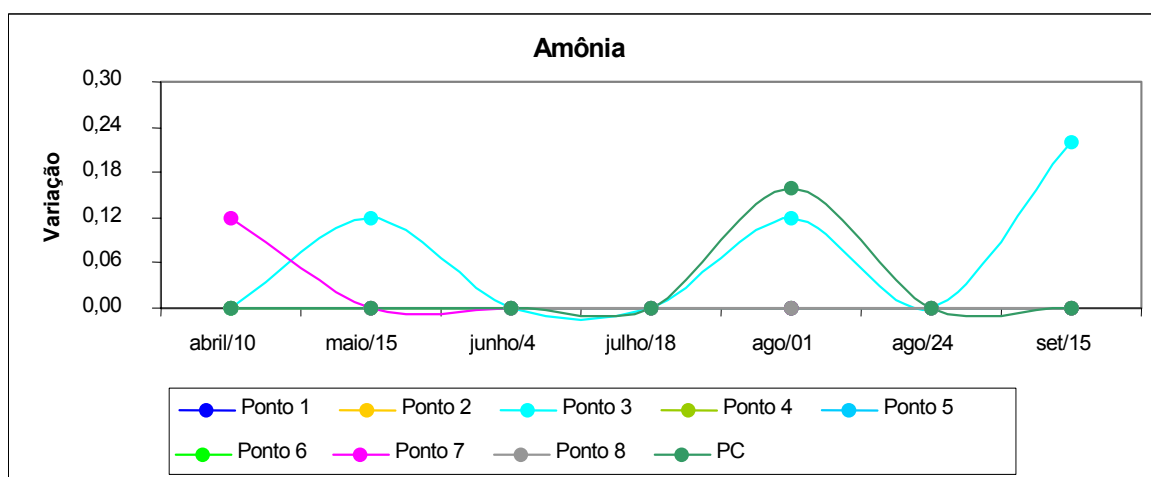


Figura 4.2.5.6-9: Teores de Amônia nos pontos de coleta e controle (PC) da área de monitoramento

Essas amostras, procedentes dos pontos de coleta 7 e 3, apresentaram o mesmo teor de 0,12 mg/L. Na primeira campanha de agosto também foi observado um aumento de concentração no ponto controle (0,16) e ponto 5 (0,12), o qual também apresentou teor detectável na campanha de setembro (0,22 mg/L). Os baixos valores de concentração indicaram que a coluna de água tem absorvido de maneira satisfatória os eventuais impactos da dragagem, relacionados a ressuspensão de matéria orgânica e disponibilização de formas de nitrogênio amoniacal. Dados pretéritos indicaram teores abaixo do limite de detecção analítico em áreas adjacentes às praias e próximas às áreas de dragagem.

▪ Nitrito:

O nitrito é uma forma intermediária no processo de redução do nitrato (denitrificação), e oxidação do nitrogênio amoniacal (nitrificação), portanto ainda mais instável que o nitrato. Em condições de baixa oxigenação da coluna de água, o nitrito pode ser encontrado, e constitui um indicador importante de contaminação orgânica. A Resolução CONAMA 357/05 preconiza valor orientador de até 0,07 mg/L N, para água marinha de Classe 1.

Os pontos de coleta indicaram teores de nitrito (**Figura 4.2.5.6-10**) abaixo do valor recomendado pela legislação, e com decréscimo de concentração entre as campanhas de abril, quando foi detectado um teor mais elevado (0,06 mg/L N), e até a segunda campanha de agosto, quando foram observados níveis abaixo do valor de quantificação analítica (0,02 mg/L N). Na campanha de setembro foi observado um teor (0,9 mg/L) acima do valor acima orientador da legislação.

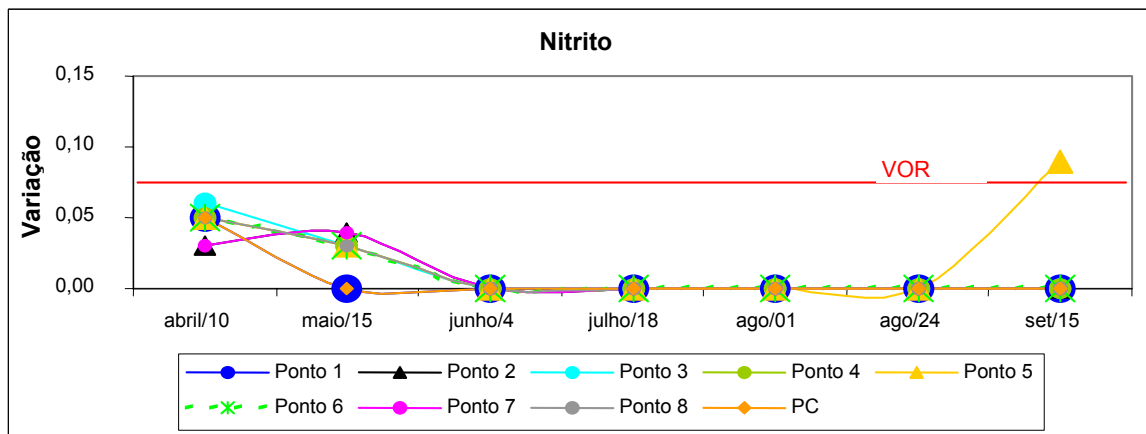


Figura 4.2.5.6-10: Teores de Nitrito nos pontos de coleta e controle (PC), em relação ao valor orientador da legislação (VOR).

▪ Nitrato

Em regiões marinhas costeiras, o nitrato é encontrado em baixos valores de concentração, e cuja estabilidade química depende de níveis de oxigenação bastante elevados (SUNDBACK *et al.*, 2000). Na área de monitoramento, as condições de saturação observadas na água de coluna podem ter influenciado a ocorrência de teores mais elevados de nitrato, em detrimento de níveis menores de amônia e nitrito. Além do que, a variação relativa de concentração entre o nitrito e nitrato permite inferir que as fontes deste analitos se encontraram distantes da área de monitoramento, e que provavelmente resultou do aporte da água fluvial. Mas, a degradação oxidativa da matéria orgânica presente nos sedimentos dragados pode também ter contribuído para os teores de nitrato observados na coluna d'água.

Assim, o nitrato (mg/L N) foi detectado apresentando valores similares nos pontos de coleta, com média 2,18 e desvio padrão de 0,95, no período de abril a setembro (**Figura 4.2.5.6-11**). Todos os teores foram detectados acima do valor orientador (0,40 mg/L N) da Resolução CONAMA 357/05 para água marinha de Classe 1.

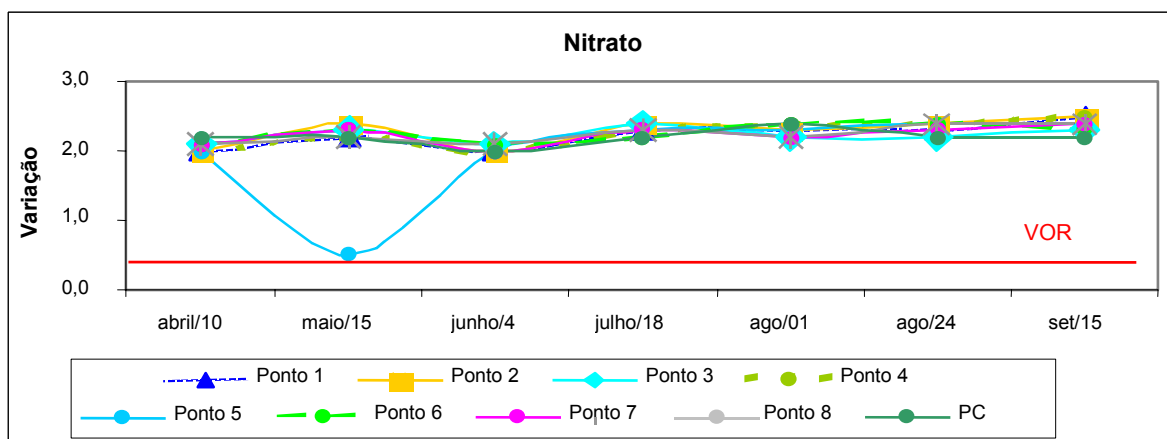


Figura 4.2.5.6-11: Teores de Nitrato nos pontos de coleta e controle (PC), e em relação ao valor orientador da legislação (VOR).

Essas concentrações elevadas podem ter sido oriundas de contribuições da degradação oxidativa das formas de nitrogênio orgânico presentes nos sedimentos dragados, os quais também apresentaram teores elevados de nitrogênio kjeldahl total (NKT).

Nos estudos pretéritos, os maiores valores de concentração de nitrato foram detectados em pontos localizados defronte as praias (Iquipari, saco Dantas e Barra do Açú), e variando entre 0,10 – 0,16 mg/L N (PMQA).

▪ Nitrogênio Kjeldahl Total:

O nitrogênio kjeldahl total (NKT) apresentou valores de concentração (mg/L N) com ligeiro incremento entre as campanhas de abril até junho, quando foi detectado valores (4,40 – PC; e, 5,80 Ponto 2) acima da média (1,22) das campanhas do PMD.

Nas quatro últimas campanhas foram observados valores similares de concentração para os pontos de coleta, com exceção do Ponto 6, que apresentou um incremento na campanha de julho e setembro, e Ponto 5 (1,80) na segunda campanha de agosto (**Figura 4.2.5.6-12**).

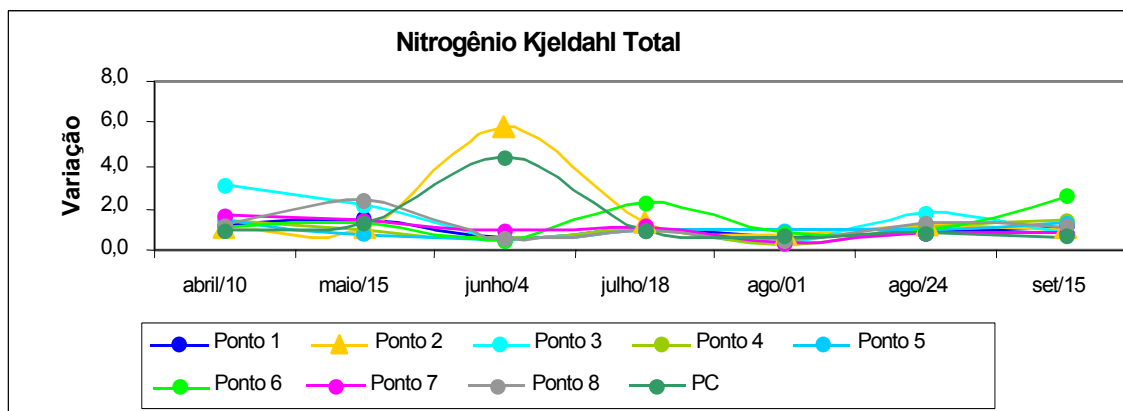


Figura 4.2.5.6-12: Teores de Nitrogênio Kjeldahl Total (NKT) nos pontos de coleta e controle.

Nos pontos de coleta do PMCPlancton, localizados na bacia de evolução, bacia de atracação, canal de acesso e área de descarte foi observado (mg/L) média 1,2 entre os valores máximo e mínimo 2,8 e 0,21, respectivamente

A Resolução CONAMA 357/05 não indica valor orientador para este parâmetro. No estudo pretérito foram observados níveis de concentração de até 1,1 mg/L N (CAL, 2006), e os teores mais elevados observados no monitoramento sugerem remobilização de NKT a partir dos sedimentos dragados.

▪ Fosfato e Fósforo Total:

Os valores elevados de fósforo total (**Figura 4.2.5.6-13**), alguns dos quais acima do valor orientador (0,062 mg/L P) da Resolução CONAMA 357/05, em relação aos baixos teores de fosfato (todas as amostras detectadas abaixo do limite de quantificação analítico), indicaram que o aporte destas formas especiais foi proveniente de fontes distantes da área de dragagem. Uma vez estocados nos sedimentos de fundo, a remobilização de material com as atividades de dragagem pode ter contribuído para os teores de fósforo total observados na coluna d'água.

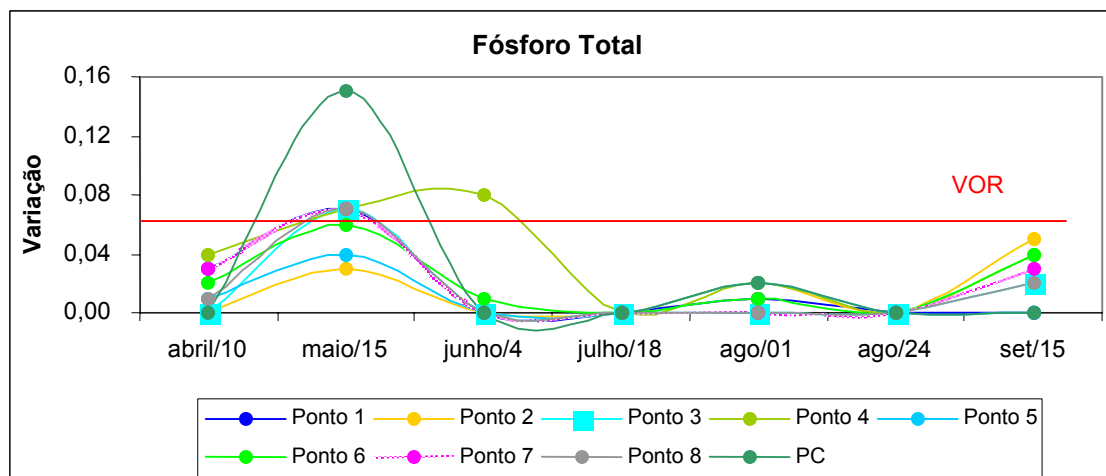


Figura 4.2.5.6-13: Teores de Fósforo Total nos pontos de coleta e controle (PC), e em relação ao valor orientador da legislação (VOR)

N

No ponto controle (campanha de maio) foi detectado o teor mais elevado de fósforo total (0,13 mg/L P) durante as campanhas. Isso sugere que o aporte de água fluvial do Paraíba do Sul constitui uma fonte deste parâmetro para a área de monitoramento.

Na campanha de junho quase todos os pontos de coleta apresentaram valores abaixo do LQ do método analítico. Isso foi seguido por um pequeno incremento de concentração na primeira campanha de agosto, e por níveis de concentração mais elevados na campanha de setembro, porém com valores abaixo do VOR. Os dados do estudo pretérito indicaram valores de fosfato variando até aproximadamente 0,40 mg/L.

j) Coliformes Totais e Fecais:

Para interpretação da qualidade de água os testes microbiológicos são úteis na avaliação de contaminação proveniente do descarte de esgotos domésticos, e resultantes da ocupação animal e humana no entorno dos sistemas hídricos. Estes testes são realizados por meio da contagem de coliformes fecais e totais. A Resolução CONAMA 357/05 orienta valor de 1000 NTU/100 mL, mas somente para coliformes fecais e não para coliformes totais.

Esses organismos são indicadores da qualidade sanitária do sistema hídrico. No entanto, *per si* não representam um perigo à saúde, mas sua presença evidencia a presença de outros organismos patogênicos. Os coliformes totais incluem um grupo de bactérias presente no intestino de animais de sangue quente, embora alguns tipos possam ser encontrados também no solo, em vegetais ou outros animais (peixes, etc.). Sua presença indica que essa água possivelmente recebeu algum tipo de dejetos animal (incluindo dejetos humanos). Os coliformes fecais ou termotolerantes inclui um subgrupo de bactérias, e sua presença indica certamente que o sistema hídrico foi contaminado por dejetos animais, o que aumenta a probabilidade da presença de organismos patogênicos.

Estes parâmetros biológicos estão sendo monitorados em três pontos de coleta (PMQA) após a linha de praia, e cujos resultados são apresentados na **Figura 4.2.5.6-14:**

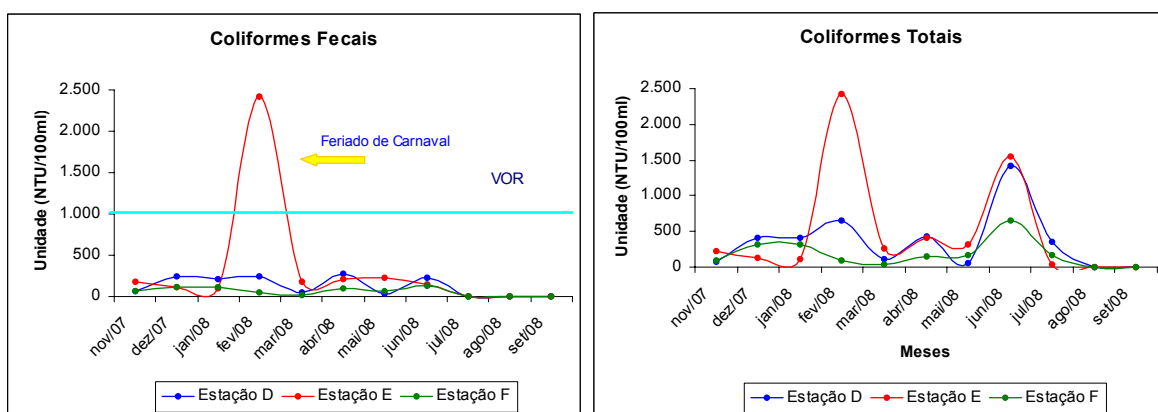


Figura 4.2.5.6-14: Teores de Coliformes Fecais e Totais nos pontos de monitoramento, e em relação ao valor orientador da legislação (VOR)

Os coliformes totais apresentaram maiores oscilações nas campanhas de fevereiro e julho. E, de maneira geral, as amostras indicaram teores de coliformes fecais inferiores ao valor orientador da resolução. Houve exceção para a Estação E, na campanha de fevereiro, quando foi detectado um teor de 2419 NTU/100 mL, numa coleta de amostras realizada logo após o feriado de carnaval.

Este aspecto evidenciou uma possível pressão por contaminação biológica que ocorre na faixa de praia, e relacionada a atividades de turismo nas adjacências da área do empreendimento. Nas campanhas posteriores de coleta, os níveis de coliformes fecais retornaram para teores inferiores ao VOR.

k) Metais-traço:

▪ Mercúrio:

O mercúrio é um elemento químico que possui o orbital “diffuse” (d) incompleto, e ocorre em sistemas hídricos nas formas dissolvida e particulada. Esse elemento apresenta elevada reatividade para a biota aquática, e em ambientes marinhos costeiros é encontrado na água de coluna predominantemente na forma particulada, quando eventualmente se deposita nos sedimentos de fundo (LIBES, 1992).

O mercúrio nos sedimentos pode sofrer biomagnificação, e se converter à sua forma mais tóxica (metilmercúrio) (BARROCAS & WASSERMAN, 1995). Pode também ocorrer na forma reduzida, quando este elemento se encontra associado com íons sulfetos, e de maneira relativamente inerte. Sua ressuspensão ocorre em decorrência de processos hidrodinâmicos, p.ex., devido à variação do ciclo de maré enchente e vazante, e relacionados a atividades humanas como a passagem de embarcações, ações de dragagem, e etc. A avaliação de mercúrio em amostras de água superficial indicou teores de concentração abaixo do limite de quantificação analítica (0,5 µg/L) para todos os pontos de coleta da área de monitoramento.

▪ Ferro Dissolvido:

O elemento ferro possui importância para os ciclos biogeoquímicos hídricos como co-precipitante de outros elementos químicos, na forma de óxidos e hidróxidos metálicos, além de sua utilização como carreador de elétrons nos

processos de fotossíntese e respiração, e outras funções em reações bioquímicas. Sua forma dissolvida é preferencialmente absorvida pelo fitoplâncton para a produção primária aquática. Com exceção da campanha de maio, os dados (Figura 4.2.5.6-15) indicaram níveis de concentrações de ferro dissolvido abaixo do valor orientador da resolução (0,3 mg/L), para todas as amostras de água superficial.

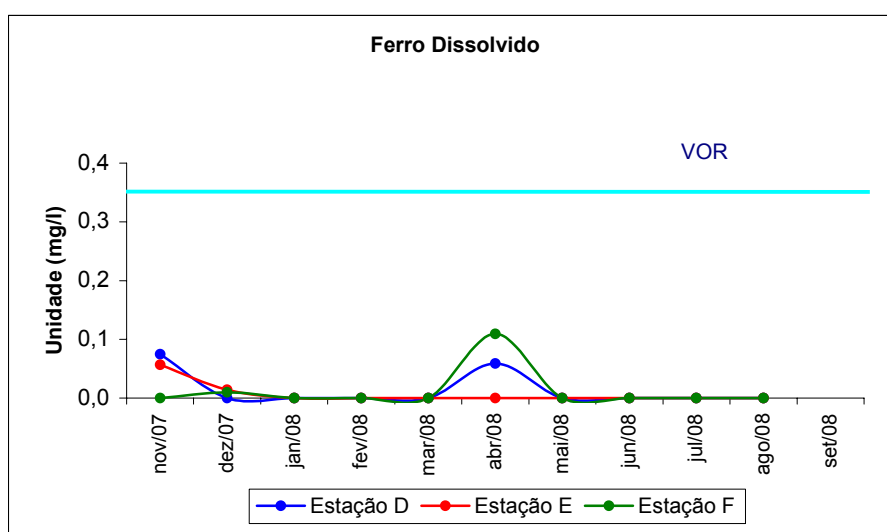


Figura 4.2.5.6-15: Teores de Ferro Dissolvido nas estações de monitoramento, e em relação ao valor orientador da legislação (VOR)

B) Qualidade da Água na Lagoa de Iquipari

Para avaliação da qualidade da água na Lagoa de Iquipari, situada na área continental de influência direta do empreendimento, foram utilizados os dados dos PMQA, monitorados no período de novembro de 2007 a setembro de 2008. Neste Programa foram amostrados três pontos de coleta, cujas posições e profundidades da coluna d'água são indicadas abaixo (**Quadro 4.2.5.6-5**).

QUADRO 4.2.5.6-5: COORDENADAS DAS ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA (DATUM SAD 69)

ESTAÇÃO	LOCALIZAÇÃO	COORDENADAS		PROFUNDIDADE (m)
		LESTE	NORTE	
A	Lagoa de Iquipari - junto ao canal de drenagem da Fazenda Saco Dantas	289982	7587188	0,2
B	Lagoa de Iquipari – parte central da lagoa	290811	7590048	1,5
C	Lagoa de Iquipari – na parte mais próxima ao mar	290646	7594708	2,0

As amostras de água superficial foram avaliadas para os parâmetros de monitoramento descritos a seguir (**Quadro 4.2.5.6-6**).

QUADRO 4.2.5.6-6: PARÂMETROS

PARÂMETROS	UNIDADE
Carbono Orgânico Total	mg/L
Coliformes Fecais	NMP/100mL
Coliformes Totais	NMP/100mL
Ferro Dissolvido	mg/L
Nitrogênio Amoniacal	mg/L
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L
Oxigênio Dissolvido	mg/L
pH	-
Salinidade	-
Temperatura	°C
Turbidez	NTU

a) Turbidez:

Os teores de turbidez (NTU) nas amostras de água de superfície se apresentaram variando em torno da média 13,2 (**Figura 4.2.5.6-16**). O ambiente da lagoa apresenta pequena profundidade da coluna de água, e com possível contribuição da ressuspensão dos sedimentos de fundo por ação do vento. A média dos teores observados se encontram abaixo do valor recomendado pela Resolução CONAMA 357/05, para água doce Classe I (< 40), mas a qual não apresenta nível orientador para água salobra.

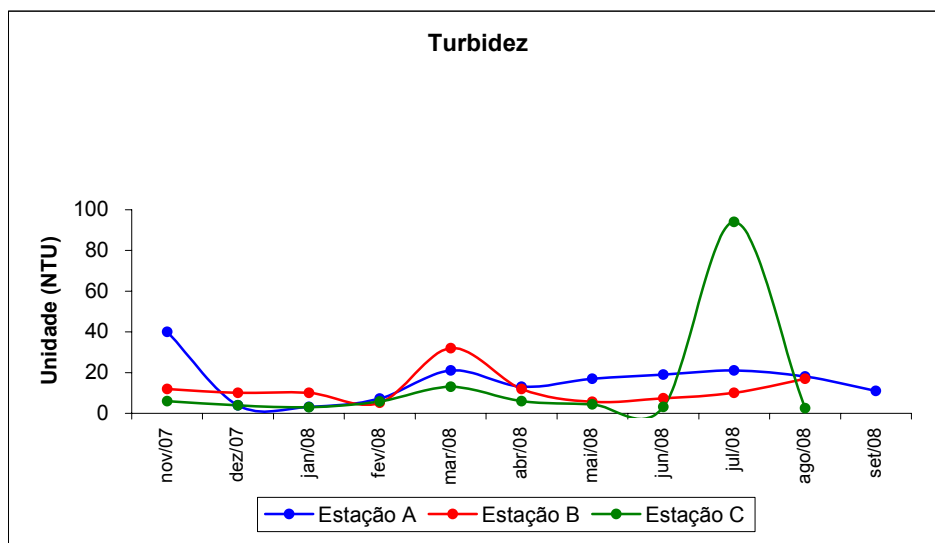


Figura 4.2.5.6-16: Variação dos teores de Turbidez nas estações de coleta na Lagoa de Iquipari (A, B e C).

Outro aspecto que pode ter influenciado os teores de turbidez na água da lagoa, como na campanha de março, está relacionado ao período de maior precipitação pluviométrica e com aporte de partículas da área de drenagem. No ponto C da campanha de julho foi detectado um valor bastante acentuado (94,0 NTU), não observado nas demais estações da lagoa, e que provavelmente esteve relacionado a algum evento esporádico de ressuspensão de material de fundo. Nas campanhas posteriores (agosto e setembro), o nível de turbidez nesta localidade retornou a faixa média de variação média detectada nas campanhas pretéritas.

b) Temperatura:

No período de dezembro de 2007 a setembro de 2008 foi observado variação da temperatura com faixas (°C), variando em torno das médias 27,9 e 23,5 no verão e inverno, respectivamente, refletindo as oscilações sazonais da área de estudo (**Figura 4.2.5.6-17**).

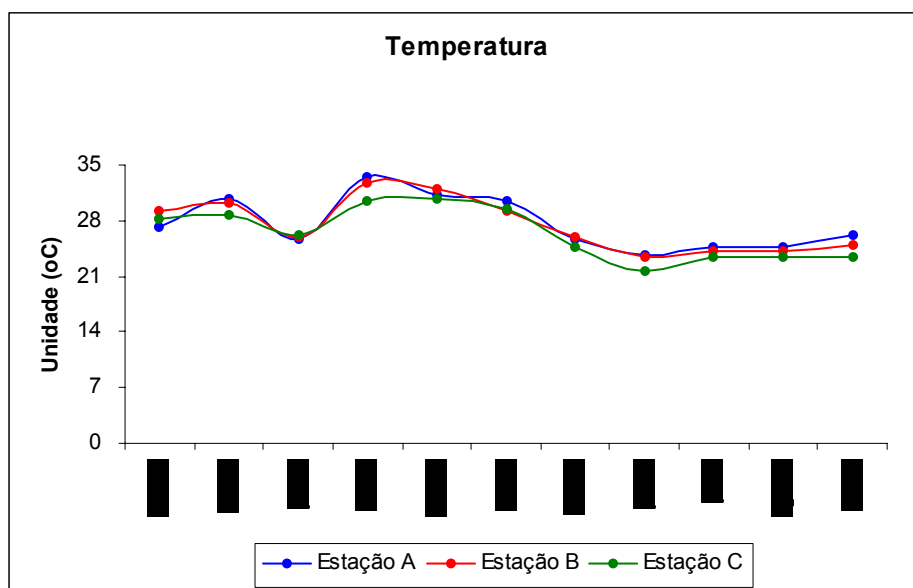


Figura 4.2.5.6-17: Variação dos teores de temperatura nas estações de coleta na Lagoa de Iquipari (A, B e C).

c) Salinidade:

A Lagoa de Iquipari apresenta um gradiente longitudinal de salinidade, com variações temporais nos pontos de coleta A, B e C, e o qual é influenciado pela abertura da barra de areia. Assim, na coleta de julho foi detectado no ponto A, uma salinidade 0,02, o que classifica como água doce esta porção do corpo hídrico. Nas coletas de agosto e setembro foi detectada Salinidade ≥ 1 nesta localidade, e portanto com condições de água salobra.

Nos pontos B e C, os valores oscilaram pouco entre as coletas de julho e setembro, e com teores em torno da média 7,2 e 13,1, respectivamente (**Figura 4.2.5.6-18**). Essas médias são valores relativamente mais elevados que os dados pretéritos (exceto as campanhas de fevereiro e junho), e que refletiram a influência da abertura da barra de areia alguns dias antes da coleta das amostras (comunicação pessoal).

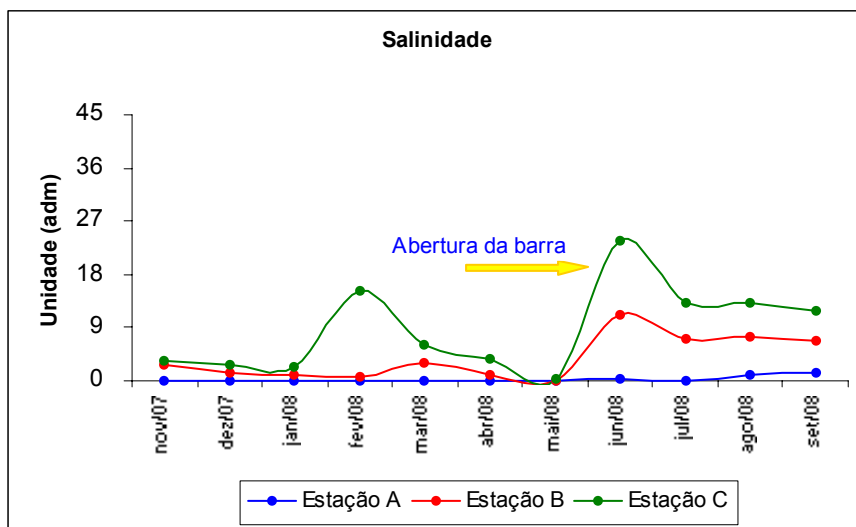


Figura 4.2.5.6-18: Variação dos teores de salinidade nas estações de coleta na Lagoa de Iquipari (A, B e C).

d) Cloretos:

Os íons cloretos representam os maiores constituintes da salinidade (55,07%), e que na água do mar possuem propriedades conservativas. Isto é, sua concentração varia somente através de processos físicos, mas não por meio de processos químicos e biológicos. No entanto, em ambientes confinados como o sistema hídrico da lagoa de Iquipari, esses íons não apresentam propriedades conservativas.

De maneira similar a distribuição da salinidade, foi observado um gradiente longitudinal de cloretos (mg/L), em decorrência da abertura da barra de areia. E, quando houve um aumento dos valores médios de concentração da porção sul em direção a porção norte, (ponto A - 205,0; ponto B - 3561,5; e, ponto C - 5962,0), o qual foi mais acentuado na campanha de julho em relação a agosto (**Figura 4.2.5.6-19**).

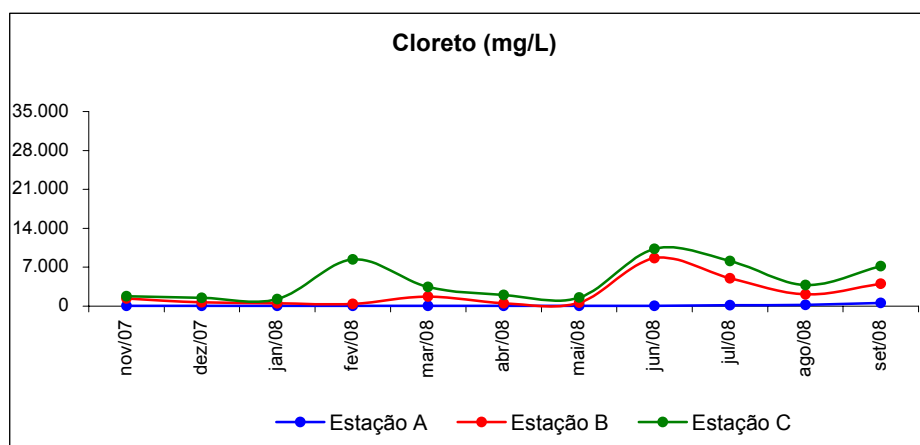


Figura 4.2.5.6-19: Variação dos teores de cloretos nas estações de coleta na Lagoa de Iquipari (A, B e C).

e) Potencial Hidrogeniônico (pH):

A média dos valores de potencial hidrogeniônico das amostras de água da lagoa, nos pontos de coleta A (7,9), B (8,2) e C (8,3), indicou a concentração de espécies hidrolisáveis de íons H^+ , e se encontra dentro dos valores orientadores da Resolução CONAMA 357/05 para águas: doce (pH 6 – 9) e salobra (pH 6,5 – 8,5), conforme **Figura 4.2.5.6-20**.

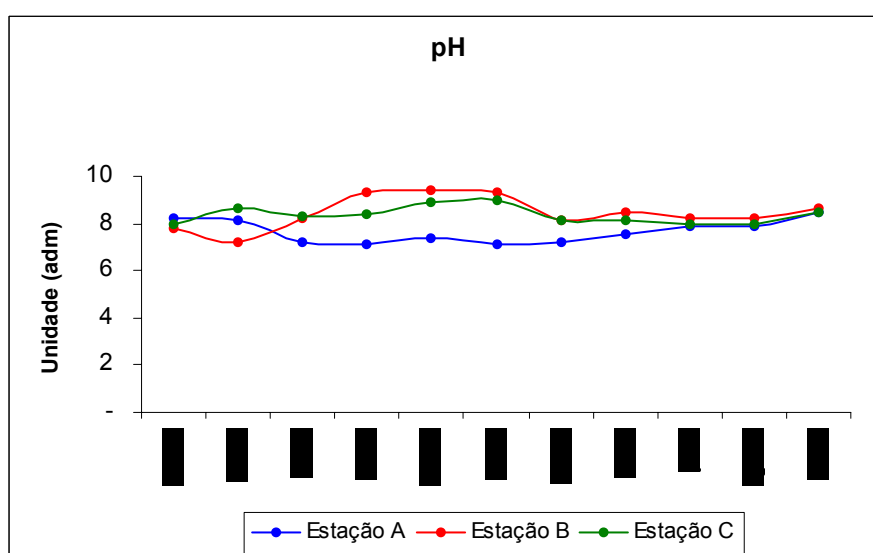


Figura 4.2.5.6-20: Variação dos teores de pH nas estações de coleta na Lagoa de Iquipari (A, B e C).

f) Oxigênio Dissolvido:

Os pontos de coleta apresentaram variações similares de concentração nas campanhas de julho, agosto e setembro (**Figura 4.2.5.6-21**), sendo detectado na Estação B teores de OD acima dos valores das outras estações de monitoramento. Os níveis de concentração foram detectados com média superior ao valor orientador (5,0 mg/L) da Resolução CONAMA 357/05, para água salobra Classe 1.

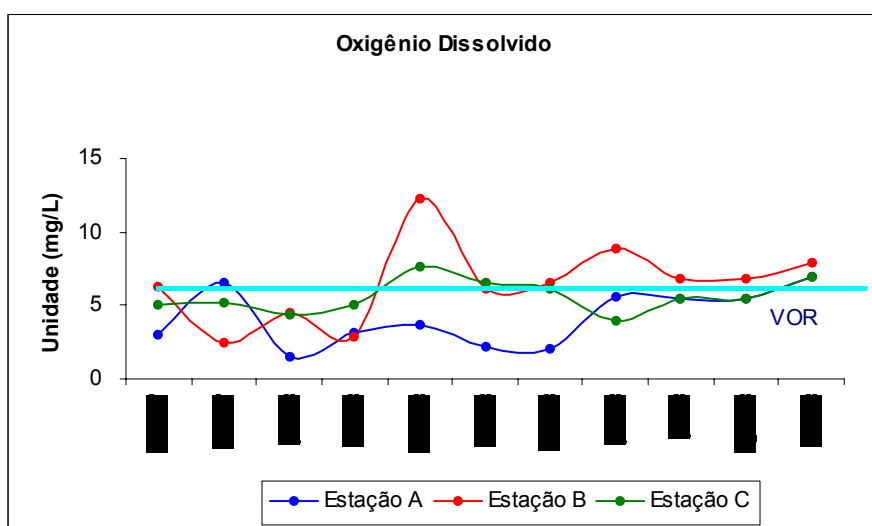


Figura 4.2.5.6-21: Variação dos teores de Oxigênio Dissolvido nas estações de coleta na Lagoa de Iquipari (A, B e C).

A menor média de oxigênio dissolvido (mg/L) foi detectada no ponto de coleta A (3,7), quando comparada com a média de concentração dos pontos B (6,2) e C (5,4). Somente no ponto A foram observadas condições de suboxia para as médias de concentrações. E, cuja condição é corroborada pelas características ambientais desta localidade, como pequena profundidade da coluna de água (~ 0,20 m), baixa hidrodinâmica, e teor de COT muito elevado.

Como discutido a seguir, a lagoa de Iquipari apresenta teores excepcionalmente elevados de COT na coluna de água, e que resultam na depleção dos teores de

oxigênio dissolvido, através da degradação oxidativa da matéria orgânica. Relacionado ainda a pequena profundidade, o oxigênio dissolvido pode estar sendo usado nos processos recentes de diagênese nas camadas superficiais do sedimento, e assim contribuindo para valores de depleção na coluna de água (SOARES, 1998). Os baixos teores também são influenciados pela elevada temperatura na água da lagoa, e com efeitos na diminuição da solubilidade deste gás, além do aporte subterrâneo de água doce (CAL, 2006).

g) Carbono Orgânico Total (COT):

Os teores de COT em áreas de lagoas são altamente variáveis e estão relacionados com a estação do ano e índices pluviométricos, profundidade, temperatura, processos de fotossínteses, respiração, floculação e sedimentação, além da importação de matéria orgânica procedentes da área da bacia de drenagem.

As amostras apresentaram oscilações temporais de concentração de COT (**Figura 4.2.5.6-22**), mas com variações similares entre as campanhas de julho, agosto e setembro, e com teores acima (estações B e C) do valor orientador da resolução CONAMA 357/05, para águas salobras Classe I (3,0 mg/L). Nas campanhas de novembro, dezembro, fevereiro também foi observado valores expressivamente elevados. Não há recomendação pela legislação para limites de COT em água doce (ponto A). A pequena profundidade de coluna d'água da lagoa de Iquipari pode favorecer a interação de trocas difusivas e advectivas entre o sedimento e a coluna de água. Estudos pretéritos indicaram que a lagoa, principalmente na porção sul, apresenta ainda uma extensa área alagável, colonizada intensamente por macrófitas aquáticas enraizadas emersas ou livre-flutuantes que formam extensos bancos. Tais organismos, que constituem uma fonte de COT, se desenvolvem devido principalmente à pequena profundidade, e a qual permite a utilização tanto de recursos de fundo (nutrientes do sedimento) como da coluna de água.

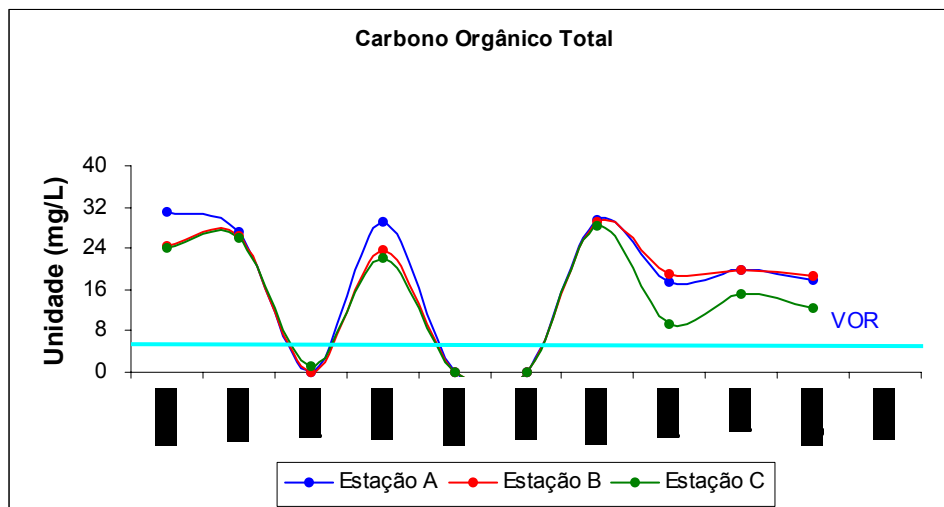


Figura 4.2.5.6-22: Variação dos teores de Carbono Orgânico Total nas estações de coleta na Lagoa de Iquipari (A, B e C).

h) Nutrientes:

Os dados das campanhas de monitoramento nas campanhas de junho e agosto indicaram teores de nitrogênio amoniacal abaixo dos respectivos valores orientadores (VORs) pela CONAMA 357/05, para água doce (estação A), e água salobra (estações B e C) (**Figura 4.2.5.6-23**). Os VORs são determinados em função do pH do meio: 2,0 mg/L N para água doce ($7,5 \leq \text{pH} \leq 8,0$), e 0,40 mg/L N. para água salobra ($6,5 < \text{pH} 8,5$). Assim, foram observados ao longo das campanhas valores médios (mg/L N) variando entre: $< \text{LQ} - 1,6$; $< \text{LQ} - 0,9$; e, $< \text{LQ} - 0,3$, respectivamente, nos pontos de coleta A, B e C. Em junho foram avaliados os teores mais elevados nas amostras (acima do VOR na estação B), mas ocorrendo depleção nas campanhas posteriores de coleta. Na estação A, os níveis mais elevados que nos demais pontos de coleta, sugere uma possível contribuição de nitrogênio amoniacal proveniente da degradação oxidativa da matéria orgânica nos sedimentos, e relacionados à baixa profundidade da coluna d'água ($\sim 0,2$ m).

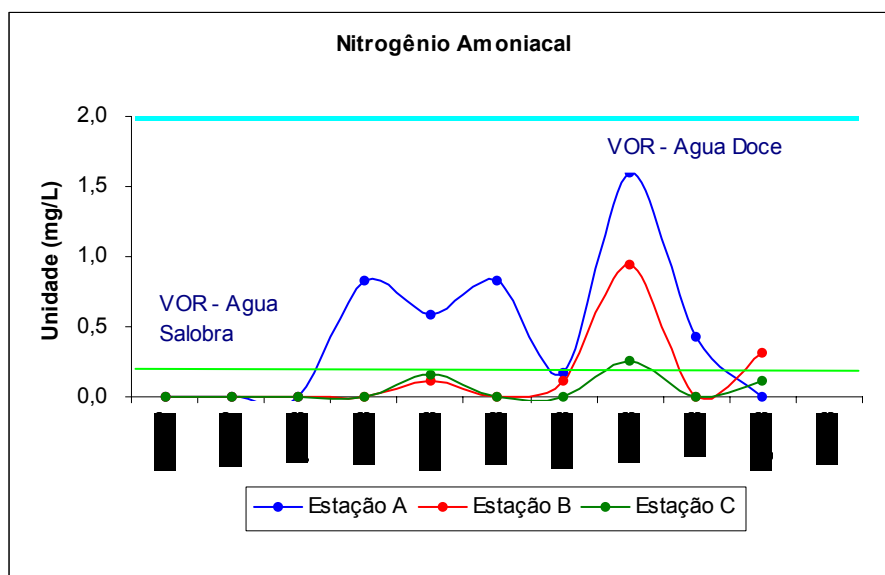


Figura 4.2.5.6-23: Variação dos teores de Nitrogênio Amoniacoal nas estações de coleta da Lagoa de Iquipari (A, B e C).

Os teores do nitrogênio kjeldahl total (NKT) apresentaram variações temporais nas amostras da lagoa de Iquipari, que foi mais acentuada na estação B, mas com médias de concentração (mg/L N) de mesma magnitude entre os pontos de coleta A (2,1), B (2,6), e C (2,1) (**Figura 4.2.5.6-24**). Não há recomendação de valor orientador pela Resolução CONAMA 357/05 para teores de NKT.

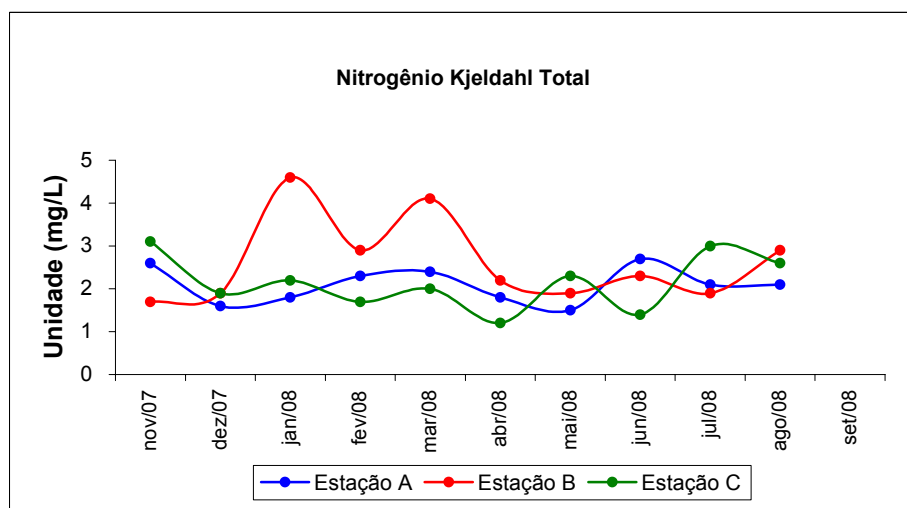


Figura 4.2.5.6-24: Variação dos teores de Kjeldahl Total nas estações de coleta da Lagoa de Iquipari (A, B e C).

i) Ferro Dissolvido:

As campanhas pretéritas de monitoramento indicaram concentrações elevadas de ferro dissolvido (mg/L Fe), e com teor médio no ponto A (0,9), acima do valor (0,3) recomendado pela Resolução CONAMA 357/05 (**Figura 4.2.5.6-25**). Nesta localidade, com exceção da campanha de abril, julho e agosto, todas as demais apresentaram teores acima de 0,3 mg/L Fe. Os pontos de coleta B (0,2) e C (0,2) apresentaram valores médios abaixo do teor da legislação, com exceção do valor 30,4 mg/L, detectado na Estação B da campanha de abril, mas que ocorreu de forma esporádica.. Em função da pequena profundidade no ambiente da lagoa, elevada concentração de matéria orgânica e sua degradação oxidativa, há grande possibilidade de enriquecimento de ferro na água de coluna através de trocas difusivas com as camadas superficiais dos sedimentos, além do aporte carregado por água pluvial na bacia de drenagem. Estas trocas difusivas são incrementadas pela redução de óxidos / hidróxidos de ferro, utilizados como receptores de elétrons durante processo recentes de diagênese nos sedimentos (SOARES, 1998).

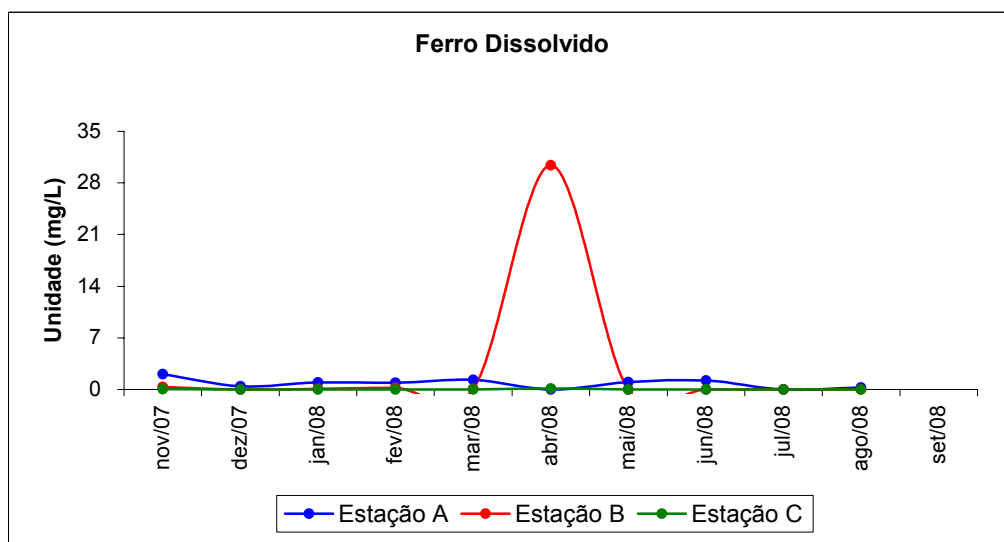


Figura 4.2.5.6-25: Variação dos teores de Ferro Dissolvido nas estações de coleta da Lagoa de Iquipari (A, B e C).

j) Coliformes Fecais e Totais:

Conforme informações pretéritas (CAL, 2006), o entorno da lagoa de Iquipari ainda não é urbanizada muito embora ela se aproxime com velocidade imprevisível. Vários quiosques construídos em sua barra, para a prática de um pequeno comércio na estação de veraneio e nos finais de semana, estão se erguendo com a abertura de uma estrada de terra batida até sua margem esquerda.

No período de veraneio, e referente às campanhas de fevereiro e março, foi observado teores elevados de coliformes totais nos pontos de coleta A, B e C (**Figura 4.2.5.6-26**). No ponto C localizado na barra e onde ocorre a maior ocupação de veranistas, os teores de coliformes fecais (1.460) foram mais elevados que nos pontos de coleta A e B, os quais apresentaram valores abaixo do LQ. A mesma tendência de aumento foi detectada no mês de maio para todos os pontos de coleta, quando a coleta das amostras foi realizada uma semana após o feriado do dia do trabalho. Nesta campanha os teores de coliformes fecais se encontraram acima do valor recomendado pela legislação no ponto A (1600), B (1600), e C (1600).

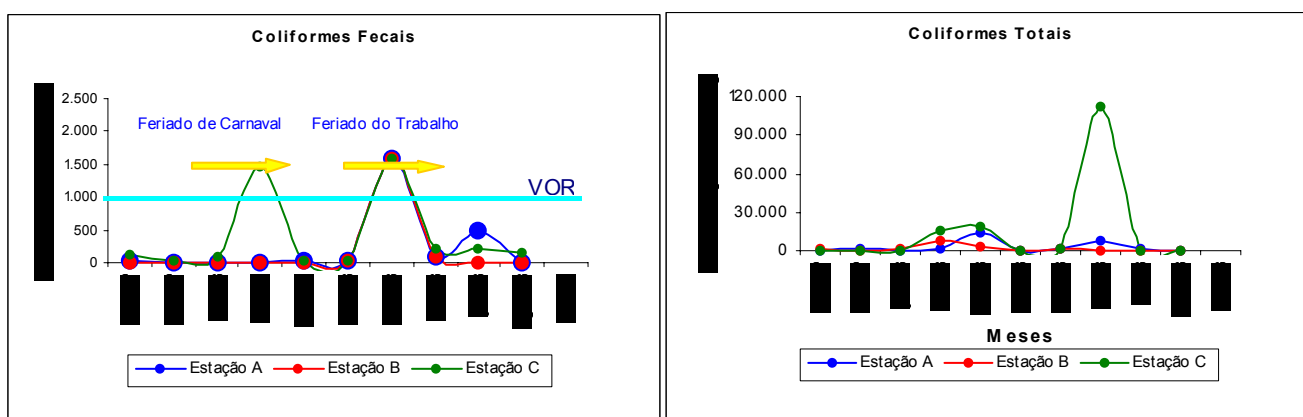


Figura 4.2.5.6-26: Variação dos teores de Coliformes Fecais e Totais nas estações de coleta da Lagoa de Iquipari (A, B e C).

Os coliformes totais apresentaram um aumento de concentração bastante expressivo na Estação C (111.990 NTU/100 mL) da campanha de junho, e que também foi acompanhado pela elevação dos teores nas amostras de água marinha. Nas campanhas de coleta posteriores (julho e agosto), essas estações de coleta indicaram um decréscimo no número dos organismos para todas as amostras analisadas.

C) Qualidade da Água no Sistema Aquífero

Os dados da qualidade de água do sistema aquífero são procedentes do Programa de Monitoramento do Aquífero (PMAquífero), cuja caracterização foram feitas a partir de uma rede de poços de monitoramento de pequena profundidade. Esta estratégia de avaliação foi escolhida desde que, a análise dos dados das sondagens geotécnicas realizadas no local da obra indicou que o nível do aquífero na área é bastante raso.

A área do empreendimento está situada na porção emersa da Bacia Sedimentar de Campos, a qual contém os principais sistemas aquíferos sedimentares do Estado do Rio de Janeiro, e composta por sedimentos continentais e marinhos de idade Terciária, parcialmente recobertos por sedimentos Quaternários. As formações sedimentares correspondem a quatro sistemas aquíferos com base nas definições do Mapa de Favorabilidade Hidrogeológica do Estado do Rio de Janeiro (BARRETO *et al.*, 2000). O Porto do Açu está localizado especificamente sobre o Aquífero São Tomé II, que é um sistema bastante produtivo, e possuindo diversas captações que abastecem comunidades locais.

Foram instalados dez poços de monitoramento (PM), no entanto só foram empregados nove equipamentos, desde que as medidas no PM de número 5 foram impossibilitadas devido a sua locação.

A rede de poços foi dimensionada de forma a identificar qualquer eventual contaminação que pudesse ser carregada a partir da área do empreendimento, tanto pelo fluxo superficial quanto pelo subterrâneo, e com potencial de afetar o sistema hídrico em seu entorno.

Na **Figura 4.2.5.6-27** é apresentada a localização dos poços em relação à obra, às lagoas e ao referido poço, juntamente com as coordenadas UTM de instalação dos PM.

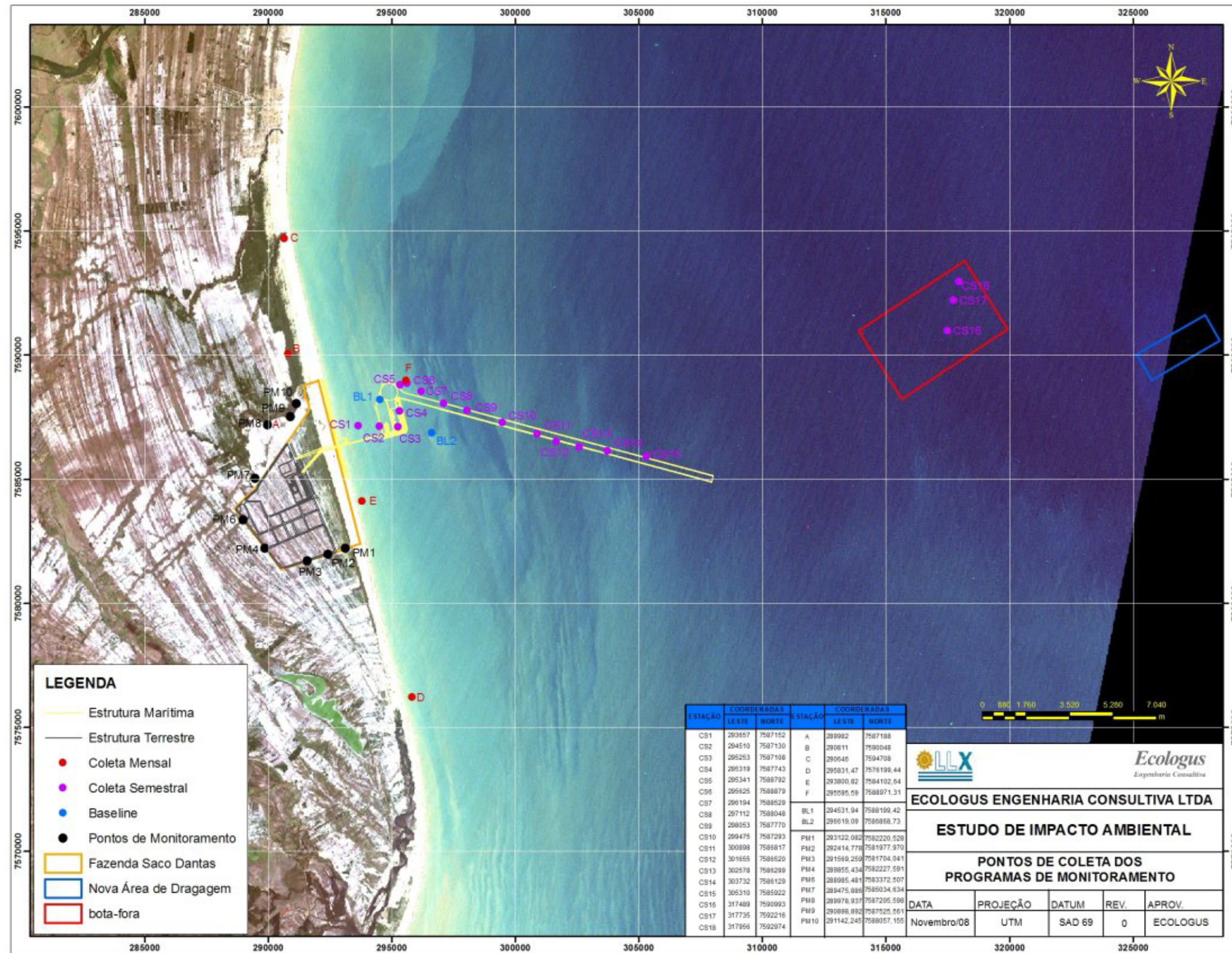


Figura 4.2.5.6-27: Localização dos Poços

Metodologia

O regime de monitoramento ocorreu numa base mensal para avaliação das características do sistema aquífero. Esta atividade incluiu uma primeira avaliação nos meses de março e repetida em abril, e que contemplou uma gama maior (avaliação completa) de parâmetros bacteriológicos e físico-químicos, os quais estão indicados no **Quadro 4.2.5.6-7**. As avaliações subseqüentes nos meses de maio, junho, julho, e agosto de 2008 contemplaram uma gama menor (avaliação reduzida) de parâmetros indicados no **Quadro 4.2.5.6-8**. Os dados da campanha de setembro também se referem à avaliação completa dos parâmetros monitorados.

QUADRO 4.2.5.6-7: PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA PARA AS AVALIAÇÕES COMPLETAS

ELEMENTOS	
Arsênico total	Manganês solúvel
Berílio total	Manganês total
Bicarbonatos em CaCO_3	Mercúrio total
Cádmio total	Níquel total
Cálcio em CaCO_3	Nitrogênio amoniacal
Carbonatos em CaCO_3	Nitrogênio de nitratos
Chumbo total	Nitrogênio de nitritos
Cloretos	Nitrogênio kjeldhal
Cobre total	Nitrogênio total
Coliformes fecais	Óleos e graxas (Solúveis em Éter)
Coliformes totais	Oxigênio dissolvido - OD
Condutividade elétrica	pH a 25 ° C
Cromo trivalente	Prata total
Contagem de bactérias	Potássio total
DBO	Resíduo filtrável total
DQO	Resíduo não filtrável total
Dureza de carbonatos em CaCO_3	Selênio total
Dureza de não carbonatos em CaCO_3	Sílica solúvel
Dureza total em CaCO_3	Sódio total
Ferro solúvel	Sulfatos
Ferro total em Fe^{+2+3}	Temperatura
Fluoretos	Titânio total
Fosfatos	Turbidez
Magnésio em CaCO_3	Zinco total

QUADRO 4.2.5.6-8: PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA AS AVALIAÇÕES REDUZIDAS (MENSAIS)

ELEMENTOS	
Cloretos	Nitrogênio amoniacal
Coliformes fecais	Nitrogênio de nitratos
Coliformes totais	Nitrogênio de nitritos
Condutividade elétrica	Óleos e graxas (solúveis em éter)
Contagem de bactérias	Oxigênio dissolvido - OD
DBO	pH a 25 ° C
DQO	Resíduo filtrável total
Ferro solúvel	Resíduo não filtrável total
Ferro total em Fe+2+3	Sódio total
Manganês solúvel	Temperatura
Manganês total	Turbidez

Resultados e Comentários

No mês de agosto foram mensurados os valores da cota topo do tubo, cota do terreno e cota do nível de água de cada PM, e cujos valores são indicados no **Quadro 4.2.5.6-9** e **Figura 4.2.5.6-28**, a seguir.

QUADRO 4.2.5.6-9 : VARIAÇÃO DOS VALORES DO NÍVEL D'ÁGUA NOS POÇOS DE MONITORAMENTO

PM Nº	COTA TOPO DO TUBO (M)	COTA DO TERRENO (M)	COTA DO NÍVEL DE ÁGUA (M)
01	3,542	3,152	1,422
02	3,174	2,774	1,874
03	3,575	3,115	2,215
04	3,533	3,123	2,433
06	3,493	3,083	2,323
07	3,083	2,703	1,833
08	2,109	1,789	0,509
09	3,123	2,743	0,723
10	3,214	2,764	0,544

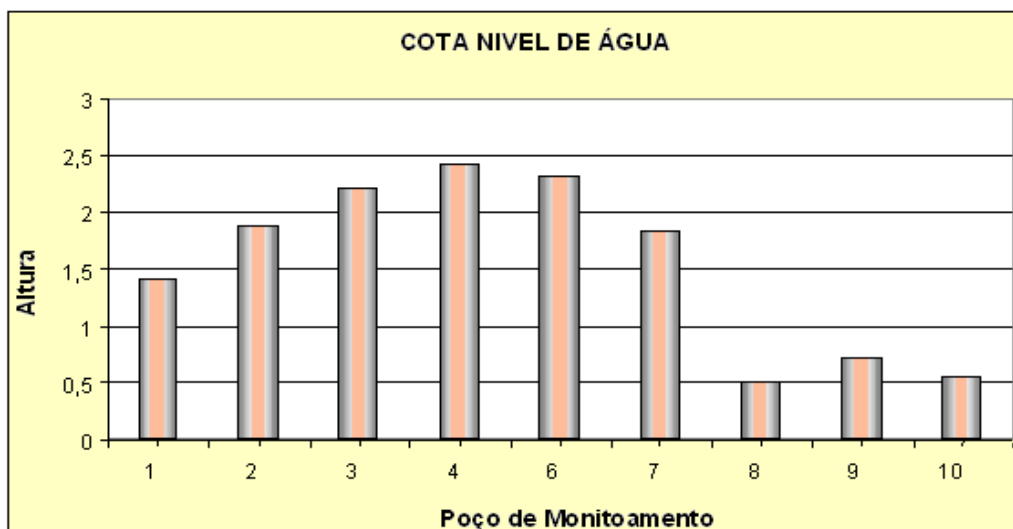


Figura 4.2.5.6-28: Variação do nível d'água nos poços de monitoramento dos piezômetros.

A variação das cotas dos níveis d'água nos poços de monitoramento, como indicado na campanha de agosto, sugere a ocorrência de um gradiente hidráulico na área do empreendimento, e com provável fluxo de escoamento de água no sentido SW – NE, respectivamente, dos poços 4 e 6 para os poços 8 a 10 locados próximos a lagoa de Iquipari.

Os resultados obtidos para os parâmetros químicos e físico-químicos foram interpretados como teores de *baseline* do sistema hídrico subterrâneo da área do empreendimento. Com a publicação em 03 de abril de 2008 da Resolução CONAMA 396, a qual dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para enquadramento das águas subterrâneas, foram apresentados valores comparativos da Resolução para água utilizada para dessedentação de animais e irrigação, cuja destinação constitui o uso preponderante deste recurso pela população do entorno. Observa-se que o sistema hídrico ainda não foi classificado para sua finalidade de uso, o qual é de competência do órgão ambiental estadual.

No **Quadro 4.2.5.6-10**, a seguir, são apresentados os parâmetros com valores máximos permitidos, limites de quantificação das análises, e limite de quantificação praticável da Resolução CONAMA 396/2008.

**QUADRO 4.2.5.6-10 : PARÂMETROS, LIMITES DE QUANTIFICAÇÃO E
RESOLUÇÃO CONAMA 396/2008**

Parâmetros	Unidade	Limite de Quantificação das Análises- LQ	CONAMA 396 - 03/06/2008		
			Valores Máximos Permitidos - VMP		
			Usos Preponderantes da Água		Limite de Quantificação Praticável - LQP
			Dessedentação de Animais	Irrigação	
Arsênico total	µg/l	10	200		8
Berílio total	µg/l	10	100	100	4
Bicarbonatos em CaCO3	mg/l				
Cádmio total	µg/l	10	50	10	5
Cálcio em CaCO3	mg/kg				
Carbonatos em CaCO3	mg/l				
Chumbo total	µg/l	10	100	5000	10
Cloretos	mg/l	2		100 a 700	2
Cobre total	µg/l	5	500	200	50
Condutividade	µS/cm	1			
Cromo trivalente	mg/l	0,01			
DBO	mg/l	8			
DQO	mg/l	15			
Dureza de carbonatos em CaCO3	mg/l	5			
Dureza de não carbonatos em CaCO3	mg/l	5			
Dureza total em CaCO3	mg/l	5			
Ferro solúvel	mg/l	0,002			
Ferro total	µg/l	2		5000	100
Fluoretos	mg/l	0,5	2	1	0,5
Fosfato	mg/l	0,02			
Magnésio (como MgO)	mg/kg	0,02			
Manganês solúvel	mg/l	0,0001			
Manganês total	µg/l	0,5	50	200	25
Mercurio total	µg/l	0,05	10	2	1
Níquel total	µg/l	10	1000	200	10
Nitrogênio amoniacal	mg/l	0,1			
Nitrogênio de nitratos	mg/l	0,2	90		0,3
Nitrogênio de nitritos	mg/l	0,04	10	1	0,02
Nitrogênio Kjeldhal	mg/l	0,5			
Oxigênio Dissolvido - OD	mg/l	0,1			
Óleos e graxas	mg/l	1			
pH		0 - 14			
Potássio total	µg/l	500			
Prata total	µg/l	5			
Resíduo filtrável total	mg/l	2			
Resíduo não filtrável total	mg/l	2			
Salinidade		0,1			
Selênio total	µg/l	8	50	20	10
Sílica Solúvel	mg/l				
Sódio total	µg/l	0,05			
Sulfatos	mg/l	5	1000		5
Sulfeto	mg/l	0,05			
Temperatura da água	°C	-			
Temperatura do ar	°C				
Titânio total	µg/l	10			
Turbidez	NTU	0,1			
Zinco total	µg/l	10	24000	2000	100
Contagem de Bactérias	UFC/ml	100			
Coliformes fecais	P/A em 100ml	-	200		
Coliformes totais	P/A em 100ml	-	200		

Os Quadros 4.2.5.6-11 a 4.2.5.6-19 apresentam uma compilação dos resultados obtidos nas verificações realizadas até setembro de 2008.

Como indicado pelos dados, dentre os vários parâmetros monitorados óleos e graxas apresentaram um pequeno incremento de concentração nas campanhas de junho e julho, observados em todos os pontos de monitoramento. Na campanha de agosto foi detectada uma redução dos níveis para os teores pretéritos constatados nas campanhas de março a maio. Houve exceção para os PM 1 e PM2. Para os demais parâmetros de monitoramento, avaliados nas coletas de junho e agosto, foram observadas variações de concentração na mesma ordem de magnitude constatada nas campanhas anteriores.

Na campanha de setembro, os teores de óleos e graxas apresentaram novamente um incremento de concentração para todos os poços de coletas (Figura 4.2.5.6-29), incluindo valor acima da média observada desde o início das campanhas, como no piezômetro 10 (4 mg/L). Os demais parâmetros indicaram níveis de concentração referentes aos teores de *baseline* desse sistema hídrico.

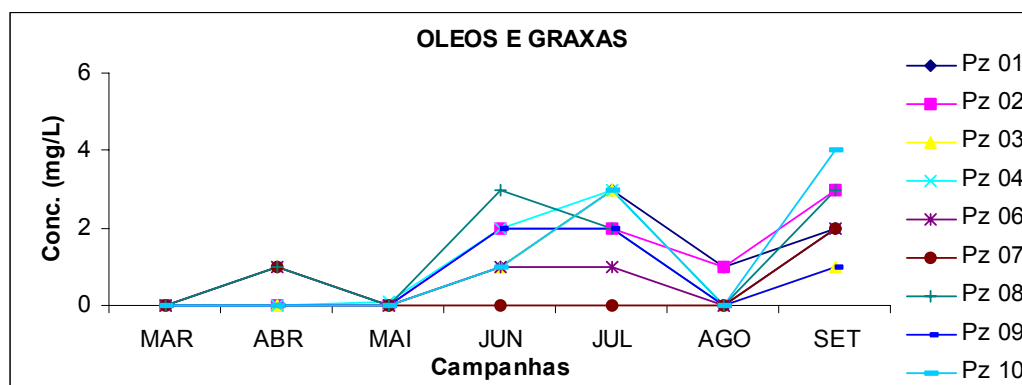


Figura 4.2.5.6-29: Variação temporal dos teores de concentração de óleos e graxas nos poços de monitoramento.

QUADRO 4.2.5.6-11: COMPILAÇÃO DE RESULTADOS –PM1

Parâmetros	Unidade.	2008						
		Mês						
		Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Arsênico total	µg/l	<10	10					<10
Berílio total	µg/l	<10	<10					<10
Bicarbonatos em CaCO ₃	mg/l		164					158
Cádmio total	µg/l	<1	<1					<1
Cálcio em CaCO ₃	mg/kg	46	39					0,01
Carbonatos em CaCO ₃	mg/l		<5					0
Chumbo total	µg/l	84	11					<10
Cloretos	mg/l		62,2	67,8	52,4	58,4	49,5	47,2
Cobre total	µg/l	5	9					5,3
Condutividade	µS/cm	638	538	525	602	595	896	696
Cromo trivalente	mg/l	<0,01	<0,01					<0,01
DBO	mg/l	23	47	8	8	23	23	6,7
DQO	mg/l	211	151	5	39	104	120	40
Dureza de carbonatos em CaCO ₃	mg/l	202	164					158
Dureza de não carbonatos em CaCO ₃	mg/l	<5	34					<5
Dureza total em CaCO ₃	mg/l	<5	198					80
Ferro solúvel	mg/l	2,3	5,4	7	1,9	3,6	5,7	2,1
Ferro total	µg/l		23000	8999	4988	8160	12800	5881
Fluoretos	mg/l	<0,5	<0,5					<0,5
Fosfato	mg/l	<0,1	<0,1					<0,1
Magnésio (como MgO)	mg/kg	15	8,4					8,4
Manganês solúvel	mg/l	0,129	0,076	0,054	0,046	0,048	0,054	0,033
Manganês total	µg/l		89	55	56,5	50	71,1	42,9
Mercurio total	µg/l	0,05	<0,05					<0,05
Níquel total	µg/l	<10	<10					<10
Nitrogênio amoniacal	mg/l	1,1	0,81	0,81	1	1,4	0,9	1,3
Nitrogênio de nitratos	mg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,2	< 0,2	< 0,2	<0,5
Nitrogênio de nitritos	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,047	< 0,04	< 0,04	<0,1
Nitrogênio Kjeldhal	mg/l	7,1	6,5					7,2
Oxigênio Dissolvido - OD	mg/l	6,8	1,9	1,8	2,7	3,5	2,3	1,6
Óleos e graxas	mg/l	<1	<1	<1	1	3	1	2
pH		7,21	6,82	6,84	6,61	7,68	6,8	6,6
Potássio total	µg/l	7100	2500					2259
Prata total	µg/l	<5	<5					<5
Resíduo filtrável total	mg/l	613	525	411	365	318	323	13
Resíduo não filtrável total	mg/l	92	64	295	457	352	350	
Salinidade		<0,1	<0,1					<0,1
Selênio total	µg/l	<8	<8					<8
Sílica Solúvel	mg/l		10					7
Sódio total	µg/l	52400	45400	18600	30000	21,6	20,1	26340
Sulfatos	mg/l	9,6	<5					<5
Sulfeto	mg/l	<0,05	<0,05					<0,05
Temperatura da água	°C	35	29	27	26	26	26	27
Temperatura do ar	°C	29,8	27					28,8
Titânio total	µg/l	<10	<10					<10
Turbidez	NTU	196	61	7,6	39	12	31	3
Zinco total	µg/l	397	198					68,8
Contagem de Bactérias	UFC/ml		100	900	900000	487	1100	570
Coliformes fecais	P/A em 100ml		presentes	ausentes	ausentes	ausentes	presentes	ausentes
Coliformes totais	P/A em 100ml		presentes	presentes	presentes	presentes	presentes	presentes

QUADRO 4.2.5.6-12: COMPILAÇÃO DE RESULTADOS –PM2

Parâmetros	Unidade	2008						
		Mês						
		Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Arsênico total	mg/l	<10	<10					<10
Berílio total	mg/l	<10	<10					<10
Bicarbonatos em CaCO ₃	mg/l		74					69
Cádmio total	mg/l	<1	<1					<1
Cálcio em CaCO ₃	mg/kg	49	28					0,01
Carbonatos em CaCO ₃	mg/l		<5					0
Chumbo total	mg/l	176	18					<10
Cloretos	mg/l		57,2	92,9	61,6	68,6	64,6	64,4
Cobre total	mg/l	27,5	9					7,8
Condutividade	mS/cm	331	348	440	541	497	420	518
Cromo trivalente	mg/l	<0,01	<0,01					<0,01
DBO	mg/l	<11	44	598	5,1	27	22	6,3
DQO	mg/l	136	114	3000	37	117	92	39
Dureza de carbonatos em CaCO ₃	mg/l	98	74					69
Dureza de não carbonatos em CaCO ₃	mg/l	8	25					<5
Dureza total em CaCO ₃	mg/l	106	99					12
Ferro solúvel	mg/l	2,2	3,9	3,9	0,122	4,5	6,7	6,1
Ferro total	mg/l		17400	10180	8067	13810	10440	7525
Fluoretos	mg/l	<0,2	<0,2					<0,2
Fosfato	mg/l	<0,04	<0,04					<0,04
Magnésio (como MgO)	mg/kg	8	8,6					10
Manganês solúvel	mg/l	0,114	0,055	0,071	0,107	0,115	0,097	0,086
Manganês total	mg/l		135	131	113	126	110	92,3
Mercurio total	mg/l	<0,05	<0,05					<0,05
Níquel total	mg/l	<10	<10					<10
Nitrogênio amoniacal	mg/l	1,1	1,2	1,6	1,4	0,89	2,1	1,7
Nitrogênio de nitratos	mg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	< 0,2	< 0,2	<0,2
Nitrogênio de nitritos	mg/l	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	< 0,04	< 0,04	<0,04
Nitrogênio Kjeldhal	mg/l	6,6	6,1					5,9
Oxigênio Dissolvido - OD	mg/l	7	2,4	1,8	1,8	4,1	1,7	2,1
Óleos e graxas	mg/l	<1	<1	<1	2	2	1	3
pH		6,17	6,26	6,11	5,75	6,89	6,01	5,94
Potássio total	mg/l	7780	3200					6018
Prata total	mg/l	<5	<5					<5
Resíduo filtrável total	mg/l	702	362	312	283	223	204	<2
Resíduo não filtrável total	mg/l	332	26	322	335	315	218	
Salinidade		<0,1	<0,1					28
Selênio total	mg/l	<8	<8					<8
Sílica Solúvel	mg/l		11					8
Sódio total	mg/l	31605	35400	20000	29900	26,8	20,6	28398
Sulfatos	mg/l	5,2	<2					<2
Sulfeto	mg/l	<0,05	<0,05					<0,05
Temperatura da água	°C	30	29	28	26	28	28	28
Temperatura do ar	°C	30	30					32,1
Titânio total	mg/l	111	<10					<10
Turbidez	NTU	384	27	6,2	26	14	24	6,1
Zinco total	mg/l	146	68					33
Contagem de Bactérias	UFC/ml		78000	151	1600	389	1000	250
Coliformes fecais	P/A em 100ml		ausentes	ausentes	ausentes	ausentes	presentes	ausente
Coliformes totais	P/A em 100ml		presentes	ausentes	presentes	ausentes	presentes	presente

QUADRO 4.2.5.6-13: COMPILAÇÃO DE RESULTADOS –PM3

Parâmetros	Unidade	2008						
		Mês						
		Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Arsênico total	µg/l	<10	15					<10
Berílio total	µg/l	<10	<10					<10
Bicarbonatos em CaCO ₃	mg/l		172					162
Cádmio total	µg/l	<1	<1					<1
Cálcio em CaCO ₃	mg/kg	99	38					0,01
Carbonatos em CaCO ₃	mg/l		<5					0
Chumbo total	µg/l	164	27					<10
Cloretos	mg/l		43,8	45,7	34,5	14,2	35,7	31,6
Cobre total	µg/l	29,9	9					<5
Condutividade	µS/cm	452	477	583	542	519	829	602
Cromo trivalente	mg/l	<0,01	<0,01					<0,01
DBO	mg/l	13	44	23	4,1	24	30	14
DQO	mg/l	141	120	103	38	93	115	40
Dureza de carbonatos em CaCO ₃	mg/l	203	150					162
Dureza de não carbonatos em CaCO ₃	mg/l	21	<5					< 5
Dureza total em CaCO ₃	mg/l	224	<5					8
Ferro solúvel	mg/l	4,3	5,6	7	0,867	3,1	5,6	5
Ferro total	µg/l		9800	9063	6150	8355	8452	5743
Fluoretos	mg/l	<0,2	<0,2					<0,2
Fosfato	mg/l	<0,04	<0,04					<0,04
Magnésio (como MgO)	mg/kg	11	8,7					6,7
Manganês solúvel	mg/l	0,11	0,045	0,054	0,049	0,055	0,041	0,035
Manganês total	µg/l		75	68,3	57,7	75	54	38,7
Mercurio total	µg/l	<0,05	<0,05					<0,05
Níquel total	µg/l	<10	<10					<10
Nitrogênio amoniacal	mg/l	1,6	1,7	1,6	1,3	1,5	1,6	2,8
Nitrogênio de nitratos	mg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	< 0,2	< 0,2	<0,2
Nitrogênio de nitritos	mg/l	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	< 0,04	< 0,04	<0,04
Nitrogênio Kjeldhal	mg/l	14	3,8					5,5
Oxigênio Dissolvido - OD	mg/l	7,1	2,3	1,7	1,4	3	1,3	1,2
Óleos e graxas	mg/l	<1	<1	<1	1	3	< 1	1
pH		8,51	7,25	6,95	6,58	7,5	6,64	6,56
Potássio total	µg/l	44213	5000					3830
Prata total	µg/l	<5	<5					<5
Resíduo filtrável total	mg/l	824	445	306	307	160	292	21
Resíduo não filtrável total	mg/l	341	51	272	361	245	299	
Salinidade		<0,1	<0,1					<0,1
Selênio total	µg/l	<8	<8					<8
Sílica Solúvel	mg/l		10					10
Sódio total	µg/l	52431	28400	11800	21400	15,3	12,4	18633
Sulfatos	mg/l	4,1	<2					3,2
Sulfeto	mg/l	<0,05	<0,05					<0,05
Temperatura da água	°C	30	28	27	26	27	28	26
Temperatura do ar	°C	31	29,5					31
Titânio total	µg/l	68,5	<10					<10
Turbidez	NTU	693	61	26	30	28	20	6,2
Zinco total	µg/l	258	113					29,2
Contagem de Bactérias	UFC/ml		79000	120	150	282	6800	1800
Coliformes fecais	P/A em 100ml		ausentes	ausentes	ausentes	ausentes	presentes	ausente
Coliformes totais	P/A em 100ml		presentes	ausentes	presentes	ausentes	presentes	presentes

QUADRO 4.2.5.6-14: COMPILAÇÃO DE RESULTADOS –PM4

Parâmetros	Unidade	2008						
		Mês						
		Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Arsênico total	µg/l	16	18					<10
Berílio total	µg/l	<10	<10					<10
Bicarbonatos em CaCO ₃	mg/l		177					117
Cádmio total	µg/l	<1	<1					<1
Cálcio em CaCO ₃	mg/kg	24	34					36
Carbonatos em CaCO ₃	mg/l		<5					0
Chumbo total	µg/l	218	25					27,3
Cloretos	mg/l		28,6	15,6	11,5	14,8	24,7	11,3
Cobre total	µg/l	<5	8					6,2
Condutividade	µS/cm	300	323	292	327	390	376	361
Cromo trivalente	mg/l	<0,01	<0,01					<0,01
DBO	mg/l	<6	41	7,8	4,3	15	22	8,5
DQO	mg/l	61	108	55	27	38	95	29
Dureza de carbonatos em CaCO ₃	mg/l	108	177					117
Dureza de não carbonatos em CaCO ₃	mg/l	<5	<5					<5
Dureza total em CaCO ₃	mg/l	<5	144					67
Ferro solúvel	mg/l	0,263	0,183	1	0,787	1,5	2,5	1,2
Ferro total	µg/l		10800	10222	23157	11290	8577	10172
Fluoretos	mg/l	0,2	<0,2					<0,2
Fosfato	mg/l	<0,02	<0,04					<0,04
Magnésio (como MgO)	mg/kg	3,1	4,5					3,4
Manganês solúvel	mg/l	0,014	<0,01	0,015	0,05	0,018	0,045	0,013
Manganês total	µg/l		255	215	472	158	113	160
Mercúrio total	µg/l	<0,05	<0,05					<0,05
Níquel total	µg/l	<10	<10					<10
Nitrogênio amoniacal	mg/l	0,65	0,95	0,69	1,1	1,2	6,2	0,97
Nitrogênio de nitratos	mg/l	<0,1	<0,2	<0,1	<0,1	< 0,1	< 0,2	<0,2
Nitrogênio de nitritos	mg/l	<0,02	<0,04	<0,02	<0,02	< 0,02	< 0,04	<0,04
Nitrogênio Kjeldhal	mg/l	2	3,3					8,5
Oxigênio Dissolvido - OD	mg/l	6,9	2,4	1,9	1,8	3,7	1,4	2,3
Óleos e graxas	mg/l	<1	<1	0,1	2	3	< 1	2
pH		9,12	7,99	7,01	6,57	7,59	6,79	6,74
Potássio total	µg/l	5100	3300					2760
Prata total	µg/l	<5	<5					<5
Resíduo filtrável total	mg/l	901	2627	197	204	123	177	174
Resíduo não filtrável total	mg/l	605	243	7,01	450	197	254	
Salinidade		<0,1	<0,1					<0,1
Selênio total	µg/l	<8	<8					<8
Sílica Solúvel	mg/l		17					10
Sódio total	µg/l	24400	19400	5000	7860	5,02	11,6	6961
Sulfatos	mg/l	5,8	<2					<2
Sulfeto	mg/l	<0,05	<0,05					<0,05
Temperatura da água	°C	29	27	26	25	26	25	25
Temperatura do ar	°C	30	26,4					33,1
Titânio total	µg/l	<10	<10					49,9
Turbidez	NTU	1000	305	8,9	637	60	34	6,2
Zinco total	µg/l	111	368					435
Contagem de Bactérias	UFC/ml		90000	6	7000000	600	3500	250000
Coliformes fecais	P/A em 100ml		ausentes	presentes	ausentes	Ausentes	presentes	presentes
Coliformes totais	P/A em 100ml		presentes	presentes	presentes	presentes	presentes	presentes

QUADRO 4.2.5.6-15: COMPILAÇÃO DE RESULTADOS –PM6

Parâmetros	Unidade	2008						
		Mês						
		Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Arsênico total	µg/l	64,7	19					<10
Berílio total	µg/l	<10	<10					<10
Bicarbonatos em CaCO3	mg/l		155					179
Cádmio total	µg/l	<1	<1					<1
Cálcio em CaCO3	mg/kg	636	38					39
Carbonatos em CaCO3	mg/l		<5					0
Chumbo total	µg/l	1309	18					<10
Cloretos	mg/l		128	178	132	174	163	166
Cobre total	µg/l	120	8					6,5
Condutividade	µS/cm	662	780	858	940	1037	968	1413
Cromo trivalente	mg/l	<0,01	<0,01					<0,01
DBO	mg/l	<30	56	20	28	32	43	12
DQO	mg/l	332	158	138	141	142	110	39
Dureza de carbonatos em CaCO3	mg/l	275	<5					5
Dureza de não carbonatos em CaCO3	mg/l	958	98					5
Dureza total em CaCO3	mg/l	1233	98					5
Ferro solúvel	mg/l	8,9	1,9	2,2	2	2,6	2,8	1,4
Ferro total	µg/l		8000	7002	5047	5058	4331	3338
Fluoretos	mg/l	<0,5	<0,5					<0,5
Fosfato	mg/l	<0,1	<0,1					<0,01
Magnésio (como MgO)	mg/kg	71	13					17
Manganês solúvel	mg/l	0,111	0,024	0,048	0,058	0,06	0,069	0,044
Manganês total	µg/l		94	75	104	60,7	70	51,3
Mercurio total	µg/l	<0,05	<0,05					<0,05
Níquel total	µg/l	93,2	<10					<10
Nitrogênio amoniacal	mg/l	1,9	2,3	2,7	2,6	2,3	2,6	3,1
Nitrogênio de nitratos	mg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	< 0,5	< 0,5	<0,5
Nitrogênio de nitritos	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	< 0,1	< 0,1	<0,1
Nitrogênio Kjeldhal	mg/l	51	2,9					8,5
Oxigênio Dissolvido - OD	mg/l	7,0	3,3	1,9	1,7	3,9	1,5	2,7
Óleos e graxas	mg/l	<1	1	<1	1	1	< 1	2
pH		7,33	6,73	6,55	6,24	7,19	6,23	6,21
Potássio total	µg/l	46140	19400					23678
Prata total	µg/l	<5	<5					<5
Resíduo filtrável total	mg/l	151	688	464	500	558	512	69
Resíduo não filtrável total	mg/l	151	132	593	2747	588	554	
Salinidade		<0,1	<0,1					<0,1
Selênio total	µg/l	<8	<8					<8
Sílica Solúvel	mg/l		12					11
Sódio total	µg/l	82781	85400	40200	65600	48,7	47	747
Sulfatos	mg/l	<5	<5					<5
Sulfeto	mg/l	<0,05	<0,05					<0,05
Temperatura da água	°C	29	27	26	25	26	25	25
Temperatura do ar	°C	30,1	26					30,4
Titânio total	µg/l	7318	<10					10,3
Turbidez	NTU	129	196	7,8	21	5,1	21	25
Zinco total	µg/l	9095	316					24,3
Contagem de Bactérias	UFC/ml		89000	208	130	490	700	1400
Coliformes fecais	P/A em 100ml		ausentes	ausentes	ausentes	Ausentes	presentes	presentes
Coliformes totais	P/A em 100ml		presentes	ausentes	presentes	Ausentes	presentes	presentes

QUADRO 4.2.5.6-16: COMPILAÇÃO DE RESULTADOS –PM7

Parâmetros	Unidade	2008						
		Mês						
		Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Arsênico total	µg/l	58,3	10					<10
Berílio total	µg/l	<10	<10					<10
Bicarbonatos em CaCO3	mg/l		11					17
Cádmio total	µg/l	<1	<1					<1
Cálcio em CaCO3	mg/kg	35	7					8,4
Carbonatos em CaCO3	mg/l		<5					0
Chumbo total	µg/l	101	37					<10
Cloretos	mg/l		7,8	9,3	8	9,8	8,8	8,2
Cobre total	µg/l	33,1	5					6,4
Condutividade	µS/cm	93	71	125	154	180	85	100
Cromo trivalente	mg/l	<0,01	<0,01					<0,01
DBO	mg/l	<10	29	17	16	25	15	8,2
DQO	mg/l	113	78	79	52	67	59	45
Dureza de carbonatos em CaCO3	mg/l	26	7					17
Dureza de não carbonatos em CaCO3	mg/l	<5	<5					<5
Dureza total em CaCO3	mg/l	30	<5					22
Ferro solúvel	mg/l	0,969	0,602	0,616	0,245	1	1,8	2,3
Ferro total	µg/l		5400	3852	1693	3230	3924	3723
Fluoretos	mg/l	<0,1	<0,1					<0,1
Fosfato	mg/l	<0,02	<0,02					<0,02
Magnésio (como MgO)	mg/kg	4,0	1,7					2,7
Manganês solúvel	mg/l	0,053	0,029	0,035	0,028	0,035	0,035	0,027
Manganês total	µg/l		70	46,6	39,4	36,6	37,7	31,8
Mercurio total	µg/l	<0,05	<0,05					<0,05
Níquel total	µg/l	<10	<10					<10
Nitrogênio amoniacal	mg/l	0,34	0,39	0,37	0,57	0,82	0,7	0,25
Nitrogênio de nitratos	mg/l		<0,1	<0,1	<0,1	< 0,1	< 0,1	<0,1
Nitrogênio de nitritos	mg/l		<0,02	<0,02	<0,02	< 0,02	< 0,02	<0,02
Nitrogênio Kjeldhal	mg/l	2,7	2,2					5,7
Oxigênio Dissolvido - OD	mg/l	7,0	2,4	5,57	2	3,7	1,1	1,7
Óleos e graxas	mg/l	<1	1	<1	<1	< 1	< 1	2
pH		6,22	5,7	5,57	5,22	6,34	5,28	5,43
Potássio total	µg/l	998	503					503
Prata total	µg/l	<5	<5					<5
Resíduo filtrável total	mg/l	40	105	129	82	97	46	40
Resíduo não filtrável total	mg/l		22	171	100	101	77	
Salinidade		<0,1	<0,1					<0,1
Selênio total	µg/l	<8	<8					<8
Sílica Solúvel	mg/l		8					8
Sódio total	µg/l	7132	4400	3290	5110	3,68	3,56	132
Sulfatos	mg/l	9,0	1,2					<1
Sulfeto	mg/l		<0,05					0,21
Temperatura da água	°C	29	28	28	26	27	27	25
Temperatura do ar	°C	30,5	27,7					27,4
Titânio total	µg/l	273	<10					17,3
Turbidez	NTU	44	22	15	27	20	33	6,8
Zinco total	µg/l	702	6200					114
Contagem de Bactérias	UFC/ml		270	122	500	1200	2200	320
Coliformes fecais	P/A em 100ml		ausentes	ausentes	ausentes	ausentes	presentes	ausentes
Coliformes totais	P/A em 100ml		presentes	ausentes	presentes	presentes	presentes	ausentes

QUADRO 4.2.5.6-17: COMPILAÇÃO DE RESULTADOS –PM8

Parâmetros	Unidade	2008						
		Mês						
		Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Arsênico total	µg/l	92,9	20					20
Berílio total	µg/l	<10	<10					<10
Bicarbonatos em CaCO ₃	mg/l		111					119
Cádmio total	µg/l	<1	<1					<1
Cálcio em CaCO ₃	mg/kg	188	32					35
Carbonatos em CaCO ₃	mg/l		<5					0
Chumbo total	µg/l	446	57					13,8
Cloretos	mg/l		21,9	31,1	15,3	16,5	17,8	17,3
Cobre total	µg/l	120	<5					<5
Condutividade	µS/cm	330	321	258	310	296	318	390
Cromo trivalente	mg/l	<0,01	<0,01					<0,01
DBO	mg/l	<25	17	22	16	22	15	11
DQO	mg/l	291	45	73	46	58	30	30
Dureza de carbonatos em CaCO ₃	mg/l	143	111					119
Dureza de não carbonatos em CaCO ₃	mg/l	7	15					<5
Dureza total em CaCO ₃	mg/l	150	126					81
Ferro solúvel	mg/l	1,1	0,71	1,1	1	1,3	0,331	0,458
Ferro total	µg/l		7300	8230	12917	9305	7568	4750
Fluoretos	mg/l	,0,2	<0,2					<0,2
Fosfato	mg/l	<0,04	<0,04					<0,04
Magnésio (como MgO)	mg/kg	17	5,7					5,9
Manganês solúvel	mg/l	0,041	0,046	0,066	0,027	0,055	0,101	0,023
Manganês total	µg/l		104	103	107	69	0,055	48,1
Mercurio total	µg/l	<0,05	<0,05					<0,05
Níquel total	µg/l	24,2	<10					<10
Nitrogênio amoniacal	mg/l	0,54	0,61	0,62	0,61	0,65	0,62	1,1
Nitrogênio de nitratos	mg/l		<0,2	<0,2	<0,2	< 0,1	< 0,1	<0,2
Nitrogênio de nitritos	mg/l		<0,04	<0,04	<0,02	< 0,02	< 0,02	<0,04
Nitrogênio Kjeldhal	mg/l	6,6	2,7					1,8
Oxigênio Dissolvido - OD	mg/l	7,2	2,9	1,5	1,8	4,1	1,1	1,9
Óleos e graxas	mg/l	<1	1	<1	3	2	< 1	3
pH		7,61	7,67	7,47	7,04	7,65	7,29	7,12
Potássio total	µg/l	5943	4400					2149
Prata total	µg/l	<5	<5					<5
Resíduo filtrável total	mg/l	291	364	213	191	167	163	108
Resíduo não filtrável total	mg/l		105	246	251	201	206	
Salinidade		<0,1	<0,1					<0,1
Selênio total	µg/l	<8	<8					<8
Sílica Solúvel	mg/l		9					7
Sódio total	µg/l	659	14000	8290	11100	6,85	9,47	350
Sulfatos	mg/l	7,1	<2					<2
Sulfeto	mg/l		<0,05					<0,05
Temperatura da água	°C	28	28	26	26	28	27	27
Temperatura do ar	°C	31	26,2					31
Titânio total	µg/l	831	<10					12,5
Turbidez	NTU	462	61	17	38	36	44	9,8
Zinco total	µg/l	5137	379					289
Contagem de Bactérias	UFC/ml		200	292	850000	375	24000	20000
Coliformes fecais	P/A em 100ml		ausentes	ausentes	ausentes	ausentes	presentes	ausente
Coliformes totais	P/A em 100ml		presentes	ausentes	presentes	ausentes	presentes	ausente

QUADRO 4.2.5.6-18: COMPILAÇÃO DE RESULTADOS –PM9

Parâmetros	Unidade	2008						
		Mês						
		Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Arsênico total	µg/l	53,8	18					<10
Berílio total	µg/l	<10	<10					<10
Bicarbonatos em CaCO ₃	mg/l		51					59
Cádmio total	µg/l	<1	<1					<1
Cálcio em CaCO ₃	mg/kg	60	24					27
Carbonatos em CaCO ₃	mg/l		<5					0
Chumbo total	µg/l	89,4	28					<10
Cloretos	mg/l		9,6	11,9	8,6	13,4	12,3	11
Cobre total	µg/l	33,2	<5					<5
Condutividade	µS/cm	196	193	222	201	222	570	231
Cromo trivalente	mg/l	<0,01	<0,01					<0,01
DBO	mg/l	3,8	<2	<2	<2	< 2	< 2	<2
DQO	mg/l	31	23	8	11	20	< 5	13
Dureza de carbonatos em CaCO ₃	mg/l	79	51					59
Dureza de não carbonatos em CaCO ₃	mg/l	<5	11					<5
Dureza total em CaCO ₃	mg/l	81	62					43
Ferro solúvel	mg/l	3,3	3,5	2,8	2,2	3,2	6,5	5,1
Ferro total	µg/l		10500	7448	4273	7022	7786	5139
Fluoretos	mg/l	<0,1	<0,1					<0,1
Fosfato	mg/l	<0,02	<0,02					<0,02
Magnésio (como MgO)	mg/kg	7,9	3,4					2,7
Manganês solúvel	mg/l	0,156	0,046	0,092	0,063	0,099	0,101	0,034
Manganês total	µg/l		148	96,6	106	117	112	81,8
Mercurio total	µg/l	<0,05	<0,05					<0,05
Níquel total	µg/l	<10	<10					<10
Nitrogênio amoniacal	mg/l	0,23	0,24	0,17	0,31	0,58	0,34	0,22
Nitrogênio de nitratos	mg/l		<0,1	<0,1	<0,1	< 0,1	< 0,1	<0,1
Nitrogênio de nitritos	mg/l		<0,02	<0,02	<0,02	< 0,02	< 0,02	<0,02
Nitrogênio Kjeldhal	mg/l	1,3	0,86					3,7
Oxigênio Dissolvido - OD	mg/l	7,6	2,5	2,2	3,1	3,1	1	1,7
Óleos e graxas	mg/l	<1	<1	< 1	2	2	< 1	1
pH		7,44	7,12	7,05	6,68	7,48	6,67	6,59
Potássio total	µg/l	5943	2200					1979
Prata total	µg/l	<5	<5					<5
Resíduo filtrável total	mg/l	470	177	157	124	82	67	5
Resíduo não filtrável total	mg/l		23	193	135	85	91	
Salinidade		<0,1	<0,1					<0,1
Selênio total	µg/l	<8	<8					<8
Sílica Solúvel	mg/l		9					7
Sódio total	µg/l	10309	6800	5060	5820	5,04	6,81	6118
Sulfatos	mg/l	30,7	15,9					3,2
Sulfeto	mg/l		<0,05					<0,05
Temperatura da água	°C	29	26	28	26	28	27	27
Temperatura do ar	°C	27,2	27,2					31,5
Titânio total	µg/l	557	<10					<10
Turbidez	NTU	193	36	17	56		29	18
Zinco total	µg/l	898	59					11,2
Contagem de Bactérias	UFC/ml		180	280	16300	327	1600	560
Coliformes fecais	P/A em 100ml		ausentes	ausentes	ausentes	ausentes	presentes	ausentes
Coliformes totais	P/A em 100ml		presentes	ausentes	presentes	ausentes	presentes	presentes

QUADRO 4.2.5.6-19: COMPILAÇÃO DE RESULTADOS –PM10

Parâmetros	Unidade	2008						
		Mês						
		Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Arsênio total	µg/l	79,6	<10					<10
Berílio total	µg/l	<10	<10					<10
Bicarbonatos em CaCO ₃	mg/l		90					46
Cádmio total	µg/l	<1	<1					<1
Cálcio em CaCO ₃	mg/kg	279	41					0,01
Carbonatos em CaCO ₃	mg/l		<5					0
Chumbo total	µg/l	296	15					<10
Cloretos	mg/l		6,9	9,3	8,8	11	10	11,6
Cobre total	µg/l	61,6	<5					<5
Condutividade	µS/cm	223	203	199	222	237	221	255
Cromo trivalente	mg/l	<0,01	<0,01					<0,01
DBO	mg/l	<37	9,3	<2	<2	7,1	< 2	<2
DQO	mg/l	463	27	<5	18	15	< 5	<5
Dureza de carbonatos em CaCO ₃	mg/l	112	90					46
Dureza de não carbonatos em CaCO ₃	mg/l	<5	< 5					39
Dureza total em CaCO ₃	mg/l	85	84					85
Ferro solúvel	mg/l	1,1	0,025	0,248	0,04	0,1	0,036	<0,01
Ferro total	µg/l		2100	2555	1956	1869	1083	278
Fluoretos	mg/l	<0,1	<0,1					<0,1
Fosfato	mg/l	<0,02	0,06					0,06
Magnésio (como MgO)	mg/kg	27	10					3,4
Manganês solúvel	mg/l	0,019	<0,01	0,015	<0.0001	0,015	0,005	<0,01
Manganês total	µg/l		66	69	42,1	36,2	34,4	12,7
Mercurio total	µg/l	<0,05	<0,05					<0,05
Níquel total	µg/l	17	<10					<10
Nitrogênio amoniacal	mg/l	0,22	<0,1	0,11	0,11	0,14	0,14	0,13
Nitrogênio de nitratos	mg/l		<0,1	<0,1	<0,1	< 0,1	< 0,1	<0,1
Nitrogênio de nitritos	mg/l		<0,02	0,03	<0,02	< 0,02	< 0,02	<0,02
Nitrogênio Kjeldhal	mg/l	13	1,3					0,56
Oxigênio Dissolvido - OD	mg/l	6,9	2,4	2,3	1,8	3,2	1,2	1,8
Óleos e graxas	mg/l	<1	<1	<1	1	3	< 1	4
pH		8,34	8,72	8,5	8,13	8,28	8,29	8,03
Potássio total	µg/l	5405	1200					1324
Prata total	µg/l	<5	<5					<5
Resíduo filtrável total	mg/l	92	365	159	108	108	158	6
Resíduo não filtrável total	mg/l		221	171	202	122	204	
Salinidade		<0,1	<0,1					0,1
Selênio total	µg/l	<8	<8					<8
Silica Solúvel	mg/l		9					7
Sódio total	µg/l	10508	5600	2930	1880	4,41	5,81	5943
Sulfatos	mg/l	19,5	16,2					21,2
Sulfeto	mg/l		<0,05					0,1
Temperatura da água	°C	29	28	28	27	28	27	27
Temperatura do ar	°C	31	26,1					33,4
Titânio total	µg/l	1588	<10					<10
Turbidez	NTU	49	239	16	13	13	11	4
Zinco total	µg/l	3046	99					12
Contagem de Bactérias	UFC/ml		70	132	<1	1000	4300	30000
Coliformes fecais	P/A em 100ml		ausentes	ausentes	ausentes	ausentes	presentes	ausente
Coliformes totais	P/A em 100ml		presentes	ausentes	ausentes	presentes	presentes	ausente

Considerações Finais

Para avaliação da qualidade de água dos sistemas hídricos presentes na Área de Influência Direta do empreendimento, foram abordados e interpretados dados da literatura e resultados dos Programas de monitoramento da **Ecologus Engenharia Consultiva Ltda.**, para amostras de água subterrânea, água da lagoa de Iquipari e água marinha. A avaliação sumarizada dessas informações é apresentada a seguir.

a) Água Subterrânea:

Os dados do monitoramento do sistema aquífero indicaram teores de *baseline* para a monitorada, e cuja qualidade hidrogeoquímica a torna mais apropriada para irrigação e dessedentação de animais. A interpretação da variação do nível d'água nos PMs indicou a ocorrência de um possível gradiente hidráulico, podendo ocorrer escoamento de água no sentido SW – NW, respectivamente da localidade dos PM4 e PM6 em direção a lagoa de Iquipari. Embora dados recentes tenham evidenciado um pequeno incremento dos teores de óleos e graxas, a magnitude da variação de concentração ainda não permitiu conclusões. Isto porque a variação dos valores detectados esteve próxima ao nível de quantificação analítica do método (1,0 mg/L), e não há preconização de valores limites pela resolução Conama 396/08.

Referente aos teores de cloreto, o PM6, que se encontra relativamente mais distante do mar, apresentou os valores mais elevados para este parâmetro, assim como níveis mais elevados de condutividade. Estas variações relativas de concentração ainda se encontram em avaliação para sua interpretação.

b) Lagoa de Iquipari:

A água na lagoa de Iquipari foi caracterizada por um gradiente longitudinal de salinidade e cloretos. Sendo a porção sul da lagoa caracterizada pela presença de água doce / salobra, enquanto a porção norte apresentou predominância de água

salobra, e sob maior influência das condições marinhas. Este ambiente apresentou concentrações elevadas de carbono orgânico total, possivelmente como resultado da produção endógena e aporte da drenagem da água pluvial. A degradação oxidativa da matéria orgânica contribuiu para níveis observados de nutrientes, desde que não houve evidências de lançamento de esgotos domésticos.

As pequenas profundidades dos pontos de coleta A, B, e C podem favorecer interações entre o sedimento de fundo e a água de coluna, e provavelmente contribuíram para as trocas de substâncias químicas entre estes compartimentos. Por estas razões, e associado a uma temperatura média elevada, o ambiente da lagoa foi caracterizado por condição de saturação e subsaturação de oxigênio. Condições de sub-oxia ocorreram mais frequentemente na porção sul, onde foram detectados os teores mais elevados de COT, e menor profundidade da água de coluna.

A pressão da ocupação humana foi mais acentuada nos períodos dos feriados, e refletiu nos teores de coliformes fecais e totais, os quais foram mais elevados no ponto de coleta C, que é a área da lagoa de maior uso pelos banhistas. Quando da abertura da barra de areia, por condições naturais (ressacas no mar) e induzidas (ação de pescadores), as condições hidroquímicas da lagoa sofrem alterações e com aumento da salinidade na água de coluna, o qual se estende até a localidade do ponto A.

O efeito do aumento salino, e resultante força iônica do meio podem ocasionar a precipitação química de substâncias da coluna de água para os sedimentos de fundo. E, podem também causar alterações sobre a biota, devido à necessidade de readaptação à variação das condições osmóticas do meio. Este evento ocorre esporadicamente porém de maneira recorrente, e que provavelmente tem induzido a biota local a uma maior tolerância a esta variação de salinidade.

c) Água Marinha:

Os dados dos programas de monitoramento indicaram que a qualidade da água do mar nas adjacências do empreendimento é típica de ambiente marinho com contribuição de aporte de material continental proveniente do rio Paraíba do Sul. Houve também contribuição pontual, nas localidades da bacia de atração e bacia de evolução, proveniente da ressuspensão do material dragado, e cuja interação refletiu na variação dos teores de carbono orgânico total, e formas inorgânicas de nutrientes, particularmente nitrato e fósforo total.

Estes parâmetros apresentaram variação de concentração na mesma ordem de magnitude entre os pontos de coleta monitorados e um ponto controle. Os baixos valores de fosfato, nitrito e amônia, e teores elevados de fósforo total e nitrato sugerem a ocorrência de matéria orgânica de baixa labilidade, e possivelmente constituída por materiais húmicos e fúlvicos procedentes do aporte fluvial e/ou ressuspensão dos sedimentos de fundo. Elevados teores de nitrato e fósforo total, e baixas concentrações de nitrito e fosfato, respectivamente, indicaram a existência de fontes difusas, as quais se localizaram distantes da área de coleta. Durante as campanhas de monitoramento não houve indícios da presença de mercúrio na coluna d'água.

As condições de mistura hidrodinâmica na área contribuíram para a homogeneidade de valores de temperatura, e similaridades dos teores de turbidez, transparência, salinidade, e oxigênio dissolvido. Os dados de temperatura refletiram as condições climáticas típicas da região, no período da coleta das amostras. E, os valores próximos à saturação de oxigênio dissolvido foram indicadores da “vitalidade” deste sistema hídrico. Embora, durante a dragagem dos sedimentos ocorreu elevação dos teores de sólidos suspensos, os baixos níveis de turbidez indicaram a dissipação do material, e assegurou uma transparência na coluna de água próxima aos teores de *baseline*. Essas condições sugerem, que este sistema

hídrico apresenta uma capacidade de autodepuração quando exposto a condições de remobilização de substâncias químicas presentes nos sedimentos.

A localidade em frente à comunidade da Barra do Açu (ponto de coleta E), indicou uma susceptibilidade de impacto biológico relacionado à pressão da ocupação turística durante períodos de feriado, e que resultou na elevação dos teores de coliformes fecais.

4.2.6 *Monitoramento da Morfologia Costeira da Barra do Açu, São João Da Barra, RJ*

4.2.6.1 Introdução

As atividades associadas às obras de Engenharia realizadas numa região costeira produzem uma série de impactos sobre os meios físico e biótico, bem como sobre o meio socioeconômico. No caso de um empreendimento associado a um ambiente de praia arenosa, a magnitude do impacto desta atividade pode ser particularmente significativa, causando sensíveis modificações nas características morfológicas e dinâmicas da praia e da região submarina adjacente. Desta forma, o monitoramento da variabilidade morfológica do ambiente praial é importante neste tipo de empreendimento, pois permite avaliar os possíveis impactos exercidos pela atividade sobre as características naturais deste ambiente.

O presente relatório tem como objetivo a análise morfodinâmica do segmento praial que abrange as praias da Barra do Açu (São João da Barra, RJ), através do monitoramento de sua variabilidade morfológica, dinâmica sedimentar e dos principais parâmetros oceanográficos, ao longo de doze campanhas, realizadas no período de novembro de 2007 a outubro de 2008.

Esta análise faz parte de um programa de Monitoramento da Morfologia Costeira, que integra a linha de ação do Controle da Qualidade Ambiental, executado pela **Ecologus**

Engenharia Consultiva Ltda., por solicitação da contratante LLX Logística S.A., em atendimento às condicionantes estabelecidas pela FEEMA na LI nº FE012725, que licencia a instalação do Porto do Açú, localizado no município de São João da Barra, litoral Norte do estado do Rio de Janeiro, previsto para entrar em operação no primeiro semestre de 2010.

Ao longo deste relatório serão analisados os dados coletados no decorrer das fases associadas às atividades de construção do Porto: do início da fase de terraplanagem para a preparação do canteiro de obras, ao período das atividades de dragagem da bacia de evolução, até a fixação das estacas metálicas de fundação da ponte de acesso, que ligará as instalações *onshore* aos berços de atracação.

Deve ser ressaltado que os resultados aqui apresentados foram gerados ao longo de um período de um ano, sendo este um curto período na escala dos processos geomorfológicos, não podendo os resultados assim, serem considerados como diagnóstico definitivo, mas como inferências elucidativas das características morfodinâmicas deste segmento costeiro.

Os dados levantados no decorrer das doze campanhas realizadas mostram uma sensível variabilidade tanto no padrão de entrada de frentes frias na região, como nos parâmetros hidrodinâmicos e geomorfológicos, o que pode ser representativo apenas das flutuações de curto prazo das praias que constituem este trecho do litoral.

4.2.6.2 Área de Estudo

A área de estudo (**Figura 4.2.6-1**) caracteriza-se por ser a região costeira que abrange as praias da Barra do Açú (**Fotos 9a, 9b e 9c**), localizada no município de São João da Barra, Rio de Janeiro, entre a foz do rio Paraíba do Sul e o cabo de São Tomé (ver **Figura 4.2.6-1**). Este segmento de praia se estende por aproximadamente 14 km sobre

um cordão arenoso contínuo, mais precisamente entre as latitudes $21^{\circ}53'40.22''S$ e $21^{\circ}46'17.06''S$ e as longitudes de $40^{\circ}59'10.46''W$ e $41^{\circ}0'59.67''W$.

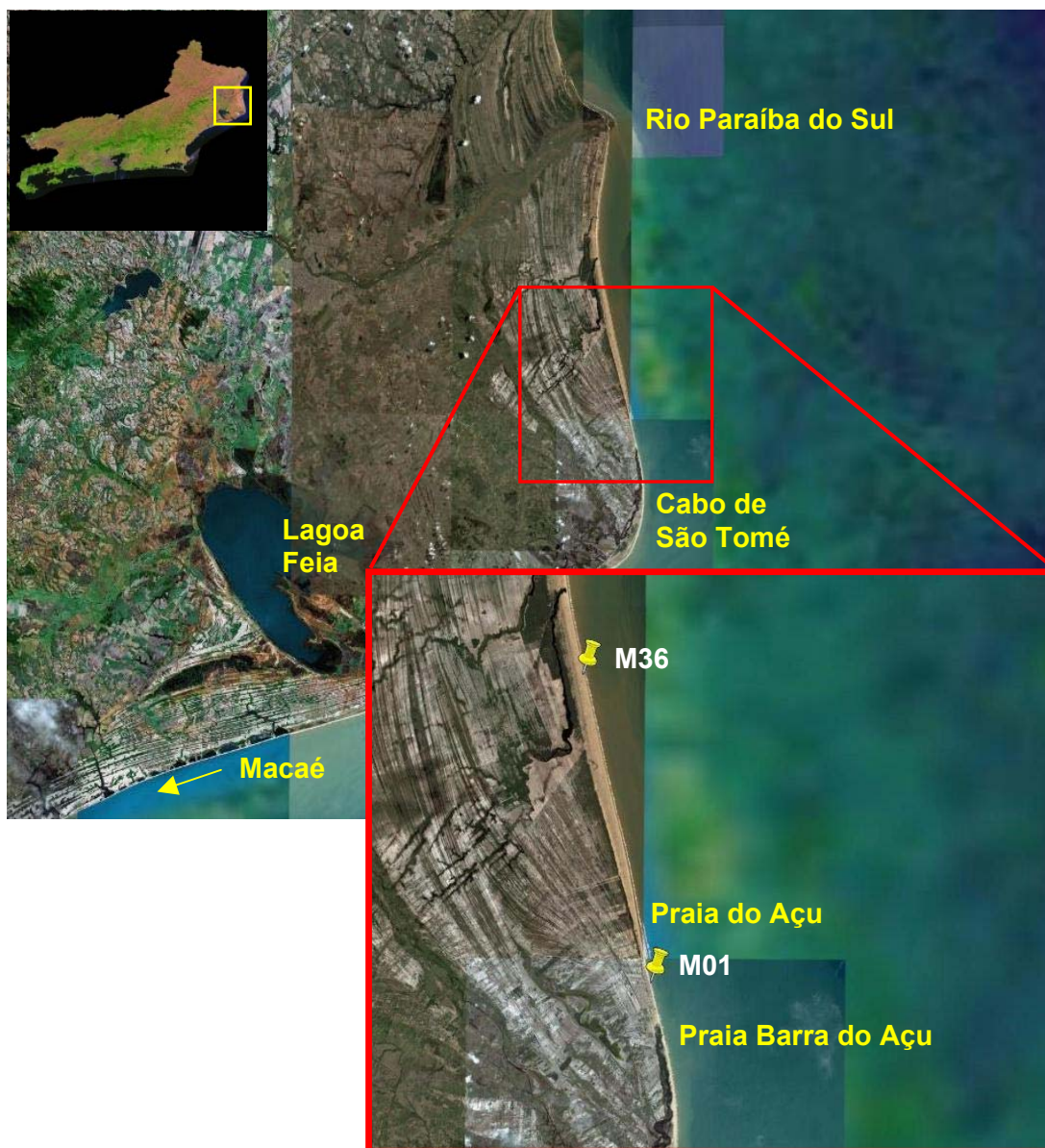


Figura 4.2.6-1: Área de estudo delimitada ao Norte pela foz do rio Paraíba do Sul, e ao sul pelo cabo de São Tomé. Destaque do segmento arenoso, no qual estão contidas as praias da Barra do Açu, além da localização dos perfis topográficos inicial (M01) e final (M36). Na imagem aproximada do cordão arenoso destaca-se também a seqüência de cristas de praia holocênicas associadas à atual desembocadura do rio Paraíba do Sul.

Fonte: Imagens de satélite retiradas da ferramenta *Google Earth* em 20/11/2008.



Fotos 9a, 9b e 9c: No limite Sul da área de estudo encontra-se a praia da Barra do Açu (a), seguida em direção Norte pela praia do Açu (b) e na extremidade Norte da área de estudo encontra-se a praia de Grussaí (c)
Fonte: www.panoramio.com

Este segmento praias encontra-se dentro dos limites da planície costeira do rio Paraíba do Sul (ver **Figura 4.2.6-1**), que por sua vez, representa uma significativa interrupção na orientação preferencial da costa brasileira (Norte-Nordeste/Sul-Sudoeste), constituindo um cabo, o cabo de São Tomé, cujo formato de delta é representativo dos processos de progradação da costa em direção ao mar, deslocando, neste processo, a desembocadura original do rio (MUEHE & VALENTINI, 1998).

Planícies costeiras caracterizam-se por ser superfícies geomorfológicas deposicionais de baixo gradiente, formadas predominantemente por sedimentação subaquosa, compostas por séries de cristas de praias (cordões litorâneos), paralelas entre si, formadas por sedimentos marinhos, continentais, fluvio-marinhos, lagunares, etc, predominantemente areia, em geral de idade quaternária (SUGUIO, 2003). As séries paralelas de cordões litorâneos são separadas por superfícies de truncamentos,

representativas das mudanças no sentido de incidência das ondas numa determinada região (SUGIO, Op. Cit.).

De acordo com DOMINGUEZ *et al.* (1981), a planície costeira do rio Paraíba do Sul abrange, em sua face oceânica, dois conjuntos de cristas de praia (**Figura 4.2.6-2**): uma seqüência de idade holocênica associada à atual desembocadura e outra de idade pleistocênica que se estende até as proximidades de Macaé e que, por sua vez, é precedida por um estreito cordão holocênico (MUEHE & VALENTINI, 1998).

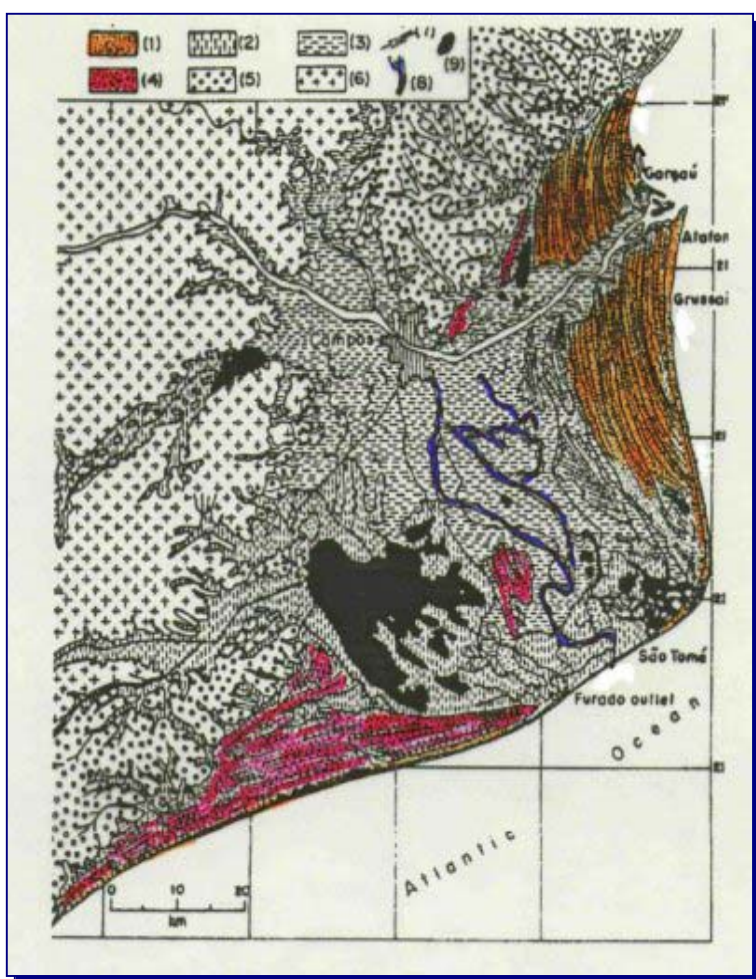


Figura 4.2.6-2:

Planície costeira do rio Paraíba do Sul: em rosa o conjunto de cristas de praias de idade pleistocênica e em laranja, os depósitos holocênicos, associados à atual desembocadura do rio (Modificado de Muehe & Valentini, 1998).

À retaguarda das planícies de cordões litorâneos se estende uma ampla área de terraços fluviais e zonas pantanosas intermitentes (MUEHE & VALENTINI, 1998), que variam ao longo do ano em função das variações sazonais da precipitação pluvial. Além disso, pequenas lagunas localizam-se à retaguarda do cordão litorâneo atual, nas

quais se observa uma tendência de retrogradação em direção à planície pleistocênica (DIAS & SILVA, 1984).

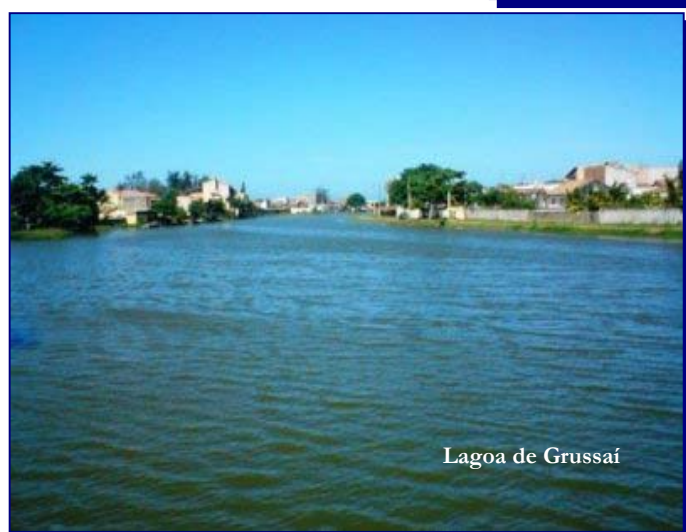
Adjacentes ao trecho praiar em estudo encontram-se as lagoas Salgada e do Açú (**Fotos 10 e 11**) junto ao limite Sul da área de estudo, conforme demonstrado na **Figura 4.2.6-3**. As lagoas de Iquipari e Grussaí (**Fotos 12 e 13**) situam-se ao Norte deste segmento costeiro, de acordo com a **Figura 4.2.6-4**.



Fotos 10 e 11: Em detalhe a Lagoa Salgada, parcialmente seca e a Lagoa do Açú, com a presença de manguezais em sua margem.



Figura 4.2.6-3: Lagoa Salgada e Lagoa do Açú no limite Sul da área de estudo, junto ao primeiro perfil topográfico (M01)



Fotos 12 e 13: Lagoa Iquipari em sua extremidade junto à praia e Lagoa de Grussaí com as margens já bem povoadas.



Figura 4.2.6-4: Lagoa de Grussaí e Lagoa de Iquipari no limite Norte da área de estudo, junto ao último perfil topográfico (M36)

De acordo com MUEHE & VALENTINI (1998), a configuração da linha de costa em forma de delta e a presença de um banco submarino defronte ao cabo de São Tomé, são os fatores geológicos que permitem a incidência de ondas de diferentes direções e, como consequência, tornam a linha de costa exposta em diferentes direções e intensidades de deriva litorânea.

A circulação atmosférica é controlada pela Massa Tropical Atlântica, que por sua vez é governada pelo Anticiclone do Atlântico Sul (AAS). O AAS gera ventos de Nordeste com variações para o Norte e para o Leste, devido à mudança no seu posicionamento, deslocando-se, sazonalmente, para maiores e menores latitudes (PINHO, 2003). Segundo CARVALHO (1998), os ventos predominantes na região são os de Norte, Nordeste e Leste, com intensidades médias entre 4 e 6 m/s.

Essas condições são alteradas quando do avanço para menores latitudes de ciclones extratropicais, precedidos por frentes frias (PINHO, 2003). Tais ciclones geram fortes ventos de Sudoeste, Sul e Sudeste, possuindo grande penetração nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil.

A variação no alinhamento preferencial da costa na região do delta do Paraíba do Sul permite que ondas oriundas de diferentes direções, de Sudoeste a Nordeste, incidam sobre a linha de costa. Acompanhando os padrões dos ventos, observa-se na região o predomínio de ondas de Nordeste e Leste, principalmente na primavera e no verão, com alturas de ondas, variando entre 1 e 2 m e períodos de pico entre 7.7 e 9.1 segundos (GWS, 2008). Já no outono e no inverno, observa-se a maior incidência de ondas de sudeste, devido à maior frequência de entradas de frentes frias na região, com alturas de ondas variando entre 2 e 3 m e períodos de 10.5 segundos em média (GWS, 2008). A região encontra-se na zona de micro-maré e apresenta maré semidiurna alcançando valores máximos de altura entre 1.3 e 1.5m e valores mínimos entre -0.3 e 0.2 m.

Observa-se que, a grosso modo, existe uma predominância das correntes de deriva direcionadas para sudoeste na região em estudo (COUTINHO, 1996). Em um trecho mais próximo à Barra do Açu, mais precisamente defronte à costa de Cabo Frio, estas correntes apresentam velocidades médias de 0.4 m/s no verão e na primavera, 0.3 m/s no inverno e 0.2 m/s no outono (COUTINHO, *Op. cit.*). Estas correntes apresentaram valores de temperatura e salinidade característicos da Corrente do Brasil, com temperatura variando em média entre 24 e 27° C no verão e entre 21 e 23° C no inverno, e valores de salinidade de 36.4 junto ao Cabo Frio.

COUTINHO (1996) destaca também a influência do fenômeno da ressurgência na região próxima ao Cabo Frio, onde se observa núcleos de temperatura da superfície do mar mais baixa em relação à média das regiões adjacentes, ao longo de todo o ano. Ainda, segundo o mesmo autor, estes valores de temperatura abaixo da média influenciam a região em estudo do presente relatório, principalmente na região próxima ao cabo de São Tomé, onde ocorrem valores de temperatura menores em relação às áreas adjacentes (25° C no verão e 21° C no inverno).

Já de acordo com estudos realizados por CASSAR & NEVES (1993), junto à praia de Atafona ocorre um transporte residual da ordem de 4.400 m³/dia, dirigido para o Sul. Porém, em direção ao Sul, este transporte reduz em intensidade e chega a mudar de sentido na altura da Barra do Açu, quando passa a ter apenas 500m³/dia, dirigido para o Norte. Os autores inferem ainda a ocorrência de uma zona de acumulação de sedimentos entre as duas praias, governada pela mudança na direção da deriva litorânea residual.

Desta forma, observa-se que, apesar da maior frequência de ventos de Nordeste na região e, conseqüentemente, predomínio das ondas de mesma direção, o transporte litorâneo no flanco Sul da planície do Paraíba do Sul é orientado para Norte (CASSAR & NEVES, *Op. cit.*), em resposta às ondas de sudeste, geradas pelas frentes frias, ou na forma de marulhos, oriundos das maiores latitudes ao Sul.

De acordo com MUEHE & VALENTINI (1998), variações erosivas significativas têm ocorrido na praia de Atafona, junto à desembocadura do rio Paraíba do Sul. Muitos estudos têm sido realizados tendo como foco a acelerada retrogradação da linha de costa nesta praia específica (ARGENTO, 1989; BASTOS, 1997). As razões desta erosão localizada não estão totalmente esclarecidas, porém, a redução das descargas fluviais, líquida e sólida, do rio Paraíba do Sul, alterou a interação entre o rio e o mar, favorecendo a deposição de sedimentos na embocadura fluvial, e modificando a direção e intensidade dos processos atuantes sobre a praia (CASSAR & NEVES, *Op. cit.*).

Tanto a praia de Atafona, quanto a praia à retaguarda do banco submarino de São Tomé apresentam grande variabilidade horizontal do perfil topográfico, por estarem sob influência de uma zona de convergência de transporte litorâneo (BASTOS, 1997). Porém, a maior parte das praias da frente oceânica da planície costeira se apresenta estável, conforme os resultados dos estudos realizados por BASTOS (1997) e MUEHE (1998).

Ainda de acordo com MUEHE & VALENTINI (*Op. cit.*) o trecho do litoral referente à área do presente relatório apresenta granulometria grossa, forte gradiente da face de praia, praticamente ausência de zona de surfe, com as praias tendendo ao estado morfodinâmico refletivo, caracterizado por grande estabilidade do perfil transversal.

4.2.6.3 Metodologia

a) Localização dos Perfis:

A coleta de amostras de sedimentos e o levantamento dos perfis topográficos da praia foram realizados no trecho da praia delimitado pela foz do rio Paraíba do Sul e pelo cabo de São Tomé (ver **Figura 4.2.6-1**). Este trecho do litoral possui aproximadamente 14 km de extensão, onde foram realizados os levantamentos topográficos de 36 perfis transversais, com espaçamento de 400m entre eles e início a uma distância de aproximadamente 100 m da linha d'água de preamar. Os perfis foram nomeados de M01 a M36, consecutivamente, estando o perfil M01 ao Sul e o M36 no limite Norte da área de estudo. Estas medições foram realizadas no decorrer de doze campanhas, realizadas nos períodos descritos abaixo, enquanto as amostragens de sedimento foram realizadas bimestralmente, ou seja, na 1^a, 3^a, 5^a, 7^a, 9^a e 11^a campanha.

- 1^a Campanha: 16 a 22/11/2007
- 2^a Campanha: 15 a 17/12/2007
- 3^a Campanha: 17/01/2008
- 4^a Campanha: 12 a 14/02/2008
- 5^a Campanha: 11 a 13/03/2008
- 6^a Campanha: 10 a 13/04/2008
- 7^a Campanha: 12 a 14/05/2008
- 8^a Campanha: 10 a 12/06/2008

- 9ª Campanha: 07 e 08/07/2008
- 10ª Campanha: 11 e 12/08/2008
- 11ª Campanha: 15 a 17/09/2008
- 12ª Campanha: 15 a 17/10/2008

Na primeira campanha (16 a 22/11/07) foi realizado, através da utilização de um equipamento de GPS, o rastreamento para a determinação do posicionamento geodésico dos marcos M03, M04, M19, M20, M35 e M36. Após a determinação das coordenadas de início destes perfis realizou-se uma transferência destas coordenadas para a determinação das coordenadas de início de todos os demais perfis.

Para a determinação do ponto inicial de cada perfil, foram implantados marcos de referência de início, visando o aumento da precisão da localização dos levantamentos posteriores para que houvesse uma maior assertividade dentre as comparações dos dados das diferentes campanhas, uma vez que os equipamentos de GPS podem gerar erros de posicionamento maiores do que os aceitáveis.

Estes marcos foram instalados a, aproximadamente, 100 m da posição da linha d'água em condições de preamar. Para sua fabricação foram utilizados tubos de PVC preenchidos com concreto (**Foto 14**) para fixá-los no sedimento, semi-enterrados, de forma que sua visualização seja rápida, mas para que, ao mesmo tempo, não sejam removidos com facilidade.

As coordenadas do marco inicial de cada perfil podem ser observadas no **Quadro 4.2.6-1**.



Foto 14: Marco de referência de início do perfil M03, sendo instalado e no detalhe a posição final deste mesmo marco, depois de pronto e enterrado (Foto tirada em 13/11/2007).

Ao longo destes doze meses de campanhas, a obra de instalação do Porto do Açú passou por diversas fases, influenciando diretamente o segmento costeiro em estudo, sobretudo no trecho que se estende do perfil M13 ao perfil M24, respectivamente, os limites Sul e Norte da área de instalação do empreendimento.

Até o mês de novembro de 2007, as obras de implantação ainda não haviam começado. A partir de dezembro de 2007, deu-se início as atividades de terraplanagem para a preparação do canteiro de obras, sobre a planície de cristas de praias à retaguarda da pós-praia. Em janeiro e fevereiro de 2008, começaram as atividades relacionadas à fundação e à terraplanagem de término da obra do aterro do canteiro de obras. Já em março deste ano deu-se início das atividades de construção da ponte de acesso, que ligará as instalações *onsbore* aos berços de atracação, cruzando a praia ativa na seção entre os perfis M23 e M24, além do início das atividades de dragagem da bacia de evolução, localizada a aproximadamente 2.5 km da praia. No mês de abril foi instalada uma subestação de energia elétrica provisória. Por fim, em agosto e setembro teve início a fixação das estacas na praia ativa e a construção propriamente dita da ponte de acesso (**Fotos 15a, 15b, 15c, 15d, 15e, 15f, 15g, 15h, 15i, 15j, 15l e 15m**).

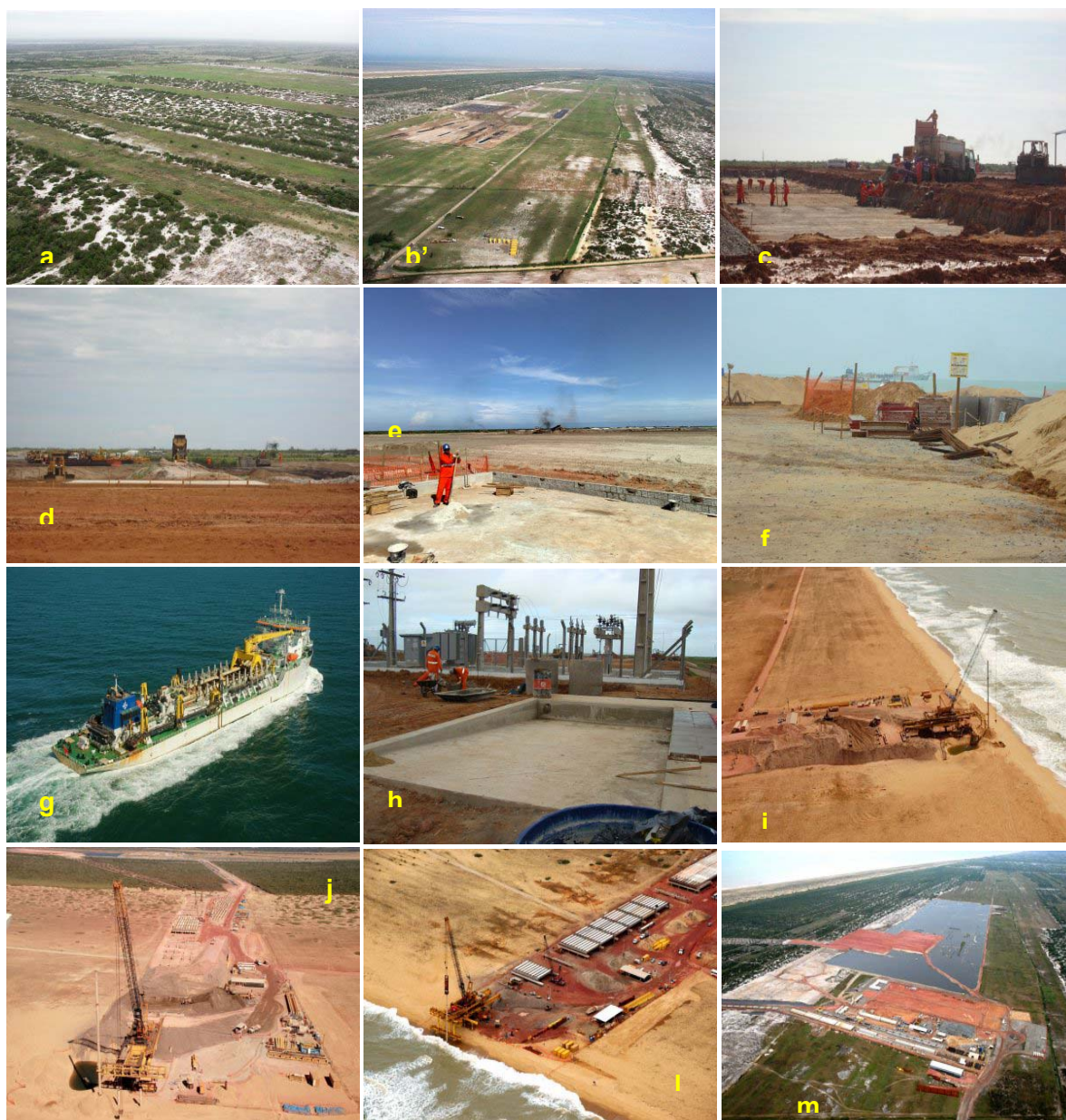


Foto 15: Diferentes etapas das atividades de construção e instalação do empreendimento no decorrer dos doze meses em estudo: **(a)** em novembro de 2007, a região das futuras instalações antes da obra; **(b)** em dezembro, no início das atividades de terraplanagem; **(c,d)** início da fundação do canteiro em janeiro de 2008; **(e)** fim do aterro em fevereiro; **(f)** em março início da construção da ponte de acesso e **(g)** das atividades de dragagem; **(h)** instalação da subestação em abril; **(i,j)**, fixação das estacas de fundação da ponte em agosto de 2008 sobre a praia; **(l)** construção da ponte e **(m)** vista das obras de construção do empreendimento em setembro deste ano.

QUADRO 4.2.6-1: LOCALIZAÇÃO DOS PERFIS LEVANTADOS

PERFIL TOPOGRÁFICO	COORDENADAS UTM		COTA VERTICAL (M)
	(S)	(N)	
M01	294796.911	7577514.750	2.955
M02	294679.861	7577896.573	2.559
M03	294586.342	7578285.624	3.577
M04	294489.749	7578673.922	2.915
M05	294393.464	7579062.198	3.214
M06	294293.467	7579449.561	3.283
M07	294198.892	7579838.282	3.189
M08	294102.239	7580226.535	3.236
M09	294010.465	7580615.893	3.168
M10	293926.084	7581007.112	3.953
M11	293887.952	7581405.372	3.059
M12	293787.894	7581792.244	2.892
M13	293708.698	7582184.384	2.975
M14	293585.245	7582564.902	3.097
M15	293524.845	7582960.474	2.986
M16	293444.035	7583352.202	2.629
M17	293336.895	7583737.619	2.748
M18	293250.014	7584128.109	2.781
M19	293134.971	7584511.251	2.717
M20	293024.735	7584895.840	2.959
M21	292929.478	7585284.340	2.314
M22	292844.535	7585675.378	2.747
M23	292718.796	7586055.155	3.030
M24	292645.187	7586449.223	2.854
M25	292527.298	7586831.482	2.991
M26	292439.281	7587221.936	2.044
M27	292337.671	7587608.998	2.853
M28	292259.572	7588001.310	2.611
M29	292160.581	7588388.889	2.847
M30	292081.519	7588781.091	2.430
M31	291967.179	7589164.713	2.100
M32	291878.007	7589554.513	2.437
M33	291772.812	7589940.537	2.430
M34	291682.360	7590330.350	2.165
M35	291582.696	7590717.872	2.873
M36	291483.325	7591105.314	2.878

b) Metodologia de Campo:

Visando avaliar as características morfodinâmicas do segmento costeiro em estudo antes da implantação e durante as diferentes fases de instalação do empreendimento, para cada ponto de coleta, ao longo de todas as campanhas realizadas, foram levantados os perfis de praia e bimestralmente foram coletadas amostras de sedimentos da berma, da face de praia e da antepraia a uma profundidade de 1 m.

Coleta de Sedimentos:

A coleta de sedimentos na camada superficial foi feita manualmente em três diferentes pontos para cada um dos perfis ativos. As amostras foram coletadas na berma, na face de praia e na antepraia a, aproximadamente, 1 m de profundidade. Nestas amostras foram posteriormente realizadas análises granulométricas, expressas pelo peso de cada classe de sedimento (**Quadro 4.2.6-2**) em gramas por quilo de amostra.

Estas análises foram realizadas pelo laboratório Bioagri Ambiental, empresa prestadora de serviços analíticos para o monitoramento ambiental. O **Quadro 4.2.6-2**, a seguir, mostra a relação entre cada classe de sedimento e o seu limite de quantificação (LQ) correspondente.

QUADRO 4.2.6-2: CLASSIFICAÇÃO GRANULOMÉTRICA EM RELAÇÃO AO LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO DE CADA CLASSE

CLASSIFICAÇÃO	LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO
Argila	< 0.002 mm
Silte	0.002 - 0.053 mm
Areia Fina	0.053 - 0.210 mm
Areia Grossa	0.210 - 2.00 mm

Perfis de Praia:

Os levantamentos topográficos dos perfis de praia (**Fotos 16a e 16b**) foram realizados através do emprego de uma estação total TC-605L da marca Leica. A estação total inclui um equipamento de medições topográficas, que utiliza feixes de laser para a realização do levantamento. Este método consiste no posicionamento da estação total sobre um tripé em um ponto de coordenadas conhecidas, medidas através de um equipamento GPS, e posicionando-se uma baliza com um prisma em sua extremidade superior sobre outro ponto do perfil, no qual se deseja conhecer os valores de posição e altura.

A estação total emite um feixe de laser que reflete neste prisma e retorna ao equipamento. Através do tempo de resposta do feixe de *laser* e o ângulo de incidência deste sobre a luneta da estação, seu processador interno calcula os ângulos e as distâncias entre os pontos de posicionamento da estação e do prisma e gera como resultado valores de x, y e z para o ponto observado. Os valores da cota vertical de cada perfil devem ser amarrados a uma Referência de Nível (RN) do IBGE, que esteja mais próxima ao levantamento. A cota altimétrica do ponto de posicionamento da estação é também um dado que deve ser fornecido junto com suas coordenadas. Estes resultados são gravados na memória interna da estação total e posteriormente descarregados em gabinete.

O espaçamento entre os pontos observados varia em função das variações topográficas encontradas no local. Este tipo de levantamento topográfico normalmente se estende do topo do cordão litorâneo, ou zona de vegetação permanente, até a zona de máximo recuo das ondas.

As medições deverão ser realizadas na baixa-mar de sizígia, quando a praia encontra-se mais exposta. No caso do presente levantamento, os perfis tiveram início a uma distância de 100 m da linha d'água, medida em situação de preamar, e se estenderam mar adentro até a profundidade na qual ainda era possível o

posicionamento totalmente vertical do prisma. Além disso, devido à grande quantidade de perfis a serem medidos, não foi possível realizar os levantamentos apenas em condições de baixa-mar. Durante as campanhas, as medições eram realizadas ao longo de todo o dia.



Fotos 16a e 16b: Medições dos perfis topográficos de praia através do emprego de estação total: **(a)** observação da posição do prisma através da estação e **(b)** anotações de qualquer tipo de anomalia, ou detalhe, que se queira registrar.

4.2.6.4 Resultados e Discussão

a) Dados Meteorológicos:

Em relação aos dados meteorológicos, considerou-se para a presente análise a ocorrência de frentes frias, que possam ter eventualmente alcançado o setor Norte do litoral do Estado do Rio de Janeiro, que abrange a região da planície do Paraíba do Sul. Existe uma evidente relação entre a chegada de uma frente fria e o aumento da tendência erosiva de um ambiente de praia arenosa. As ondas que atingem a costa junto com uma frente fria possuem características de ondas de tempestade, apresentando maior esbeltez (relação entre altura e comprimento da onda) e, conseqüentemente, maior poder erosivo. A análise da chegada dessas frentes ao segmento costeiro em estudo é importante para que se possa identificar qualquer variação morfológica nos perfis a elas associadas.

De acordo com CPTEC (2008), durante a 1ª campanha realizada entre 16 e 22 de novembro de 2007, um sistema frontal deslocou-se rapidamente pelo litoral das regiões Sul e Sudeste posicionando sobre o litoral de Vitória, ES, no dia 16. Este sistema causou chuva e ventos fortes, principalmente na Região Sul do país e no Norte dos Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo.

No período que antecedeu a 2ª campanha, realizada entre os dias 15 e 17 de dezembro de 2007, mais precisamente entre os dias 10 e 11, observou-se o avanço de um sistema frontal desde o litoral da Argentina até o litoral do Rio Grande do Sul. Pelo litoral, este sistema conseguiu avançar até Campos, RJ. Esta frente ocasionou chuvas fortes, causando transtornos e alagamentos no Rio de Janeiro e em outros estados (CPTEC, 2008). Não se observou entradas significativas de frentes frias no Estado do Rio de Janeiro, para os meses de janeiro e fevereiro de 2008 (CPTEC, *Op. cit.*). Já para os meses de março, abril e maio de 2008, assim como para os meses de setembro e outubro, o banco de dados do CPTEC não disponibilizou informação sobre entradas de frentes frias em seu sítio eletrônico.

Segundo CPTEC (*Op. cit.*), no mês de junho de 2008, um sistema frontal configurou-se sobre o litoral e interior do Rio Grande do Sul no decorrer do dia 9. O ciclone extratropical associado a este sistema ocasionou ventos fortes de até 100 km/h. Pelo litoral, este sistema frontal atingiu o litoral de Campos, RJ, no dia 11, ou seja, durante a 8ª campanha de medição (10 a 12 de junho). Já no mês de julho de 2008 nove sistemas frontais atuaram no Brasil (CPTEC, 2008). No entanto, apenas o sexto e o sétimo sistemas atingiram o litoral do Estado do Rio de Janeiro, aproximadamente, 15 dias depois do final da 9ª campanha (07 e 08 de julho).

No mês de agosto do presente ano, um sistema frontal se originou de uma baixa pressão que se formou adjacente ao litoral do Rio Grande do Sul no dia 07. Esta frente fria deslocou-se desde Florianópolis, Santa Catarina, até o litoral do estado do Rio de Janeiro, causando ventos fortes e chuvas entre os dias 08 e 10 (CPTEC, *Op. cit.*), logo antes da realização da 10ª campanha, entre os dias 11 e 12 de agosto.

Como comentado anteriormente existe uma forte relação entre a esbeltez da onda e a capacidade de erosão do ambiente praial. Ondas muito esbeltas, de curto período, propiciam a migração de grandes volumes de areia costa afora, permitindo a formação de bancos longitudinais, enquanto ondas menos esbeltas, de menores alturas e períodos mais longos, transportam os sedimentos dos bancos em direção à praia (HOEFFEL, 1998). Normalmente, a entrada de frentes frias sobre um litoral gera ondas de tempestades, também conhecidas como ressacas, que possuem como característica principal alturas maiores do que a média e comprimentos curtos, gerando, conseqüentemente, ondas muito esbeltas. Obviamente, existe um tempo de resposta entre a incidência de um sistema frontal sobre uma determinada praia e a observação das variações morfológicas do perfil causadas por esta anomalia meteoceanográfica.

No entanto, a migração de sedimentos em um ambiente praial não ocorre somente na direção transversal à linha de costa, o transporte longitudinal de sedimentos, também conhecido como deriva litorânea, é um dos responsáveis pelas variações morfológicas de um perfil. Por isso é de grande relevância que se entenda as condições meteorológicas imediatamente anteriores à realização dos levantamentos topográficos para que durante o cruzamento desses dados com os dados geomorfológicos propriamente ditos seja possível avaliar quais mudanças ocorreram como resposta à presença destes sistemas frontais, e quais poderiam ter outra explicação que deve, então, ser investigada mais a fundo.

b) Dados Sedimentológicos:

Os resultados das análises granulométricas realizadas ao longo de seis campanhas (1^a, 3^a, 5^a, 7^a, 9^a, 11^a campanhas), encontram-se no **Anexo I**, ao final deste relatório. Para cada um dos 36 perfis topográficos foram coletadas três amostras de sedimento: berma, face de praia (zona de estirâncio) e antepraia adjacente a 1 m de profundidade.

De maneira geral, observa-se que o sedimento predominante ao longo deste segmento praial seja na berma, na face de praia, ou na antepraia adjacente, é a areia grossa. MUEHE (1998), como visto anteriormente, classificou todas as praias da frente oceânica da planície do Paraíba do Sul como praias tendendo ao estado morfodinâmico refletivo devido, dentre outras características, ao predomínio de sedimentos grossos e ao forte gradiente da face de praia. Ondas altas e/ou muito esbeltas são responsáveis por retirar os sedimentos do perfil ativo, que são posteriormente transportados e se depositam em bancos na zona submarina adjacente.

Os sedimentos finos, como areia fina, por exemplo, constituem uma classe mais facilmente removida do perfil por estas ondas, por necessitarem de uma tensão de cisalhamento menor para que se desloquem, ou entrem em suspensão, para então

serem transportados. Uma ressaca pode retirar inteiramente os sedimentos finos da face de praia e antepraia adjacente de um perfil, ficando depositados apenas os sedimentos mais grossos, como a areia grossa e muito grossa, por exemplo. A deposição de sedimentos grossos governa a geometria numa face de praia, devido às características estruturais do grão. Por isso, numa face de praia onde ocorre o predomínio de areia grossa, observa-se um elevado gradiente.

Em relação às amostras da berma (Amostra 1), observa-se o predomínio de areia grossa para os 36 perfis, apresentando algumas pequenas oscilações em sua concentração ao longo do ano. Pode-se dizer que na berma, ocorrem as maiores concentrações de areia grossa em todas as amostras, em relação aos outros dois compartimentos da praia. De forma geral a concentração de areia grossa oscila entre 920 e quase 1000g/kg, representando assim quase a totalidade do sedimento encontrado nas amostras. Na 3ª campanha, de janeiro de 2008, o perfil M29 apresentou uma sensível queda de concentração de areia grossa em relação à campanha anterior, de novembro de 2007, apresentando concentração de 880g/kg, uma queda de concentração de quase 110g/kg de areia grossa na amostra. Porém, já na campanha seguinte, de março de 2008, o perfil aparece acrescido novamente deste sedimento e recupera a mesma concentração da 1ª campanha. Já a presença de areia fina nas amostras da berma pode ser observada em concentrações de até 60g/kg do perfil M01 ao perfil M22, quando passa a ser praticamente nula dos perfis M23 ao M36, para todas as doze campanhas.

As concentrações de sedimentos finos (silte e argila) não ultrapassam o valor de 40g/kg em todas as amostras da berma, com exceção de um pico de concentração de argila observado na amostra do perfil M08, na campanha de novembro de 2007, que apresentou valores de 91g/kg. No entanto, já na campanha seguinte, de janeiro de 2008, o nível de concentração de argila cai para menos de 10g/kg, e não volta a ser observada ao longo das demais campanhas. Observa-se também a presença de concentrações maiores de argila entre os perfis M10 e M23 e outro pico isolado de

concentração no perfil M33, na campanha de janeiro de 2008. Já na campanha de novembro de 2007, o perfil M34 apresentou o maior valor de concentração de silte dentre todas as amostras, 27g/kg. No entanto, nas campanhas seguintes, esta concentração de silte passou a ser nula no perfil M34. Destaca-se também que nas campanhas de março e julho de 2008 a presença de silte nas amostras de berma é inexistente em todos os perfis.

Nas amostras da face de praia (Amostra 2), observa-se o predomínio da areia grossa, assim como nas amostras da berma. A concentração de areia grossa oscila entre 890 e quase 1000g/kg, e representando a quase totalidade do sedimento encontrado na amostra de alguns perfis. Observa-se, porém, concentrações mais baixas de areia grossa no perfil M05 na 1ª campanha, de novembro de 2007, apresentando valores de 830g/kg, porém, já na campanha seguinte, de janeiro de 2008, o perfil mostrou um acréscimo de 160g/kg de areia grossa em sua concentração. A amostra do perfil M10, na campanha de março de 2008, também apresentou valores de 830g/kg, mostrando uma queda de concentração em relação à campanha anterior, de janeiro de 2008, de quase 150g/kg, recuperando, porém, esta concentração de areia grossa já na campanha seguinte, de maio de 2008.

Esta variação de concentração de areia grossa nas amostras do perfil M05 e M10, das campanhas de novembro de 2007 e março de 2008, respectivamente, é acompanhada por um acréscimo de areia fina na mesma proporção, ou seja, a concentração de areia total (areias fina e grossa) não se modifica. Na campanha de novembro de 2007, a concentração de areia fina no perfil M05 é de 150g/kg, caindo para ausência desta classe na campanha seguinte, enquanto que no perfil M10 a amostra da campanha de março de 2008 apresenta concentração de areia fina de 150g/kg, enquanto as campanhas que antecedem e sucedem esta, apresentam ausência, ou quase ausência, desta classe na amostra. Destaca-se também a ausência, ou muito baixa concentração de areia fina dos perfis M14 ao M36 para todas as doze campanhas.

Destaca-se, porém, que nas amostras dos perfis M28 na campanha de janeiro e M11 na campanha de maio de 2008, é possível observar uma queda nas concentrações de areia total. Isto porque as amostras de janeiro e maio de 2008 possuem pequenas diminuições nas concentrações de areia grossa, 50 e 80g/kg, respectivamente, que não são substituídas pela presença de areia fina, mas sim, por picos na concentração de argila de 56g/kg no perfil M28 da campanha de janeiro e 62g/kg no perfil M11, da campanha de maio de 2008.

Em relação aos sedimentos finos nas amostras da face de praia, observa-se certo padrão de oscilação da concentração entre os perfis. As concentrações de silte nas amostras permanecem muito baixas para todos os perfis ao longo do ano, com exceção da campanha de novembro de 2007, que, assim como nas amostras da berma, apresenta uma concentração entre 10 e 30g/kg para todos os perfis, com um pequeno pico de concentração na amostra do perfil M30. Outras exceções são as amostras dos perfis M4 e M28 da campanha de janeiro e o perfil M11 da campanha de maio de 2008 que apresentam valores de concentração de silte de 26, 56 e 62g/kg, respectivamente.

As concentrações de argila, por sua vez, variam de forma homogênea para todos os perfis no decorrer das campanhas. A campanha de novembro de 2007 apresenta valores de concentração variando entre 3 e 20g/kg para todos os perfis. Já a campanha de janeiro de 2008 apresenta um aumento repentino desta argila disponível na face de praia, com concentrações entre 15 e 45g/kg, principalmente entre os perfis M10 e M23, assim como observado nas amostras da berma, com picos de concentração nos perfis M4 e M33 e valores de 41 e 45g/kg, respectivamente. Na campanha seguinte, em fevereiro de 2008, a concentração de argila nos perfis como um todo volta a cair e essa tendência de queda na concentração permanece até a última campanha, de setembro de 2008.

Nas amostras coletadas na antepraia adjacente a 1 m de profundidade (Amostra 3) também ocorre predomínio da areia grossa, porém, sensíveis quedas de suas concentrações, em determinados perfis, ao longo do ano são notadas. Observa-se que as concentrações de areia total para todas as amostras variam entre 950 e 1000g/kg, com exceção de duas amostras que apresentam concentrações menores: o perfil M33 da campanha de janeiro e o perfil M14 da campanha de maio de 2008. As amostras do perfil M02 de novembro de 2007, M07 de janeiro e M10 de março de 2008 apresentam valores significativamente menores na concentração de areia grossa, 770, 857 e 640g/kg, respectivamente. Porém, a concentração de areia fina aumenta na mesma proporção para estas três amostras, o que faz com que a concentração de areia total não sofra nenhuma diminuição. Já nas amostras dos perfis M33 de janeiro e M14 de maio de 2008, esta diminuição na concentração de areia total dá espaço a um aumento na concentração de argila e silte nas amostras, respectivamente.

Excluindo as exceções, as amostras da antepraia apresentam concentrações de areia grossa que variam entre 940 e 1000g/kg enquanto as areias finas apresentam a mesma tendência de concentração quase nula em direção aos perfis do norte, observada nas amostras da berma e da face de praia, porém esta classe aparece em concentrações um pouco maiores do que nas amostras 1 e 2.

Em relação às concentrações de silte, os perfis da campanha de novembro de 2007 apresentaram as maiores concentrações, entre 3 e 17g/kg, com exceção de um pico de concentração no perfil M14, de maio de 2008, como visto anteriormente. Estas amostras seguem a mesma tendência observada, nas amostras de berma e de face de praia, de diminuição da concentração de silte ao longo das campanhas. Já em relação à argila observa-se inicialmente uma tendência de aumento de suas concentrações entre as campanhas de novembro de 2007 e janeiro de 2008, onde se observa um maior acúmulo de argila entre os perfis M10 e M22, seguida de progressiva diminuição no decorrer do período.

A maior queda de concentração de argila pode ser observada no perfil M33, que apresentou concentrações de 50g/kg na campanha de janeiro e 1g/kg na campanha de setembro de 2008.

Inferese-se que, com o início das obras de dragagem, em março do presente ano, e conseqüente aumento na disponibilidade dos sedimentos finos ressuspensos, a sua concentração nos perfis aumentaria no decorrer das campanhas e a maior concentração deste sedimento acabaria por indicar o sentido da deriva litorânea na região. Em realidade observou-se exatamente o contrário, e de maneira geral, a concentração de sedimentos finos diminuiu nas campanhas de julho e setembro, em relação às concentrações das campanhas anteriores.

Destaca-se também a quase ausência de areia fina, principalmente nas amostras da berma e da face de praia, a partir dos perfis 23 e 14, respectivamente, em direção ao norte da região e, em contrapartida, a sensível diminuição das concentrações de areia grossa da berma em direção a antepraia do perfil M10 e proporcional aumento nas concentrações de areia fina. Outro destaque é a tendência das amostras do perfil M33, na berma, face de praia e antepraia, na campanha de janeiro de 2008, apresentarem um súbito aumento na concentração de argila, voltando a diminuir ao longo do restante das campanhas até a ausência de argila na campanha de setembro, podendo este aumento de concentração ser indicativo de uma tendência de acreção daquele perfil durante o período de novembro de 2007 a janeiro de 2008.

De acordo com os dados gerados pelas análises laboratoriais, nenhuma tendência significativa e constante de mudança nos padrões de sedimentação, pôde ser observada. As variações mais abruptas nas concentrações de determinada classe de sedimento aconteceram de maneira pontual, sem que se possa fazer uma associação clara entre causa e efeito. Por isso, se faz necessário que as amostragens continuem acontecendo, para que ao longo de um período maior seja possível

comparar os dados e, assim determinar com precisão quais variações ocorrem de maneira natural e quais podem ser causadas pelo empreendimento, principalmente a partir de agora com a chegada das obras do empreendimento sobre a praia ativa.

c) Perfis de Praia:

Levantamentos topográficos consecutivos realizados no decorrer de um longo período em um determinado ponto da praia, em contraste com as condições meteoceanográficas locais, fornecem os dados necessários para a realização de análises empíricas e estatísticas associadas à mobilidade do sedimento desta praia, à tendência desta variação morfológica e à resposta do ambiente diante das diversas condições ambientais (WRIGHT & SHORT, 1984).

Desta forma, destaca-se a importância dos perfis de praia na avaliação do impacto gerado pela interferência humana nestes ambientes, desde que se tenha uma análise precisa das características da praia anteriores ao empreendimento e que se dê continuidade a estas medições por um longo período após o seu término. No segmento do litoral em estudo, os perfis topográficos foram levantados por doze meses, num total de doze campanhas. As análises aqui realizadas expressam as variações morfológicas pontuais sofridas pela praia.

Os resultados dos levantamentos topográficos serão agrupados inicialmente por perfil e, posteriormente, comparados por campanhas consecutivas, de forma a se ter uma melhor visualização das variações ocorridas no período de doze meses. Todos os perfis foram plotados na mesma escala, para evitar erros de distorção horizontal ou vertical nas comparações entre os perfis: -3 a 5 metros no eixo das ordenadas e de 0 a 160 metros no eixo das abscissas. No caso do presente levantamento, os perfis tiveram início a uma distância de 100 m da linha d'água, medida em situação de preamar, e se estenderam mar adentro até a profundidade na qual ainda era possível o posicionamento totalmente vertical do prisma da estação total. Os perfis não foram levantados em condições ideais de baixa-mar de

sizígia, quando a praia encontra-se mais exposta, devido à grande quantidade de perfis a serem levantados, sendo os levantamentos realizados ao longo de todo o dia.

Durante as doze campanhas observou-se uma forte tendência erosiva da praia nos perfis M01 e M02, localizados no limite sul da área em estudo. Esta tendência erosiva foi relatada pela equipe de levantamento topográfico, que observou, ao longo do tempo, a destruição destes perfis, onde já não há mais marcos de referência de início do levantamento, porque o mar agora bate no muro das casas construídas sobre a pós-praia. Esta tendência também pode ser observada na **Figura 4.2.6-5**, na qual inicialmente observa-se uma leve tendência de acresção do perfil entre os meses de janeiro e março de 2008, com o desenvolvimento de uma estrutura que aparenta ser uma berma, e também quando se nota a ausência de entradas de frentes frias durante este período.

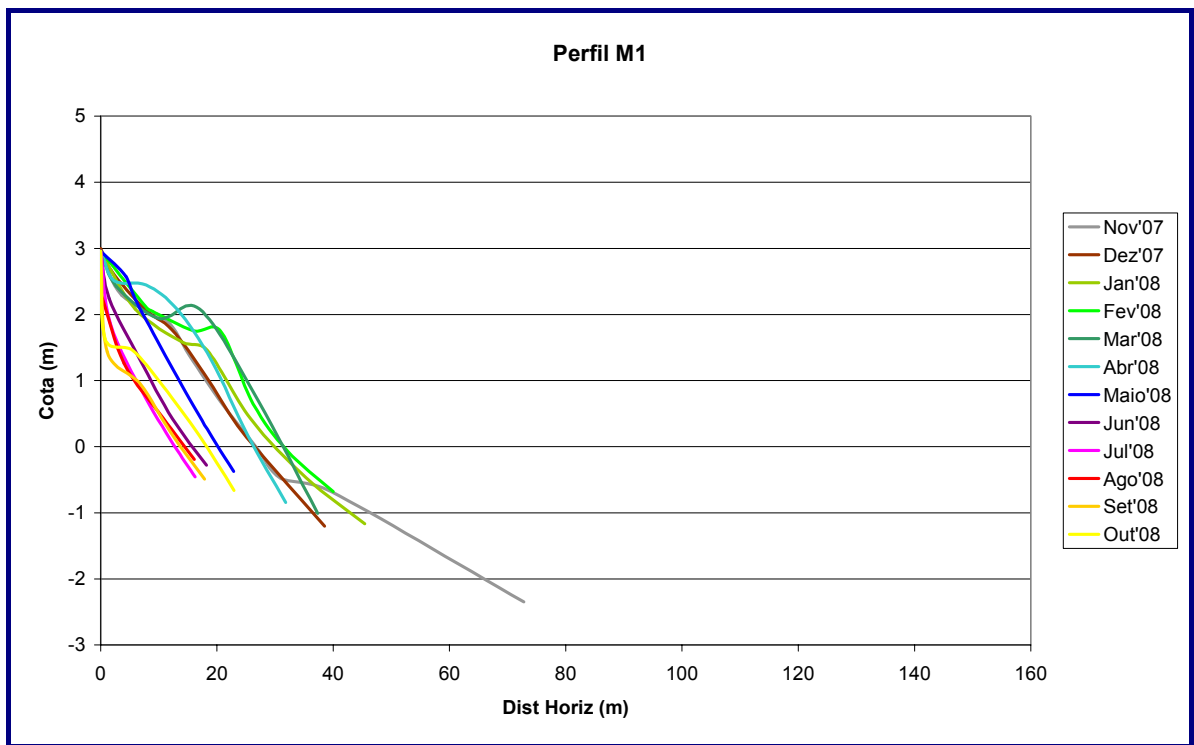


Figura 4.2.6-5: Variações morfológicas no perfil M01 ao longo das doze campanhas realizadas.

Esta estrutura começa a migrar em direção a pós-praia na campanha de abril e já não aparece mais na campanha de maio de 2008, tendo sido destruída neste intervalo, e o qual não possui relação com a entrada de frentes frias na região.

A partir da campanha de maio o perfil aparece cada vez mais erodido (ver **Figura 4.2.6-5**) e, acompanhada da entrada de um sistema frontal durante o levantamento de junho de 2008, observa-se uma sensível perda de sedimentos entre os perfis de maio e junho. O perfil encontra-se mais curto e mais refletivo e esta tendência ocorre até a campanha de setembro na qual se observa novamente o aparecimento desta estrutura acrescional, que volta a aparecer um pouco mais na campanha de outubro, apesar da grande erosão ocorrida no perfil, acompanhada por uma escarpa de forte gradiente a sua retaguarda.

De acordo com as observações de campo, o perfil M02 também vem sofrendo com o efeito da perda de sedimentos ao longo do período em estudo. Na **Figura 4.2.6-6** é possível observar uma tendência ao encurtamento e à perda de sedimentos do perfil.

Inicialmente, na campanha de novembro de 2007 o perfil aparece suave, sem a presença de estruturas deposicionais em seu perfil ativo, com exceção de uma estrutura que forma uma escarpa e não aparenta ser uma berma, pois não apresenta topo subhorizontal. De qualquer maneira, esta estrutura está presente no perfil ao longo de todas as campanhas, sem ter sofrido nenhuma sensível modificação, um indício de que se encontra fora dos limites do perfil ativo.

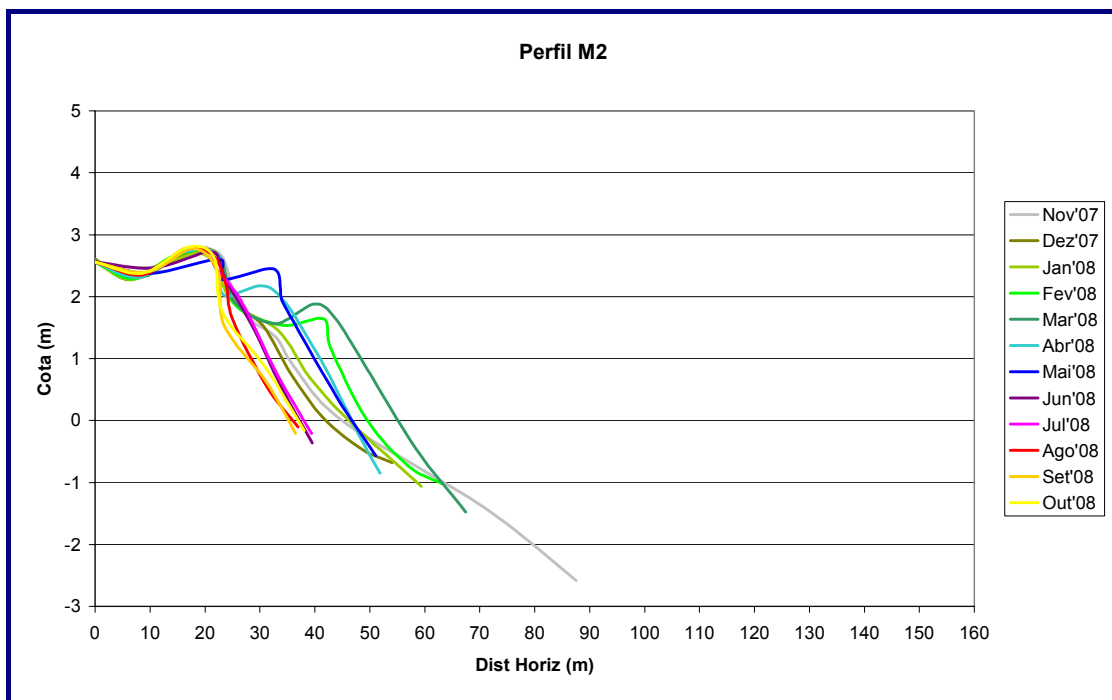


Figura 4.2.6-6: Variações morfológicas no perfil M02 ao longo das doze campanhas realizadas.

A partir da campanha de fevereiro de 2008 passa-se a observar a formação de uma berma propriamente dita, que aparece melhor desenvolvida na campanha de março e passa a migrar em direção à retaguarda do perfil nas campanhas de abril e maio de 2008. Destaca-se que em fevereiro não foram registradas entradas de frentes na região fato que pode ter desencatilhado o início desta tendência de acumulação de sedimento no perfil. Já na campanha de junho, na qual se observa a entrada de um sistema frontal, o perfil aparece erodido, mais curto e mais refletivo, sem esta estrutura deposicional. Esta tendência erosiva persiste até a última campanha, com a notável perda de sedimentos e encurtamento do perfil.

O perfil M03 apresenta uma escarpa de forte gradiente em seu limite superior, que provavelmente separa o perfil ativo da pós-praia e que, por sua vez, apresenta forte tendência de retrogradação, principalmente nas campanhas de setembro e outubro de 2008 (**Figura 4.2.6-7**).

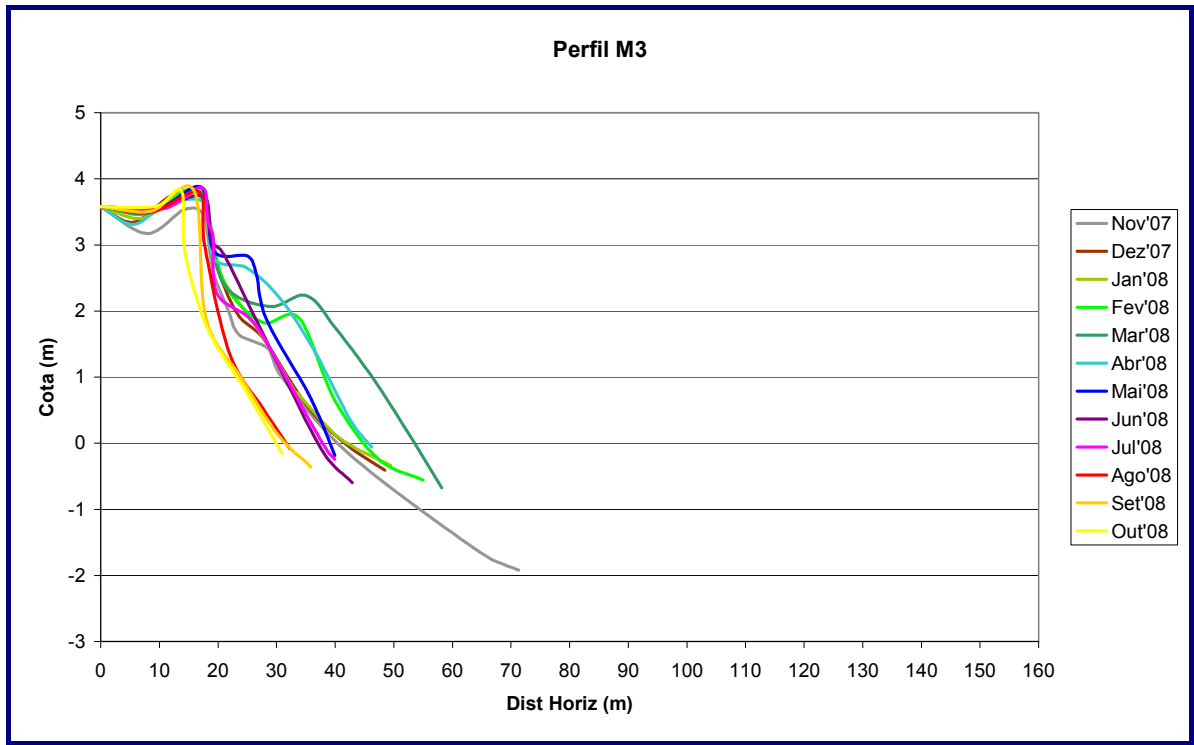


Figura 4.2.6-7: Variações morfológicas no perfil M03 ao longo das doze campanhas realizadas.

O perfil de novembro de 2007 aparenta ter gradiente contínuo e mais suave, após a escarpa da pós-praia, até o seu limite inferior. Observa-se nesta campanha uma leve tendência à formação de uma berma, e que se comprova na campanha de fevereiro de 2008, onde se observa claramente esta estrutura, que passa a acumular ainda mais sedimentos na campanha de fevereiro e migra em direção à retaguarda do perfil nas campanhas de abril e maio. Já após a passagem da frente fria de junho de 2008 o perfil aparece erodido, com o desaparecimento desta estrutura deposicional. Esta tendência erosiva persiste e se intensifica entre as campanhas de julho a outubro de 2008, observando-se maior perda de sedimentos e maior encurtamento no levantamento desta última campanha.

Já o perfil M04 parece um pouco mais estável em relação aos perfis mais ao Sul (**Figura 4.2.6-8**). Observa-se que as variações morfológicas ocorridas ao longo das campanhas desviam pouco do perfil inicial de novembro de 2007. Observa-se a

presença de uma escarpa ao longo de todo o período e um perfil de gradiente contínuo, de maneira geral, para todas as campanhas. Variações morfológicas positivas e negativas ocorrem durante as campanhas, porém, sem grande perda ou acúmulo de sedimento.

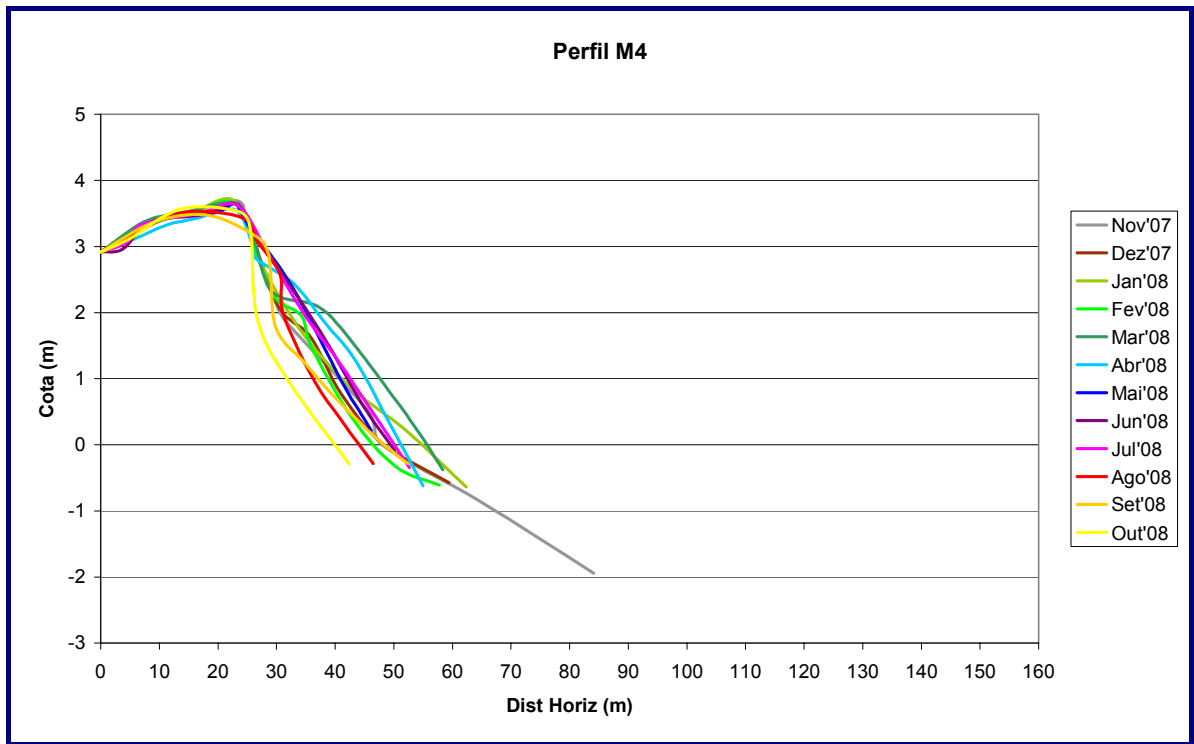


Figura 4.2.6-8: Variações morfológicas no perfil M04 ao longo das doze campanhas realizadas.

A variação mais sensível pode ser observada a partir da campanha de agosto de 2008, onde fica mais evidente a migração do perfil como um todo em direção à sua retaguarda, assim, como uma perda um pouco maior de sedimentos em relação aos perfis anteriores encontrando-se o perfil em outubro de 2008 mais erodido, curto e refletivo dentre todas as campanhas.

O perfil M05 apresenta uma escarpa, que apresenta um pico de acumulação de sedimentos na campanha de janeiro de 2008, que consiste, muito provavelmente, em um erro de medição, ou transposição dos dados da estação total para as planilhas, devido ao exagero vertical desta estrutura que volta a sumir na campanha seguinte. Este perfil apresenta-se ainda mais estável do que o perfil M04.

Destaca-se, porém uma tendência de acumulação de sedimentos de fevereiro em diante, na qual o perfil aparece mais construído. Uma inversão nesta tendência ocorre apenas a partir da campanha de agosto de 2008, na qual o perfil volta a sofrer perda de sedimento e persiste erodindo até a campanha de outubro de 2008. Observa-se que o perfil nesta última campanha aparenta ser o perfil mais erodido dentre todas as outras campanhas. (**Figura 4.2.6-9**).

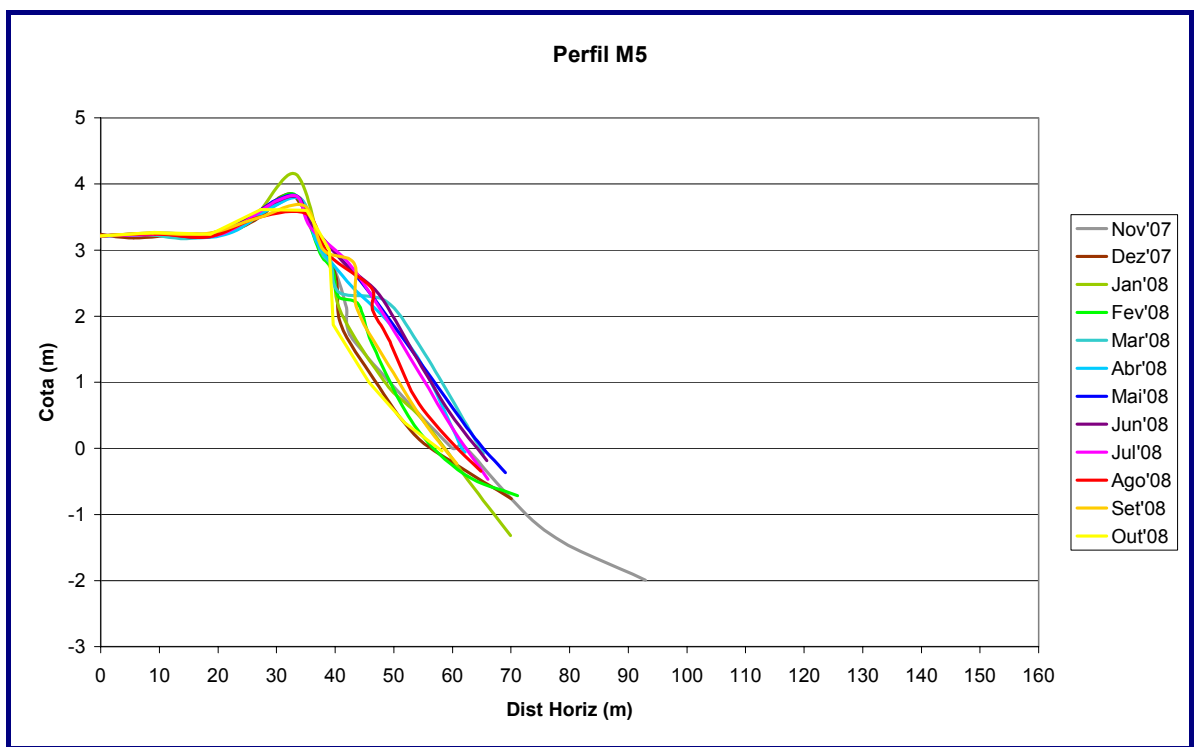


Figura 4.2.6-9: Variações morfológicas no perfil M05 ao longo das doze campanhas realizadas.

O perfil M06 é caracterizado por uma escarpa íngreme que, provavelmente, separa o perfil ativo da pós-praia, seguida por uma berma quase permanente ao longo do período em estudo e uma face de praia média a inferior com mínimas, ou simplesmente, ausência de variações morfológicas. Observa-se apenas uma leve tendência à acumulação de sedimentos na berma, ao longo do período, acompanhada por uma sensível erosão na face de praia média e inferior do perfil na campanha de outubro de 2008. Outra variação morfológica ocorre no topo da

escarpa, onde se observa uma sensível erosão a partir da campanha de agosto, atingindo altura mínima na campanha de outubro de 2008. (**Figura 4.2.6-10**)

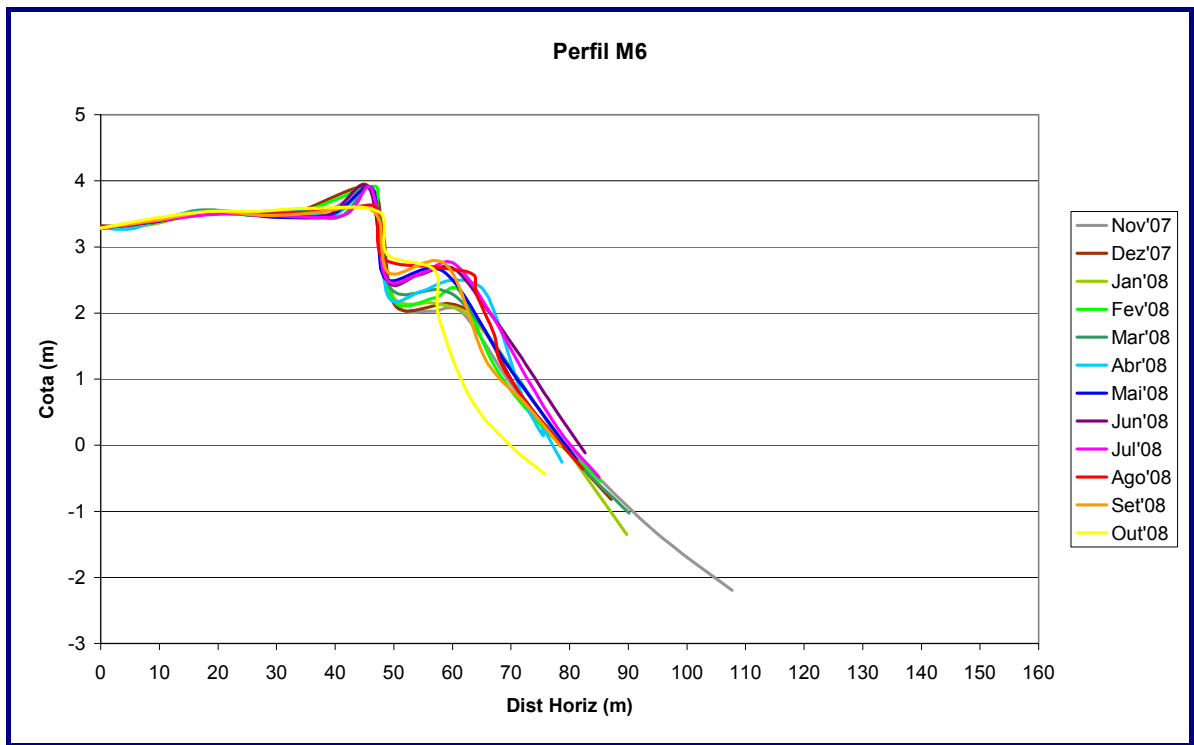


Figura 4.2.6-10: Variações morfológicas no perfil M06 ao longo das doze campanhas realizadas.

O perfil M07 apresenta também grande estabilidade morfológica, com ausência de variações morfológicas em seu limite superior (**Figura 4.2.6-11**). Observa-se uma tendência à acumulação de sedimentos na face de praia média e inferior no período que se estende de novembro de 2007 a julho de 2008 e a formação de uma berma presente até a última campanha. A partir da campanha de agosto de 2008, porém, esta berma começa a ser erodida, passando a apresentar uma crista mais estreita.

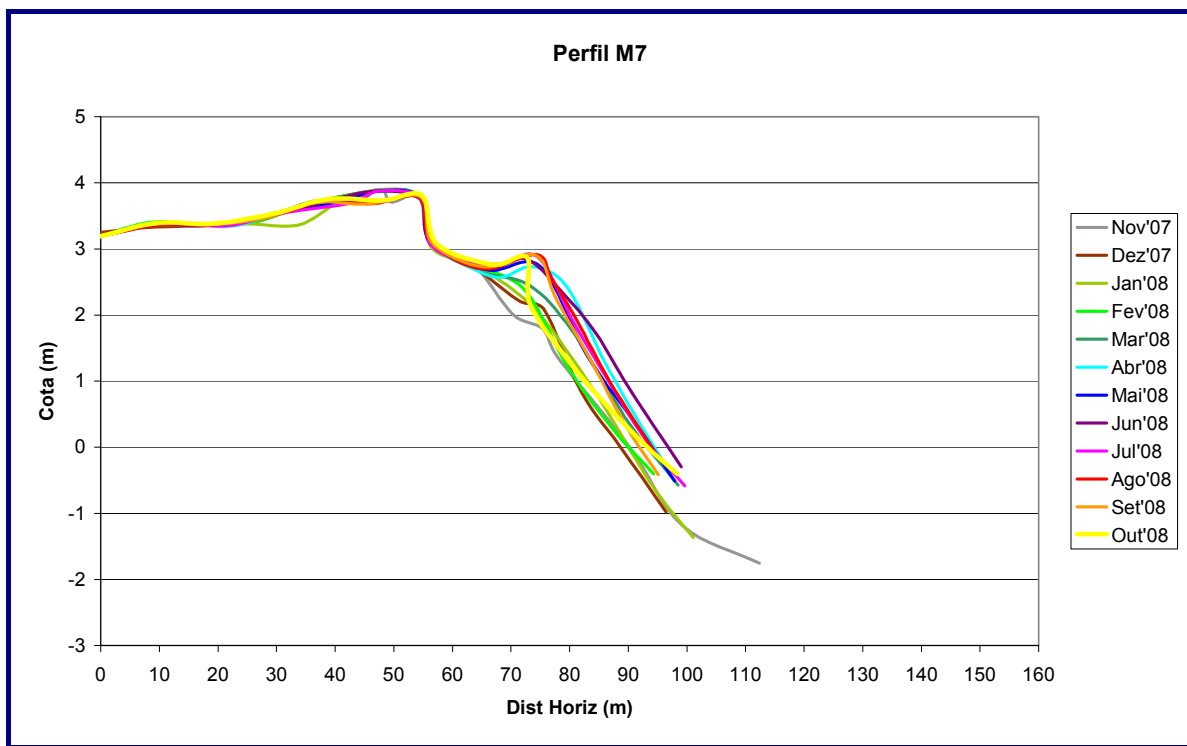


Figura 4.2.6-11: Variações morfológicas no perfil M07 ao longo das doze campanhas realizadas.

No limite superior do perfil M08 observa-se um relevo recortado, porém, sem variações morfológicas perceptíveis ao longo das doze campanhas e que, provavelmente, integra o limite da pós-praia (**Figura 4.2.6-12**). As maiores variações ocorrem na face de praia do perfil sem apresentar uma única tendência, mostrando um comportamento descontínuo de erosões e acumulações do perfil ao longo das campanhas. Observa-se, porém um engordamento na crista da berma nas campanhas de junho, julho e agosto 2008, que passa a erodir novamente nas campanhas de setembro e outubro.

Porém, a crista da berma aparece mais estreita nos perfis de dezembro de 2007 e março e abril de 2008, que representam também as campanhas de maior perda de sedimento do perfil como um todo.

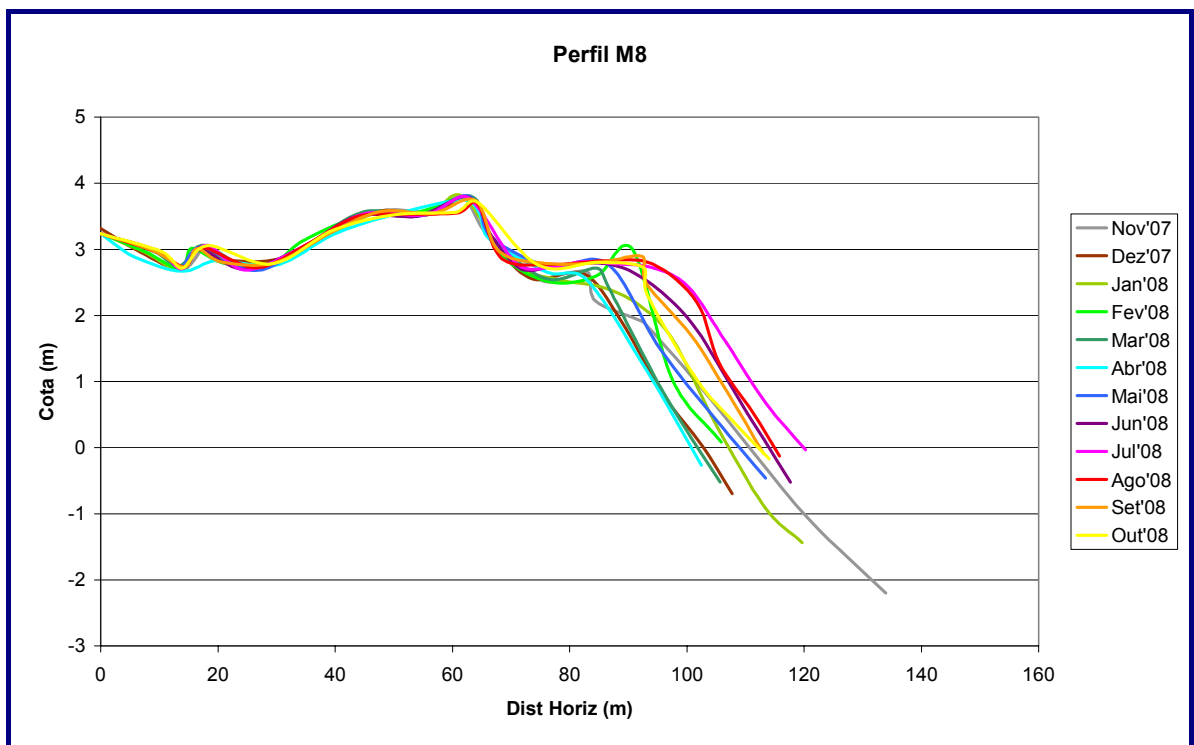


Figura 4.2.6-12: Variações morfológicas no perfil M08 ao longo das doze campanhas realizadas.

O perfil M09 apresenta uma tendência à acumulação de sedimentos no período em estudo. Observa-se o engordamento do pacote sedimentar do perfil a partir da campanha de novembro de 2007 até maio de 2008. (**Figura 4.2.6-13**)

A partir de junho de 2008 as variações morfológicas do perfil passam a serem mínimas, e o perfil permanece acrescido de sedimento e com uma berma de crista significativa.

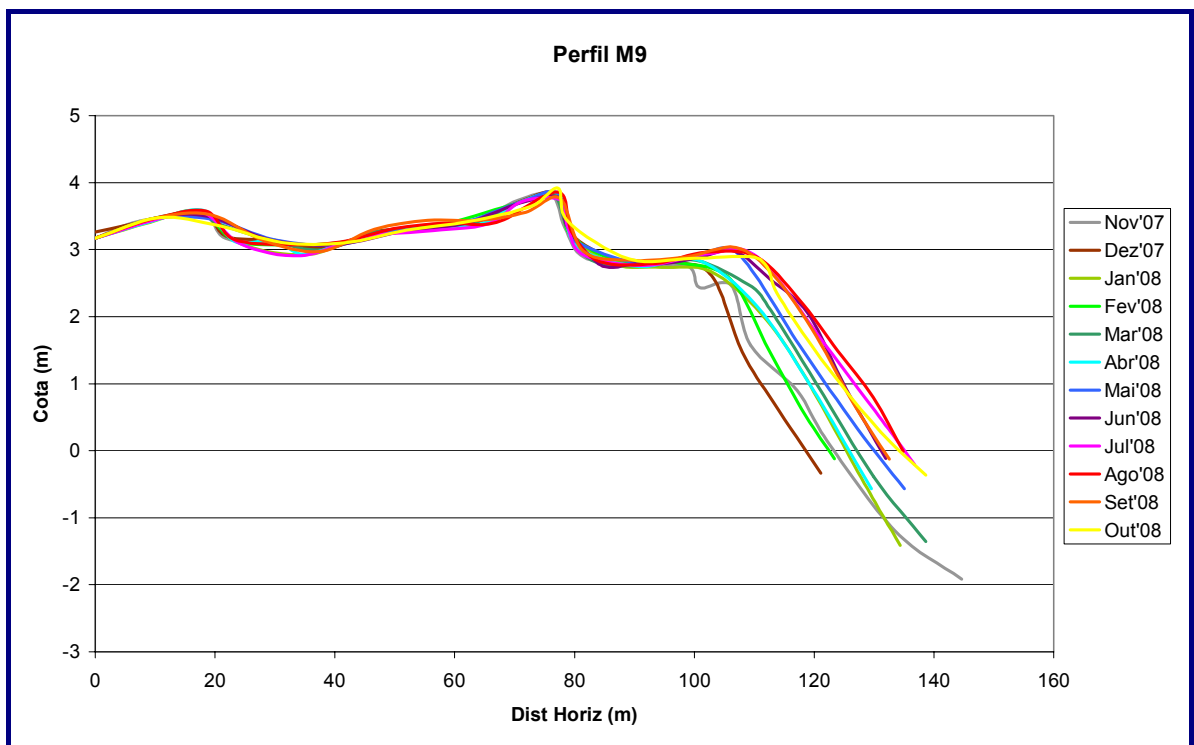


Figura 4.2.6-13: Variações morfológicas no perfil M09 ao longo das doze campanhas realizadas.

O perfil M10 apresenta uma anomalia altimétrica em sua pós-praia, na campanha de novembro de 2007, provavelmente, gerada por um erro de medição, ou de transposição da estação total para as planilhas de análise.

De forma geral, a pós-praia não apresenta variações geomorfológicas significativas e pequenas variações no perfil ativo são encontradas (**Figura 4.2.6-14**). Entre novembro de 2007 e abril de 2008 o perfil não apresenta grandes variações morfológicas e a partir de junho observa-se uma tendência à deposição de sedimentos no perfil. Esta tendência deposicional permanece até a última campanha, porém, entre junho e outubro de 2008 as variações morfológicas voltam a serem mínimas, mas o pacote sedimentar permanece acrescido em relação às campanhas anteriores.

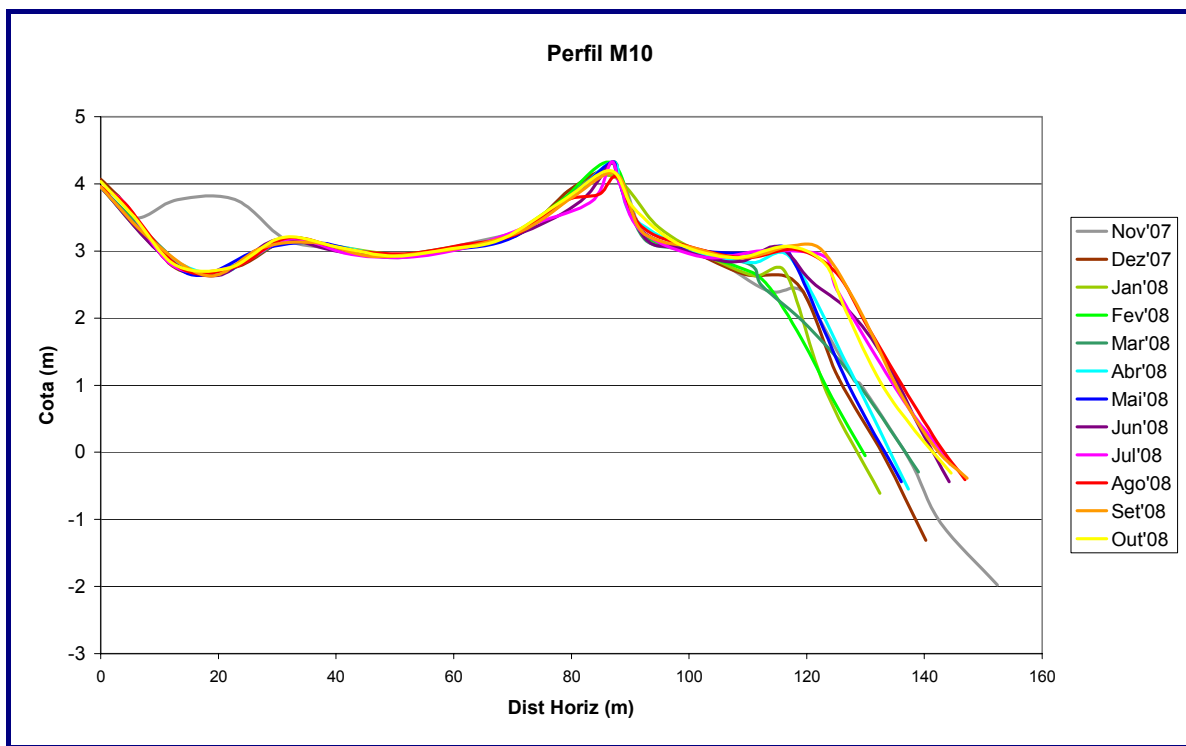


Figura 4.2.6-14: Variações morfológicas no perfil M10 ao longo das doze campanhas realizadas.

A pós-praia do perfil M11 permanece estável, sofrendo variações morfológicas insignificantes (**Figura 4.2.6-15**). Em relação ao perfil ativo inicialmente observa-se uma acentuada erosão entre as campanhas de novembro e dezembro de 2007. Entre dezembro de 2007 e abril de 2008 o perfil apresenta-se um pouco mais erodido e com uma berma estreita. Entre abril e maio de 2008, porém, o perfil sofre nova variação morfológica significativa, aumentando a espessura de seu envelope sedimentar.

Entre maio e outubro de 2008 as variações morfológicas no perfil voltam serem mínimas, e este passa a demonstrar estabilidade morfodinâmica, estando mais acrescido de sedimentos em relação às campanhas anteriores e apresentando uma maior acumulação de sedimentos na berma que se apresenta mais ampla.

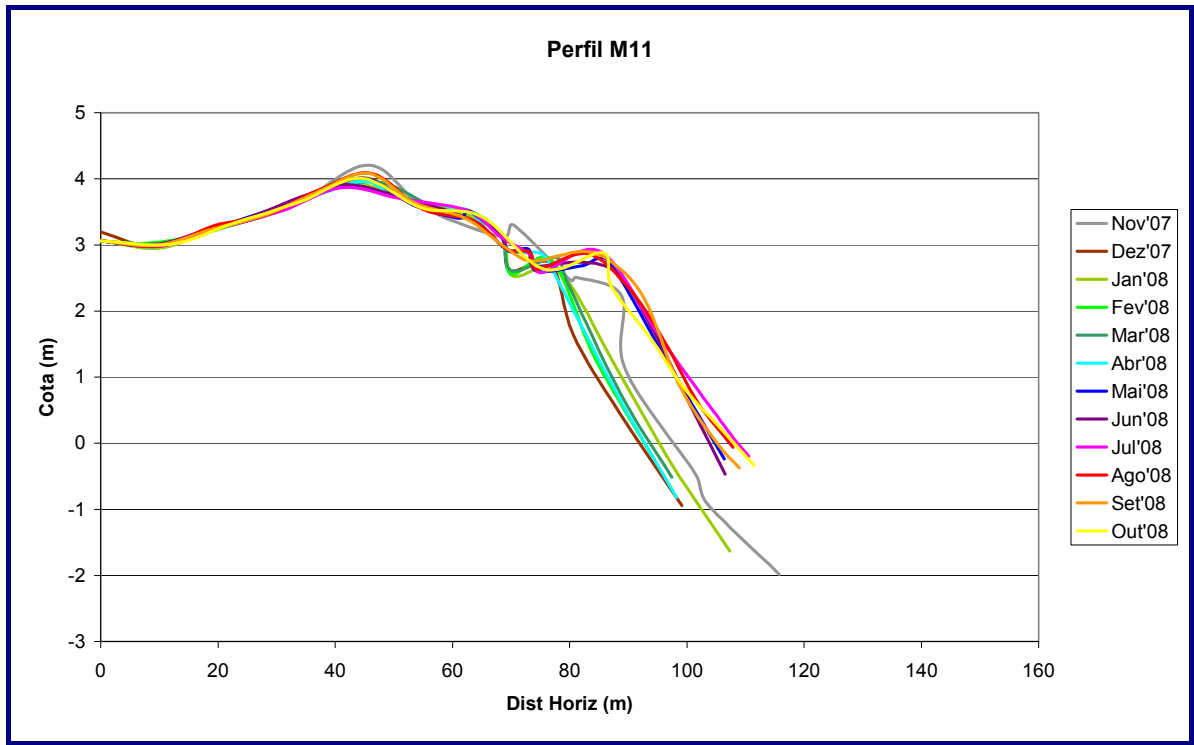


Figura 4.2.6-15: Variações morfológicas no perfil M11 ao longo das doze campanhas realizadas.

As campanhas de novembro de 2007 a junho de 2008 mostram um perfil M-12 estável, de característica um pouco mais erosiva, e apresentando forte gradiente de face de praia, porém, observa-se também uma berma estreita bem definida (**Figura 4.2.6-16**). Já a partir da campanha de julho de 2008 o perfil sofre mudanças morfológicas mais significativas, engordando seu pacote sedimentar e modificando a berma bem definida, observada nas campanhas anteriores, que passa a ser mais engordada e levemente deslocada em direção ao mar.

No decorrer das campanhas de julho a outubro de 2008, porém, o perfil demonstra certa estabilidade porque deixa de sofrer variações morfológicas significativas.

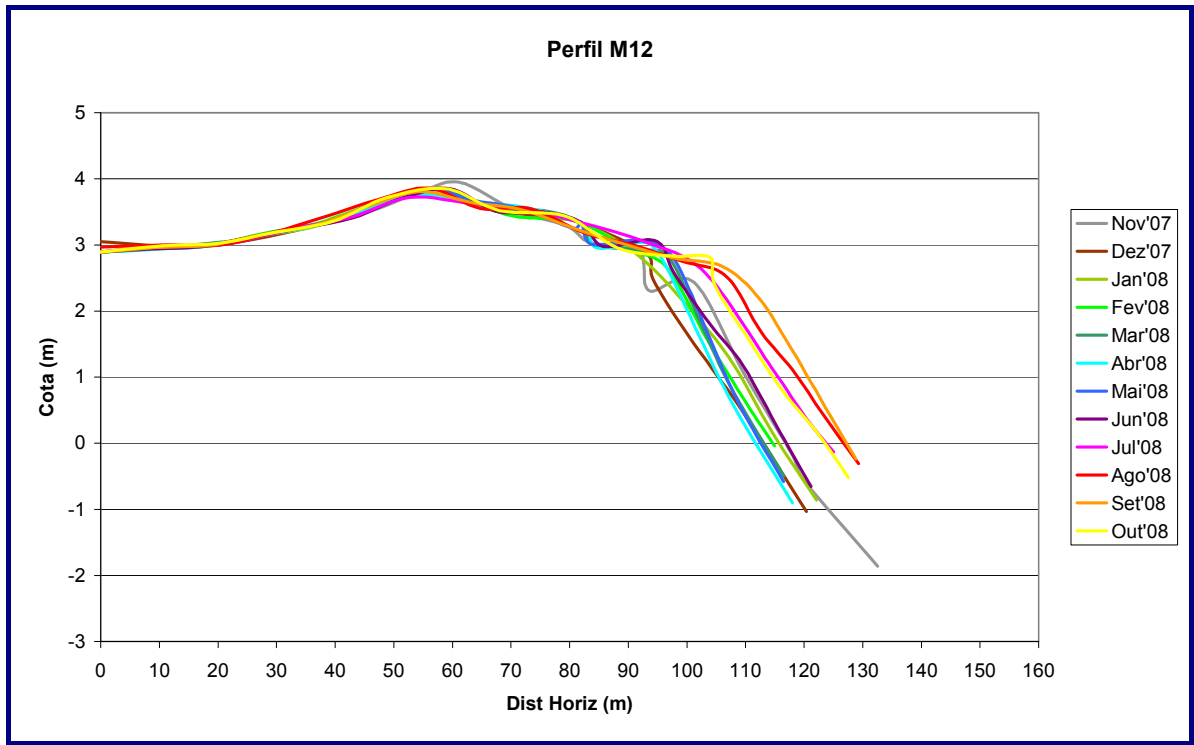


Figura 4.2.6-16: Variações morfológicas no perfil M12 ao longo das doze campanhas realizadas.

O perfil M13 também aparenta ser muito estável, apresentando pequenas variações morfológicas. Entre as campanhas de novembro de 2007 e agosto de 2008 o perfil apresenta variações morfológicas muito pequenas e uma berma que praticamente não se modificou ao longo deste período. As maiores mudanças foram observadas no período de agosto e setembro de 2008, no qual o perfil sofreu significativa acumulação de sedimentos, acompanhada pelo aumento na largura da berma, que também apresenta leve tendência de migração em direção ao mar.

Observa-se também que entre os perfis de setembro e outubro de 2008 as variações morfológicas no perfil são insignificantes (**Figura 4.2.6-17**).

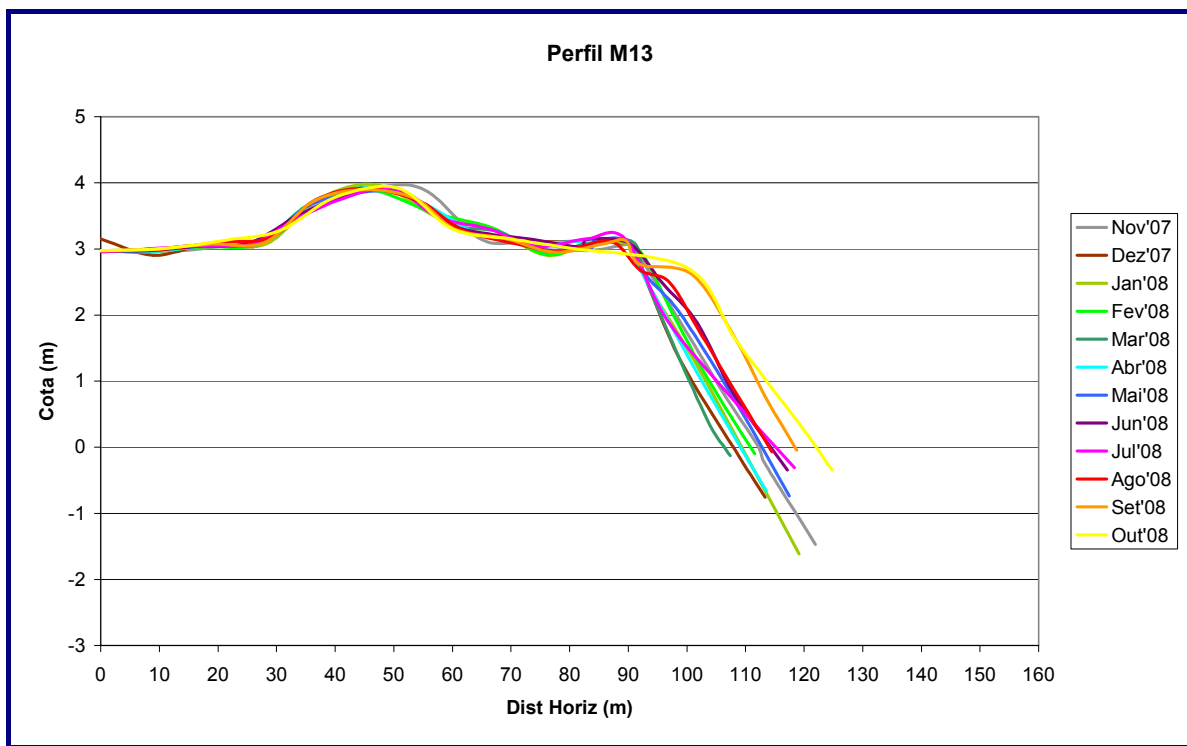


Figura 4.2.6-17: Variações morfológicas no perfil M13 ao longo das doze campanhas realizadas.

No decorrer das doze campanhas o perfil M14 apresenta grande estabilidade devido à quase ausência de variações morfológicas (**Figura 4.2.6-18**). A única exceção é o perfil da campanha de janeiro de 2008, que, por estar deslocado igualmente em toda sua extensão para uma cota altimétrica um pouco menor do que nas demais campanhas, caracterizam-se mais como um erro de medição do que como uma real variação morfológica do pacote sedimentar.

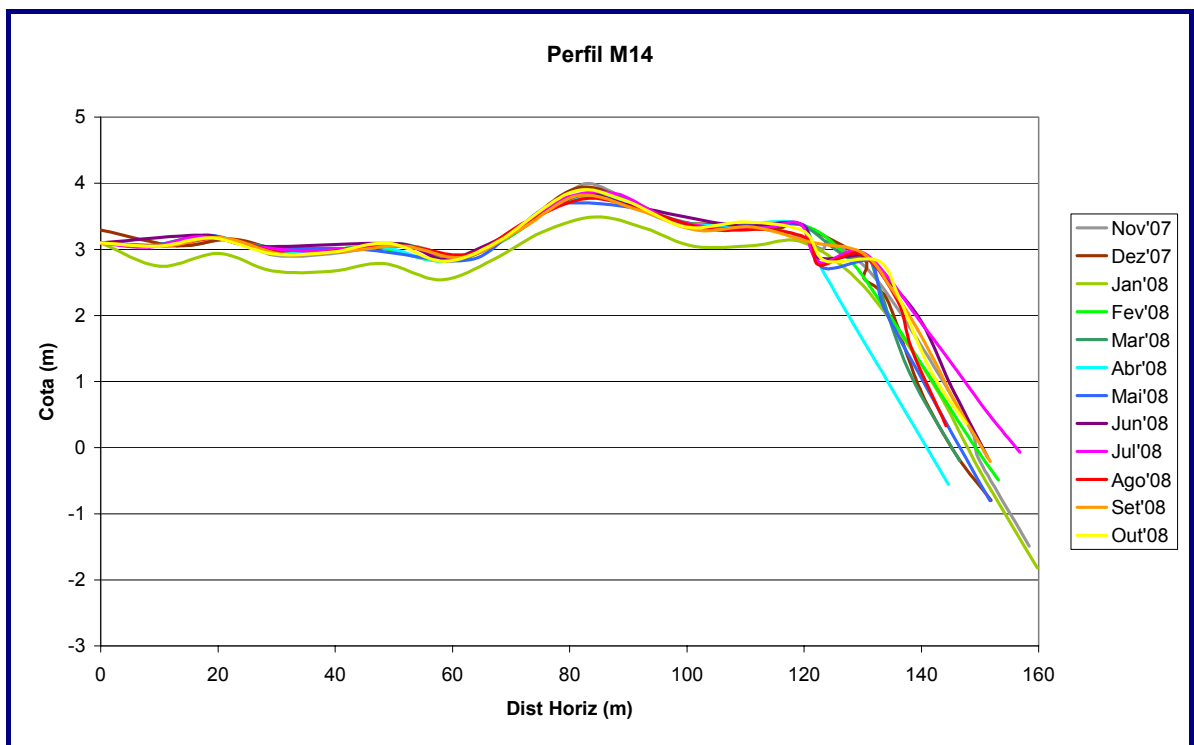


Figura 4.2.6-18: Variações morfológicas no perfil M14 ao longo das doze campanhas realizadas.

O perfil M15 também demonstra grande estabilidade, não apresentando variações importantes. Este perfil possui uma distribuição de feições um pouco diferentes dos demais, não ficando claro o limite entre a praia ativa e a pós-praia, devido até mesmo a sua aparente estabilidade, tornando um pouco mais complexa a determinação de quais estruturas são berma e quais já fazem parte da pós-praia. (**Figura 4.2.6-19**)

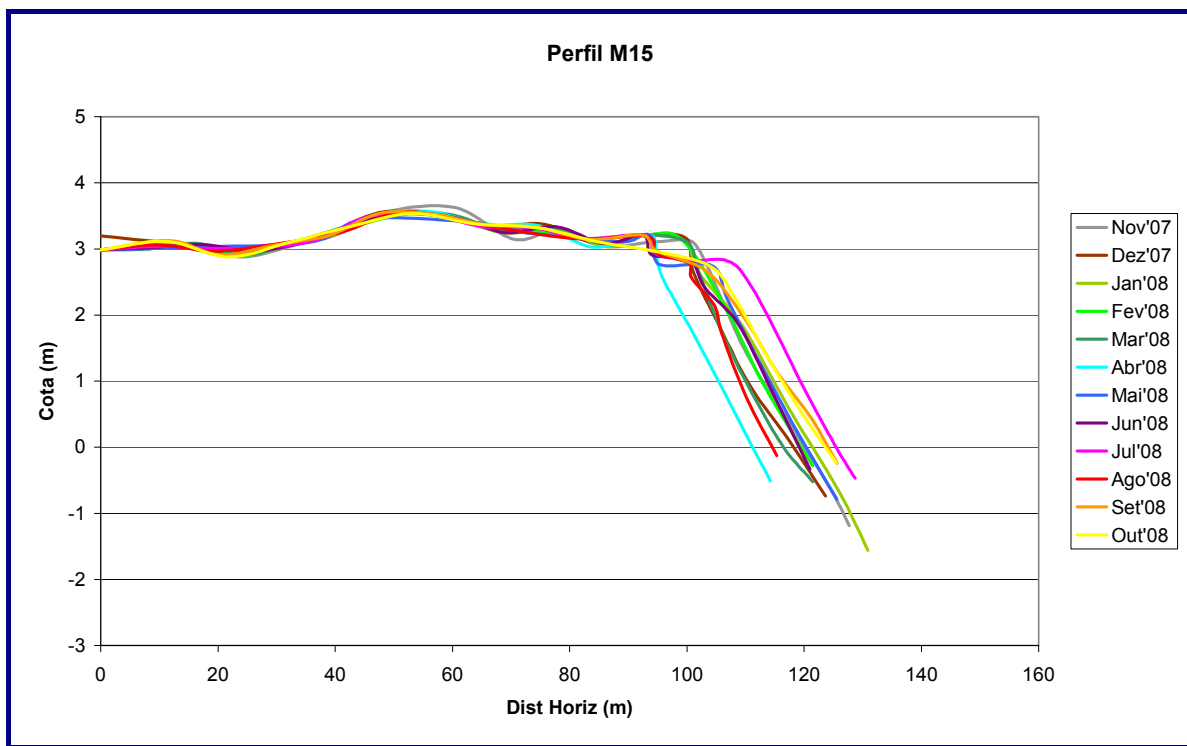


Figura 4.2.6-19: Variações morfológicas no perfil M15 ao longo das doze campanhas realizadas.

O perfil M16 também apresenta considerável estabilidade, sendo a maior mudança morfológica uma depressão na pós-praia observada durante a campanha de dezembro de 2007 (**Figura 4.2.6-20**).

No entanto, esta depressão é novamente preenchida na campanha seguinte. Devido a magnitude desta variação e ao fato de ser pontual no perfil, considera-se na verdade, um erro de medição.

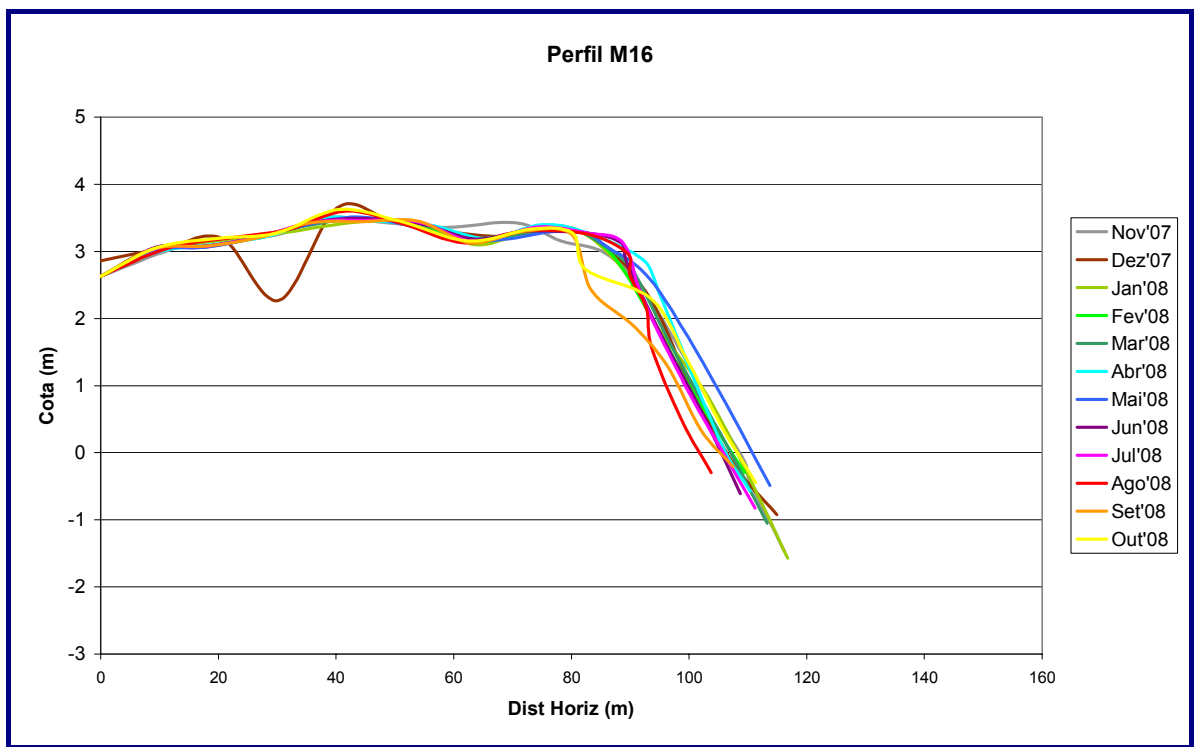


Figura 4.2.6-20: Variações morfológicas no perfil M16 ao longo das doze campanhas realizadas.

As variações morfológicas observadas no perfil M17 são pouco significativas. Além disso, não se observa um padrão claro de ganho ou perda de sedimentos ao longo das doze campanhas, assim como não se observa a presença de uma berma bem definida.

Apenas observa-se uma pós-praia de topo subhorizontal e uma praia ativa de gradiente acentuado, porém contínuo (**Figura 4.2.6-21**).

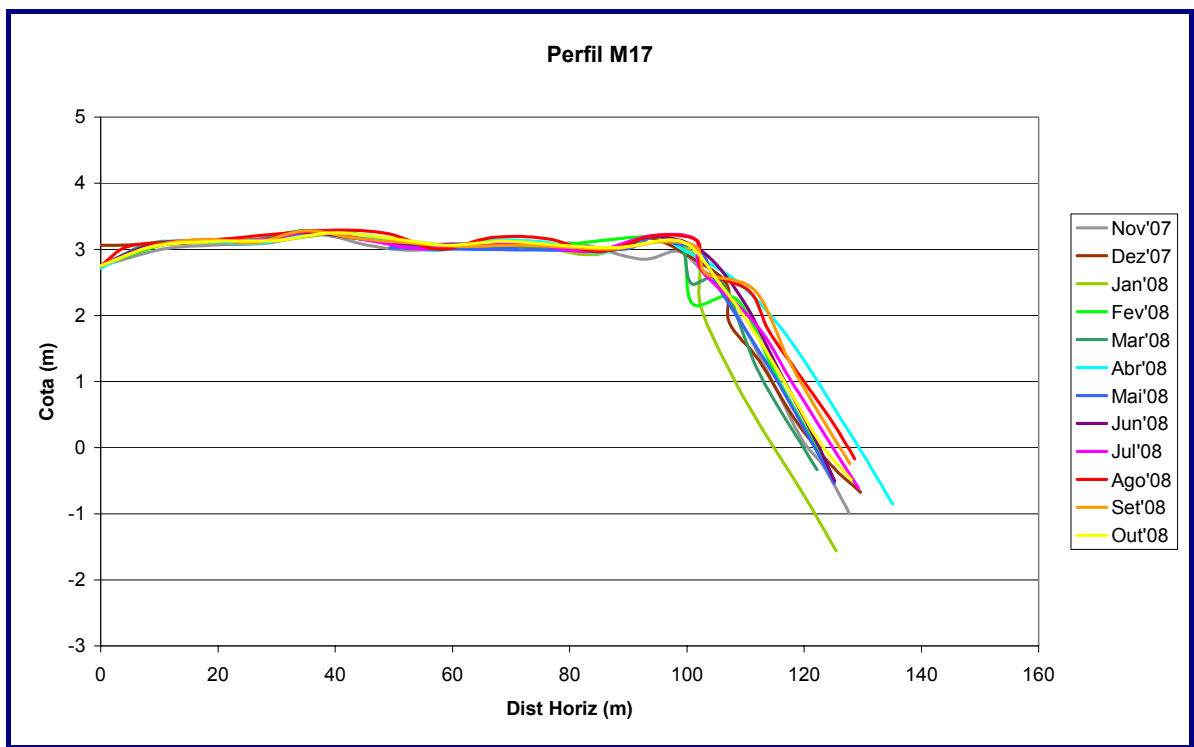


Figura 4.2.6-21: Variações morfológicas no perfil M17 ao longo das doze campanhas realizadas.

A estabilidade do perfil M18 é ainda maior do que a observada no perfil anterior. Neste perfil observam-se variações morfológicas pequenas, porém, não foi possível determinar as tendências deposicionais do perfil no decorrer do período.

Apenas na campanha de janeiro de 2008 observa-se uma berma bem definida, enquanto nas demais campanhas o perfil aparece apenas como esse gradiente íngreme que se estende da pós-praia em direção ao mar. (**Figura 4.2.6-22**)

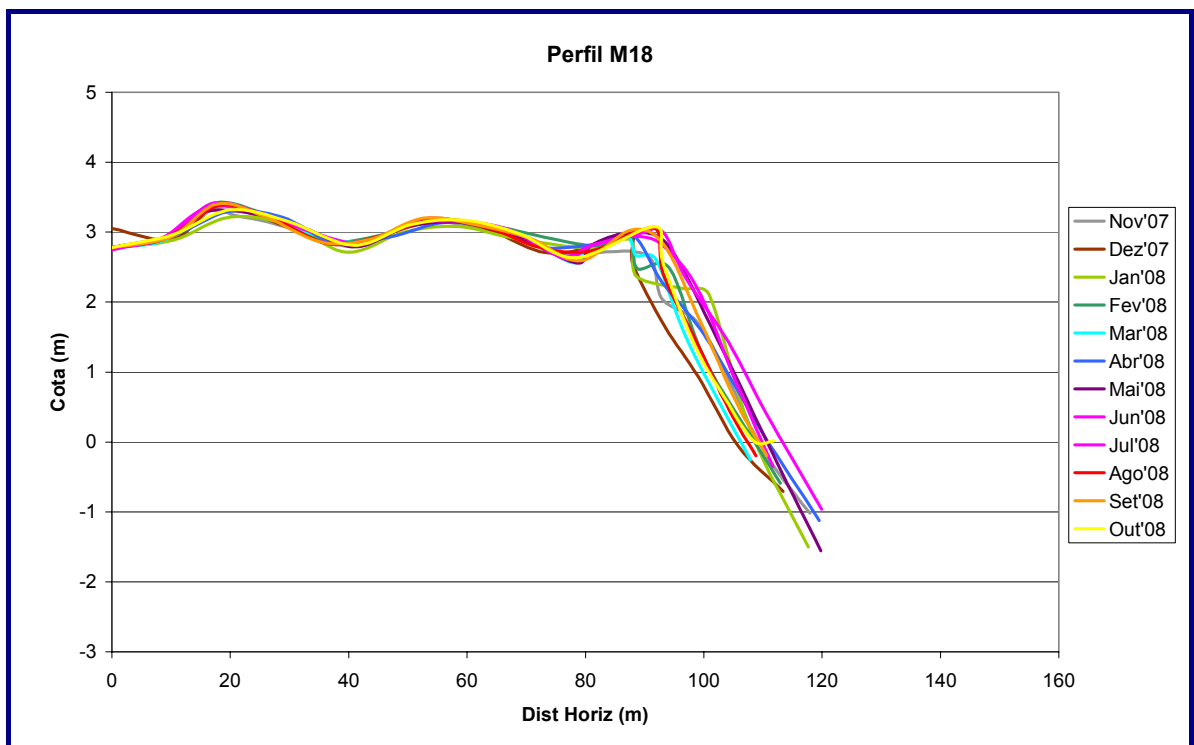


Figura 4.2.6-22: Variações morfológicas no perfil M18 ao longo das doze campanhas realizadas.

O perfil M19 apresenta uma variação na espessura do pacote sedimentar do perfil um pouco mais significativa (**Figura 4.2.6-23**). Durante as campanhas de novembro de 2007 a março de 2008 o perfil não apresenta mudanças morfológicas significativas, estando caracterizado por uma escarpa íngreme, quase vertical, acompanhada por uma face de praia também de elevado gradiente.

Já a partir da campanha de abril de 2008 este pacote sedimentar começa a ganhar espessura, diminuindo, conseqüentemente, a altura desta escarpa da pós-praia. Nas campanhas de agosto, setembro e outubro de 2008 este pacote sedimentar é ainda mais acrescido, diminuindo ainda mais a altura da escarpa, tornando o perfil mais suave.

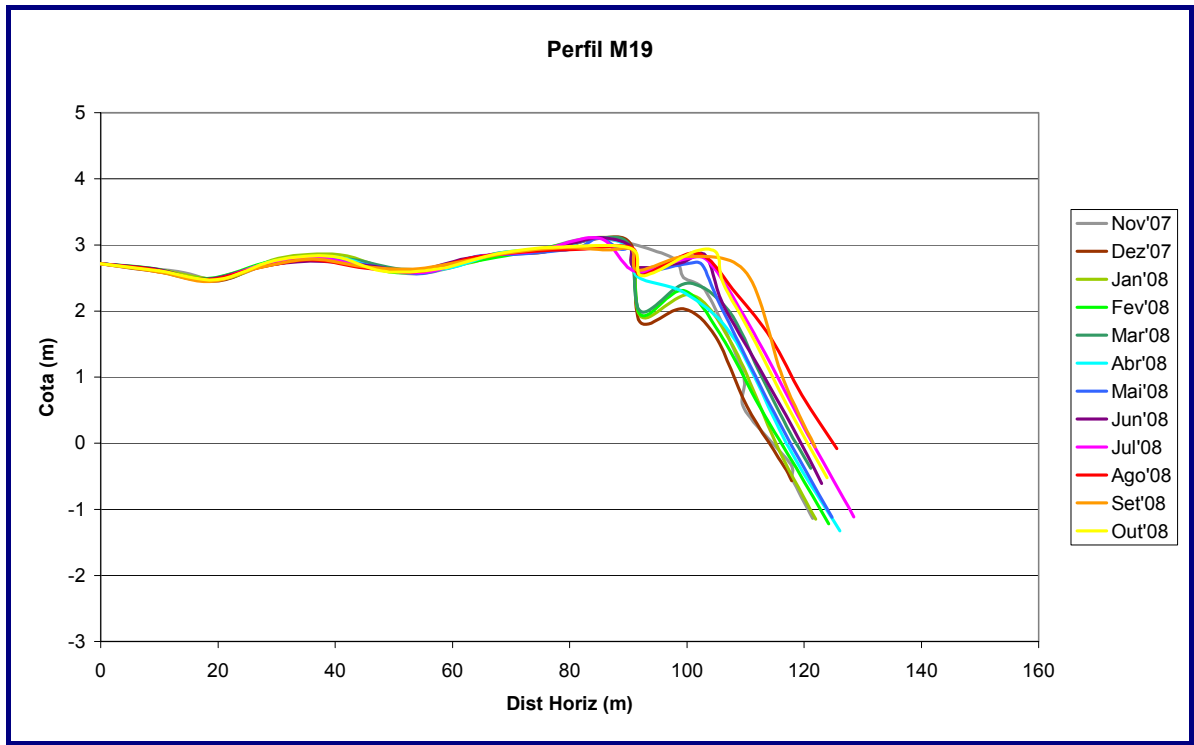


Figura 4.2.6-23: Variações morfológicas no perfil M19 ao longo das doze campanhas realizadas.

Por sua vez, o perfil M20 possui grande estabilidade morfológica, apresentando variações insignificantes no decorrer das doze campanhas (**Figura 4.2.6-24**). Este perfil é caracterizado apenas por uma face de praia íngreme que se estende ao longo de um gradiente contínuo até o mar, sem a presença de bermas ou qualquer outro tipo de estrutura deposicional em seu perfil ativo.

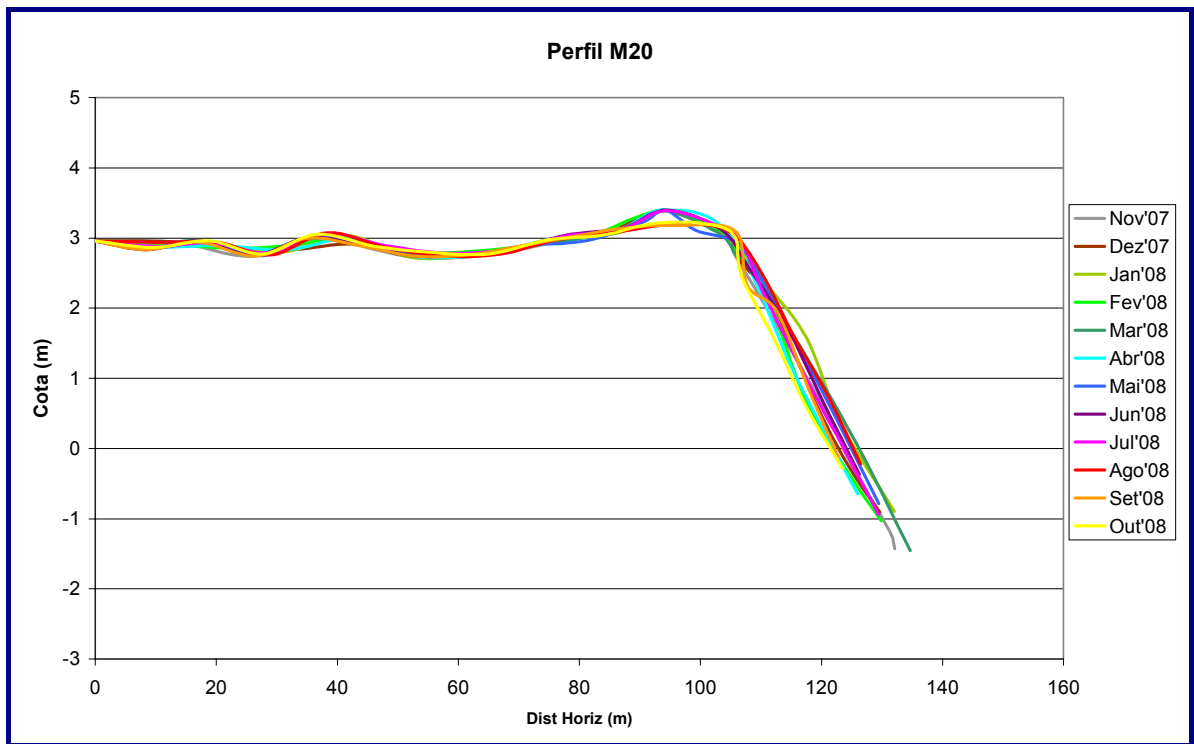


Figura 4.2.6-24: Variações morfológicas no perfil M20 ao longo das doze campanhas realizadas.

O perfil M21 também se caracteriza por ser um perfil estável, apresentando pequenas mudanças morfológicas. Neste perfil, porém, não foi possível observar a presença de uma berma bem definida, nem mesmo caracterizar um padrão deposicional, ao longo do período.

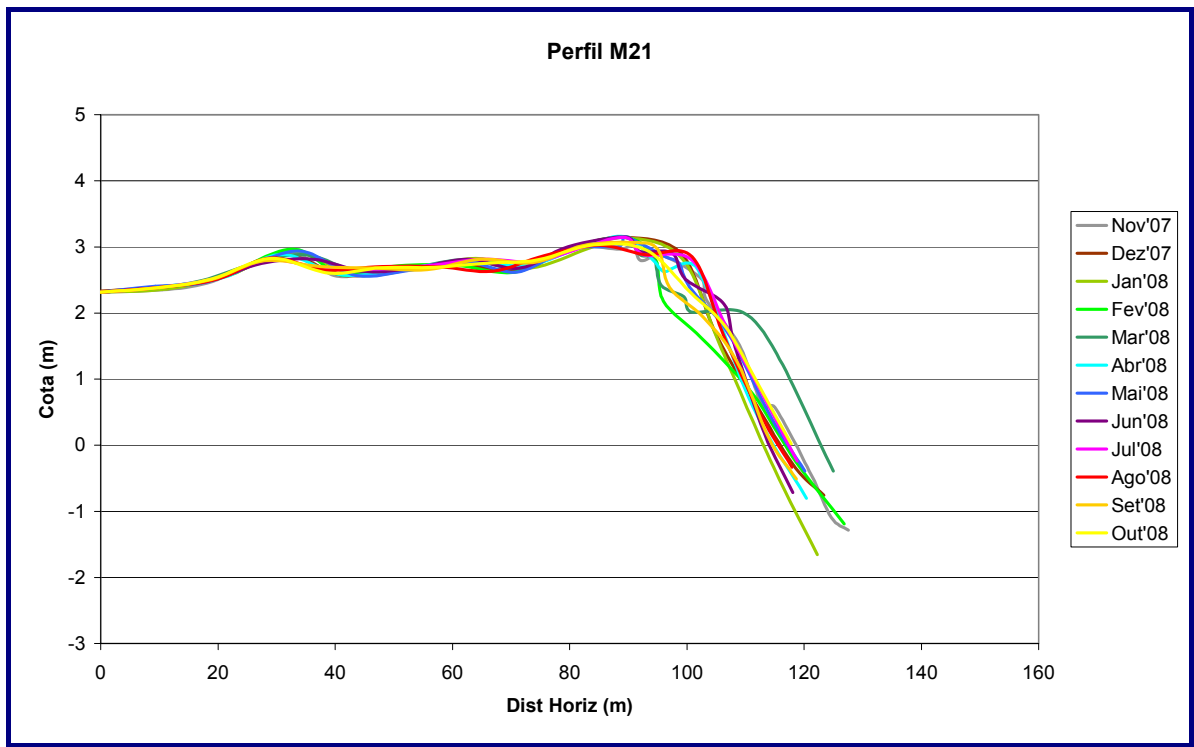


Figura 4.2.6-25: Variações morfológicas no perfil M21 ao longo das doze campanhas realizadas.

O perfil M22 também se caracteriza por ser um perfil estável, constituindo uma face de praia íngreme que se estende de forma contínua em direção ao mar (**Figura 4.2.6-26**). Entre as campanhas de fevereiro e março de 2008, porém, observa-se a sutil formação de uma berma que passa a se descaracterizar a partir da campanha de abril de 2008. O pacote sedimentar tende, porém a se espessar das campanhas de abril a outubro de 2008.

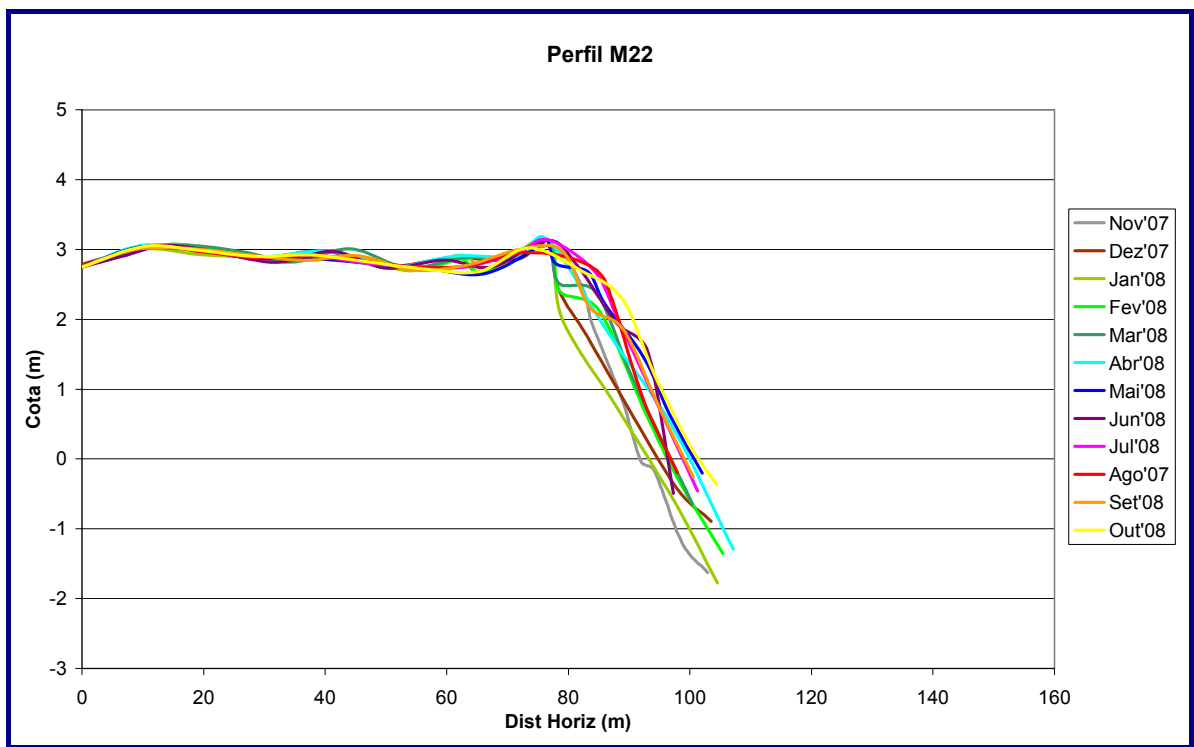


Figura 4.2.6-26: Variações morfológicas no perfil M22 ao longo das doze campanhas realizadas.

Assim como o perfil anterior, o perfil M23 também expressa sua estabilidade através de variações morfológicas de pequena magnitude (**Figura 4.2.6-27**). Observa-se um erro de posicionamento do ponto de início de perfil em relação a sua cota altimétrica na campanha de dezembro de 2007. Neste perfil não fica claro o comportamento dos processos deposicionais, porém observa-se uma leve erosão do perfil nas campanhas de agosto, setembro e outubro de 2008.

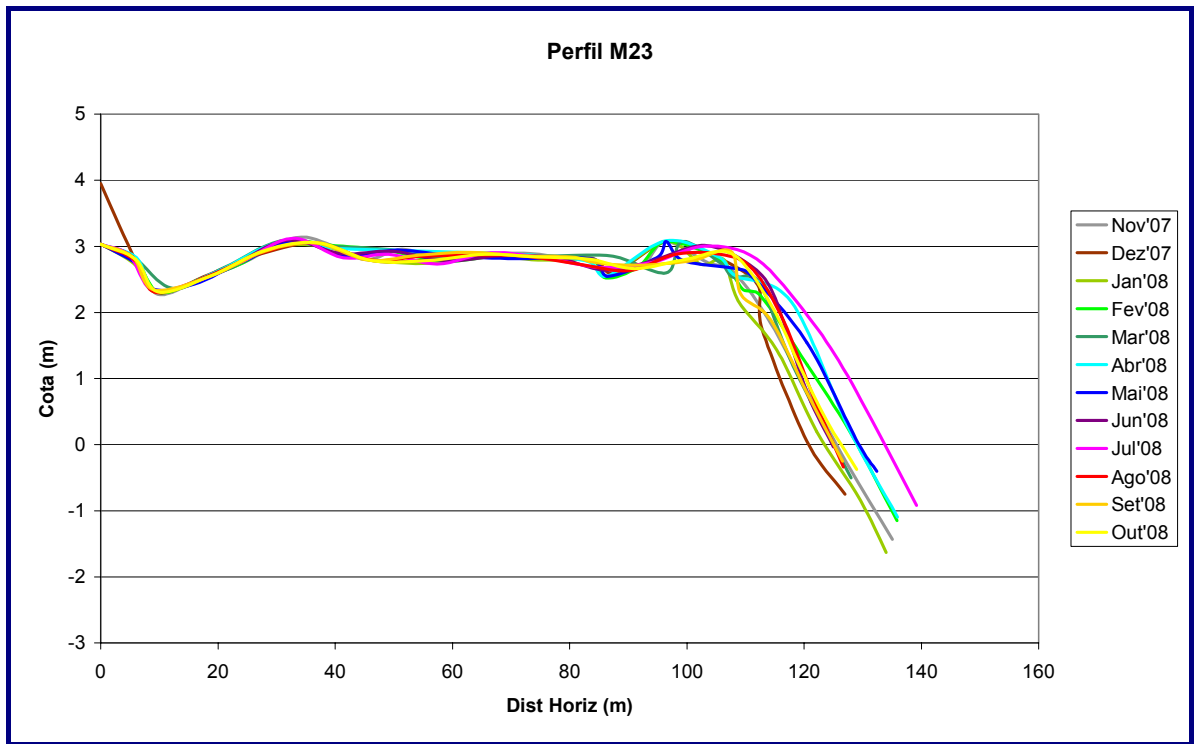


Figura 4.2.6-27: Variações morfológicas no perfil M23 ao longo das doze campanhas realizadas.

Observa-se que o perfil M24 também é estável, caracterizando-se por uma face de praia que se estende, de maneira geral ao longo de um gradiente contínuo em direção ao mar (**Figura 4.2.6-28**).

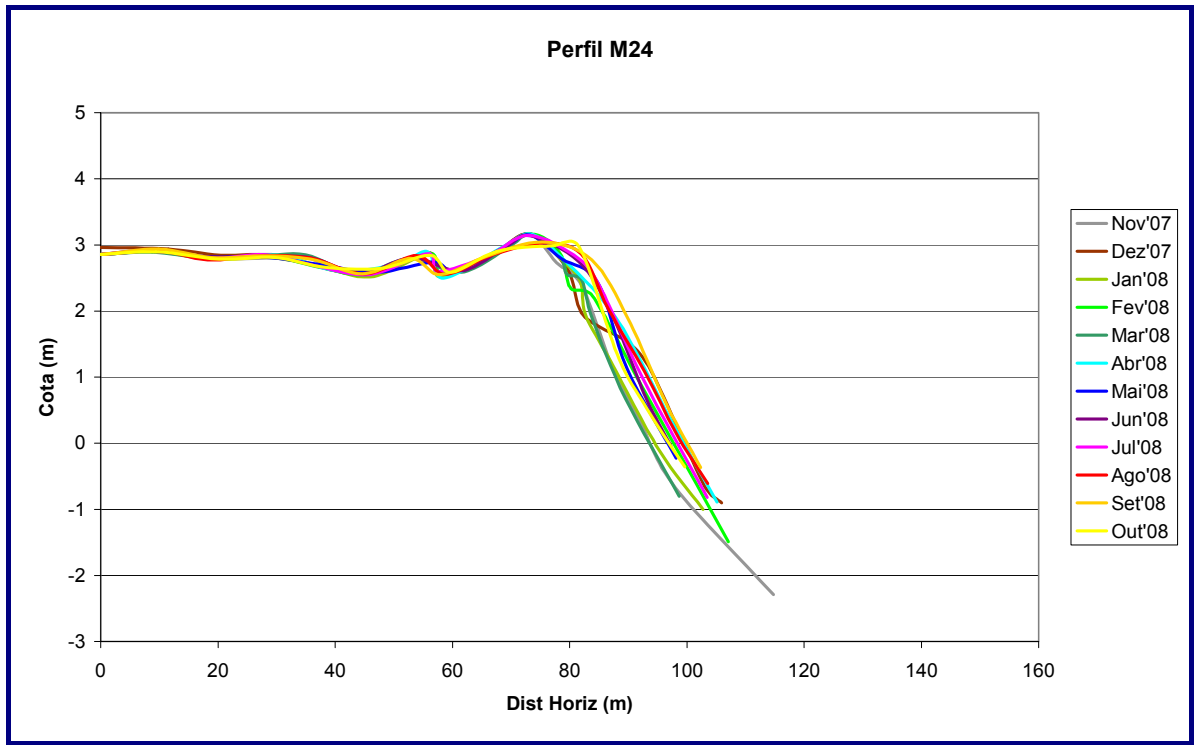


Figura 4.2.6-28: Variações morfológicas no perfil M24 ao longo das doze campanhas realizadas.

Destaca-se no perfil M25 uma tendência à acumulação de sedimentos ao longo do período em estudo (**Figura 4.2.6-29**). Em relação a esta tendência, o perfil M25 se assemelha ao M19: o perfil se caracteriza pela presença de uma escarpa íngreme, quase vertical, seguida por uma estrutura do tipo berma que tende a acumular sedimentos. O preenchimento da berma diminui a altura e o gradiente da escarpa da pós-praia. Esta tendência ao engordamento da berma é observada até a campanha de setembro de 2008.

Já na campanha de outubro de 2008 o perfil volta a perder sedimento, apresentando-se bastante erodido em relação às demais campanhas, com a berma tornando-se mais estreita.

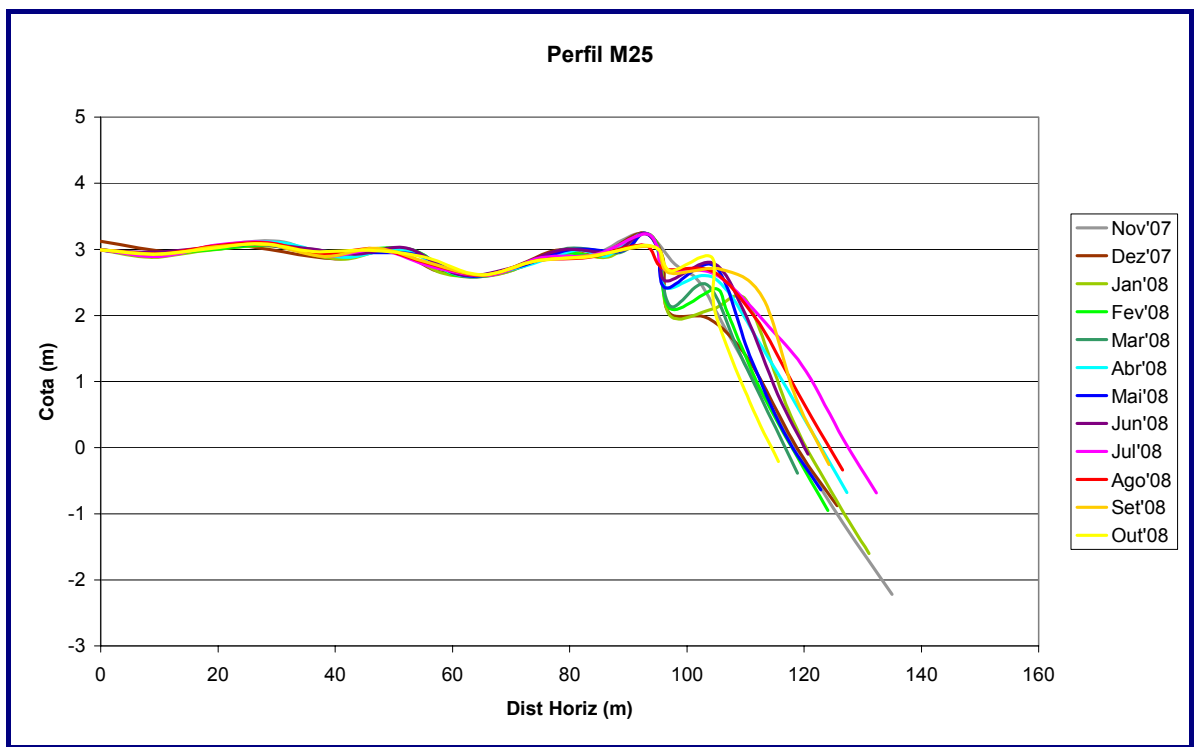


Figura 4.2.6-29: Variações morfológicas no perfil M25 ao longo das doze campanhas realizadas.

Já no perfil M26 (**Figura 4.2.6-30**), ocorrem pequenas variações morfológicas. Destaca-se um erro de medição na campanha de novembro de 2007 que mostra na pós-praia uma depressão exagerada. Além disso, observa-se uma tendência de deposição de sedimento sobre o perfil entre as campanhas de novembro de 2007 e julho de 2008, com a formação de uma berma suave.

A partir de agosto de 2008, o perfil começa a perder sedimento, mas ao mesmo tempo, a berma passa a ser mais bem definida e sofre uma pequena migração em direção à retaguarda do perfil.

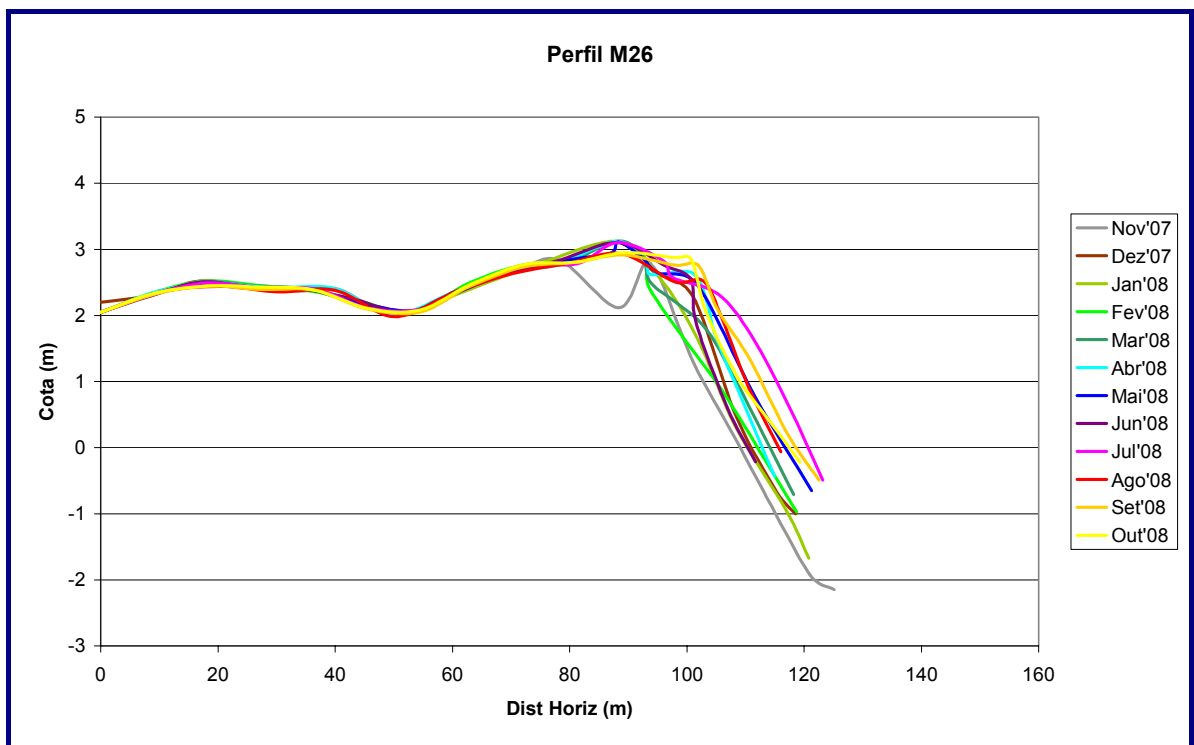


Figura 4.2.6-30: Variações morfológicas no perfil M26 ao longo das doze campanhas realizadas.

Já o perfil M27 apresenta variações morfológicas menores do que aquelas observadas no perfil anterior. Não foi possível determinar nenhuma tendência deposicional ao longo das doze campanhas, assim, como não se observou a tendência de construção de uma berma (**Figura 4.2.6-31**).

Observa-se, porém, a presença de uma feição deposicional no limite inferior da face de praia na campanha de novembro de 2007, que pode ser um banco submerso, que fica difícil de identificar, porém, devido ao fato dos perfis não necessariamente se estenderem até a zona de máximo recuo das ondas, não havendo assim, referência ao nível médio do mar nos perfis.

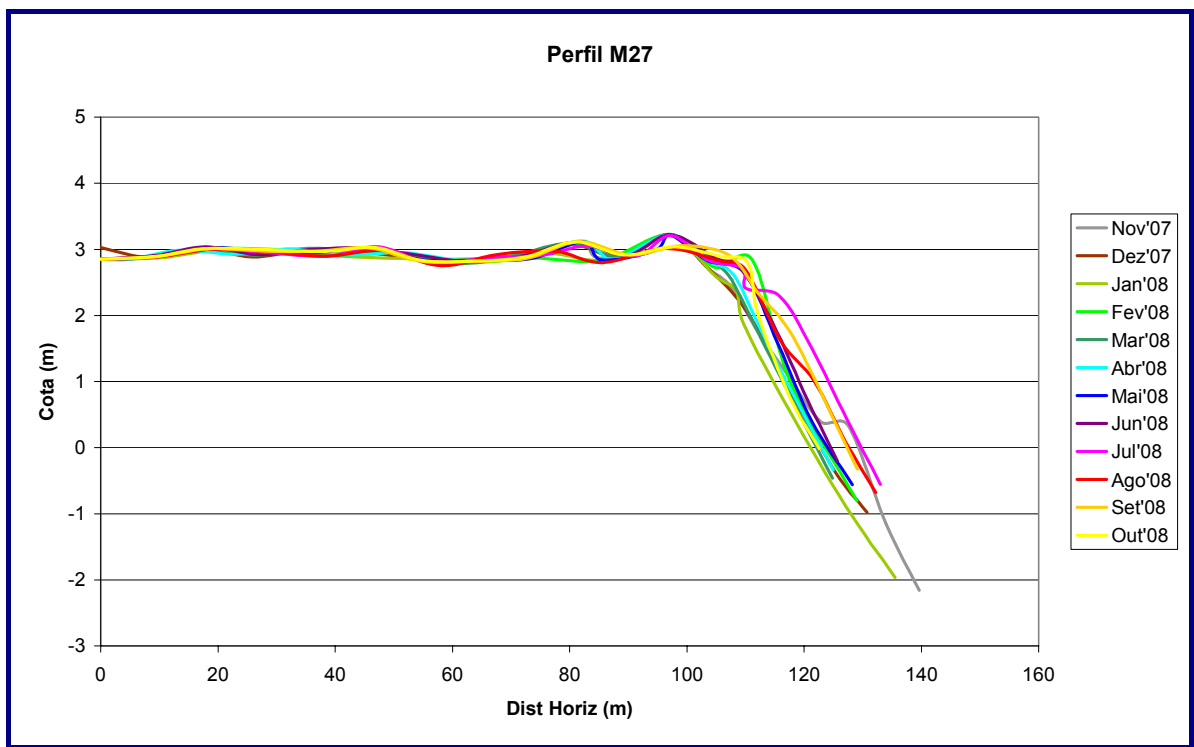


Figura 4.2.6-31: Variações morfológicas no perfil M27 ao longo das doze campanhas realizadas.

O perfil M28 apresenta uma clara tendência à deposição de sedimentos ao longo do período em estudo (**Figura 4.2.6-32**). Na campanha inicial, de novembro de 2007, o perfil aparece suave, sem a presença de bermas, ou escarpas. Já na campanha de dezembro de 2007, o perfil sofre forte erosão construindo uma escarpa alta e íngreme no limite do perfil com a pós-praia, podendo este processo estar relacionado à entrada de um sistema frontal antes do levantamento.

Somente a partir da campanha de fevereiro de 2008 o pacote sedimentar volta a engordar, diminuindo a altura dessa escarpa da pós-praia. Essa tendência deposicional permanece até a última campanha de outubro de 2008. Uma feição suave, possivelmente uma berma, volta a aparecer nas campanhas de agosto, setembro e outubro de 2008.

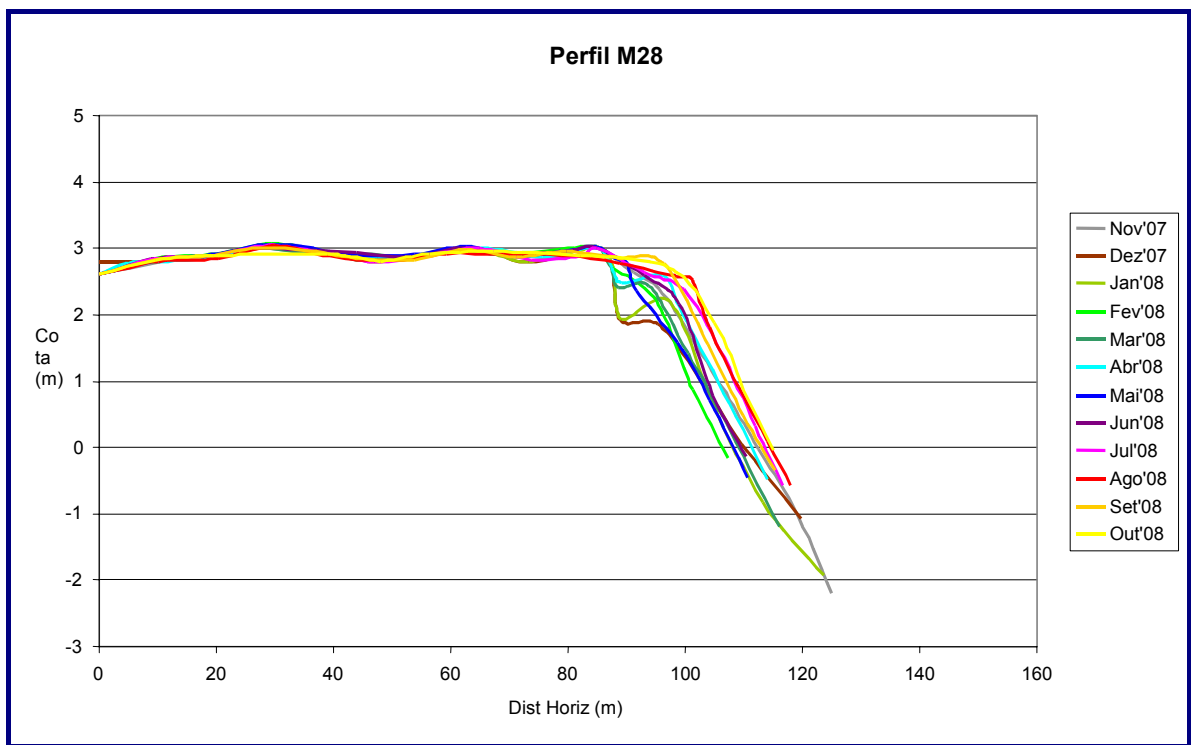


Figura 4.2.6-32: Variações morfológicas no perfil M28 ao longo das doze campanhas realizadas.

Também no perfil M29 observa-se essa tendência de acresção do perfil ao longo das doze campanhas (**Figura 4.2.6-33**). Não se observa claramente a presença, ou tendência construtiva, de bermas no decorrer do período. Destaca-se, porém, na campanha de maio de 2008, a presença de uma depressão que se estende da face de praia superior a face de praia média, que pode ter sido preenchida na campanha de julho através da migração do sedimento da face de praia inferior em direção à retaguarda do perfil.

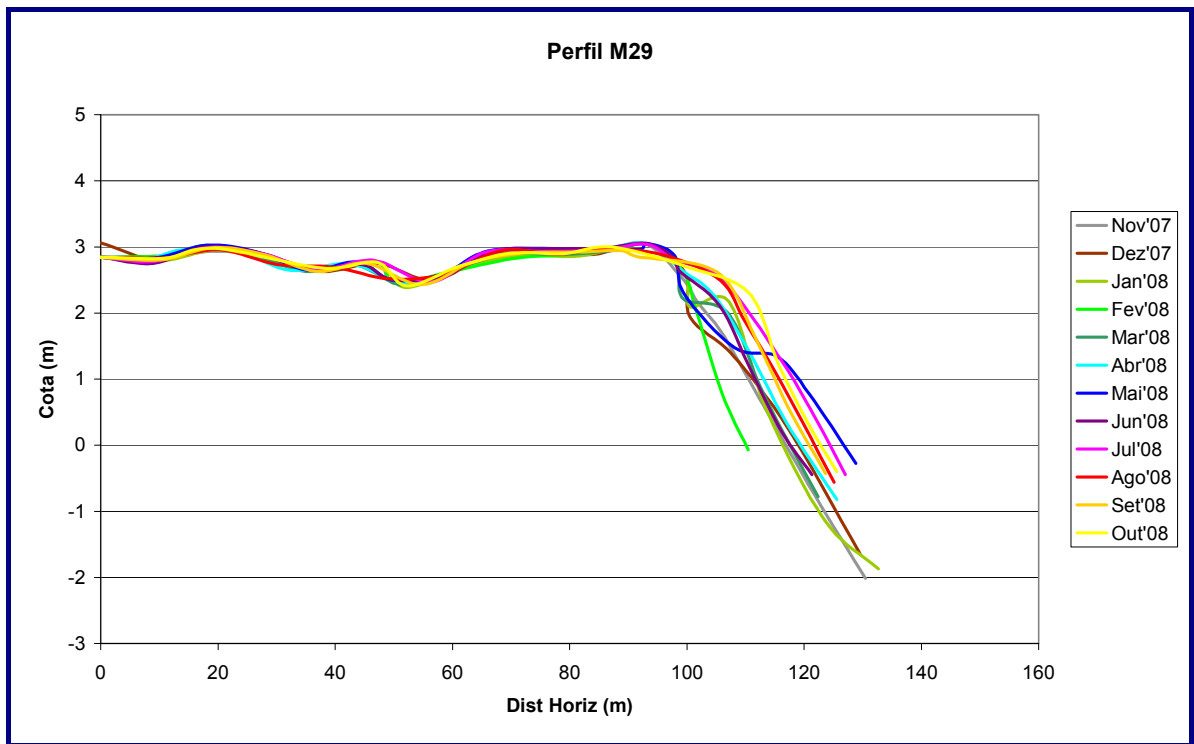


Figura 4.2.6-33: Variações morfológicas no perfil M29 ao longo das doze campanhas realizadas.

No perfil M30, também se observa a tendência de engordamento do envelope sedimentar no decorrer das doze campanhas (**Figura 4.2.6-34**). Observa-se também uma tendência à construção de uma feição do tipo berma nos perfis de setembro e outubro de 2008 e uma significativa variação morfológica nas campanhas de dezembro de 2007 e abril e outubro de 2008 na região à retaguarda da escarpa da pós-praia. Destaca-se também, na campanha de maio de 2008, a presença de uma estrutura semelhante àquela observada no perfil M29, localizada na face de praia média, indicando uma forte tendência de deposição e sedimentos.

Porém, neste perfil, a estrutura se assemelha mais com uma feição de berma, que pode ter sido construída entre abril e maio e logo em seguida destruída, pois está ausente na campanha de junho de 2008. Dados meteorológicos não estão disponíveis para este período para que se possam investigar mais a fundo se as condições atmosféricas poderiam ter alguma influência sobre esta variação morfológica positiva e acima da média para este perfil.

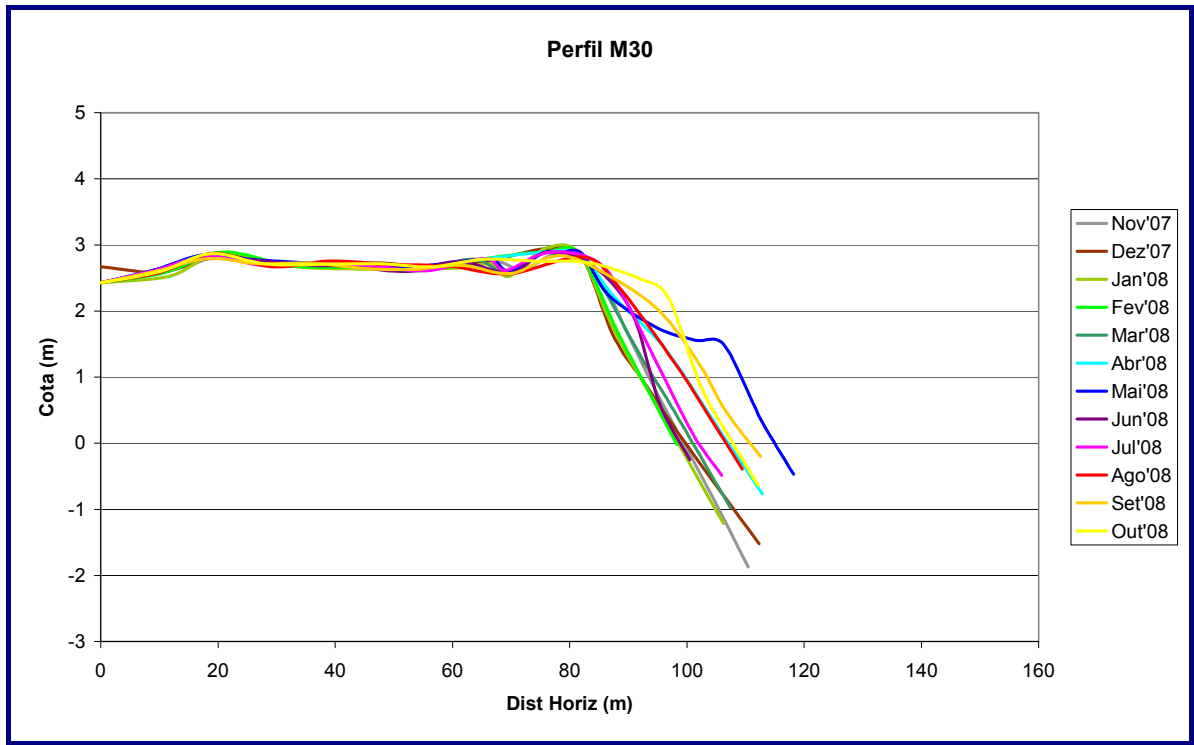


Figura 4.2.6-34: Variações morfológicas no perfil M30 ao longo das doze campanhas realizadas.

O perfil M31 apresenta pequenas variações morfológicas ao longo do tempo, caracterizando-se por uma íngreme face de praia, na qual não se observam bermas ou quaisquer outros tipos de feições deposicionais ou erosivas (**Figura 4.2.6-35**). Além disso, não foi possível determinar um único comportamento relacionado à atuação dos processos sedimentares sobre o perfil.

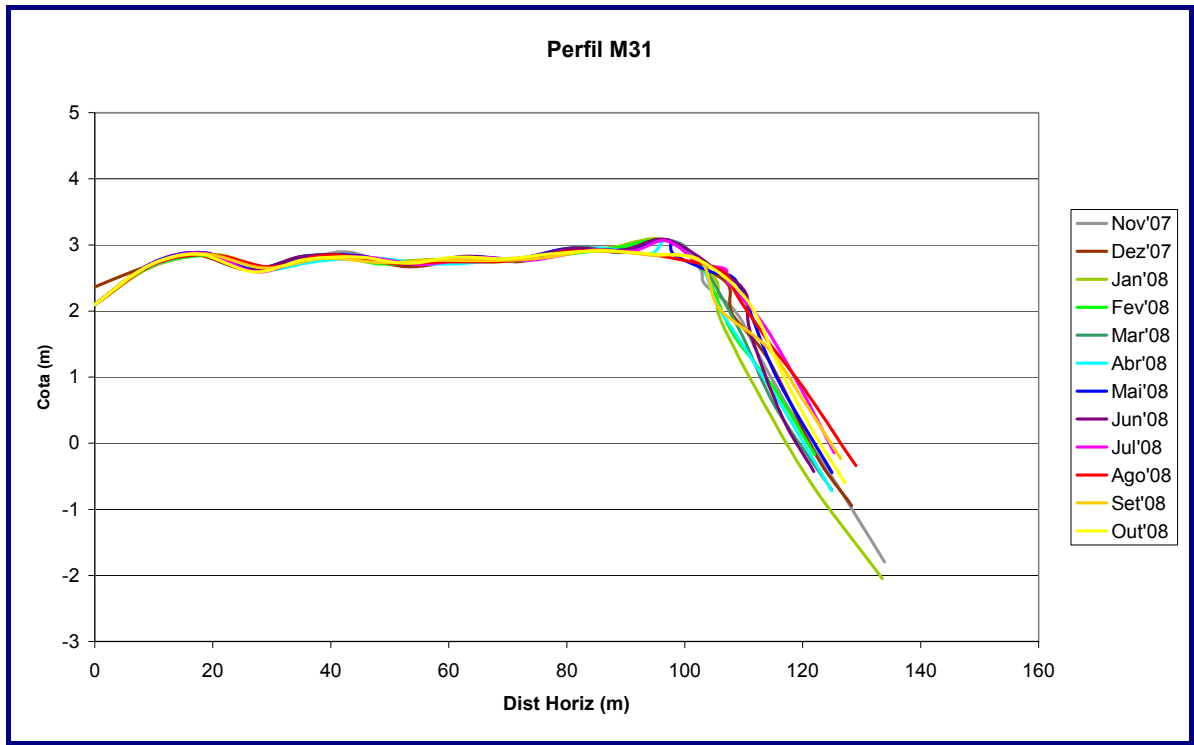


Figura 4.2.6-35: Variações morfológicas no perfil M31 ao longo das doze campanhas realizadas.

Observa-se que o perfil M32 apresenta variabilidade morfológica até mesmo na região da pós-praia, apesar de não apresentar variações em cota significativas no perfil ativo (**Figura 4.2.6-36**). Observa-se nas campanhas de fevereiro e março de 2008 uma tendência erosiva que acaba por construir uma escarpa íngreme e bem definida entre o limite superior da face de praia e a pós-praia.

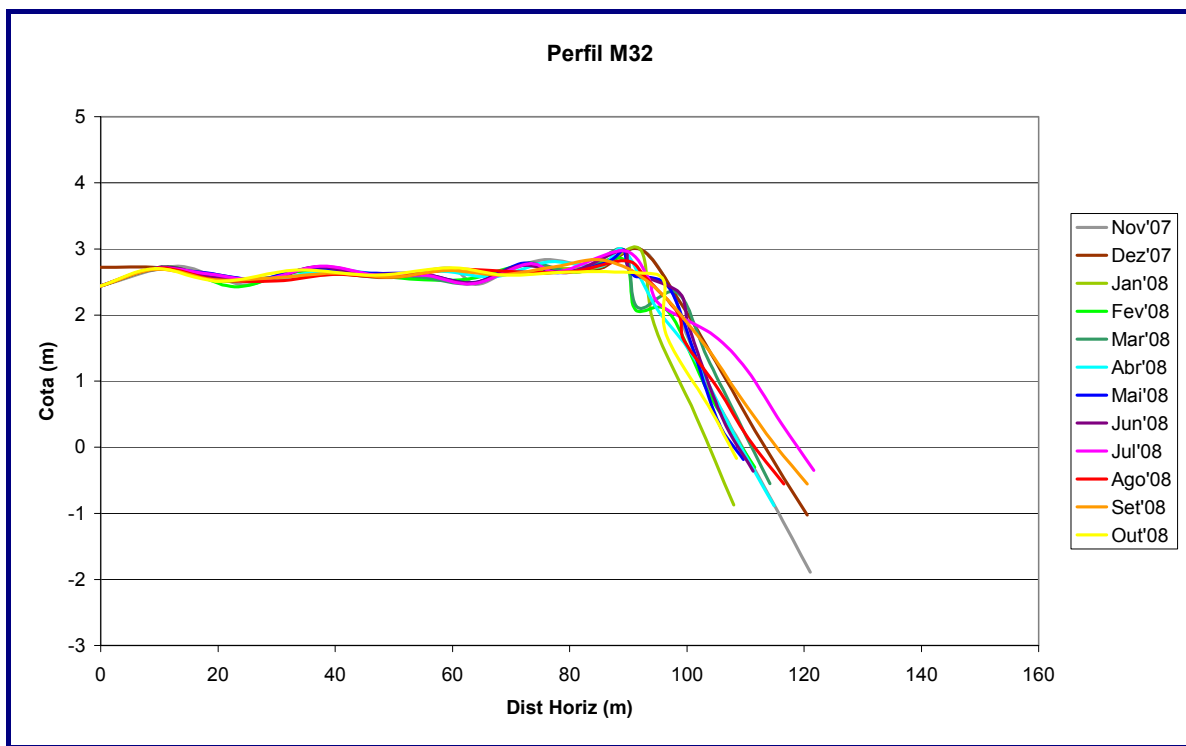


Figura 4.2.6-36: Variações morfológicas no perfil M32 ao longo das doze campanhas realizadas.

Já o perfil M33 apresenta ausência de variabilidade morfológica na pós-praia e pequena variabilidade na face de praia (**Figura 4.2.6-37**). Entre as campanhas de novembro de dezembro de 2007 o perfil sofre erosão e passa a apresentar uma escarpa de gradiente acentuado, acompanhada em seguida por uma suave berma. A partir desta última campanha de 2007, o perfil passa a apresentar uma suave tendência à acumulação de sedimentos de forma a engrossar o pacote sedimentar sobre a berma, tornando-a mais estreita, mas, ao mesmo tempo, diminuindo a altura e o gradiente da escarpa da pós-praia.

Na campanha de outubro de 2008 o perfil volta a sofrer erosão, com a descaracterização parcial da berma, porém apresentando ainda o pacote sedimentar da face de praia média e inferior mais espesso dentre as doze campanhas.

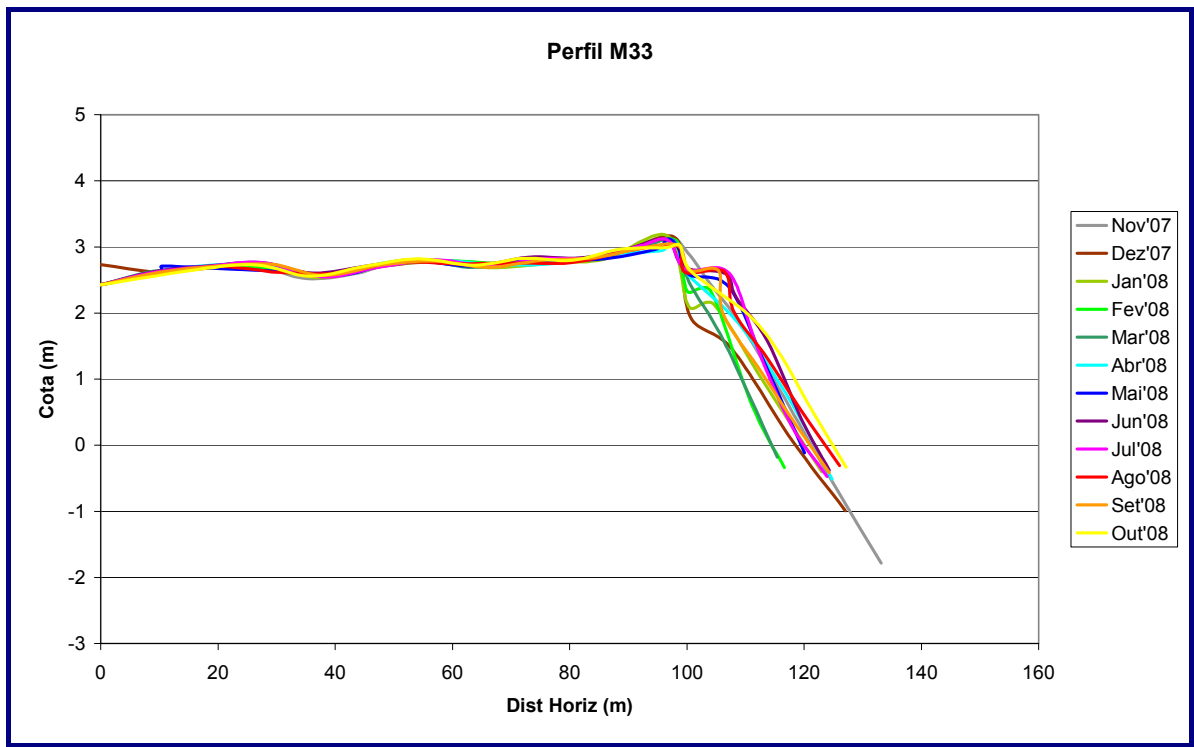


Figura 4.2.6-37: Variações morfológicas no perfil M33 ao longo das doze campanhas realizadas.

No perfil M34 observa-se uma grande depressão formada na região da pós-praia na campanha de janeiro de 2008 (**Figura 4.2.6-38**). Como em todas as outras campanhas o perfil aparece estável no domínio da pós-praia, considerou-se esta feição como um erro que tanto pode ser atribuído a uma falha na medição como falha na transcrição dos dados para as planilhas. No período entre as campanhas de novembro de 2007 e julho de 2008 o perfil parece pouco variável, caracterizando-se por uma face de praia de gradiente contínuo.

A partir da campanha de agosto de 2008, porém, observa-se uma tendência erosiva responsável por construir uma escarpa no limite com a pós-praia e de uma berma suave, que se torna melhor definida na campanha de outubro de 2008.

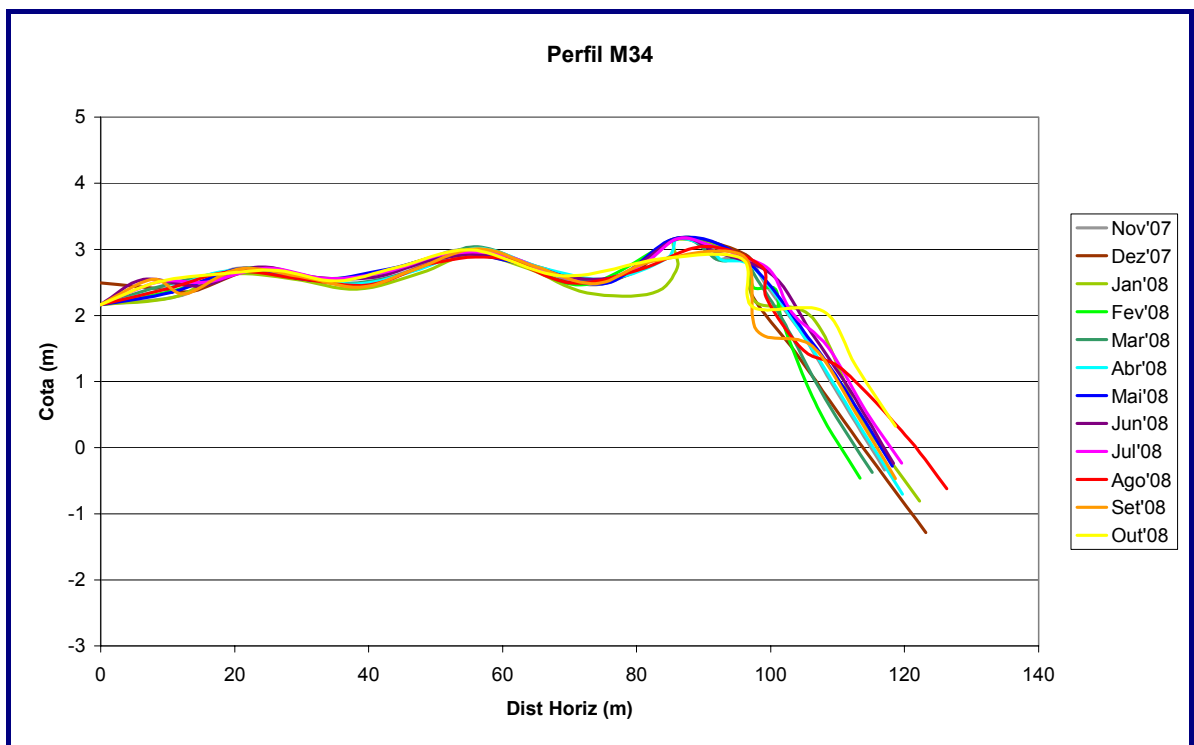


Figura 4.2.6-38: Variações morfológicas no perfil M34 ao longo das doze campanhas realizadas.

O perfil M35 apresenta pequena variabilidade morfológica (**Figura 4.2.6-39**). Observa-se pequena variação vertical da pós-praia e da praia ativa, além de uma tendência sutil de acresção do perfil nas campanhas de setembro e outubro de 2008, com a formação de uma berma, assim como na campanha de maio de 2008 que também apresentou pontualmente esta fase construtiva do perfil.

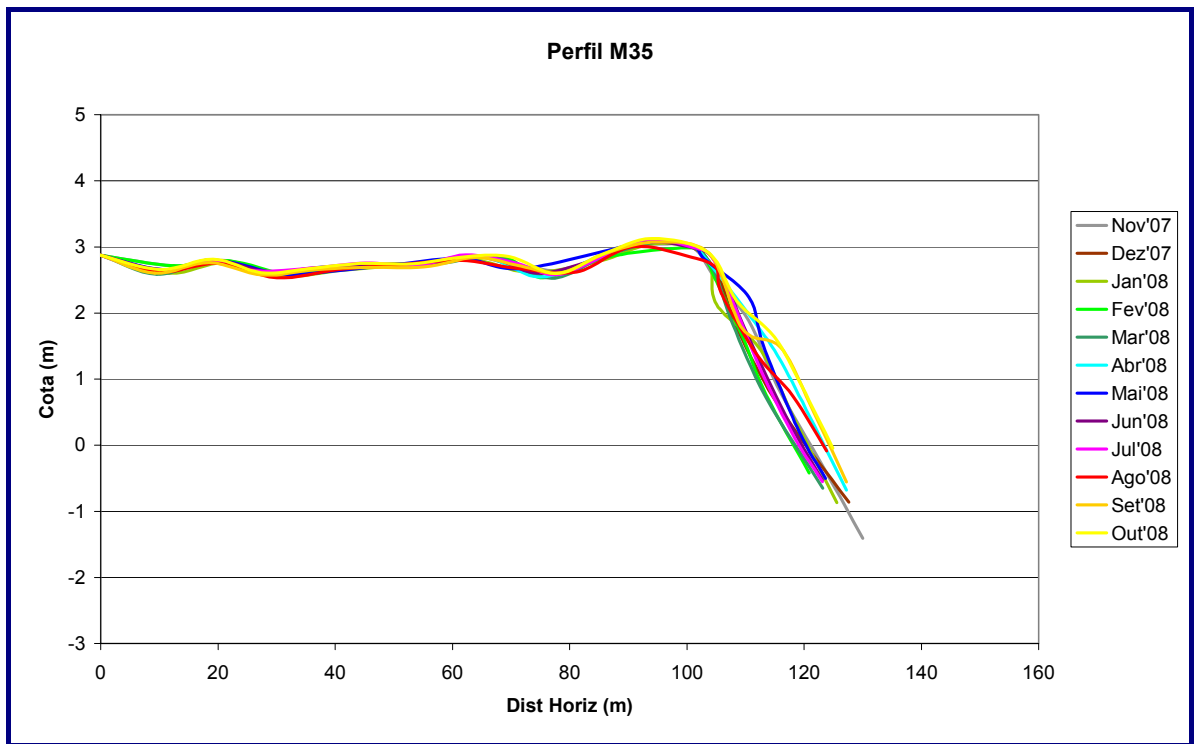


Figura 4.2.6-39: Variações morfológicas no perfil M35 ao longo das doze campanhas realizadas.

No limite Norte da área de estudo, o perfil M36 também apresenta pouca variação vertical do perfil no decorrer das diversas campanhas (**Figura 4.2.6-40**). Inicialmente, na campanha de novembro de 2007, o perfil parecia íngreme, porém, de gradiente constante. Na campanha de dezembro de 2007, o perfil apresentou-se um pouco erodido, no limite superior da face de praia, formando uma escarpa com o limite da pós-praia e uma suave berma estreita.

As campanhas seguintes, porém, mostraram uma tendência à acumulação de sedimentos no perfil, tornando o pacote sedimentar da face de praia mais espesso e construindo uma berma mais bem definida. Exceção se faz às duas últimas campanhas que sofrem perda de sedimento do pacote, porém, mantendo caracterizada a berma ao final da última campanha.

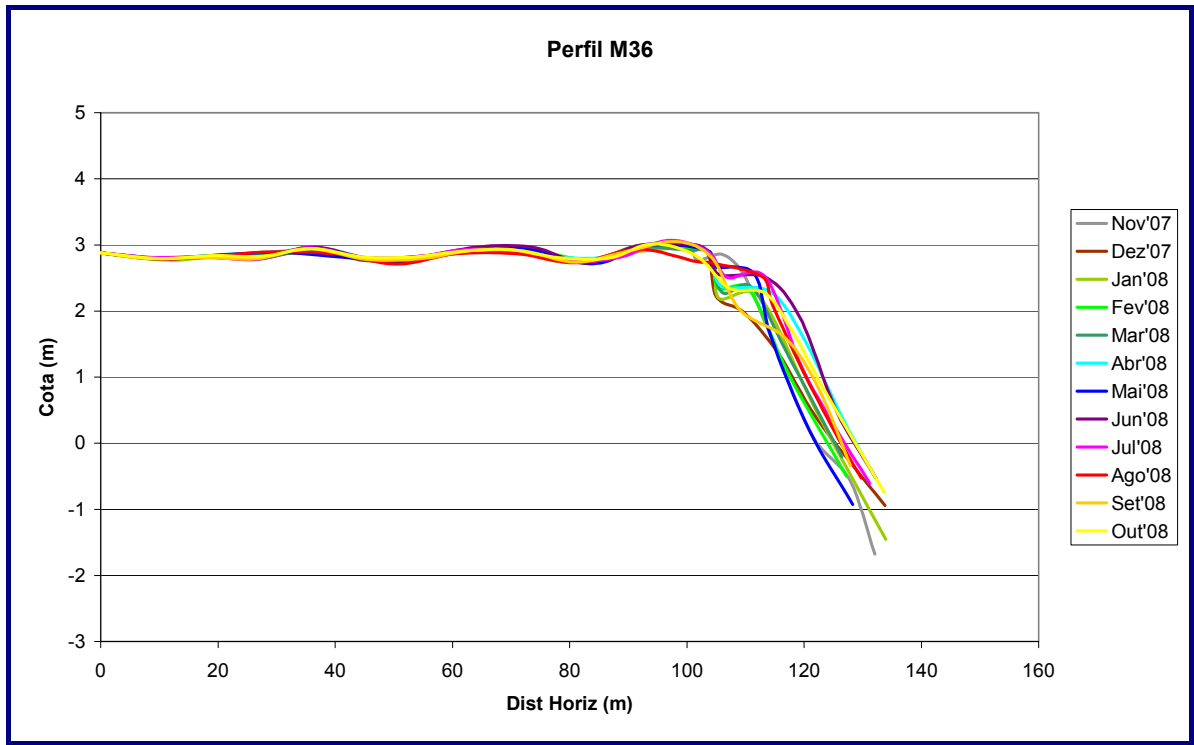


Figura 4.2.6-40: Variações morfológicas no perfil M36 ao longo das doze campanhas realizadas.

4.2.6.5 Considerações Finais

De acordo com MUEHE & VALENTINI (1998), as praias do segmento costeiro, foco do presente estudo, apresentam granulometria grossa, forte gradiente de face de praia e praticamente ausência de uma zona de surfe, as praias tendem ao estado morfodinâmico refletivo, que se caracteriza por uma grande estabilidade do perfil transversal, que, por sua vez, apresenta avanços e recuos sazonais, respondendo diretamente à variabilidade do clima de ondas na região.

Através das análises realizadas no presente relatório foi possível identificar o predomínio das areias grossas nas amostras coletadas na berma, face de praia e antepraia adjacente para todos os perfis, no decorrer de todas as campanhas. Além disso, as análises dos perfis topográficos indicaram que, a grosso modo, os perfis apresentam sim uma estabilidade morfodinâmica, com exceção dos perfis mais ao sul

da área de estudo, assim como se observa que todos os perfis possuem forte gradiente na face de praia, corroborando a idéia de que as praias tendem sim ao estado morfodinâmico refletivo.

Variações pontuais relacionadas aos padrões de distribuição de sedimentos nos perfis foram observadas, porém, se faz necessária a continuidade do monitoramento para que se possam realizar análises comparativas mais precisas e assim, gerar informações que tenham elevada co-relação de dados.

A partir dos dados sedimentológicos pode-se inferir que, as amostras da berma possuem concentrações mais altas de areia grossa, em detrimento das areias finas, do silte e da argila. Entretanto, observou-se uma tendência de diminuição nas concentrações de areia grossa do perfil M10, na campanha de março de 2008, da berma para a antepraia, estando na antepraia as menores concentrações. Esta areia grossa dá lugar à areia fina que passa a aparecer em maiores concentrações nas amostras desse perfil, na mesma proporção da diminuição das areias grossas.

Em relação à areia fina nas amostras, observou-se que tanto na berma, como na face de praia e na antepraia, sua presença fica restrita ao setor sul do trecho do litoral em estudo. Já as argilas concentram-se, preferencialmente entre os perfis M10 e M23 para os três compartimentos da praia amostrados, para a campanha de janeiro de 2008. Destaca-se também um pico de concentração de argila no perfil M33, também observado nos três compartimentos da praia, em detrimento das concentrações de areia total, porém, apenas na campanha de janeiro de 2008. A presença de silte nas amostras é muito pequena, com exceção de dois picos de concentração na amostra da face de praia dos perfis M28 e M11, nas campanhas de janeiro e maio de 2008, respectivamente.

Desta forma, destaca-se que as presentes análises permitiram a identificação de alguns padrões de distribuição das diferentes classes de sedimentos, assim como alguns

desvios desses padrões, porém, os dados ainda são em número insuficientes para que se possa criar uma relação entre estas variações e sua real causa, seja ela natural, ou antrópica. Identifica-se apenas o fato de que, com o começo das obras de dragagem e descarte dos sedimentos seria possível identificar uma tendência ao aumento das concentrações de grãos finos nos perfis. Esta tendência não foi observada, ao contrário, os dados indicam uma diminuição na concentração do silte e da argila nas amostras dos perfis principalmente nas últimas campanhas realizadas.

Já as análises dos perfis topográficos demonstraram que os perfis ao sul da área de estudo (perfis M01 a M03) são mais instáveis e estão mais vulneráveis aos processos erosivos, estando, provavelmente, relacionados às entradas de sistemas frontais na região. A ausência de dados meteorológicos, porém, impedem que se confirme esta relação. A partir do Perfil M04 os perfis se apresentam mais estáveis, característicos do estado morfodinâmico de praia refletiva, sendo o perfil M20 o mais estável, que apresentou variações morfológicas praticamente nulas.

Observa-se também uma tendência erosiva dos perfis nas campanhas de agosto, setembro e outubro de 2008. Porém, esta tendência restringe-se apenas aos perfis ao sul da região (M01 a M08). Do perfil M09 em diante as campanhas de agosto a outubro mostram perfis acrescidos de sedimento, salvo algumas exceções. Nos perfis M29 e M30 da campanha de maio de 2008 destaca-se a presença de uma feição deposicional que só aparece nesses dois perfis simultaneamente e, que volta a desaparecer na campanha seguinte. As campanhas de dezembro de 2007 a março de 2008 apresentam uma tendência erosiva sobre alguns perfis, com erosão da face de praia superior e, ao mesmo tempo, formação de uma berma e uma escarpa de forte gradiente a sua retaguarda.

Os resultados das campanhas realizadas evidenciam mudanças morfológicas sofridas, de forma geral, pelos perfis em diferentes escalas espaciais. Porém, as variações morfológicas observadas podem estar relacionadas com a variação no padrão de

energia incidente sobre a costa. Observou-se, ao longo das análises, uma forte relação entre a entrada de frentes frias e a característica mais erosiva de determinados perfis. Mas isso, de forma alguma, exclui a possibilidade da praia estar, concomitantemente às suas oscilações naturais, sendo modificada em resposta à interferência antrópica. Nem tão pouco exclui a possibilidade do impacto passar a ser sentido de forma mais significativa numa escala de tempo maior do que esta sazonal.

Conclui-se então que o período de 01 (um) ano de monitoramento não permite ainda expressar de forma precisa às oscilações sazonais, de curto período, muito menos as oscilações naturais de longo período deste trecho do litoral fluminense. Desta forma, destaca-se a importância da continuidade deste monitoramento dos perfis topográficos pelos próximos anos, para que se possa realizar uma análise comparativa precisa entre as variações naturais de curto, médio e longo prazos, com as variações morfológicas, em diferentes escalas de tempo, que possam vir a ocorrer em resposta ao impacto das atividades de instalação do Porto do Açú sobre esta praia.

4.2.7 *Emissões Sonoras*

A poluição sonora é responsável por diversos danos à qualidade de vida humana, embora não seja acumulativa no meio ambiente como outros tipos de poluição. Sua ocorrência se dá quando há alteração na condição normal de audição em determinado ambiente.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), uma emissão sonora não deve ultrapassar 50 dB para não causar prejuízos ao ser humano. A partir deste limite, os efeitos negativos passam a ocorrer (tanto a curto como em longo prazos). Níveis elevados de ruídos provocam efeitos negativos em todo o organismo e não apenas no aparelho auditivo.

Visando o conhecimento da situação atual da área que estará sob influência do futuro empreendimento no que se refere à emissão de ruídos, e para embasar a presente caracterização são utilizadas medições realizadas em pontos situados no entorno dos limites da fazenda Saco Dantas, cujo terreno é adjacente à área onde será implantado o pátio logístico. Essas medições integram o Programa de Monitoramento e Controle de Ruídos, implementado para atendimento à condicionante da Licença de Instalação (LI N° FE012725 de 11/05/2007), para implantação do terminal portuário de minério de ferro no Porto do Açu.

Foram realizadas medições sonoras pretéritas ao início das obras de construção do Porto do Açu, em novembro de 2007, que servirão de base (*background*) para o atual estudo de impacto ambiental da construção e funcionamento do Pátio Logístico.

O procedimento adotado durante as campanhas de medição segue as diretrizes gerais contidas na norma NBR 10.152:2000.

As medições aqui descritas correspondem às campanhas realizadas nos dias 09 e 10 de novembro de 2007 e no dia 28 de agosto de 2008, e foram realizadas com o medidor de nível de pressão sonora, ajustado para resposta rápida (FAST), sendo os pontos de medição afastados aproximadamente 1,2 m do piso e pelo menos 2,0 m de quaisquer outras superfícies refletoras (ex.: muros, paredes, etc.).

Durante as medições executadas em ambas as campanhas realizadas durante o período diurno, notava-se a influência de animais nas redondezas, passagem de carro e ventos fortes. Enquanto que, no período noturno houve influência de insetos, passagem de carro e animais nas redondezas.

A localização dos pontos de medição é apresentada no **Quadro 4.2.7-1** e na **Figura 4.2.7-1**.

QUADRO 4.2.7-1: PONTOS DE MEDIÇÃO

PONTO DE MEDIÇÃO	COORDENADAS	
	LATITUDE	LONGITUDE
01	S 21° 50' 30,9"	W 41° 03' 02,5"
02	S 21° 50' 36,6"	W 41° 03' 08,7"
03	S 21° 50' 58,9"	W 41° 03' 33,9"
04	S 21° 49' 50,0"	W 41° 03' 03,2"
05	S 21° 49' 54,2"	W 41° 02' 21,7"
06	S 21° 48' 47,4"	W 41° 01' 28,5"
07	S 21° 52' 38,5"	W 41° 02' 16,4"
08	S 21° 51' 31,5"	W 41° 00' 17,1"
09	S 21° 48' 57,1"	W 41° 00' 24,7"
10	S 21° 50' 33,8"	W 41° 00' 00,2"
11	S 21° 51' 28,3"	W 41° 01' 12,9"
12	S 21° 47' 32,7"	W 41° 01' 12,9"

Com base nos dados obtidos pelo supracitado Programa de Monitoramento é possível identificar as condições de emissão sonora prévias ao início das obras de construção do terminal de minério de ferro, além das emissões sonoras decorrentes da implantação do referido empreendimento. Especificamente quanto às emissões decorrentes das atuais atividades de construção, essas caracterizam os reais níveis de base (*background*) atuais, representando as condições prévias à instalação do presente empreendimento.

Conforme determina a norma NBR 10.151:2000 o ruído medido em ambientes externos deve ser comparado com o Nível de Critério de Avaliação – NCA.

Ressalta-se que durante o período de realização de ambas campanhas aqui consideradas não foram observados componentes tonais e impulsivos nos ruídos medidos no entorno da fazenda Saco Dantas. Desta maneira não se aplica a correção correspondente prevista na norma, portanto $L_{aeq} = L_c$.

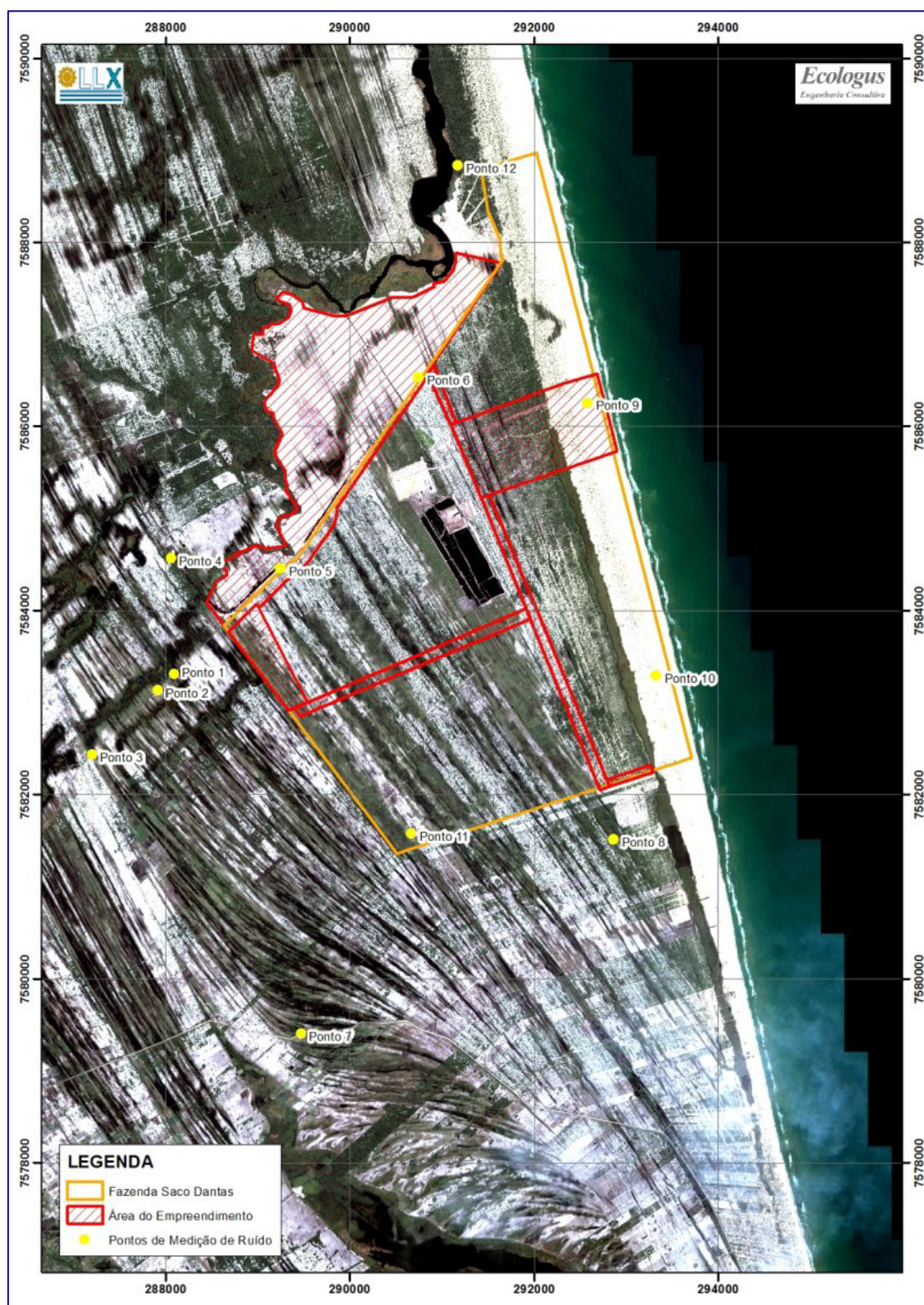


Figura 4.2.7-1: Localização dos pontos de medição de Ruídos

A avaliação dos níveis de ruído é realizada através de comparação entre o nível de pressão sonora corrigido (Lc) e o nível de critério de avaliação (NCA) estabelecidos, conforme as recomendações expressas na norma NBR 10151:2000. O **Quadro 4.2.7-2** reproduz a tabela da norma com os níveis de critério de avaliação segundo o tipo de ocupação de área.

QUADRO 4.2.7-2: NCA PARA AMBIENTES, EM DB(A), SEGUNDO A NORMA NBR 10151:2000

TIPOS DE ÁREAS	DIURNO	NOTURNO
Área predominantemente industrial	70	60
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Áreas de sítios e fazendas	40	35

A classificação dos períodos diurnos e noturnos é definida pela Norma 10151:2000. O período diurno estende-se de 7h às 22h, exceto em domingos e feriados, quando o seu início se dá às 9h. O período noturno é considerado o horário complementar.

A região do empreendimento é caracterizada como “área de sítios e fazendas”. Com as atividades de instalação do Porto do Açú, a área passou a ser classificada como “área predominantemente industrial”.

Quando o nível de ruído ambiente (Lra) é superior ao valor dos limites permitidos, o nível de critério de avaliação (NCA) passa a ser o próprio ruído ambiente.

A área em estudo apresenta ventos fortes e constantes em determinadas épocas do ano. Tendo em vista ser condição normal, e não um evento esporádico, as medições de ruído foram feitas com a presença de vento.

A região se destaca pela grande concentração de vegetação rasteira e vegetação alta, e o ruído produzido pelo efeito do vento na vegetação também considerado nas medições.

Os pontos de medição localizados próximos à beira-mar (pontos 09 e 10) têm como característica a vegetação rasteira e registraram rajadas de ventos com velocidade aproximada de 40 km/h. Essas rajadas de vento em contato direto com o microfone interferem na medição dissimulando-a.

Para validar a medição e anular esse efeito foi utilizado um dispositivo denominado *windscreen* que evita o sopro no microfone e foi feita uma barreira com o corpo bloqueando o vento que entraria em contato direto com o microfone. Dessa forma, o nível de pressão sonora medido, caracteriza as condições acústicas normais da região não havendo interferência de rajadas de vento no microfone. Foi observado também durante o processo de medição que nos períodos diurnos e noturnos o mar encontrava-se agitado, característica local da região do Açú.

Os pontos de medição localizados próximos à vegetação alta, registraram velocidade do vento menor que na região de vegetação rasteira e beira-mar. Os ventos que ocorriam nessa região não interferiram na medição conforme efeito supracitado, pois as rajadas de vento compatíveis com as da região de vegetação rasteira e beira-mar passavam sobre a vegetação alta, que funcionam como abrigo, reduzindo a velocidade do vento.

Os níveis de ruído medidos durante a campanha realizada nos dias 09 e 10 de novembro de 2007, antes do início das obras de construção do terminal portuário de minério de ferro no Porto do Açú, e no dia 28 de agosto de 2008, acompanhado por atividades nas obras de construção do referido terminal, nos períodos diurno e noturno, onde são apresentados os níveis equivalentes (L_{Aeq}) e os dados estatísticos (L_{01} , L_{10} , L_{50} , L_{90} e L_{99}), conforme demonstrado no **Quadro 4.2.7-3**. Os resultados apresentados no **Quadro 4.2.7-3** representam o ruído ambiente na região do entorno da fazenda Saco Dantas nos períodos diurno e noturno medidos em ambas as campanhas consideradas neste estudo.

QUADRO 4.2.7-3: NÍVEIS DE RUÍDO PREVIOS, MEDIDOS NO ENTORNO DA FAZENDA SACO DANTAS

PONTO DE MEDIÇÃO	NOVEMBRO 2007															AGOSTO 2008																
	DIURNO								NOTURNO							DIURNO						NOTURNO										
	DATA	HORA	LAEQ dB(A)	L01dB (A)	L10dB (A)	L50D B(A)	L90D B(A)	L99D B(A)	DATA	HORA	LAEQ dB(A)	L01dB (A)	L10dB (A)	L50D B(A)	L90D B(A)	L99D B(A)	DATA	HORA	LAEQ dB(A)	L01dB (A)	L10dB (A)	L50D B(A)	L90D B(A)	L99D B(A)	DATA	HORA	LAEQ dB(A)	L01dB (A)	L10dB (A)	L50D B(A)	L90D B(A)	L99D B(A)
1	9/11/2007	09:44:01	49	55	52	49	43	41	10/11/2007	00:59:30	46	52	49	45	42	41	28/8/2008	10:52:42	55	74	28	70	56	36	27/8/2008	23:48:32	33	45	38	38	34	32
2	9/11/2007	09:54:01	48	54	51	46	43	42	10/11/2007	01:06:41	45	50	48	44	42	41	28/8/2008	10:33:13	46	66	24	59	46	31	27/8/2008	23:48:32	32	63	28	38	34	32
3	9/11/2007	10:03:07	51	57	54	49	45	44	10/11/2007	01:15:05	48	55	50	46	44	42	28/8/2008	10:19:33	51	70	22	65	47	30	27/8/2008	23:03:54	34	62	28	45	35	30
4	9/11/2007	10:44:02	52	61	55	50	45	42	10/11/2007	00:50:06	47	53	51	46	43	41	28/8/2008	10:59:08	52	68	39	62	54	48	28/8/2008	00:00:47	42	59	28	53	45	33
5	9/11/2007	11:01:35	48	54	50	47	45	44	10/11/2007	00:40:40	49	54	51	47	45	44	28/8/2008	11:10:15	71	91	39	84	72	55	28/8/2008	00:15:08	32	47	30	36	32	32
6	9/11/2007	11:23:45	49	57	52	47	40	38	10/11/2007	00:28:24	51	57	54	50	45	41	28/8/2008	11:24:11	74	92	35	87	82	55	28/8/2008	00:25:51	38	58	33	45	39	36
7	9/11/2007	11:57:41	48	54	51	47	45	43	10/11/2007	01:38:09	46	52	50	43	42	41	28/8/2008	09:59:21	29	48	23	39	31	27	27/8/2008	22:47:11	44	64	23	58	40	26
8	9/11/2007	14:22:56	48	55	51	47	45	44	9/11/2007	22:26:54	53	62	55	50	47	45	28/8/2008	14:01:30	34	52	30	40	35	33	28/8/2008	02:50:06	34	58	29	39	36	34
9	9/11/2007	14:49:33	59	64	61	58	56	54	9/11/2007	22:36:54	59	66	62	57	54	53	28/8/2008	13:42:22	60	72	52	66	63	59	28/8/2008	02:25:27	44	64	41	51	45	43
10	9/11/2007	15:10:52	60	65	62	59	56	55	9/11/2007	23:28:23	59	65	62	58	55	54	28/8/2008	13:26:57	41	52	35	46	43	41	28/8/2008	02:08:23	36	47	32	40	38	36
11	9/11/2007	15:55:50	54	61	57	52	49	45	9/11/2007	23:02:01	50	58	54	49	44	43	28/8/2008	12:33:14	35	52	26	45	37	32	28/8/2008	01:41:44	26	49	23	35	27	25
12	9/11/2007	16:36:26	45	50	48	44	42	41								28/8/2008	11:40:33	31	49	26	36	33	30	28/8/2008	00:44:45	31	44	28	35	32	31	

QUADRO 4.2.7-4: NÍVEIS DE RUÍDO AMEBIENTE (LRA), CONSIDERANDO DADOS DE AMBAS AS CAMPANHAS DURANTE PERÍODOS DIURNO E NOTURNO.

PONTOS DE MEDIÇÃO	NOVEMBRO 2007				AGOSTO 2008			
	DIURNO		NOTURNO		DIURNO		NOTURNO	
	LAEQ dB(A)	COMENTÁRIOS	LAEQ dB(A)	COMENTÁRIOS	LAEQ dB(A)	COMENTÁRIOS	LAEQ dB(A)	COMENTÁRIOS
01	49	Os ruídos perceptíveis durante medição foram: Vento na vegetação e pássaros.	46	Os ruídos perceptíveis durante medição foram: Vento na vegetação, insetos e rã.	55	Os ruídos perceptíveis durante medição foram: Vento na vegetação e pássaros, passagem de caminhão da obra do Porto do Açú e maquina retro-escavadeira também da obra.	33	Os ruídos perceptíveis durante a medição foram: insetos, coxo de rã e beira-mar.
02	48	Os ruídos perceptíveis durante medição foram: Vento na vegetação e pássaros.	45	Os ruídos perceptíveis durante medição foram: Vento na vegetação, insetos e rã.	46	Os ruídos perceptíveis durante medição foram: Pássaros e passagem de carro da obra do Porto do Açú.	32	Os ruídos perceptíveis durante a medição foram: insetos, coxo de rã, aves noturnas e passagem de carro para a obra do porto do Açú.
03	51	O ruído perceptível durante medição foi: Vento na vegetação.	48	Os ruídos perceptíveis durante medição foram: Vento na vegetação, insetos e rã.	51	Os ruídos perceptíveis durante medição foram: Pássaros e passagem de carro da obra do Porto do Açú.	34	Os ruídos perceptíveis durante a medição foram: insetos, coxo de rã e passagem de carro para a obra do porto do Açú.
04	52	O ruído perceptível durante medição foi: Vento na vegetação.	47	Os ruídos perceptíveis durante medição foram: Vento na vegetação e insetos.	52	O ruído perceptível durante medição foram: maquina pá carregadeira, e trânsito de caminhões (aterramento).	42	Os ruídos perceptíveis durante a medição foram: insetos, aves noturnas (quero-quero), passagem de caminhão na obra
05	48	O ruído perceptível durante medição foi: Vento na vegetação.	49	Os ruídos perceptíveis durante medição foram: Vento na vegetação e insetos.	71	Os ruídos perceptíveis durante medição foram: maquina pá carregadeira, e trânsito de caminhões (aterramento).	32	Os ruídos perceptíveis durante a medição foram: insetos, eletricidade nos cabos de alta tensão e aves noturnas (quero-quero).
06	49	O ruído perceptível durante medição foi: Vento na vegetação.	51	Os ruídos perceptíveis durante medição foram: Vento na vegetação e insetos.	74	Os ruídos perceptíveis durante medição foram: transito de caminhões.	38	O ruído perceptível durante medição foram: transito de caminhões.
07	48	Os ruídos perceptíveis durante medição foram: Vento na vegetação e pássaros.	46	Os ruídos perceptíveis durante medição foram: Vento na vegetação, insetos e rã.	29	Os ruídos perceptíveis durante medição foram: pássaros	44	Os ruídos perceptíveis durante a medição foram: insetos, aves noturnas e passagem de carro
08	48	O ruído perceptível durante medição foi: Vento na vegetação.	53	Os ruídos perceptíveis durante medição foram: Vento na vegetação e insetos.	34	Os ruídos perceptíveis durante medição foram: vento na vegetação, pássaros e beira-mar	34	Os ruídos perceptíveis durante a medição foram: insetos e beira-mar.
09	59	Os ruídos perceptíveis durante medição foram: Vento forte e beira-mar.	59	Os ruídos perceptíveis durante medição foram: Vento forte, beira-mar e insetos.	77	Os ruídos perceptíveis durante medição foram:ré de maquina retroescavadeira, máquina carregadeira e buzina	44	Os ruídos perceptíveis durante a medição foram: insetos e beira-mar.
10	60	Os ruídos perceptíveis durante medição foram: Vento forte e beira-mar.	59	Os ruídos perceptíveis durante medição foram: Vento forte e beira-mar.	41	Os ruídos perceptíveis durante medição foram: vento forte e beira-mar	36	Os ruídos perceptíveis durante a medição foram: insetos e beira-mar.
11	54	O ruído perceptível durante medição foi: Vento na vegetação.	50	Os ruídos perceptíveis durante medição foram: Vento na vegetação e insetos.	35	Os ruídos perceptíveis durante medição foram: pássaros e vento na região	26	Os ruídos perceptíveis durante a medição foram: insetos.
12	45	O ruído perceptível durante medição foi: Vento na vegetação.	-	-	31	O ruído perceptível durante medição foi: pássaros e vento na vegetação.	31	O ruído perceptível durante medição foi: pássaros e vento na vegetação.

Ressalta-se que as medições de ruído durante o período noturno no ponto 12 na campanha de novembro de 2007 não puderam ser realizadas, em função da presença de vegetação rasteira, que impossibilitou a visualização do caminho.

Na campanha de agosto de 2008, durante a medição no período diurno, foi observada grande movimentação de veículos em direção ao canteiro de obras, nos pontos 01, 02, 03, 04, 05 e 06; tendo sido possível a mensuração dos níveis de ruído nos pontos 01, 02 e 03.

QUADRO 4.2.7-5: RUÍDO MEDIDO NO INTERVALO DO TRÂNSITO DE VEÍCULOS DURANTE O PERÍODO DIURNO NO MÊS DE AGOSTO DE 2008

PONTO DE MEDIÇÃO	DATA	HORA	LAEQ DB(A)	L01dB(A)	L10dB(A)	L50dB(A)	L90dB(A)	L99dB(A)
1	28/08/2008	10:52:42	36	53	26	47	37	33
2	28/08/2008	10:41:37	32	42	27	39	35	30
3	28/08/2008	10:27:31	33	49	23	46	34	28

A **Figura 4.2.7-2**, a seguir, apresenta comparação dos níveis de ruídos medidos nas campanhas realizadas em novembro de 2007 e agosto de 2008, durante os períodos diurno e noturno.

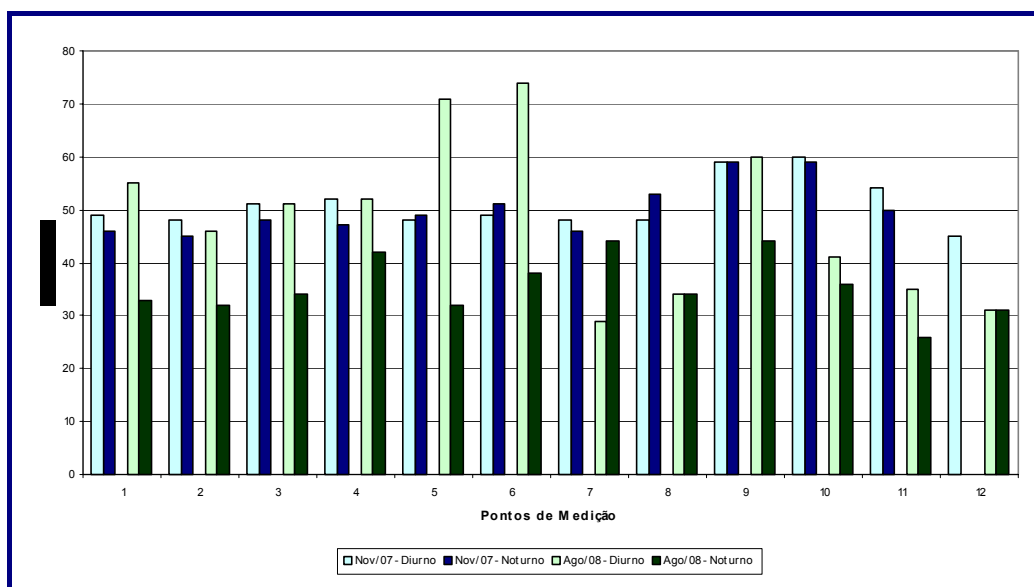


Figura 4.2.7-2: Comparação dos níveis de ruídos medidos nas campanhas nos períodos diurno e noturno nas campanhas realizadas em novembro de 2007 e agosto de 2008

A medição de ruídos realizada em novembro de 2007 (*background*) pode ser caracterizada pela ausência de atividade de construção do Porto do Açu, que é refletida nos reduzidos níveis de ruído. É notável que os níveis de ruído no local, apesar de reduzidos, não são compatíveis com o recomendado para áreas de sítios e fazendas da Norma Brasileira NBR-10151. Isto se deve principalmente ao efeito do vento forte na região nesse período do ano. Os valores medidos nos pontos 09, 10 e 11 apresentaram níveis mais elevados do que os demais, apesar de todos os pontos estarem em locais isolados. Fato que pode ser explicado pela exposição a ventos mais fortes.

Já na medição realizada em agosto de 2008, a influência de ruído ambiente é caracterizada, principalmente, por aves e insetos na redondeza, beira-mar e ventos fortes, não sendo ruídos provenientes das obras já em curso.

A influência das atividades de construção se dá, principalmente, através do tráfego de veículo; contudo esse tráfego está associado à estrada de acesso e não propriamente ao canteiro de obras. Para o presente empreendimento, acredita-se que, provavelmente, ocorrerá aumento do trânsito de veículos; todavia, essa é uma atividade pontual e intermitente e não caracteriza as condições gerais do ambiente.

Os pontos 09 e 10 estão localizados em área contígua às obras do Porto do Açu e a região de praia, o que dificulta a identificação do tipo de área para avaliação dos níveis de ruído medidos com os limites da norma NBR 10151:2000.

Entretanto, as áreas selecionadas para comparação do ruído medido e o nível de critério de avaliação no entorno da fazenda Saco Dantas para construção do Porto são as áreas de sítios e fazendas, e a área predominantemente industrial. O valor medido no ponto 09 no período diurno encontra-se acima dos limites estabelecidos pela norma nos dois tipos de área, devido à obra do Porto do Açu. Os valores medidos nos pontos 02, 03 e 07, nos períodos diurno e noturno, estão de acordo com os limites estabelecidos para a área investigada. Os pontos 05, 06 e 09 estão alocados

diretamente na área em construção e, conseqüentemente, apresentam os maiores níveis de ruído no período diurno que não são sentidos em outras áreas. Especula-se que durante as obras de construção do pátio logístico os níveis de ruídos possam se equiparar aos níveis audíveis nos pontos citados.

Anexos

Anexo 1

Compilação das Análises Granulométricas da Praia do Açú

Amostra 1 - Berma

Amostra 1 – Berma

Perfil	Resultados em g/Kg	Mês						
		nov/07	jan/08	mar/08	mai/08	jul/08	set/08	nov/08
1	Argila	31	13	11	14	11	8	
	Silte	5	2	0	1	0	2	
	Areia Total	964	985	989	985	989	990	
	Areia Grossa	934	939	989	985	989	960	
	Areia Fina	30	46	0	0	0	30	
2	Argila	15	8	5	12	9	8	
	Silte	5	2	5	2	0	2	
	Areia Total	980	990	990	986	991	990	
	Areia Grossa	970	950	970	980	989	980	
	Areia Fina	10	40	20	6	2	10	
3	Argila	12	28	3	10	7	9	
	Silte	8	4	0	0	0	1	
	Areia Total	980	968	997	990	993	990	
	Areia Grossa	930	918	970	990	993	970	
	Areia Fina	50	50	27	0	0	20	
4	Argila	13	2	7	7	5	8	
	Silte	7	4	0	1	0	2	
	Areia Total	980	994	993	992	995	990	
	Areia Grossa	920	989	983	989	980	970	
	Areia Fina	60	5	10	3	15	20	
5	Argila	10	3	2	14	4	6	
	Silte	4	7	0	1	0	2	
	Areia Total	986	990	998	985	996	992	
	Areia Grossa	978	970	988	980	975	989	
	Areia Fina	8	20	10	5	21	3	
6	Argila	18	2	10	14	2	2	
	Silte	4	8	0	1	0	1	
	Areia Total	978	990	990	985	998	997	
	Areia Grossa	970	970	930	980	998	989	
	Areia Fina	8	20	60	5	0	8	
7	Argila	10	25	5	18	17	4	
	Silte	9	3	0	2	13	1	
	Areia Total	981	972	995	980	970	995	
	Areia Grossa	981	952	980	970	970	989	
	Areia Fina	0	20	15	10	0	6	
8	Argila	91	8	10	11	2	7	
	Silte	9	2	0	0	0	3	
	Areia Total	960	990	990	989	998	990	
	Areia Grossa	960	980	980	989	998	980	
	Areia Fina	0	10	10	0	0	10	
9	Argila	12	19	10	7	5	5	
	Silte	10	1	0	3	0	5	
	Areia Total	978	980	990	990	995	990	
	Areia Grossa	978	980	960	980	995	970	
	Areia Fina	0	0	30	10	0	20	
10	Argila	6	28	11	10	1	2	
	Silte	4	2	0	1	0	1	
	Areia Total	990	970	989	989	989	997	
	Areia Grossa	970	970	989	989	989	989	
	Areia Fina	20	0	0	0	10	8	
11	Argila	12	25	11	10	1	3	
	Silte	8	2	0	1	0	2	
	Areia Total	980	973	989	989	999	995	
	Areia Grossa	980	973	989	989	989	989	
	Areia Fina	0	0	0	0	10	6	
12	Argila	8	23	11	9	5	2	
	Silte	3	2	0	2	0	1	
	Areia Total	989	975	989	989	995	997	
	Areia Grossa	989	945	989	989	980	989	
	Areia Fina	0	30	0	0	15	8	
13	Argila	15	23	8	11	11	7	
	Silte	6	2	0	0	0	3	
	Areia Total	979	975	992	989	989	990	
	Areia Grossa	979	955	992	989	989	970	
	Areia Fina	0	20	0	0	0	20	
14	Argila	10	36	5	18	11	1	
	Silte	0	3	0	2	0	1	
	Areia Total	990	971	995	980	989	998	
	Areia Grossa	980	971	975	980	989	998	
	Areia Fina	10	0	20	0	0	0	
15	Argila	10	23	6	18	5	3	
	Silte	10	2	0	2	0	1	
	Areia Total	980	975	994	980	995	996	
	Areia Grossa	960	975	994	980	989	996	
	Areia Fina	20	0	0	0	6	0	
16	Argila	20	16	1	10	8	2	
	Silte	5	1	0	0	0	1	
	Areia Total	975	983	999	990	992	997	
	Areia Grossa	960	983	999	990	970	997	
	Areia Fina	15	0	0	0	22	0	
17	Argila	9	31	2	11	6	3	
	Silte	4	2	0	0	0	1	
	Areia Total	987	967	998	989	994	996	
	Areia Grossa	987	967	998	989	989	996	
	Areia Fina	0	0	0	0	5	0	
18	Argila	6	31	2	9	11	2	
	Silte	4	1	0	1	0	1	
	Areia Total	990	968	998	990	989	997	
	Areia Grossa	970	968	998	990	989	997	
	Areia Fina	20	0	0	0	0	0	
19	Argila	20	21	2	11	6	1	
	Silte	10	1	0	0	0	1	
	Areia Total	970	978	998	989	994	998	
	Areia Grossa	960	978	988	989	994	998	
	Areia Fina	10	0	10	0	0	0	
20	Argila	15	35	2	23	5	3	
	Silte	7	1	0	2	0	1	
	Areia Total	978	964	998	975	995	996	
	Areia Grossa	978	964	998	975	995	989	
	Areia Fina	0	0	0	5	0	7	
21	Argila	15	25	0	11	8	2	
	Silte	5	2	0	1	0	1	
	Areia Total	980	973	1000	988	992	997	
	Areia Grossa	980	973	1000	980	970	997	
	Areia Fina	0	0	0	8	22	0	
22	Argila	7	26	8	8	8	1	
	Silte	3	1	0	0	0	1	
	Areia Total	990	973	992	992	992	998	
	Areia Grossa	990	973	992	992	992	998	
	Areia Fina	0	0	0	0	0	0	
23	Argila	7	39	7	10	10	2	
	Silte	3	1	0	1	0	1	
	Areia Total	990	960	993	989	990	997	
	Areia Grossa	990	960	993	989	990	997	
	Areia Fina	0	0	0	0	0	0	
24	Argila	6	12	7	10	11	2	
	Silte	4	1	0	1	0	1	
	Areia Total	990	987	993	989	989	997	
	Areia Grossa	990	987	993	989	989	997	
	Areia Fina	0	0	0	0	0	0	

continua

continuação

Perfil	Resultados em g/Kg	Mês						
		nov/07	jan/08	mar/08	mai/08	jul/08	set/08	nov/08
25	Argila	31	4	10	10	5	1	
	Silte	9	6	0	1	0	1	
	Arcia Total	960	990	990	989	995	998	
	Arcia Grossa	960	990	990	989	995	998	
	Arcia Fina	0	0	0	0	0	0	
26	Argila	7	26	9	8	12	2	
	Silte	3	2	0	0	0	1	
	Arcia Total	990	972	991	992	988	997	
	Arcia Grossa	990	972	991	992	988	997	
	Arcia Fina	0	0	0	0	0	0	
27	Argila	10	1	11	9	6	2	
	Silte	10	1	0	1	0	1	
	Arcia Total	980	998	989	990	994	997	
	Arcia Grossa	980	998	989	990	994	989	
	Arcia Fina	0	0	0	0	0	8	
28	Argila	6	10	11	10	11	2	
	Silte	4	1	0	1	0	1	
	Arcia Total	990	989	989	989	989	997	
	Arcia Grossa	990	989	989	989	989	989	
	Arcia Fina	0	0	0	0	0	8	
29	Argila	5	17	11	7	3	1	
	Silte	6	1	0	1	0	1	
	Arcia Total	989	982	989	992	997	998	
	Arcia Grossa	989	882	989	992	997	998	
	Arcia Fina	0	100	0	0	0	0	
30	Argila	12	10	10	18	11	2	
	Silte	8	1	0	2	0	1	
	Arcia Total	980	989	990	980	989	997	
	Arcia Grossa	980	989	9890	980	989	997	
	Arcia Fina	0	0	10	0	0	0	
31	Argila	16	19	9	9	5	2	
	Silte	4	2	0	2	0	1	
	Arcia Total	980	979	991	989	995	997	
	Arcia Grossa	980	979	991	989	989	997	
	Arcia Fina	0	0	0	0	6	0	
32	Argila	6	21	7	10	5	2	
	Silte	5	3	0	1	0	1	
	Arcia Total	989	976	993	989	995	997	
	Arcia Grossa	989	976	993	989	995	989	
	Arcia Fina	0	0	0	0	0	8	
33	Argila	6	30	9	10	11	1	
	Silte	4	2	0	1	0	1	
	Arcia Total	990	967	991	989	989	998	
	Arcia Grossa	990	967	991	989	989	998	
	Arcia Fina	0	0	0	0	0	0	
34	Argila	3	23	11	19	11	1	
	Silte	27	1	0	1	0	1	
	Arcia Total	970	976	989	980	989	998	
	Arcia Grossa	970	976	989	980	989	998	
	Arcia Fina	0	0	0	0	0	0	
35	Argila	14	2	11	11	11	3	
	Silte	8	8	0	9	0	1	
	Arcia Total	978	990	989	980	989	996	
	Arcia Grossa	978	980	989	970	989	989	
	Arcia Fina	0	10	0	10	0	7	
36	Argila	15	30	11	10	5	2	
	Silte	5	2	0	1	0	1	
	Arcia Total	980	968	989	989	995	997	
	Arcia Grossa	980	968	989	989	995	989	
	Arcia Fina	0	0	0	0	0	8	

Amostra 2 - Zona do Estirâncio/Face de Praia (Intermitente Seca/Molhada)

Amostra 2 - Zona do Estirâncio/Face de Praia (Intermitente Seca/Molhada)

Perfil	Resultados em g/Kg	Mês						
		nov/07	jan/08	mar/08	mai/08	jul/08	set/08	nov/08
1	Argila	20	8	20	10	5	8	
	Silte	10	2	0	1	0	2	
	Areia Total	970	990	980	989	995	990	
	Areia Grossa	930	980	980	989	970	930	
	Areia Fina	40	10	0	0	25	60	
2	Argila	10	8	10	46	7	8	
	Silte	5	2	0	4	0	2	
	Areia Total	985	990	990	950	993	990	
	Areia Grossa	980	950	950	930	983	980	
	Areia Fina	5	40	40	20	10	10	
3	Argila	10	19	11	11	1	8	
	Silte	2	2	0	0	0	2	
	Areia Total	988	979	989	989	999	990	
	Areia Grossa	980	919	989	989	989	970	
	Areia Fina	8	60	0	0	10	20	
4	Argila	10	41	2	18	15	9	
	Silte	10	26	0	2	0	1	
	Areia Total	980	960	998	980	985	990	
	Areia Grossa	980	910	970	970	955	900	
	Areia Fina	0	50	28	10	30	90	
5	Argila	10	1	6	10	10	9	
	Silte	10	10	0	0	0	1	
	Areia Total	980	989	994	990	990	990	
	Areia Grossa	830	989	974	989	960	970	
	Areia Fina	150	0	20	1	30	20	
6	Argila	12	2	1	11	8	9	
	Silte	8	8	0	0	0	2	
	Areia Total	980	990	99	989	992	989	
	Areia Grossa	950	900	989	989	960	889	
	Areia Fina	30	90	10	0	32	100	
7	Argila	15	16	11	19	11	4	
	Silte	5	1	0	1	0	2	
	Areia Total	980	983	989	980	989	994	
	Areia Grossa	970	973	939	970	989	989	
	Areia Fina	10	10	50	10	0	5	
8	Argila	10	8	1	10	11	2	
	Silte	10	3	0	2	0	1	
	Areia Total	980	989	999	988	989	997	
	Areia Grossa	980	939	999	980	989	989	
	Areia Fina	0	50	0	8	0	8	
9	Argila	15	19	10	8	11	7	
	Silte	5	2	0	3	0	3	
	Areia Total	980	979	990	989	989	990	
	Areia Grossa	950	959	970	980	989	970	
	Areia Fina	30	20	20	9	0	20	
10	Argila	7	21	10	18	5	8	
	Silte	4	1	0	8	0	2	
	Areia Total	989	978	990	980	995	990	
	Areia Grossa	989	978	830	970	995	970	
	Areia Fina	0	0	160	10	0	20	
11	Argila	10	16	11	38	7	9	
	Silte	4	1	0	62	0	1	
	Areia Total	986	983	989	900	993	990	
	Areia Grossa	980	983	989	900	989	970	
	Areia Fina	6	0	0	0	4	20	
12	Argila	7	39	11	12	5	2	
	Silte	3	4	0	1	0	1	
	Areia Total	990	957	989	987	995	997	
	Areia Grossa	990	957	989	987	985	989	
	Areia Fina	0	0	0	0	10	8	

Perfil	Resultados em g/Kg	Mês						
		nov/07	jan/08	mar/08	mai/08	jul/08	set/08	nov/08
13	Argila	8	25	11	10	10	7	
	Silte	4	1	0	1	0	3	
	Areia Total	988	974	989	989	990	990	
	Areia Grossa	988	974	989	989	980	970	
	Areia Fina	0	0	0	0	10	20	
14	Argila	10	30	2	10	9	1	
	Silte	0	3	0	1	0	1	
	Areia Total	990	967	998	989	991	998	
	Areia Grossa	990	967	998	989	991	998	
	Areia Fina	0	0	0	0	0	0	
15	Argila	10	30	3	11	6	1	
	Silte	10	3	0	0	0	1	
	Areia Total	980	967	997	989	994	998	
	Areia Grossa	980	967	997	989	994	998	
	Areia Fina	0	0	0	0	0	0	
16	Argila	12	24	3	10	8	2	
	Silte	8	1	0	1	0	1	
	Areia Total	980	975	997	989	992	997	
	Areia Grossa	980	975	997	989	992	997	
	Areia Fina	0	0	0	0	0	0	
17	Argila	12	21	7	18	10	8	
	Silte	7	1	0	2	0	2	
	Areia Total	981	978	993	980	990	990	
	Areia Grossa	981	978	989	980	980	980	
	Areia Fina	0	0	4	0	10	10	
18	Argila	7	26	1	7	9	3	
	Silte	3	2	0	0	0	1	
	Areia Total	990	972	999	993	991	996	
	Areia Grossa	990	972	999	992	991	989	
	Areia Fina	0	0	0	1	0	10	
19	Argila	13	26	3	14	11	1	
	Silte	7	1	0	1	0	1	
	Areia Total	980	970	997	985	989	998	
	Areia Grossa	980	970	997	980	989	998	
	Areia Fina	0	0	0	5	0	0	
20	Argila	14	23	1	10	11	1	
	Silte	6	2	0	1	0	1	
	Areia Total	980	975	999	989	989	998	
	Areia Grossa	980	975	999	989	989	998	
	Areia Fina	0	0	0	0	0	0	
21	Argila	7	31	11	18	3	2	
	Silte	4	1	0	2	0	1	
	Areia Total	989	968	989	980	997	997	
	Areia Grossa	989	968	989	980	997	997	
	Areia Fina	0	0	0	0	0	0	
22	Argila	11	26	9	11	11	3	
	Silte	9	1	0	0	0	1	
	Areia Total	980	973	991	989	989	996	
	Areia Grossa	980	973	991	989	989	989	
	Areia Fina	0	0	0	0	0	7	
23	Argila	7	31	9	10	6	4	
	Silte	3	1	0	1	0	2	
	Areia Total	990	968	991	989	994	994	
	Areia Grossa	990	968	991	989	994	994	
	Areia Fina	0	0	0	0	0	0	
24	Argila	10	19	11	10	3	1	
	Silte	10	1	0	1	0	1	
	Areia Total	980	980	989	989	997	998	
	Areia Grossa	980	980	989	989	997	998	
	Areia Fina	0	0	0	0	0	0	

continua

continuação

Perfil	Resultados em g/Kg	Mês						
		nov/07	jan/08	mar/08	mai/08	jul/08	set/08	nov/08
25	Argila	14	5	10	10	5	1	
	Silte	7	5	0	1	0	1	
	Arcia Total	979	990	990	989	995	998	
	Arcia Grossa	979	990	990	989	995	998	
	Arcia Fina	0	0	0	0	0	0	
26	Argila	11	21	7	18	2	1	
	Silte	10	2	0	2	0	1	
	Arcia Total	979	977	993	980	998	998	
	Arcia Grossa	979	977	993	980	998	998	
	Arcia Fina	0	0	0	0	0	0	
27	Argila	20	2	8	9	5	1	
	Silte	1	1	0	1	0	1	
	Arcia Total	970	997	992	990	995	998	
	Arcia Grossa	970	997	992	990	995	998	
	Arcia Fina	0	0	0	0	0	0	
28	Argila	7	5	7	8	4	3	
	Silte	4	56	0	1	0	1	
	Arcia Total	989	939	993	991	996	996	
	Arcia Grossa	989	939	993	991	996	989	
	Arcia Fina	0	0	0	0	0	7	
29	Argila	14	25	11	10	11	1	
	Silte	6	1	0	1	0	1	
	Arcia Total	980	974	989	989	989	998	
	Arcia Grossa	980	974	989	989	989	998	
	Arcia Fina	0	0	0	0	0	0	
30	Argila	10	1	8	20	8	1	
	Silte	20	1	0	1	0	1	
	Arcia Total	970	998	992	979	992	998	
	Arcia Grossa	950	998	992	969	980	998	
	Arcia Fina	20	0	0	10	12	0	
31	Argila	19	26	10	9	4	3	
	Silte	1	2	0	2	0	1	
	Arcia Total	980	972	990	989	996	996	
	Arcia Grossa	980	972	990	989	996	989	
	Arcia Fina	0	0	0	0	0	7	
32	Argila	3	33	8	10	6	9	
	Silte	7	2	0	1	0	1	
	Arcia Total	990	965	992	989	994	990	
	Arcia Grossa	990	965	992	989	994	980	
	Arcia Fina	0	0	0	0	0	10	
33	Argila	7	45	10	10	2	6	
	Silte	3	3	0	1	0	2	
	Arcia Total	990	952	990	989	998	992	
	Arcia Grossa	990	952	990	989	998	980	
	Arcia Fina	0	0	0	0	0	12	
34	Argila	20	16	9	19	3	4	
	Silte	10	1	0	1	0	1	
	Arcia Total	970	983	991	980	997	995	
	Arcia Grossa	970	983	991	980	997	989	
	Arcia Fina	0	0	0	0	0	6	
35	Argila	10	19	8	6	11	2	
	Silte	10	11	0	0	0	1	
	Arcia Total	980	970	992	994	989	997	
	Arcia Grossa	970	970	992	994	989	989	
	Arcia Fina	10	0	0	0	0	8	
36	Argila	6	33	11	10	5	3	
	Silte	4	1	0	1	0	1	
	Arcia Total	990	966	989	989	995	996	
	Arcia Grossa	990	966	989	989	995	996	
	Arcia Fina	0	0	0	0	0	0	

Amostra 3 – Antepraia em profundidade de cerca de 1 metro

Amostra 3 – Antepiraia em profundidade de cerca de 1 metro

Perfil	Resultados em g/Kg	Mês						
		nov/07	jan/08	mar/08	mai/08	jul/08	set/08	nov/08
1	Argila	8	9	5	23	10	3	
	Silte	4	2	0	2	0	1	
	Areia Total	988	989	995	975	990	996	
	Areia Grossa	988	839	925	970	965	989	
	Areia Fina	0	150	70	5	25	7	
2	Argila	21	10	10	9	5	8	
	Silte	10	1	0	0	0	3	
	Areia Total	969	989	990	991	995	989	
	Areia Grossa	770	939	960	989	970	889	
	Areia Fina	199	50	30	2	25	100	
3	Argila	15	19	7	9	11	8	
	Silte	5	3	1	1	0	2	
	Areia Total	980	978	992	990	989	990	
	Areia Grossa	970	878	962	970	989	980	
	Areia Fina	10	100	30	20	0	10	
4	Argila	15	12	4	10	10	8	
	Silte	5	8	0	1	0	2	
	Areia Total	980	980	996	989	990	990	
	Areia Grossa	970	920	966	989	970	980	
	Areia Fina	10	60	30	0	20	10	
5	Argila	33	12	10	10	10	2	
	Silte	17	18	0	0	0	1	
	Areia Total	950	970	990	990	990	997	
	Areia Grossa	950	970	990	989	970	989	
	Areia Fina	0	0	0	1	20	8	
6	Argila	11	10	20	10	4	8	
	Silte	10	1	0	1	0	2	
	Areia Total	979	989	980	989	996	990	
	Areia Grossa	939	989	920	989	966	960	
	Areia Fina	40	0	60	0	30	30	
7	Argila	15	31	10	19	2	8	
	Silte	5	2	0	1	0	2	
	Areia Total	980	967	990	980	998	990	
	Areia Grossa	980	857	900	980	948	970	
	Areia Fina	0	110	90	0	50	20	
8	Argila	11	2	10	10	5	6	
	Silte	10	8	0	1	0	2	
	Areia Total	979	990	990	989	995	992	
	Areia Grossa	939	960	910	989	995	989	
	Areia Fina	40	30	80	0	40	3	
9	Argila	30	21	10	13	11	1	
	Silte	10	1	0	2	0	1	
	Areia Total	960	978	990	985	989	998	
	Areia Grossa	940	968	880	976	989	998	
	Areia Fina	20	10	110	9	0	0	
10	Argila	20	19	10	19	6	2	
	Silte	10	2	0	1	0	1	
	Areia Total	970	979	990	980	994	997	
	Areia Grossa	970	979	640	980	984	989	
	Areia Fina	0	0	350	0	10	8	
11	Argila	8	28	11	8	11	1	
	Silte	3	2	0	0	0	1	
	Areia Total	989	970	989	992	989	998	
	Areia Grossa	989	970	989	992	989	998	
	Areia Fina	0	0	0	0	0	0	
12	Argila	8	27	10	10	11	9	
	Silte	3	2	0	1	0	1	
	Areia Total	989	971	990	989	989	990	
	Areia Grossa	989	971	970	989	989	980	
	Areia Fina	0	0	20	0	0	10	
13	Argila	13	28	10	11	11	1	
	Silte	7	2	0	0	0	1	
	Areia Total	980	970	990	989	989	998	
	Areia Grossa	980	970	980	989	989	998	
	Areia Fina	0	0	10	0	0	0	
14	Argila	10	24	6	40	5	1	
	Silte	0	2	0	30	0	1	
	Areia Total	990	974	994	930	995	998	
	Areia Grossa	990	974	994	930	995	998	
	Areia Fina	0	0	0	0	0	0	
15	Argila	6	31	1	10	7	2	
	Silte	4	2	0	1	0	2	
	Areia Total	990	967	999	989	993	996	
	Areia Grossa	990	967	999	989	993	996	
	Areia Fina	0	0	0	0	0	0	
16	Argila	20	36	4	11	3	6	
	Silte	10	2	0	0	0	2	
	Areia Total	970	962	996	989	997	992	
	Areia Grossa	970	962	980	989	989	989	
	Areia Fina	0	0	16	0	8	3	
17	Argila	9	17	2	10	1	2	
	Silte	4	3	0	1	0	1	
	Areia Total	987	980	998	989	999	997	
	Areia Grossa	987	980	998	989	989	997	
	Areia Fina	0	0	0	0	10	0	
18	Argila	6	11	2	10	2	1	
	Silte	4	1	0	1	0	1	
	Areia Total	990	988	998	989	998	998	
	Areia Grossa	990	988	998	989	998	998	
	Areia Fina	0	0	0	0	0	0	
19	Argila	6	17	2	18	11	2	
	Silte	4	3	0	2	0	1	
	Areia Total	990	980	998	980	989	997	
	Areia Grossa	990	980	998	980	989	989	
	Areia Fina	0	0	0	0	0	8	
20	Argila	16	23	2	9	5	5	
	Silte	4	2	0	0	0	2	
	Areia Total	980	975	998	991	995	993	
	Areia Grossa	970	975	998	991	995	989	
	Areia Fina	10	0	0	0	0	4	
21	Argila	16	19	9	10	6	3	
	Silte	14	1	0	1	0	1	
	Areia Total	970	980	991	989	994	996	
	Areia Grossa	970	980	991	989	994	996	
	Areia Fina	0	0	0	0	0	0	
22	Argila	10	35	11	11	5	3	
	Silte	10	1	0	0	0	1	
	Areia Total	980	964	989	989	995	996	
	Areia Grossa	980	954	989	989	995	996	
	Areia Fina	0	10	0	0	0	0	
23	Argila	13	25	8	10	11	9	
	Silte	7	1	0	1	0	1	
	Areia Total	980	974	992	989	989	990	
	Areia Grossa	980	974	992	989	989	980	
	Areia Fina	0	0	0	0	0	10	
24	Argila	7	10	11	10	6	1	
	Silte	4	1	0	1	0	1	
	Areia Total	989	989	989	989	994	998	
	Areia Grossa	989	989	989	989	994	998	
	Areia Fina	0	0	0	0	0	0	

continua

continuação

Perfil	Resultados em g/Kg	Mês						
		nov/07	jan/08	mar/08	mai/08	jul/08	set/08	nov/08
25	Argila	10	1	8	10	6	3	
	Silte	10	10	0	1	0	1	
	Areia Total	980	989	992	989	994	996	
	Areia Grossa	980	989	992	989	974	989	
	Areia Fina	0	0	0	0	20	7	
26	Argila	15	20	10	9	6	3	
	Silte	5	2	0	1	0	1	
	Areia Total	980	978	990	990	994	996	
	Areia Grossa	980	978	990	990	989	989	
	Areia Fina	0	0	0	0	5	7	
27	Argila	16	1	7	10	6	9	
	Silte	6	1	0	1	0	1	
	Areia Total	978	998	993	989	994	990	
	Areia Grossa	978	998	993	989	994	980	
	Areia Fina	0	0	0	0	0	10	
28	Argila	7	8	11	18	11	1	
	Silte	4	3	0	2	0	1	
	Areia Total	989	989	989	980	989	998	
	Areia Grossa	989	989	989	970	989	998	
	Areia Fina	0	0	0	10	0	0	
29	Argila	7	28	7	28	8	3	
	Silte	3	2	0	2	0	1	
	Areia Total	990	970	993	970	992	996	
	Areia Grossa	990	970	993	970	980	989	
	Areia Fina	0	0	0	0	12	7	
30	Argila	3	2	9	6	5	2	
	Silte	7	1	0	1	0	1	
	Areia Total	990	997	991	993	995	997	
	Areia Grossa	990	997	991	991	995	997	
	Areia Fina	0	0	0	2	0	0	
31	Argila	11	26	11	10	10	8	
	Silte	10	1	0	1	0	2	
	Areia Total	979	973	989	989	990	990	
	Areia Grossa	979	973	989	989	950	980	
	Areia Fina	0	0	0	0	40	10	
32	Argila	6	38	11	19	5	1	
	Silte	4	5	0	1	0	1	
	Areia Total	990	960	989	980	998	998	
	Areia Grossa	990	960	989	980	980	998	
	Areia Fina	0	0	0	0	15	0	
33	Argila	6	48	11	9	5	1	
	Silte	4	3	0	8	0	1	
	Areia Total	990	949	989	989	995	998	
	Areia Grossa	990	949	989	989	995	998	
	Areia Fina	0	0	0	0	0	0	
34	Argila	6	42	11	9	11	1	
	Silte	5	1	0	1	0	1	
	Areia Total	989	957	989	990	989	998	
	Areia Grossa	989	957	989	970	989	998	
	Areia Fina	0	0	0	20	0	0	
35	Argila	8	3	11	10	5	1	
	Silte	10	7	0	1	0	1	
	Areia Total	980	990	989	989	995	998	
	Areia Grossa	980	990	989	989	980	998	
	Areia Fina	0	0	0	0	15	0	
36	Argila	10	26	11	9	21	3	
	Silte	10	2	0	1	0	1	
	Areia Total	980	972	989	990	979	996	
	Areia Grossa	980	972	989	970	939	989	
	Areia Fina	0	0	100	20	40	7	