

V.3 - MEIO FÍSICO	3
V.3.1 - Clima e Condições Meteorológicas	3
V.3.1.1 - Introdução.....	3
V.3.1.2 - Procedimentos Metodológicos.....	3
V.3.1.3 – Aspectos da Circulação Atmosférica	5
V.3.1.4 – Caracterização Climatológica	12
V.3.1.5 – Caracterização Meteorológica	25
V.3.2 - Qualidade do Ar	33
V.3.3 - Ruído	60
V.3.3.1 - Metodologia	61
V.3.3.2 - Limites Estabelecidos na Legislação	63
V.3.3.3 - Descrição do Cenário Acústico Local	64
V.3.3.4 - Caracterização Acústica Local	65
V.3.4 - Geologia	84
V.3.4.1 - Aspectos Metodológicos.....	84
V.3.4.2 - Considerações Gerais	85
V.3.4.3 - Unidades Litoestratigráficas	87
V.3.5 - Geomorfologia	97
V.3.5.1 - Aspectos Metodológicos.....	97
V.3.5.2 - Considerações Gerais	98
V.3.5.3 - Unidades Geomorfológicas	99
V.3.5.4 - Unidades de Relevo da AII e da AID	101
V.3.5.5 - Aspectos Morfodinâmicos.....	108
V.3.6 - Geotecnia	110
V.3.6.1 - Aspectos Metodológicos.....	110
V.3.6.2 - Unidades Geotécnicas da AII/AID	111
V.3.6.3 - Geotecnia da Área de Implantação do Empreendimento	119
V.3.7 – Pedologia e Capacidade de Uso das Terras	126
V.3.7.1 - Aspectos Metodológicos.....	126
V.3.7.2 - Considerações Gerais	128
V.3.7.3 - Caracterização das Classes de Solos	129
V.3.7.4 - Fases de Relevo.....	132
V.3.7.5 - Erodibilidade das Terras.....	134
V.3.7.6 - Capacidade de Uso das Terras	134
V.3.7.7 - Mapeamento de Solos.....	139
V.3.7.8 - Avaliação da Erodibilidade das Terras	149
V.3.7.9 - Avaliação da Capacidade de Uso das Terras.....	151
V.3.8 – Qualidade Ambiental do solo	156
V.3.9 Qualidade dos sedimentos	189
V.3.10 – Recursos Hídricos.....	199
V.3.10.1 – Recursos Hídricos Superficiais	199
V.3.10.2 – Recursos Hídricos Subterrâneos	229
V.3.11 – Recursos Minerais	263
V.3.12 - Sismologia.....	267
V.3.12.1 – Introdução.....	267
V.3.12.2 – Sismologia nas Áreas de Influência do Empreendimento.....	269

V.3 - MEIO FÍSICO

V.3.1 - Clima e Condições Meteorológicas

V.3.1.1 - Introdução

A caracterização climatológica na área do empreendimento é apresentada a partir das abordagens dinâmica e climatológica da atmosfera.

O primeiro enfoque retrata os principais mecanismos de circulação atmosférica que exercem influência nas condições de tempo local, bem como a fenomenologia meteorológica característica, ambos, no entanto, considerando o refinamento de escala de análise até o mais próximo possível da localização do empreendimento.

O segundo enfoque considera as observações meteorológicas regionais realizadas em locais que possam ser considerados representativos das Áreas de Influência do empreendimento, a partir das quais são descritos os comportamentos médios dos principais parâmetros climatológicos.

O terceiro enfoque, a caracterização meteorológica na área do empreendimento foi realizada com base em observações de duas estações meteorológicas localizadas na cidade de Macaé.

V.3.1.2 - Procedimentos Metodológicos

As avaliações da dinâmica atmosférica e da fenomenologia meteorológica característica nas Áreas de Influência do empreendimento foram desenvolvidas com base em relatórios técnicos e pesquisas científicas abordando os referidos temas.

O clima representa uma média de longo-período das várias características de tempo tais como temperatura e precipitação. A Organização Meteorológica Mundial (OMM) usa a média de 30 anos para definir as Normais Climatológicas desses vários parâmetros. O clima determina como os recursos — tais como a água e a vegetação — estão distribuídos e até onde, e como, as pessoas vivem e trabalham. Muitos fatores, tais como a topografia, proximidade a grandes corpos d'água e latitude, afetam o clima particular de um local à longo-prazo. É importante observar que, por ser uma climatologia média de 30 anos, uma

significativa variabilidade ano a ano pode acontecer. Por exemplo, um determinado local pode apresentar um inverno "seco" num determinado ano e "chuvoso" em outro.

As Normais Climatológicas são úteis para descrever a média do tempo de um determinado local. Várias medidas estatísticas são computadas a partir das Normais, incluindo medidas de tendência central — tais como a média ou mediana — de dispersão ou como se espalham os valores — tais como o desvio-padrão ou faixas de inter-quartís — e a frequência de probabilidade de ocorrência.

A avaliação climatológica na área do empreendimento envolveu basicamente a utilização das Normais Climatológicas (Período:1961-90) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), considerando as estações meteorológicas situadas em Campos dos Goytacazes (Coordenadas geográficas: 21º 45' S e 41º 20' W. Altitude: 11,2m), Macaé (Coordenadas geográficas: 22º 21' S e 41º 48' W; Altitude: 2,83m) e Cabo Frio (Estação Álcis, atual estação Arraial do Cabo (Coordenadas geográficas: 22º 97' S e 42º 02' W; Altitude: 4m).

Foram considerados os parâmetros: pressão atmosférica, precipitação pluviométrica, temperatura média, temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura máxima absoluta, temperatura mínima absoluta, evaporação, umidade relativa do ar, insolação e nebulosidade.

A avaliação meteorológica na região do empreendimento envolveu basicamente observações dos parâmetros meteorológicos, considerando duas estações meteorológicas:

- Estação do INMET localizada na cidade de Macaé;
- Estação do aeroporto de Macaé

Foram considerados os parâmetros: pressão atmosférica, precipitação pluviométrica, temperatura média e umidade relativa do ar

V.3.1.3 – Aspectos da Circulação Atmosférica

Para caracterizar a climatologia de uma região é importante que se tenha o conhecimento dos principais mecanismos de circulação atmosférica e de geração de tempo meteorológico na área onde se situa o empreendimento.

A escala planetária de um processo atmosférico envolve um nível temporal de poucos dias e dimensões físicas superiores a 1.000 km. Nesta categoria, encontram-se incluídas a circulação geral da atmosfera, as correntes de jatos e as ondas de Rossby.

Na escala sinótica ou macroescala, podem ser destacadas as ondas baroclínicas, os ciclones, os anticiclones, as frentes frias e as massas de ar, visto que tais sistemas possuem dimensões de 100 a 1.000 km e podem atuar por vários dias ou meses.

A microescala apresenta dimensões de até 1 m, com duração de fenômenos da ordem de segundos a minutos, destacando-se, basicamente, os movimentos turbulentos locais.

A escala regional ou mesoescala pode ser caracterizada pelos fenômenos de magnitudes especiais e temporais intermediários entre a micro e macro escalas, com extensão que pode atingir até 100 km. São considerados fenômenos de mesoescala os sistemas convectivos organizados, os complexos convectivos e os sistemas de ventos locais.

Apresenta-se, a seguir, uma breve descrição dos sistemas meteorológicos que atuam na América do Sul, no Brasil e que influenciam nas condições atmosféricas no Estado do Rio de Janeiro e nas Áreas de Influência do empreendimento.

Sistemas de Macroescala

A configuração do escoamento médio na baixa atmosfera da América do Sul e oceanos circunvizinhos reflete os mecanismos da Circulação Geral da Atmosfera (CGA), notadamente pela presença de dois anticiclones quase-estacionários: do Atlântico Sul e do Pacífico Sul. Esses sistemas são co-responsáveis por parte das condições de tempo sobre o continente sul-americano, pois deles dependem os mecanismos de penetração de massas de ar provenientes do sul e a geração de sistemas de meso-escala continentais.

Tais sistemas são responsáveis pelas condições de tempo sobre o continente, pois deles dependem os demais mecanismos de penetração de massas de ar provenientes do sul, os desenvolvimentos convectivos, dentre outros. As **Figuras V.3.1.3-1** e **V.3.1.3-2** indicam os posicionamentos dos referidos sistemas nos meses de janeiro e julho, considerando-os representativos do verão e inverno, respectivamente. As figuras foram geradas a partir de Reanálises do NCEP (NOAA, 2002), referente ao período entre 1968 e 1996.

Um sistema de macroescala presente na América do Sul é o Anticiclone Subtropical do Pacífico Sul (ASPS). A circulação atmosférica na sua borda leste é induzida pela orientação da Cordilheira dos Andes, cuja direção predominante é sul-norte, estabelecendo assim um escoamento induzido de ar frio e seco, que associado a corrente oceânica fria de Humboldt determina uma condição de grande estabilidade atmosférica em baixos níveis.

Outro sistema que atua na América do Sul, e diretamente no Brasil, é o Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), também conhecido como “Alta de Santa Helena” ou “Alta de Ascension”, que apresenta, no mês de janeiro, seu centro posicionado próximo a 25°S/20°W. Atua na parte leste do continente sul-americano durante quase todo o ano, ocasionando, à exceção do oeste da Amazônia, ventos de este a nordeste. A temperatura em seu interior é relativamente elevada, principalmente no verão, pela intensa radiação solar incidente sobre o sistema.

No inverno, o ASAS exerce uma maior penetrabilidade continental, influenciando os setores leste e central do Brasil equatorial. Os estados da Região Sudeste também ficam sob seu domínio e em condições de maior estabilidade atmosférica.

O Anticiclone Continental (AC) constitui-se em outro sistema típico quase-estacionário que atua no interior do continente sul-americano nos meses de verão.

A Alta da Bolívia (AB) ocupa, preferencialmente, a Região Centro-Oeste, de 10°S a 25°S e de 52°W a 72°W, com centro posicionado em torno de 17°S / 62°W. É gerada no verão, a partir da liberação de calor latente pelo forte aquecimento convectivo da atmosfera sobre a Região do Chaco, formando uma área de baixa pressão denominada “Baixa do Chaco”, que afeta diretamente o sul da Região Centro-Oeste e parte do Estado de São Paulo. No inverno, entretanto,

a “baixa continental” posiciona-se no extremo noroeste do continente sul-americano.

No interior do continente, a presença da “Baixa do Chaco” gera uma extensa faixa de convergência com a circulação proveniente do ASAS, condicionando a ocorrência de convergência de umidade nos baixos níveis numa faixa orientada de noroeste para sudeste: a conhecida Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). A ZCAS tem sido ultimamente, apontada como um dos principais sistemas formadores de precipitação no verão, nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste.

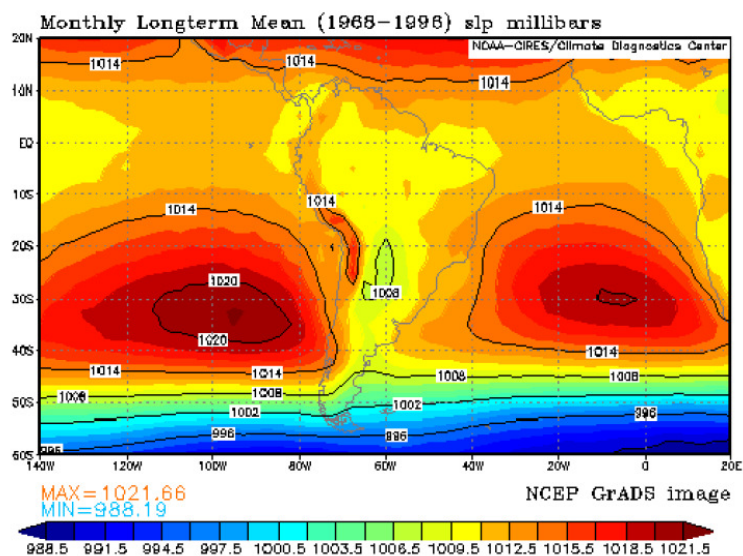


Figura V.3.1.3-1 - Posicionamento dos sistemas de alta pressão do Pacífico Sul e do Atlântico Sul no verão.

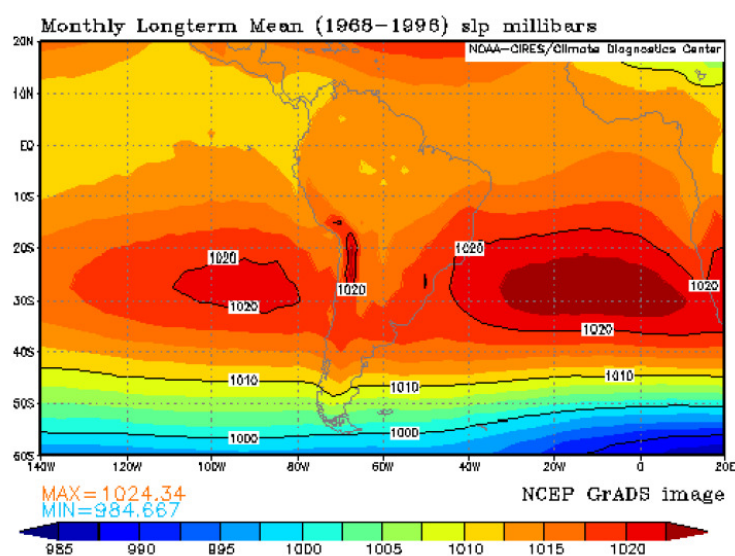


Figura V.3.1.3-2 - Posicionamento dos sistemas de alta pressão do Pacífico Sul e do Atlântico Sul no inverno.

As condições de tempo locais sofrem influências das perturbações ondulatórias, que migram e modificam-se enquanto induzidas pela circulação atmosférica dominante. Tais sistemas, como as frentes frias, por exemplo, são gerados na zona depressionária de latitudes médias e se caracterizam por movimentos no sentido Pólo–Equador, embora também existam forças de componente oeste–leste que promovem uma trajetória final predominante sudoeste–nordeste, com pequenas variações sazonais em torno dessa trajetória. No verão, as frentes frias deslocam-se predominantemente de sul–sudoeste para norte–nordeste. No inverno, seus deslocamentos tendem a ser de oeste–sudoeste para leste–nordeste. As condições de tempo associadas a esses sistemas apresentam, normalmente, nuvens cumuliformes, com precipitações nas suas bandas frontais.

As Frentes Quentes (FQ) — assim como as chamadas Linhas de Instabilidade (LI) — ocorrem, preferencialmente, nas latitudes tropicais, embora essas regiões estejam principalmente sujeitas aos mecanismos convectivos, tendo nas nuvens cumuliformes seus principais agentes potencias de ocorrência de tempo meteorológico. No caso das frentes quentes, o ar quente é que substitui o ar frio na superfície e o movimento é do Equador para os pólos, no sentido noroeste-sudeste.

Na situação em que a massa de ar frio não consegue avançar sobre a massa de ar quente, surge a denominada Frente Estacionária (FE). A precipitação associada a este sistema é geralmente fraca e de origem estratiforme. Durante o verão, a nebulosidade frontal que chega ao sul do País associa-se à nebulosidade da Baixa do Chaco, intensificando-se. Nessa época do ano, os sistemas frontais podem se manter “semi-estacionados” no litoral da Região Sudeste devido à presença de vórtices ciclônicos em altos níveis na Região Nordeste. A permanência dos sistemas frontais sobre essa região organiza a convecção tropical nas Regiões Central e Norte do Brasil e caracteriza a formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

Os Ciclones Extratropicais (CE) são áreas de baixas pressões, típicas de latitudes médias, apresentando circulação ciclônica com ventos intensos e grande índice pluviométrico. São mais comuns no inverno, embora comecem a aparecer no outono e ainda sejam encontrados na primavera. É um sistema de escala sinótica, cujo deslocamento predominante se dá no sentido sudoeste–nordeste e de oeste–leste no Hemisfério Sul.

Os sistemas frontais atuam durante todo o ano sobre a América do Sul, com maior frequência nas latitudes mais altas e menor frequência nas latitudes mais baixas, sendo um dos maiores causadores de distúrbios meteorológicos sobre o Brasil. A interação entre a convecção tropical e um sistema frontal ocorre mais frequentemente quando este último se encontra na faixa latitudinal entre 20°S e 35°S.

Um Anticiclone Polar constitui-se numa massa de ar frio que tem origem no continente Antártico (para o Hemisfério Sul) ou Ártico (para o Hemisfério Norte). No Hemisfério Sul, apresenta circulação anti-horária, com ventos divergentes à superfície orientados para a zona depressionária subantártica.

O Anticiclone Polar Migratório (APM) é caracterizado por ser uma extensa área de alta pressão, constituída de ar muito frio, denso e seco. O APM não é estacionário e tampouco retrocede a sua posição de origem. Tal sistema, depois de formado, pode invadir com rapidez o continente sul-americano. Apresenta um alto grau de estabilidade em sua porção central devido à subsidência, proporcionando condições de céu claro e boa visibilidade. À medida que se desloca para latitudes mais baixas um APM absorve calor e umidade da superfície do mar — relativamente mais quente — mudando gradativamente suas características iniciais e se tornando cada vez mais instável, de acordo com sua trajetória. Por outro lado, durante o inverno, pode-se notar com mais nitidez o contraste térmico entre as massas de ar tropical e polar, separadas pela zona frontal no interior do continente. As passagens de intensas massas polares migratórias no inverno pelo Sul e Centro-Oeste do Brasil podem ocasionar geadas nessas regiões, principalmente nas localidades situadas a grandes elevações e em fundos de vales.

Durante o inverno, um APM apresenta-se mais frequente e intenso e com dimensões superiores do que apresenta normalmente no verão, outono e primavera. Ao atingir o continente, um APM sofre grandes efeitos de atrito, face à topografia acidentada da superfície, sujeitando-se a frequentes bloqueios em seu deslocamento, enfraquecendo-se ou dissipando-se ao entrar em contato com a convergência da baixa continental (Baixa do Chaco) ou com o ASAS.

No verão, as frentes frias podem permanecer quase-estacionárias no Sudeste do Brasil em função do chamado bloqueio atmosférico. Como consequência, células convectivas de grandes dimensões verticais passam a se organizar em

faixas entre 15°S/20°S e 40°W/50°W, ocasionando prolongadas precipitações de caráter intenso.

Deve-se enfatizar, ainda, que a frente polar, quando em caráter quase-estacionário, pode apresentar uma condição peculiar pós-frontal, como a ocorrência de precipitações de caráter leve e contínuo, associada a uma nebulosidade estratiforme. Nessa situação, prevalece uma circulação marítima, com ventos, predominantemente, soprando do oceano para o continente nas regiões Sul e Sudeste.

A **Figura V.3.1.3-3** mostra uma Carta Sinótica de Superfície com as ilustrações dos principais fenômenos meteorológicos atuantes no Brasil e na América do Sul.

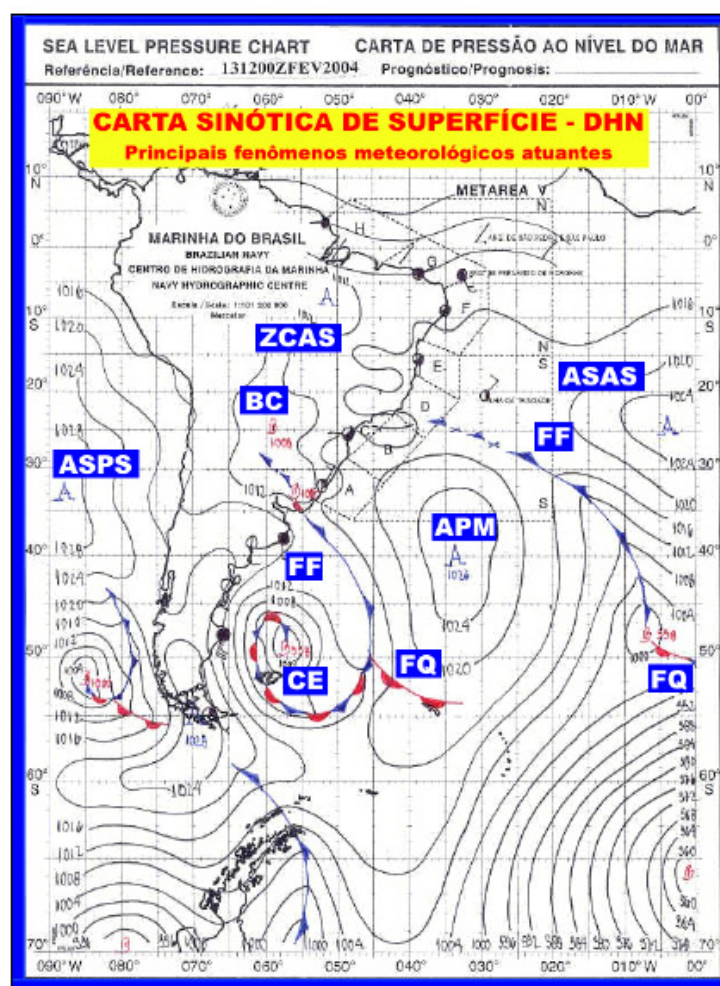


Figura V.3.1.3-3 - Carta Sinótica ilustrativa de 12:00Z (horário do Meridiano de Greenwich), do dia 13/02/2004, com indicações os principais sistemas meteorológicos.

Sistemas de Escala Regional ou Mesoescala

A Região Sudeste também está submetida aos chamados Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCME) ou de Escala Regional, que são definidos como *“qualquer agrupamento de nuvens convectivas com forma linear ou circular e que, em algum estágio do ciclo de vida, contenha núcleos convectivos nas regiões adjacentes originárias ou não desses núcleos”*.

No espectro dos SCME destacam-se as Linhas de Instabilidade Tropicais (LIT), os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCME) e os sistemas de brisas.

As Linhas-de-Instabilidade Tropicais (LIT) são depressões barométricas, na forma de linhas organizadas em pequenas dorsais, associadas aos sistemas de alta pressão originários do interior do continente — em especial nos meridianos de 45º a 40ºW —, sendo muito freqüentes durante o verão e raras durante o inverno.

A Região Sudeste apresenta um clima bastante diversificado devido a vários fatores, como a posição latitudinal e longitudinal, a topografia e as influências de ordem dinâmica como, por exemplo, a predominância de frentes frias. A Região Sudeste apresenta-se como unidade climatológica por ser uma zona de equilíbrio dinâmico entre as correntes perturbadas de altas tropicais e altas polares. Disto decorre a característica de transição na climatologia regional do Sudeste. A formação e existência das LIT's coincidem com a grande disponibilidade de umidade na Amazônia. Esta umidade, em função do giro anticiclônico dos ventos sobre o território brasileiro e, também, em função da barreira formada pela Cordilheira Andina é transportada, predominantemente, para sudeste.

Os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) constituem-se em conjuntos de nuvens cumulonimbos cobertos por densa camada de cirrus que podem ser facilmente identificados em imagens de satélites, como sendo sistemas de nuvens aproximadamente circulares e com um crescimento explosivo num intervalo de tempo de 6 a 12 horas. Durante o verão, tais sistemas surgem, preferencialmente, nas regiões serranas da Região Sudeste. A trajetória de um CCM tem início, geralmente, a leste dos Andes, a, aproximadamente, 25ºS, e sobre os vales dos rios Paraná e Paraguai.

As brisas marítimas podem atingir algumas dezenas de quilômetros continente adentro, transportando umidade de modo eficiente no sentido oceano–continente.

Além dos mecanismos apontados anteriormente, o regime de precipitação interanual, em grande parte do Brasil, é influenciado pelo mecanismo conjunto El Niño/Oscilação do Sul, denominado por ENSO (*El Niño-Southern Oscillation*).

V.3.1.4 – Caracterização Climatológica

O Brasil apresenta uma grande diversidade climática, refletida, principalmente, nos regimes de precipitação e temperatura. De norte a sul, constata-se a existência de uma grande variedade de climas com distintas características regionais. Na Região Norte do país, verifica-se o domínio de um clima equatorial chuvoso, sem estação seca. A Região Sul sofre mais influência dos sistemas de latitudes médias, tendo os sistemas frontais como os principais agentes de chuvas durante o ano. A Região Nordeste apresenta uma estação chuvosa de curta-duração e com baixos índices pluviométricos, restritos às áreas mais próximas ao litoral. As Regiões Centro-Oeste e Sudeste sofrem influência tanto de sistemas tropicais como daqueles oriundos de latitudes médias, apresentando uma estação menos chuvosa no inverno e uma estação mais chuvosa no verão.

Região sudeste – Classificação de Köppen

De acordo com Köppen (1900) 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 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 de Janeiro 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.

Características Gerais

A Região Sudeste (SE) apresenta uma alta variedade climática, em função de sua posição latitudinal, da topografia bastante acidentada e da influência dos sistemas permanentes e quase-estacionários, sistemas ondulatórios e sistemas de escala regional ou meso-escala.

O relevo da Região Sudeste apresenta elevações, ondulações e é escarpado. A presença das montanhas contribui para a formação de um clima predominantemente tropical, mas com mudanças sazonais significativas.

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

No verão, devido à maior intensidade e duração do brilho, as temperaturas médias variam de 21°C a 27°C, com maiores valores nos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo, oeste paulista e parte leste de Minas Gerais, principalmente, onde as máximas médias apresentam valores de 33°C a 36°C. Contudo, no inverno, os números caem para o intervalo de 12°C a 21°C. Neste caso cabe destacar as baixas temperaturas nas cidades de Campos do Jordão e Itatiaia as quais contribuem para uma diminuição destes valores médios, principalmente no inverno, onde as mínimas médias oscilam entre 6°C e 9°C.

A distribuição pluviométrica da Região Sudeste é bastante heterogênea, pois para as regiões de clima tropical úmido são esperadas precipitações anuais inferiores a 2.000mm 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, aproximadamente, 1.500mm anuais, enquanto nos trechos sub-tropicais variam entre 1.250 e 2.000mm. Nas Zonas Litorâneas e escarpas da Serra do Mar, a influência do ASAS induz a uma redução dos valores de precipitação, cuja distribuição torna-se mais regular do que nas serras.

A precipitação anual varia de 900 a 2.000mm/ano, sendo as regiões no entorno das divisas dos estados de São Paulo e Minas Gerais e litoral paulista, aquelas onde são registrados os maiores valores de precipitação em um ano, especialmente no verão, variando de 240 a 320mm no mês de janeiro. O norte de Minas Gerais sofre a influência do clima semi-árido da região Nordeste e apresenta os menores índices pluviométricos do Sudeste.

Caracterização Climatológica do Estado do Rio de Janeiro

Evidencia-se uma marcante diversidade climatológica do Estado do Rio de Janeiro, sobretudo quando se considera a grande dimensão de seu território. Não somente as temperaturas médias são fortemente influenciadas pela associação relevo-altitude, mas também o regime e a distribuição dos totais pluviométricos são notoriamente modificados, segundo a posição do local, se a barlavento ou a sotavento dos ventos úmidos carregados pelas circulações de brisas marítimas, na maior parte do ano.

A diversidade climatológica fluminense decorre da combinação de uma série de fatores locais e atmosféricos. De certo, a interferência 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 espriam 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 da Serra do Mar e da Mantiqueira.

Além dos fatores estáticos que influenciam as características do clima no Estado do Rio de Janeiro - latitude, relevo, altitude e maritimidade, deve-se ressaltar o fato de seu território encontrar-se submetido a ventos de Leste e Nordeste, que sopram da borda oeste do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), na maior parte do ano. Tal sistema ainda é 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, livre de nebulosidade e ausência de qualquer hidrometeoro.

Caracterização Climatológica nas Áreas de Influência do Empreendimento

A caracterização climatológica da região onde se insere o empreendimento foi realizada a partir das Normais Climatológicas, do período entre 1961 e 1990, para as estações de Campos, Macaé e Álcalis, pertencentes ao INMET. Os parâmetros considerados foram: pressão atmosférica, temperatura do ar, umidade relativa do ar, evaporação, nebulosidade e precipitação pluviométrica, visualizados em termos de médias ou totais mensais.

Pressão Atmosférica

O parâmetro pressão atmosférica reflete a presença dos sistemas de pressão resultantes da circulação geral atmosférica, ou por vezes, de meso-escala, que atuam de uma forma abrangente sobre a região de interesse.

Além das variações sazonais, a pressão atmosférica apresenta uma variação diária — denominada maré barométrica —, onde surgem dois máximos e dois mínimos relativos. A presença de sistemas organizados de nuvens cumuliformes do tipo cumulonimbus (Cb), resultantes de perturbações locais ou transientes, exerce um efeito significativo nas variações dos valores de pressão atmosférica à superfície, reduzindo-os, acentuadamente, enquanto tais sistemas estiverem atuando.

Normalmente, a pressão atmosférica é reduzida ao nível do mar para eliminar os efeitos de altitude e torná-la comparável espacialmente, bem como para permitir a identificação das configurações dos sistemas atmosféricos.

Sazonalmente, os valores de pressão atmosférica são maiores no inverno que no verão, graças à interação de diversos fatores como os astronômicos e as maiores intensidades das massas polares migratória, dentre outros. No verão, o mais intenso aquecimento solar à superfície cria forças de flutuação, que levam à formação de movimentos verticais ascendentes, com ou sem a geração de nuvens, reduzindo, portanto, os valores da pressão atmosférica à superfície.

A variabilidade mensal média da pressão atmosférica em Macaé foi estabelecida a partir da interpolação linear entre os registros de Campos e Álcalis, uma vez que não existiam informações específicas para Macaé. O resultado é apresentado na **Figura V.3.1.4-1**, onde se percebe um máximo de 1.018,9 hPa, em julho, e um mínimo de 1.010,9 hPa, em dezembro, e janeiro. Dessa forma, configura-se uma amplitude anual média de 8,0 hPa. A pressão atmosférica média anual é de 1.014,4 hPa.

Numa visão transiente, nas Áreas de Influência do empreendimento, o domínio de massas de ar polar migratórias de inverno pode levar a elevados valores de pressões atmosféricas, próximas de 1.030 hPa, ou seja, há a presença de ar muito frio na região. Por outro lado, no verão, a formação de áreas de convergência atmosférica sobre o oceano, nas proximidades do litoral norte-fluminense, podem reduzir as pressões atmosféricas a valores próximos de 1.000 hPa.

Vale destacar que as Áreas de Influência do empreendimento encontram-se na trajetória de deslocamentos de frentes frias em todas as épocas do ano, o que pode resultar em significativas variações de pressão atmosférica em curto intervalo de tempo, sobretudo em rápidas passagens frontais.

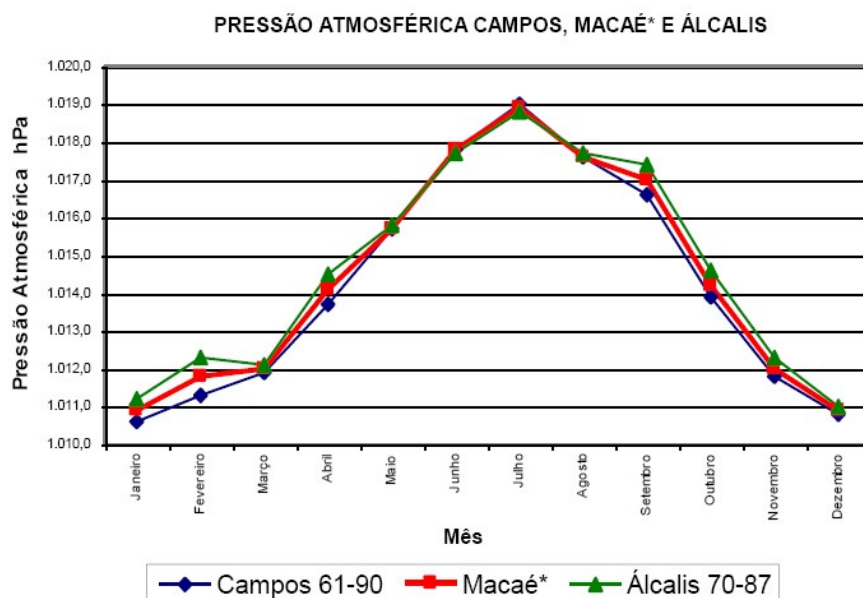


Figura V.3.1.4-1 - Variação mensal da pressão atmosférica em Campos. Macaé (*interpolada) e Álcalis/RJ. Fonte: INMET (2002)

Temperatura do Ar

A temperatura do ar constitui-se num parâmetro de interesse para os estudos ambientais. Basicamente, a temperatura do ar ambiente reflete os resultados das trocas energéticas entre a superfície do solo (parcial ou integralmente coberto ou mesmo nu) e a atmosfera, bem como dos mecanismos naturais de advecção ou transporte horizontal de ar frio ou quente, impostos por diversos tipos de circulações de micro, meso e macroescalas.

Temperaturas mais elevadas, como as que ocorrem no verão, conduzem à formação de movimentos verticais ascendentes mais pronunciados (convecção), concorrendo, portanto, para um mais eficiente arrastamento de poluentes presentes nos níveis mais baixos para níveis mais elevados.

Para se avaliar o comportamento do parâmetro temperatura do ar ao longo do ano foi elaborada a **Figura V.3.1.4-2**, contendo os valores das temperaturas máximas absolutas, temperaturas máximas médias, temperaturas médias, temperaturas mínimas médias e temperaturas mínimas absolutas registradas em Macaé, no período 1961-90.

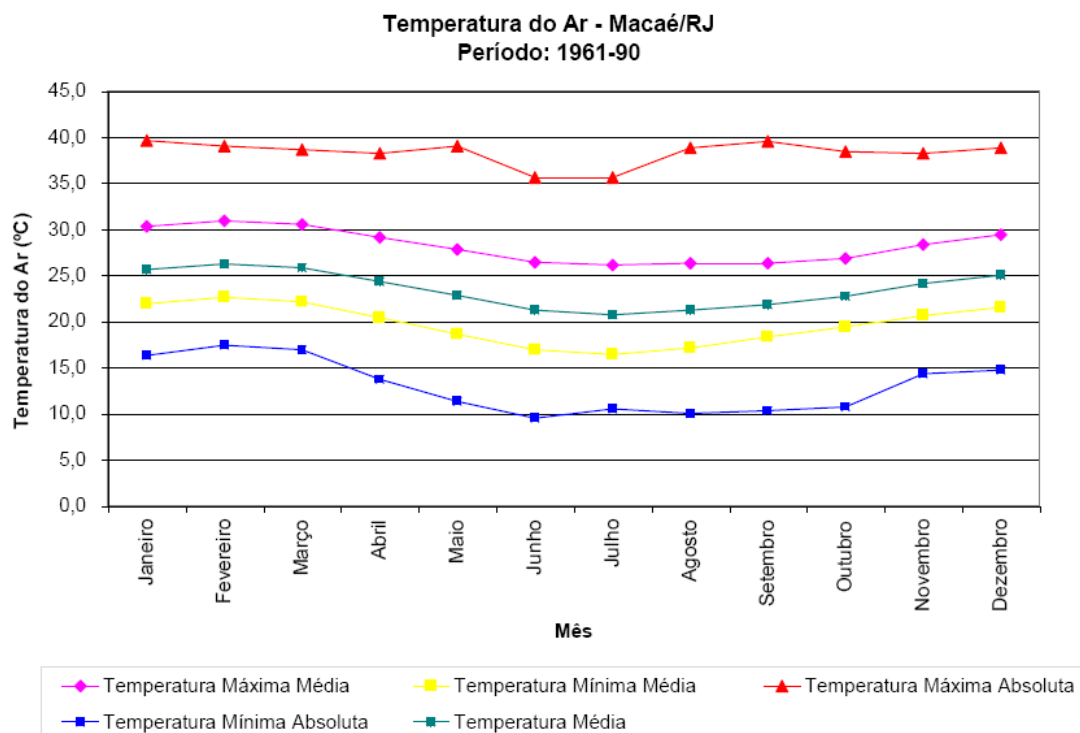


Figura V.3.1.4-2 - Variação mensal da temperatura em Macaé (RJ). Fonte: INMET (2002)

De modo geral, observa-se que os meses de verão são os que apresentam temperaturas médias mais elevadas (máxima em fevereiro), seguidos dos meses de primavera (máxima em dezembro). Os períodos de inverno e outono são os mais frios, com menores temperaturas médias nos meses de julho e junho.

Umidade Relativa do Ar

O comportamento da umidade relativa do ar ao longo de um dia pode apresentar variações significativas em função de diversos fatores como, por exemplo, a insolação; a nebulosidade; a direção e velocidade dos ventos e a precipitação pluviométrica.

De maneira geral, a umidade relativa do ar tende a aumentar à noite e na madrugada, passando a diminuir gradualmente, à medida que o dia transcorre, após o nascer do sol. Ventos oriundos do setor norte-noroeste transportam calor e, portanto, concorrem para a redução da umidade do ar, apesar de também haver uma pequena contribuição das áreas vegetadas. Por seu turno, os ventos procedentes do setor sul são mais frios, elevando, dessa maneira, a umidade relativa do ar, principalmente nas áreas mais próximas ao litoral, como no caso da área do empreendimento, em que os ventos procedentes do oceano são persistentes.

Com a ocorrência de chuvas e até mesmo após seu término, a umidade relativa do ar tende a aumentar localmente. Assim, uma série de combinações meteorológicas pode ocorrer e, de cada uma delas, resultar em diferenciados graus de umidade relativa, dependendo, também, das características da superfície e do solo da área sob interesse.

Os valores de umidade relativa são inversamente proporcionais à temperatura do ar e dependentes, também, 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.

Para tentar caracterizar o comportamento da umidade relativa do ar na área do empreendimento, foram analisadas as Normais Climatológicas de Macaé (**Figura V.3.1.4-3**).

Observa-se que o período de outono–inverno apresenta-se relativamente mais seco do que o de primavera–verão. Cabe ressaltar a igualdade dos valores médios de umidade relativa nos meses de maio, junho, julho e agosto, o que indica a prevalência do condicionamento das circulações atmosféricas sobre as condições locais (maritimidade, topografia, tecido urbano e uso e ocupação do solo).

Assim sendo, pode-se caracterizar a umidade relativa do ar em Macaé como variando de 82%, em setembro e outubro, a um mínimo de 80%, em fevereiro e de maio a agosto, o que leva a afirmação que a variabilidade anual é de apenas 2%. A média anual de umidade relativa do ar em Macaé é de 80,7%.

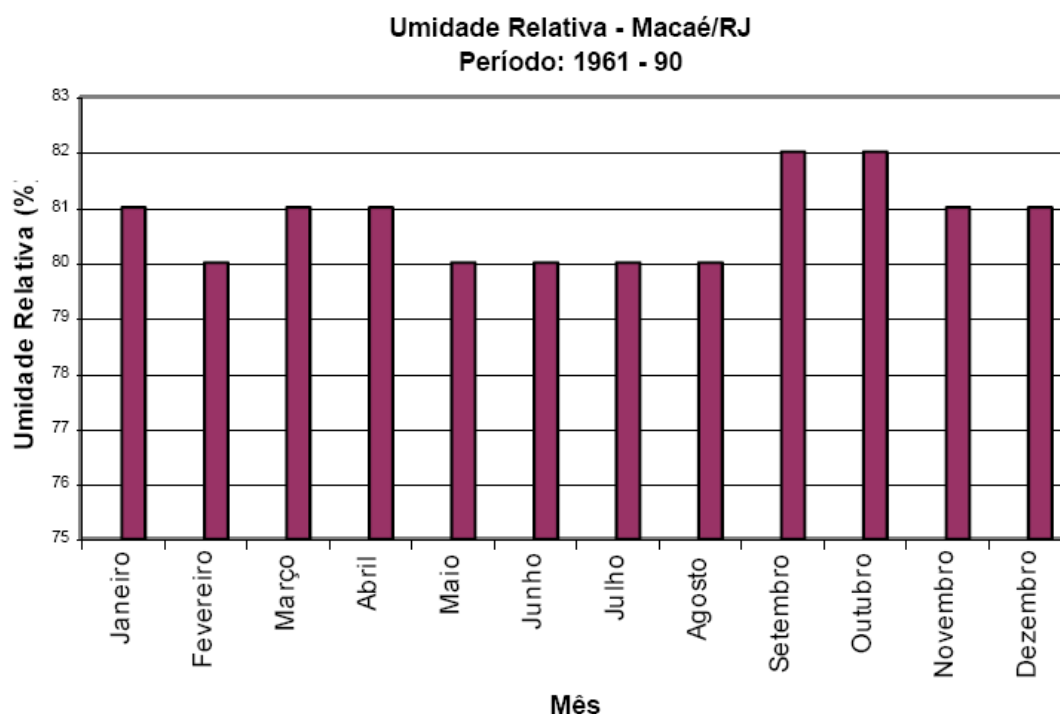


Figura V.3.1.4-3 - Variação mensal da umidade relativa em Macaé (RJ). Fonte: INMET (2002)

A demanda evaporativa para a atmosfera depende da combinação dos seguintes fatores: características do uso e ocupação do solo; disponibilidade hídrica; saturação do ar; aquecimento e ventilação. Áreas mais aquecidas — em regiões topograficamente acidentadas e com elevado grau de cobertura vegetal — apresentam-se com grande potencial evaporativo da água presente no solo e na vegetação.

Por outro lado, áreas como a do empreendimento, ao nível do mar, muito próxima do mar e com baixo nível de urbanização, sofrem um aporte quase-

permanente de umidade do oceano e de precipitações associadas aos sistemas frontais e áreas de instabilidade, levando, por conseguinte, a um maior grau de evaporação nos meses de verão.

A **Figura V.3.1.4-4** apresenta as características evaporativas médias de Macaé – RJ, com máximo evidenciado de 108mm em janeiro e mínimo de 85,5mm em junho. A amplitude anual é de 22,5mm.

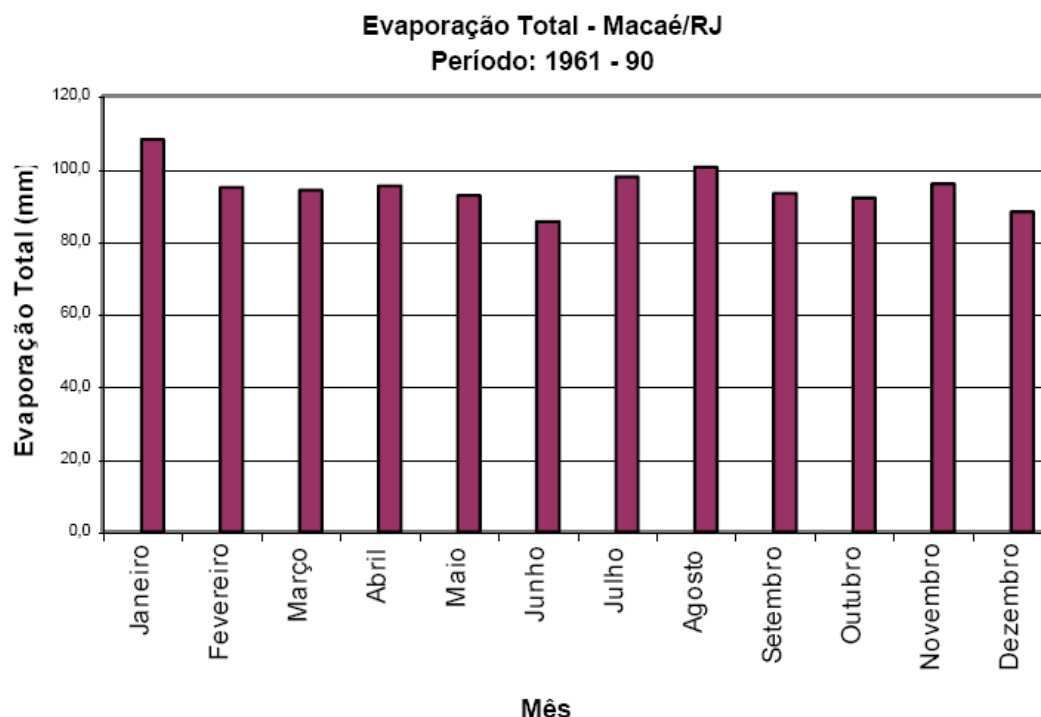


Figura V.3.1.4-4 - Variação mensal da evaporação total em Macaé (RJ). Fonte: INMET

Evaporação

O parâmetro evaporação está diretamente relacionado ao suprimento de vapor d'água para a atmosfera e o conseqüente aumento da umidade relativa do ar e, potencialmente, a formação de nuvens. Interfere, também, nas condições de conforto térmico e na formação de névoas úmidas e nevoeiros.

Nebulosidade

O regime de nebulosidade permite identificar às possíveis interferências que este pode causar ao recebimento/retenção de energia radiativa, bem como às características das precipitações.

Refere-se, especificamente, a cobertura relativa do céu, considerando a abobada celeste como 10/10 (dez décimos), o que significaria uma condição de céu encoberto.

A caracterização da nebulosidade em Macaé pode ser evidenciada a partir da análise da **Figura V.3.1.4-5**, onde se observa, nitidamente, três patamares de coberturas, a saber: 7/10 a 8/10, de setembro a dezembro, 6/10, de janeiro a maio, e 5/10, de junho a agosto. A nebulosidade média anual é de 6,2/10.

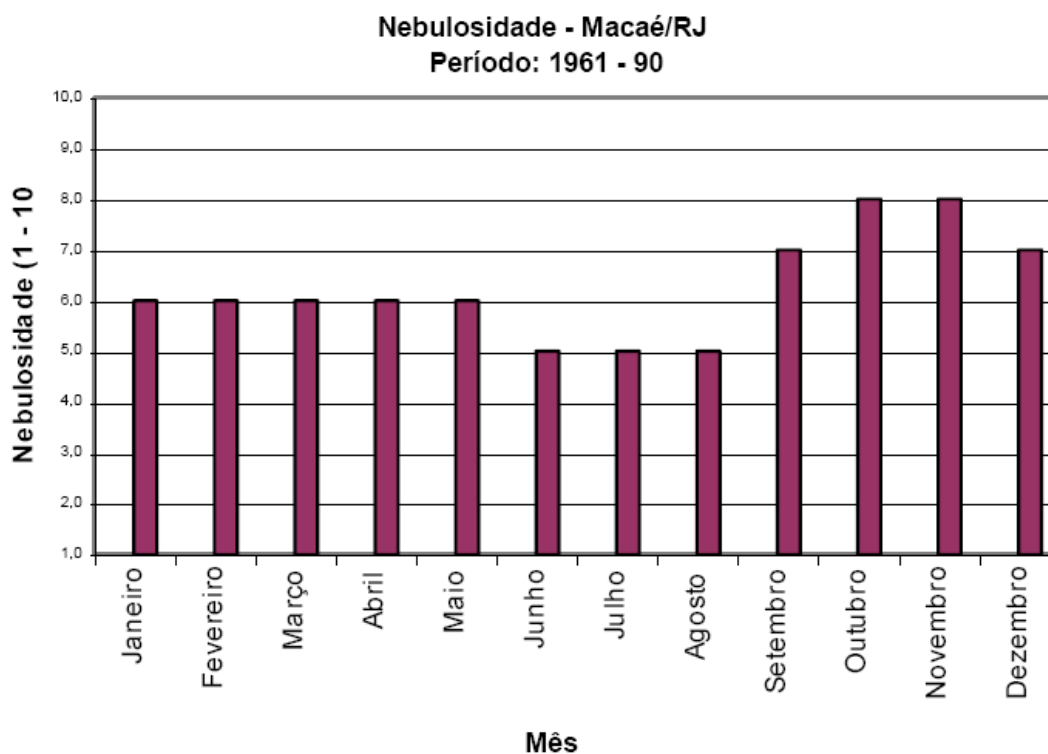


Figura V.3.1.4-5 - Variação mensal da nebulosidade em Macaé (RJ). Fonte: INMET (2002)

Insolação

O parâmetro insolação representa a totalização do número de horas de brilho ou incidência solar direta sobre o nível da superfície. Refere-se, portanto, a contabilização do tempo de incidência de luz solar entre nuvens ou mesmo em situações de céu claro. Sob o ponto de vista meteorológico, a insolação representa uma transferência de energia após a devida absorção, reflexão e re-irradiação pelo solo e que eleva as temperaturas do ar na camada mais próxima a este. É muito útil para estudos energéticos e agrônômicos.

A variabilidade do total de insolação ao longo do ano pode ser verificada na **Figura V.3.1.4-6**. Verifica-se que há a predominância de nove meses com totais de insolação iguais ou superiores a 160 horas, contra um período de três meses com valores inferiores a 150 horas. O valor máximo registrado foi de 204,6 horas de brilho solar, em fevereiro, e o mínimo, 127,5 horas, em setembro, representando uma amplitude anual de 77,1 horas. O total anual médio de insolação é de 2.095,4 horas

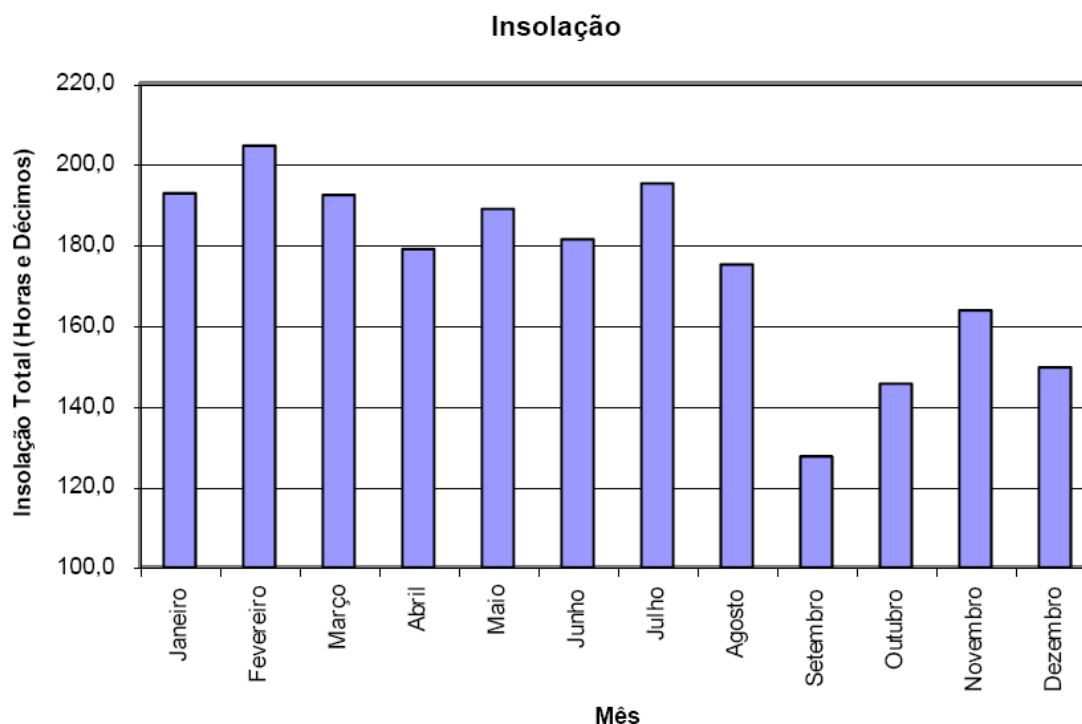


Figura V.3.1.4-6 - Variação mensal da insolação em Macaé (RJ). Fonte: INMET (2002)

Precipitação

As precipitações nas Regiões Sul e Sudeste apresentam grandes variações espaciais e temporais, com marcantes diferenças sazonais, além de desvios pluviométricos ao longo de anos consecutivos. No verão, as fortes convecções orográficas locais e as passagens das frentes frias podem provocar chuvas regionalmente mais intensas e em maiores volumes diário e mensal. No inverno, com as temperaturas médias mais baixas e a menor evaporação, as chuvas ocorrem em menores intensidades e volumes mensais, sendo devidas, em quase 100% dos casos, às passagens de sistemas frontais.

As influências do relevo e da maritimidade na pluviometria das regiões também são marcantes. No litoral, por influência da umidade do oceano e do relevo escarpado, podem ser observados setores com maiores totais pluviométricos ultrapassando os 2.000mm anuais. No interior, por sua vez, principalmente no setor norte, as precipitações são mais escassas, atingindo os 1.000mm anuais. Para a área de estudo, as precipitações pluviométricas estão associadas, principalmente, às perturbações de frentes frias e linhas de instabilidade, que ainda promovem a intensificação temporária dos ventos regionais e locais, gerando turbulência e mistura na camada de ar mais próximo à superfície.

A avaliação dos totais pluviométricos e do número de dias de chuva ao longo do ano na área do empreendimento requer a análise dos comportamentos desses parâmetros em Macaé.

Os totais pluviométricos (**Figura V.3.1.4-7**) indicam dois períodos distintos: o “chuvoso”, de novembro a janeiro, e o “seco”, de junho a agosto. Nesses períodos, os valores de precipitação são relativamente mais próximos, o que vem de encontro às características atmosféricas dominantes nessas épocas do ano.

Pode-se estabelecer para a área do empreendimento um máximo de precipitação de 181,6mm em dezembro, e um mínimo de 38,2mm, em agosto. O total pluviométrico anual atinge 1.177,6mm.

A variação mensal do número de dias de chuva (**Figura V.3.1.4-8**) acompanha a variação da precipitação total, o que significa dizer que a área do empreendimento está sujeita a um máximo médio de 14 dias, de chuva em dezembro, e a um mínimo médio de 6 dias em agosto. Tais situações estão estreitamente relacionadas à dinâmica da atmosfera, com as passagens

freqüentes de frentes frias e linhas de instabilidade, bem como a influência do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul e às formações convectivas regionais.

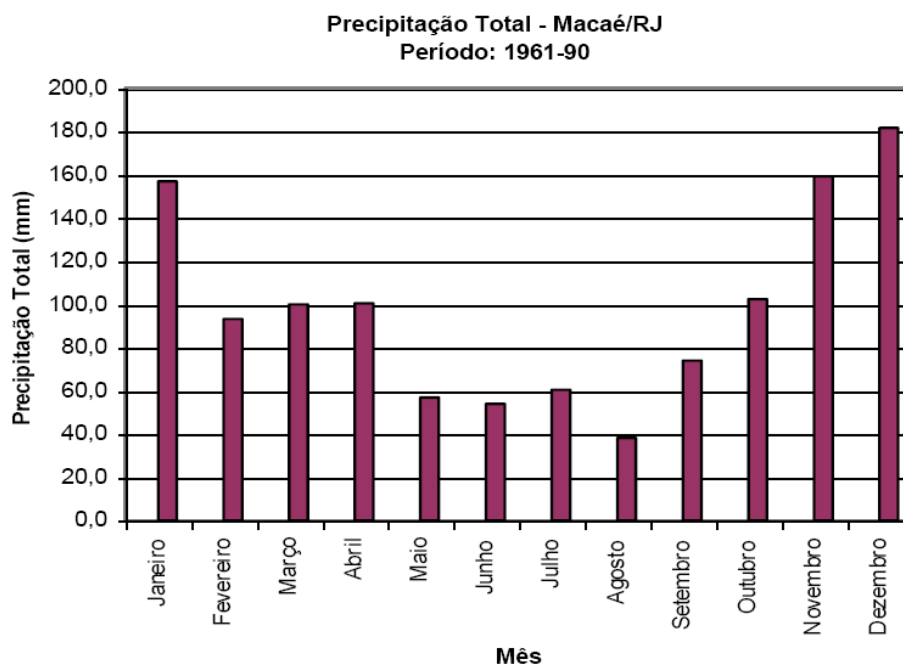


Figura V.3.1.4-7 - Variação mensal da precipitação total em Macaé (RJ). Fonte: INMET (2002)

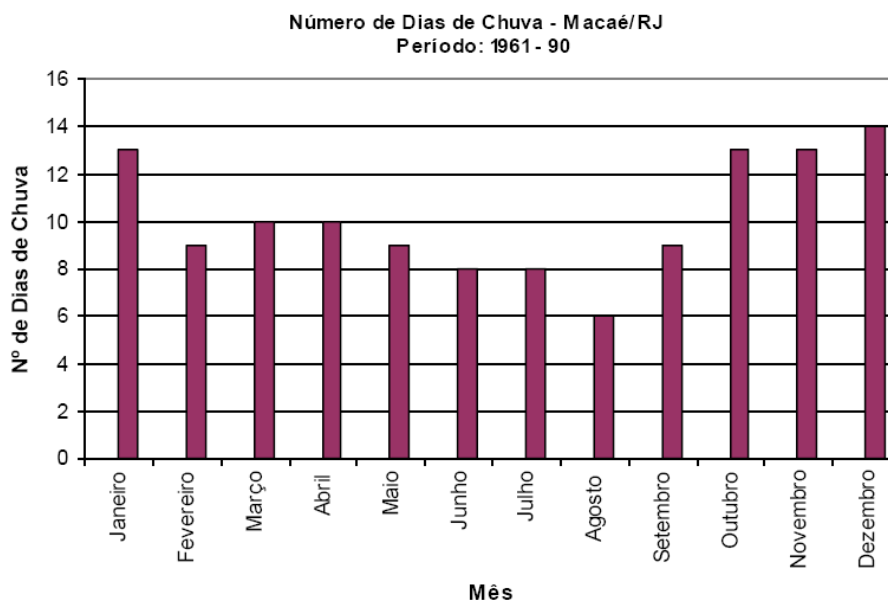


Figura V.3.1.4-8 - Variação mensal do número de dias de chuva em Macaé (RJ). Fonte: INMET (2002)

V.3.1.5 – Caracterização Meteorológica

Caracterização Meteorológica na Região do Empreendimento

A caracterização meteorológica da região onde se insere o empreendimento foi realizada a partir dos dados obtidos no Aeroporto de Macaé, distante 6 km do terminal, e da Estação Meteorológica do INMET localizada na cidade de Macaé.

A **Figura V.3.1.5-1** apresenta a vista aérea da cidade de Macaé, e mostra a localização do TECAB, do aeroporto e da estação do INMET.



Figura V.3.1.5-1 - Vista aérea da cidade de Macaé

O período de observação compreende os anos de 2007 a 2009, ao todo 3 anos, para os dados provenientes do Aeroporto de Macaé. Para os dados provenientes da Estação do INMET o período de observação compreendeu o ano de 2010.

Os parâmetros considerados foram: pressão atmosférica, temperatura do ar, umidade relativa do ar, direção do vento, velocidade do vento e precipitação pluviométrica, visualizados em termos de médias ou totais mensais.

Pressão Atmosférica

A **Figura V.3.1.5-2** apresenta as médias mensais da pressão atmosférica para a cidade de Macaé durante os anos de 2007 a 2009. As observações de pressão referem-se às medições efetuadas na Estação Meteorológica localizada no Aeroporto de Macaé.

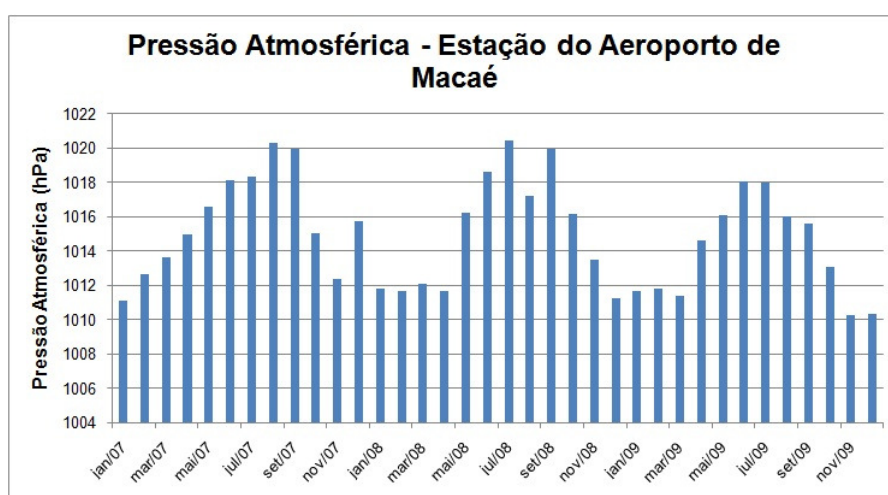


Figura V.3.1.5-2 - Variação mensal da pressão atmosférica em Macaé. Fonte: Aeroporto de Macaé

Percebe-se que a pressão atmosférica exibe valores mais elevados durante os meses de inverno e valores menores nos meses de verão, corroborando com o que foi discutido na **Figura V.3.1.4-1** sobre a climatologia da pressão atmosférica na região do empreendimento.

O maior valor atingido pela pressão atmosférica foi de 1018-1020 hPa em: agosto no ano de 2007; julho no ano de 2008; junho e julho no ano de 2009.

Já os menores valores de pressão atmosféricas ocorreram nos meses de janeiro a maio, com magnitudes de aproximadamente 1012 hPa.

Temperatura do ar

A **Figura V.3.1.5-3** apresenta as médias mensais da temperatura média do ar para a cidade de Macaé. As observações de temperatura referem-se às medições efetuadas na Estação Meteorológica localizada no Aeroporto de Macaé e na estação do INMET.

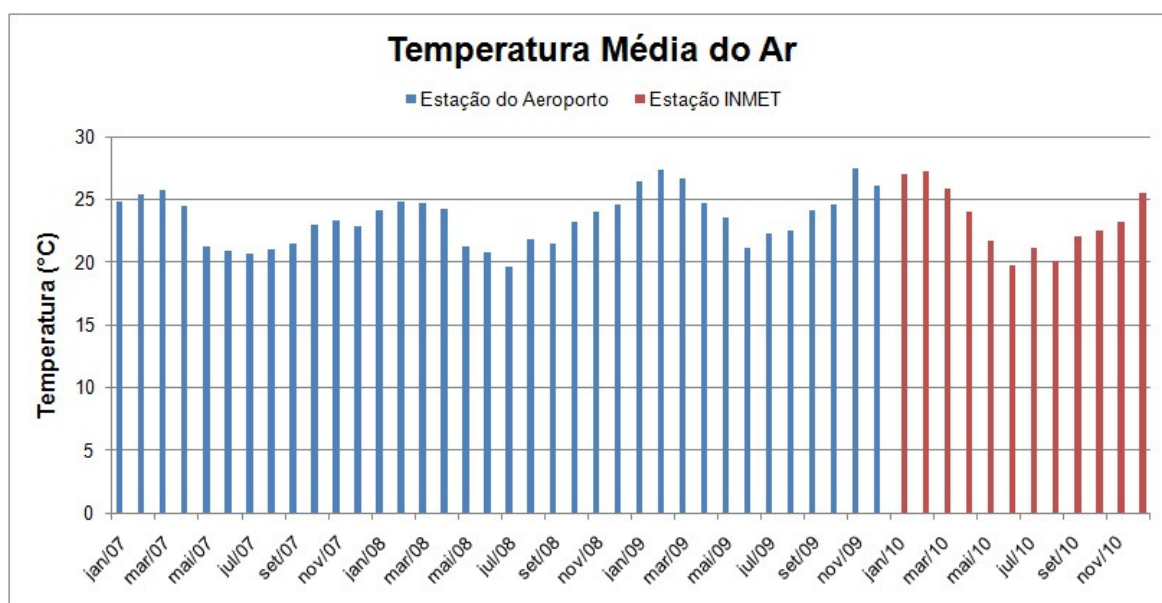


Figura V.3.1.5-3 - Variação mensal da temperatura média do ar em Macaé.Fonte: Aeroporto de Macaé e INMET

Percebe-se que a temperatura média do ar exibe valores mais elevados durante os meses de verão (janeiro a abril) e valores menores nos meses de inverno (maio a setembro), corroborando com o que foi discutido na **Figura V.3.1.4-2** sobre a climatologia da temperatura na região do empreendimento.

O maior valor atingido pela temperatura média do ar variou de aproximadamente 26°C no ano de 2007, 25°C no ano de 2008, 27°C no ano de 2009 e 2010.

Já os menores valores de temperatura média do ar ocorreram nos meses de maio a setembro, com magnitudes de aproximadamente 20°C para os anos de 2007 a 2010.

Umidade Relativa do ar

A **Figura V.3.1.5-4** apresenta as médias mensais da umidade relativa do ar para a cidade de Macaé. As observações de umidade relativa do ar referem-se às medições efetuadas na Estação Meteorológica do INMET para o ano de 2010.

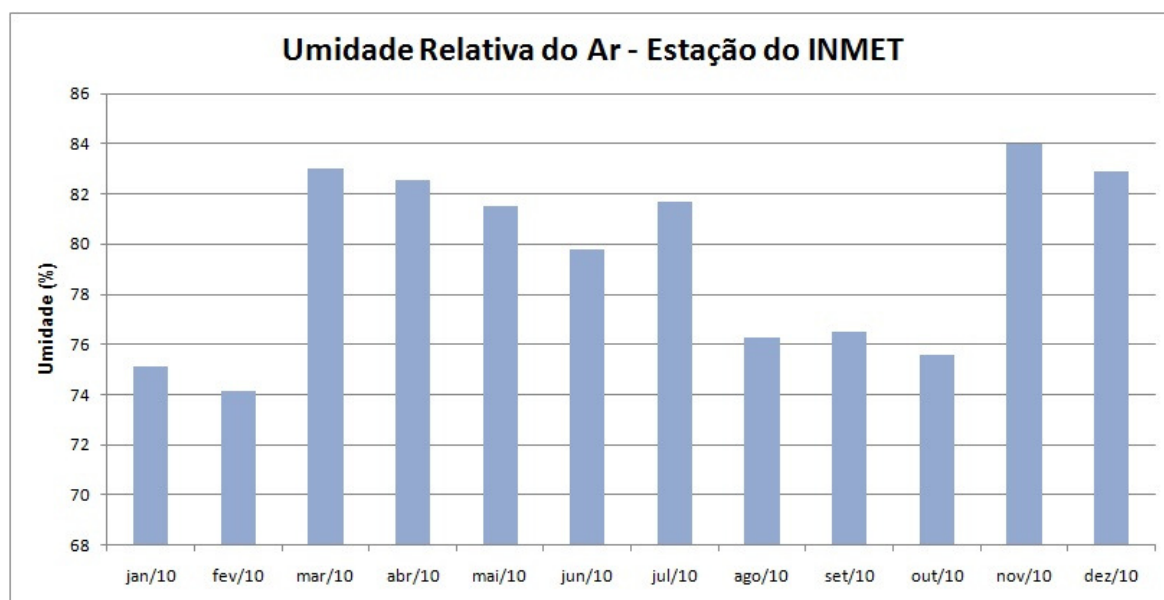


Figura V.3.1.5-4 - Variação mensal da umidade relativa média do ar em Macaé. Fonte: INMET

Observa-se que o mês de fevereiro foi o mês mais seco do ano de 2010 com valor de umidade relativa igual a 74%.

Já o mês de novembro, foi o mês que apresentou maior valor de umidade relativa igual a 84%.

O comportamento da umidade relativa média do ar para o ano de 2010 foi diferente do comportamento climatológico dessa variável para a região do empreendimento, como se pode observar na **Figura V.3.1.4-3**.

Precipitação

A **Figura V.3.1.5-5** apresenta os totais mensais de precipitação para a cidade de Macaé. As observações de precipitação referem-se às medições efetuadas na Estação Meteorológica do INMET para o ano de 2010.

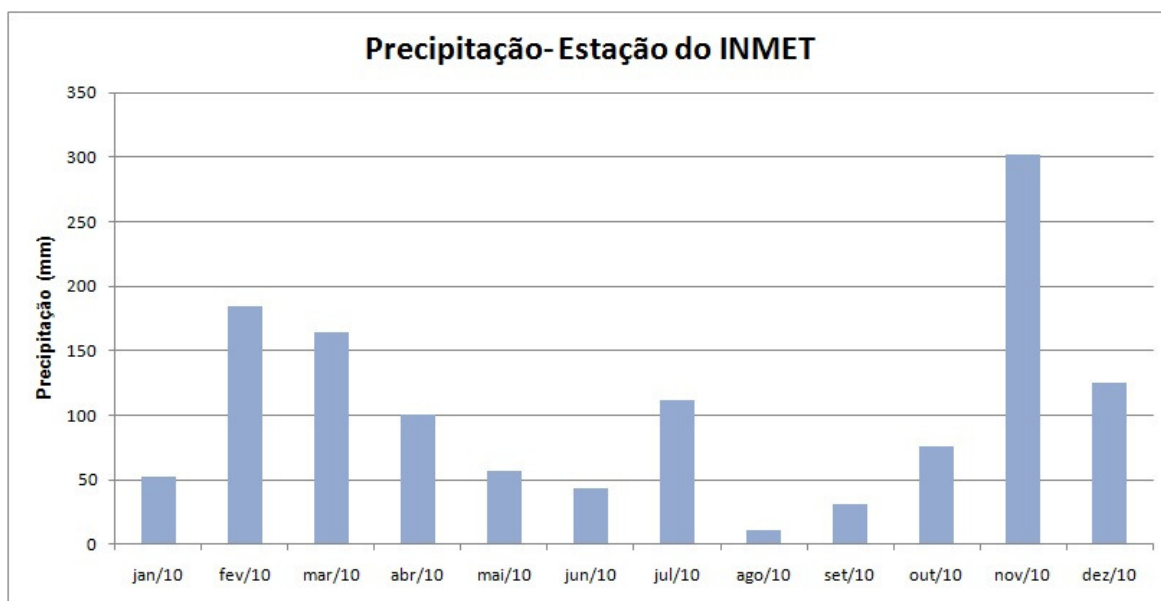


Figura V.3.1.5-5 - Totais mensais de precipitação em Macaé. Fonte: INMET

Observa-se que o mês de agosto foi o mês que apresentou o menor valor de precipitação durante o ano de 2010, igual a 11 mm.

Já o mês de novembro, foi o mês que apresentou maior valor de precipitação (302,2 mm) para o ano de 2010.

Ventos

A **Figura V.3.1.5-6** apresenta as médias mensais da velocidade média do vento para a cidade de Macaé. As observações de velocidade média do vento referem-se às medições efetuadas na Estação Meteorológica localizada no Aeroporto de Macaé e na estação do INMET.

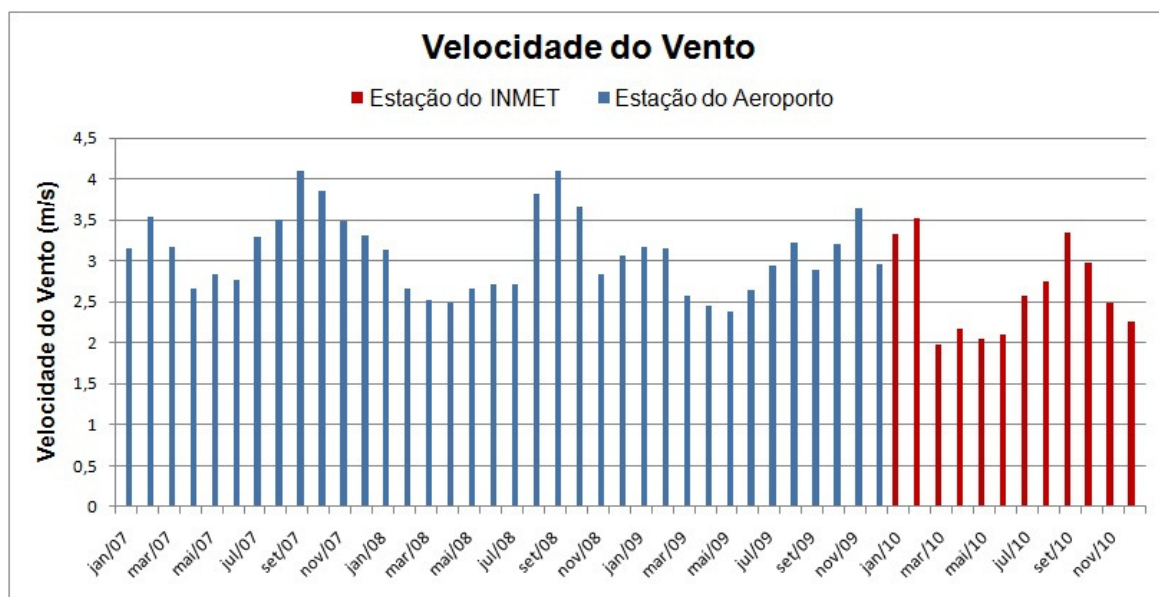


Figura V.3.1.5-6 - Variação mensal da velocidade Média do vento em Macaé. Fonte: Aeroporto de Macaé e INMET

Percebe-se que a velocidade média do vento exibe valores mais elevados durante os meses de primavera (setembro a dezembro) e valores menores nos meses de outono (março a julho).

Os meses de setembro e novembro foram os que apresentaram maiores valores da velocidade média do vento para os anos de 2007 a 2010.

A **Figura V.3.1.5-7** apresenta a rosa dos ventos feita com base nos dados de velocidade e direção do vento provenientes da Estação Meteorológica localizada no aeroporto de Macaé.

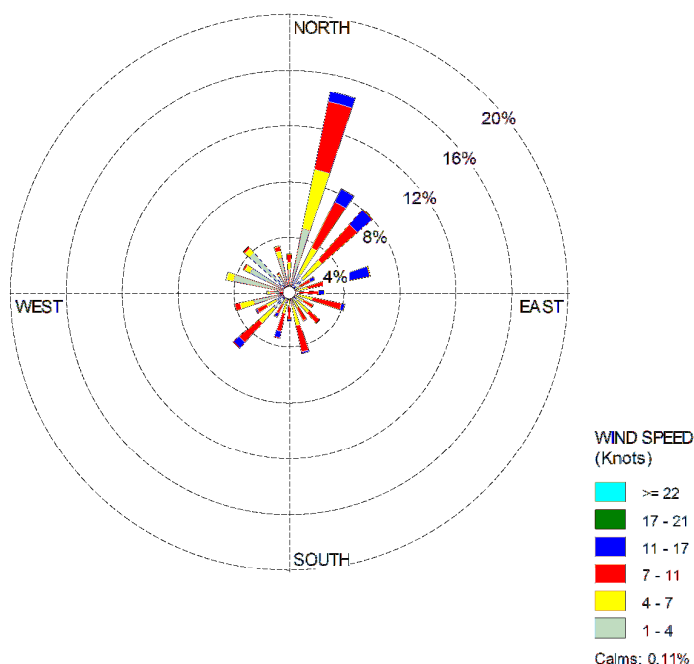


Figura V.3.1.5-7 - Rosa dos Ventos para a Estação Meteorológica localizada no aeroporto, para os anos de 2007 a 2009. Fonte: Aeroporto de Macaé

Observa-se que a direção predominante do vento está no quadrante N-NE, com velocidades que variam de 1 a 17 m/s. O índice de calmaria é baixo, em torno de 0,11%.

A **Figura V.3.1.5-8** apresenta a roda dos ventos feita com base nos dados de velocidade e direção do vento provenientes da Estação Meteorológica do INMET.

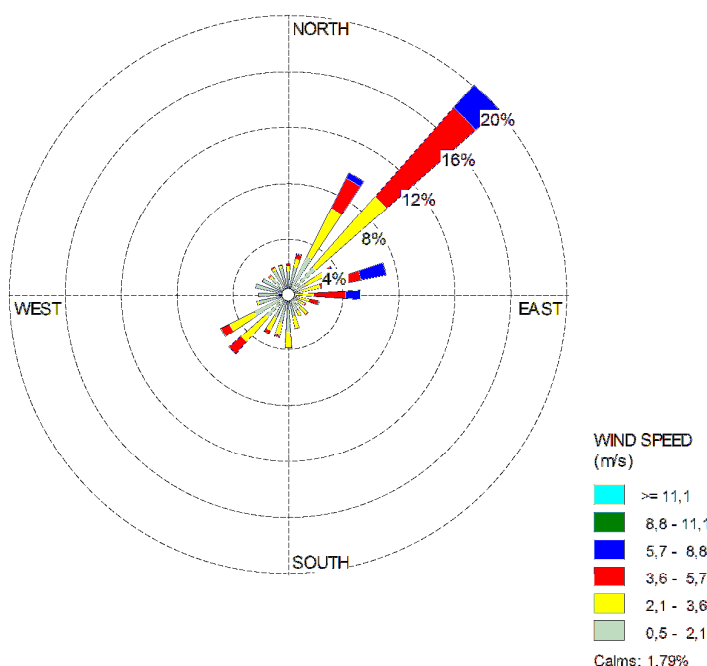


Figura V.3.1.5-8 - Rosa dos Ventos para a Estação Meteorológica do INMET, para o ano de 2010. Fonte: INMET

Observa-se que a direção predominante do vento está no quadrante N-NE, com velocidades que variam de 2,1 a 8,8 m/s. O índice de calmaria é baixo, em torno de 1,79%.

Meteorologia x Dispersão de poluentes

A análise das relações entre os parâmetros meteorológicos e a poluição do ar, é de grande importância para a previsão de dispersão de poluentes durante os episódios críticos de poluição atmosférica.

Percebe-se que a região do empreendimento apresenta altos valores de velocidade média do vento e baixo índice de calmaria, sendo então, uma região favorável a dispersão de poluentes emitidos para a atmosfera.

O total anual de precipitação para o ano de 2010 em Macaé foi de 1257,8. O alto índice pluviométrico somado com o alto número de dias com chuva favorece a remoção dos poluentes da atmosfera, uma vez que a precipitação atua de forma a remover os poluentes da atmosfera.

O alto índice de nebulosidade na região do empreendimento favorece, também, a remoção dos poluentes da atmosfera. No processo de formação das nuvens os poluentes são removidos da atmosfera.

Em relação a inversões térmicas, altura da camada de mistura e classes de estabilidade atmosférica, para análise mais aderente desses fenômenos é necessário ter acesso ao perfil vertical da atmosfera, obtido através de radiossondagens.

Sabe-se que durante a noite, ocorre sob condições de céu claro, sem nuvens, ventos fracos e anticiclônicos, uma inversão térmica de superfície, em geral sob continentes associada ao resfriamento radiativo de onda longa (infravermelho térmico), que implica tendência à estabilização (formação de uma camada de ar frio abaixo de uma camada de ar relativamente mais quente), isso é em termos de temperatura potencial, e na formação de uma camada limite estável junto a superfície, no qual o gradiente de temperatura potencial (estabilidade estática positiva) implica tendência de dissipação da turbulência, que precisa ser forçada pelo gradiente do vento (produção mecânica de turbulência).

Como a climatologia da região do empreendimento apresenta alto índice de nebulosidade se pode esperar um baixo índice de inversões térmicas. Para realmente afirmar isso, se faz necessária uma análise mais detalhada do perfil vertical da atmosfera.

A análise da meteorologia indica que a região do empreendimento se apresenta bastante favorável a dispersão/remoção de poluentes da atmosfera.

V.3.2 - Qualidade do Ar

V.3.2.1 – Considerações Sobre a Poluição Atmosférica e a Qualidade do Ar

O conceito de poluição atmosférica inclui uma gama de atividades, fenômenos e substâncias que contribuem para a deterioração da qualidade natural da atmosfera. Os poluentes atmosféricos são considerados como substâncias que geram esse efeito negativo ao meio ambiente.

A poluição atmosférica consiste de gases, líquidos ou sólidos presentes na atmosfera em níveis elevados o suficiente para causar dano ao ser humano, animais, plantas e materiais.

A poluição atmosférica decorre, dentre outras causas, da atividade humana em vários aspectos, dentre os quais se destacam o rápido crescimento populacional, industrial e econômico; a concentração populacional e industrial; os hábitos da população e o grau de controle, ou seja, as medidas adotadas para o controle de emissões gasosas.

Os principais poluentes atmosféricos são: materiais particulados, dióxido de enxofre, monóxido de carbono, ozônio e dióxido de nitrogênio, cujas características são descritas a seguir:

- Material Particulado (MP): são partículas sólidas ou líquidas, que ficam suspensas no ar, emitidas na forma de poeira, fumaça, fumo ou névoa. O MP é classificado em 3 formas: partículas totais em suspensão (PTS), partículas inaláveis (MP_{10}) e fumaça (FMC). O material é caracterizado de acordo com seu diâmetro, sendo que o material particulado em suspensão possui diâmetro menor de $100 \mu g/m^3$ e as partículas inaláveis possuem diâmetro menor de $10 \mu g/m^3$. O tamanho das partículas está diretamente relacionado aos efeitos na saúde humana, quanto menor o particulado maior a sua capacidade de penetração no organismo. As principais fontes de MP são os processos industriais, a queima de combustíveis fósseis, especialmente em veículos automotores com motor a diesel, poeira de rua suspensa e queima de biomassa e aerossol secundário;
- Dióxido de Enxofre (SO_2): é um gás marrom avermelhado, com odor forte e muito irritante. É resultante principalmente da queima de combustíveis que contém enxofre. As fontes principais de sua emissão são: processos de combustão envolvendo veículos automotores, processos industriais, usinas térmicas que utilizam óleo ou gás, incinerações. Ao entrar em contato com os gases presentes na atmosfera reage podendo formar chuva ácida. Em contato com a mucosa pode causar irritação e inflamação das vias respiratórias, queimaduras no nariz e garganta e dificuldade respiratória;
- Monóxido de Carbono (CO): possui grande importância por ser um poluente lançado na atmosfera principalmente por veículos automotores e resultado da queima incompleta de combustíveis de origem orgânica. O maior problema do CO reside no fato de ser um gás venenoso, que interfere nos processos respiratórios;

- Ozônio (O_3): Embora benéfico na estratosfera, onde forma uma camada protetora contra efeitos danosos da radiação ultravioleta, o ozônio tem efeitos tóxicos nas camadas mais baixas da atmosfera. Formado quando os poluentes emitidos pela queima de combustíveis fósseis reagem com a presença de luz solar, formando os chamados oxidantes fotoquímicos. É tóxico às plantas, podendo causar danos consideráveis às espécies vegetais nativas e culturas agrícolas. Pode causar irritação no trato respiratório, causando tosse, secreta na garganta e/ou sensação de desconforto no peito, além de poder causar inflamação e dano às mucosas do pulmão;
- Óxidos de Nitrogênio (NO_x): Os óxidos de nitrogênio representam principalmente o monóxido de nitrogênio (NO) e o dióxido de nitrogênio (NO_2). Estes são formados durante o processo de combustão, onde os veículos automotores são uma das grandes fontes de emissão desses gases. Em dias de intensa radiação solar, o NO, embora não seja comprovadamente tóxico, é oxidado a dióxido de nitrogênio, que é altamente tóxico ao homem, pois estão envolvidos em diversas condições patológicas, como diabetes, hipertensão, câncer, asma e outros. Nos vegetais age como inibidor da fotossíntese provocando lesões nas folhas.

Além disso, ainda destacam-se como poluentes relevantes os que seguem:

- Hidrocarbonetos (HC): São gases e vapores resultantes da queima incompleta e evaporação de combustíveis e de outros produtos orgânicos voláteis. Diversos hidrocarbonetos como o benzeno são cancerígenos e mutagênicos, não havendo uma concentração ambiente totalmente segura. Participam ativamente das reações de formação da “névoa fotoquímica”.
- Compostos Orgânicos Voláteis (COV): são compostos orgânicos que possuem alta pressão de vapor sob condições normais a tal ponto de vaporizar significativamente e entrar na atmosfera. Uma grande variedade de moléculas a base de carbono, tais como aldeídos, cetonas, e outros hidrocarbonetos leves são COVs. O termo é frequentemente utilizado no contexto legal ou regulatório e em tais casos a definição precisa depende das leis. Tais definições podem ser contraditórias e podem conter falhas. A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) define COV como qualquer

composto orgânico que participa em uma fotoreação; outros acreditam que tal definição é muito abrangente e vaga, pois compostos orgânicos não voláteis (no sentido de vaporizar sob condições normais) podem ser considerados voláteis por esta definição da EPA. O termo pode se referir tanto para compostos orgânicos bem caracterizados quanto misturas de composição variada.

A partir de agosto de 1981 a questão ambiental no Brasil passou a ser regida pela Lei nº 6.938/81 de 31/08/1981, cujo principal objetivo foi tornar o desenvolvimento econômico e social do país compatível com a preservação do meio ambiente e do equilíbrio ecológico.

A base da prevenção e do controle da poluição atmosférica no Brasil é regida pela resolução do CONAMA nº 05/89 de 15/06/89, a qual institui o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR).

O PRONAR tem como estratégia básica limitar, em escala nacional, os níveis de emissão por tipologia de fonte e poluentes prioritários, reservando o uso de padrões de qualidade do ar como ação complementar de controle.

Um padrão de qualidade do ar define legalmente as concentrações máximas de um componente atmosférico para garantir a proteção da saúde e do bem estar das pessoas. Os padrões de qualidade do ar são baseados em estudos científicos dos efeitos produzidos por poluentes específicos e são estabelecidos em níveis que possam propiciar uma margem de segurança adequada.

Os padrões nacionais de qualidade do ar juntamente com os métodos de referencia foram regulamentados pela Portaria Normativa nº 348 de 14/03/1990 do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Os padrões estabelecidos na referida portaria foram submetidos à aprovação do CONAMA e ratificados em 28/06/1990, transformados na Resolução CONAMA nº 03/90.

A Resolução CONAMA nº 03/90 tem como objetivo estabelecer normas e parâmetros para conter o excesso de poluentes atmosféricos liberados no ar, com o intuito de prevenir concentrações de componentes que se “ultrapassadas, poderão afetar a saúde, segurança e o bem estar da população, bem como ocasionar danos a flora e a fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral.” (Art. 1º Resolução CONAMA nº 03/90).

A Resolução CONAMA nº 03 de 28/06/90 estabelece os padrões primários e secundários de qualidade do ar e os métodos de referência para aferição da

qualidade do ar, bem como os critérios para episódios agudos de poluição atmosférica. De acordo com a referida resolução:

- São padrões primários de qualidade do ar as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população. Podem ser entendidos como níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos, constituindo-se em metas de curto e médio prazo;
- São padrões secundários de qualidade do ar as concentrações de poluentes atmosféricos abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem estar da população, assim como o mínimo dano à fauna e à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral. Podem ser entendidos como níveis desejados de concentração de poluentes, constituindo-se em meta de longo prazo.

O objetivo do estabelecimento de padrões secundários é criar uma base para uma política de prevenção da degradação da qualidade do ar. Devem ser aplicados às áreas de preservação (parques nacionais, áreas de proteção ambiental, estâncias turísticas, etc.). Não se aplicam, pelo menos a curto prazo, a áreas de desenvolvimento, onde devem ser aplicados os padrões primários.

Como prevê a própria Resolução CONAMA n.º 03/90, a aplicação diferenciada de padrões primários e secundários requer que o território nacional seja dividido em classes I, II e III conforme o uso pretendido. A mesma resolução prevê ainda que enquanto não for estabelecida a classificação das áreas os padrões aplicáveis serão os primários.

Os padrões nacionais de qualidade do ar regulamentados na Resolução CONAMA Nº 003/90 são apresentados na **Tabela V.3.2.1-1** e referem-se a: partículas totais em suspensão, fumaça, partículas inaláveis, dióxido de enxofre, monóxido de carbono, ozônio e dióxido de nitrogênio.

Tabela V.3.2.1-1 – Padrões nacionais de qualidade do ar

Poluente	Tempo de Amostragem	Padrão Primário (µg/m³)	Padrão Secundário (µg/m³)
Partículas Totais em Suspensão – PTS	24 horas ⁽¹⁾	240	150
	MGA ⁽²⁾	80	60
Dióxido de Enxofre - SO ₂	24 horas ⁽¹⁾	365	100
	MAA ⁽³⁾	80	40

Poluente	Tempo de Amostragem	Padrão Primário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão Secundário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Monóxido de Carbono – CO	1 hora ⁽¹⁾	40.000 35 ppm	40.000 35 ppm
	8 horas ⁽¹⁾	10.000 (9 ppm)	10.000 (9 ppm)
Ozônio – O ₃	1 hora ⁽¹⁾	160	160
Fumaça	24 horas ⁽¹⁾	150	100
	MAA ⁽³⁾	60	40
Partículas Inaláveis – MP ₁₀	24 horas ⁽¹⁾	150	150
	MAA ⁽³⁾	50	50
Dióxido de Nitrogênio – NO ₂	1 hora	320	190
	MAA ⁽³⁾	100	100

(1) Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano; (2) Média geométrica anual; (3) Média aritmética anual. Fonte: Resolução CONAMA 03/1990

A qualidade do ar está relacionada a dois fatores principais. O primeiro diz respeito às fontes emissoras de poluentes, que podem ser estacionárias, como indústrias, queimas de lixo, etc. e móveis, como veículos automotores e outros. O segundo fator está relacionado às características morfológicas ou climáticas de determinada área.

V.3.2.2 – Qualidade do Ar em Macaé (TECAB)

Foi instalada uma Estação de Monitoramento da Qualidade do Ar no terreno nº 1 da Quadra nº 01 do Loteamento Vale Verde, localizado na antiga Estrada Macaé – Campos, km 10, em Macaé – RJ, com o objetivo de avaliar qualitativa e quantitativamente os resultados do monitoramento da qualidade do ar efetuado no período de maio de 2009 a outubro de 2010 pela Estação Automática de Monitoramento Meteorológico e da Qualidade do Ar do TECAB (EAMMQAr-TECAB) – Macaé - RJ.

Os parâmetros medidos foram: Partículas Totais em Suspensão (PTS), Partículas Inaláveis (MP₁₀), Dióxido de Enxofre (SO₂), Óxidos de Nitrogênio [NO_x (NO e NO₂)] , Monóxido de Carbono (CO), Ozônio (O₃), Hidrocarbonetos Totais [THC (CH₄ e NMHC)], isto é, metano e não-metano.

São apresentados a seguir os resultados do monitoramento meteorológico e da qualidade do ar na EAMMQAr-TECAB no período de maio de 2009 a outubro de 2010.

As análises das concentrações obtidas pela EAMMQAr-TECAB tomaram como base os padrões primários de qualidade do ar da Resolução CONAMA 03/90, mostrados na **Tabela V.3.2.1-1**.

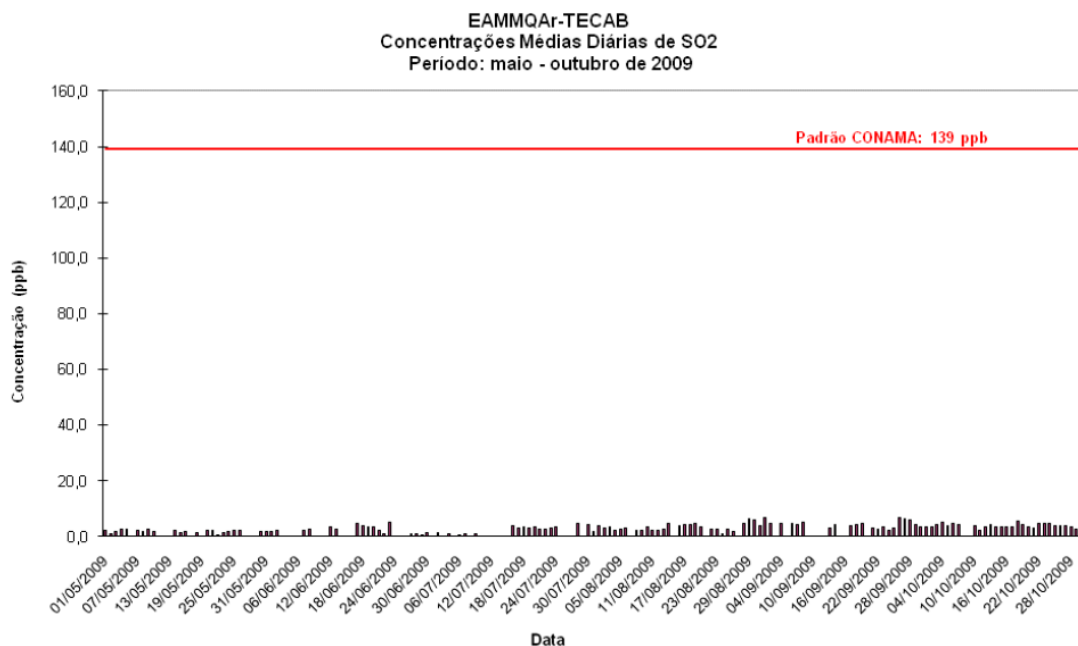
Vale destacar, contudo, que nem todos os parâmetros medidos na EAMMQAr-TECAB são referenciados na Resolução CONAMA 03/90. Somente as concentrações de SO₂, NO_x, NO₂, MP₁₀, PTS, O₃ e CO puderam ser comparados com os limites da legislação.

Considerando as recomendações do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) do Rio de Janeiro, o monitoramento da qualidade do ar, conseqüentemente o presente relatório, adotou as seguintes unidades e correspondentes limites ao padrão primário da Resolução CONAMA 03/90:

- Partículas totais em suspensão (PTS): 240 µg/m³ (média de 24 horas);
- Partículas inaláveis (PI ou PM₁₀): 150 µg/m³ (média de 24 horas);
- Dióxido de enxofre (SO₂): 139 ppb (média de 24 horas);
- Dióxido de nitrogênio (NO₂): 170 ppb (média de 1 hora);
- Monóxido de carbono (CO): 35 ppm (média de 1 hora);
- Ozônio (O₃): 80 ppb (média de 1 hora).

Dióxido de Enxofre (SO₂)

A **Figura V.3.2.2-1** mostra as concentrações médias de 24 horas de SO₂, para o período de maio a outubro de 2009. Observa-se que todas as concentrações se mantiveram extremamente baixas. A máxima concentração de 24 horas do semestre foi de 10,98 ppb e ocorreu em 11/09/09 às 19:00h. Tal valor representa apenas 7,8% do padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 03/90.



Figuras V.3.2.2-1 - Concentrações médias de 24 horas de SO₂ obtidas pela EAMMQAr-TECAB no semestre maio-outubro de 2009.

A **Figura V.3.2.2-2** mostra as concentrações médias de 24 horas de SO₂, para o período de novembro de 2009 a abril de 2010. Observa-se que todas as concentrações se mantiveram extremamente baixas. A máxima concentração de 24 horas do semestre foi de 7,11 ppb e ocorreu em 03/12/09. Tal valor representa apenas 5,1% do padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 03/90.

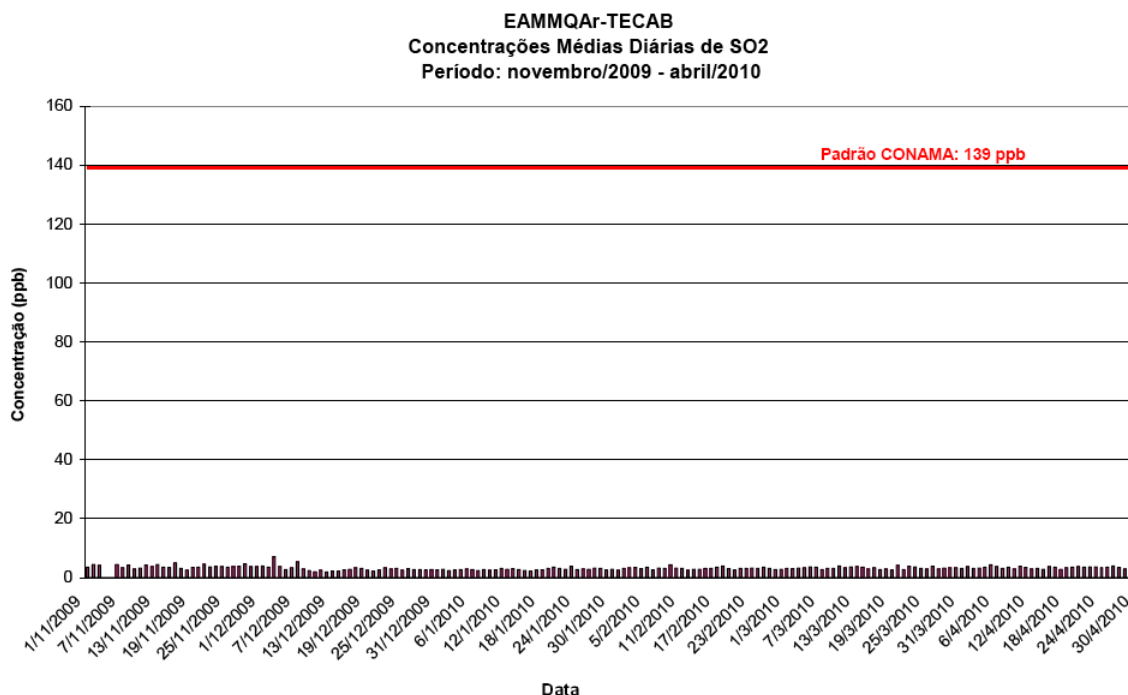


Figura V.3.2.2-2 - Concentrações médias de 24 horas de SO₂ obtidas pela EAMMQAr-TECAB no semestre novembro de 2009-abril de 2010.

A **Figura V.3.2.2-3** mostra as concentrações médias de 24 horas de SO₂, para o período de maio a outubro de 2010. Observa-se que todas as concentrações se mantiveram extremamente baixas. A máxima concentração de 24 horas do semestre foi de 4,5 ppb e ocorreu em 24/06/10 e 29/06/10. Tal valor representa apenas 3,3% do padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 03/90.

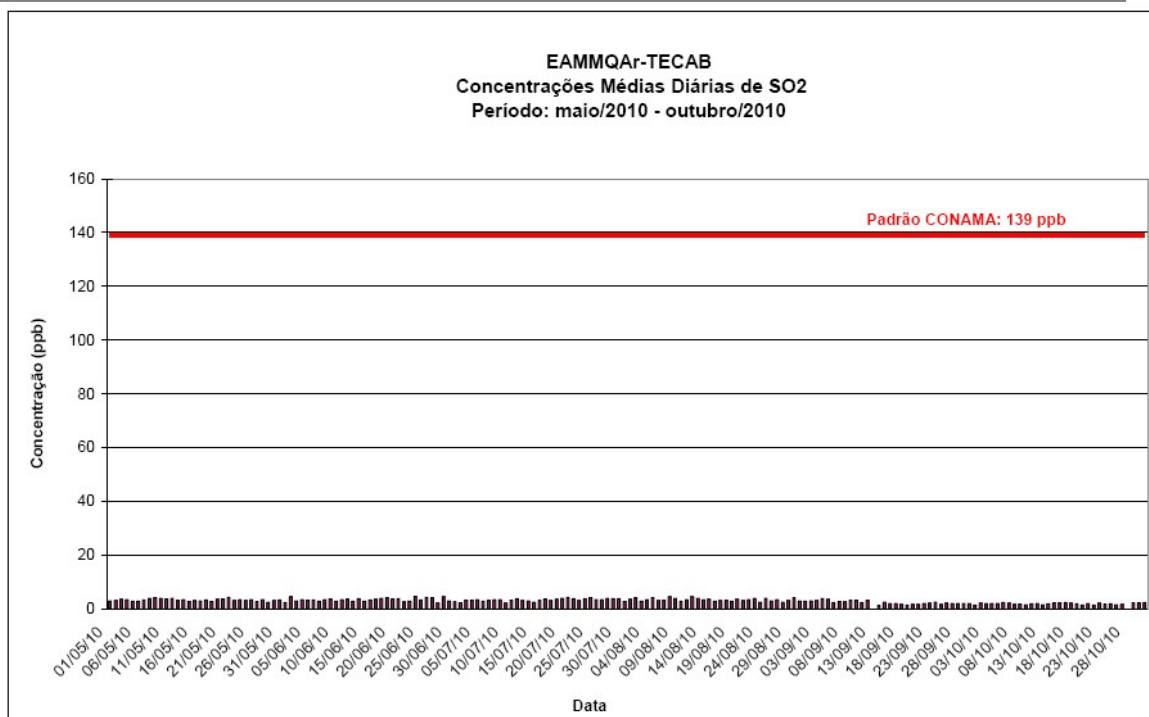


Figura V.3.2.2-3 - Concentrações médias de 24 horas de SO₂ obtidas pela EAMMQAr-TECAB no semestre maio-outubro de 2010

Óxidos de Nitrogênio (NO_x, NO₂ e NO)

As concentrações de NO_x se baseiam no monitoramento contínuo de NO e NO₂, sendo, portanto, o NO_x é a soma desses dois parâmetros a cada hora.

A **Figura V.3.2.2-4** mostra as curvas temporais conjugadas das concentrações horárias de NO_x, NO₂ e NO no semestre maio a outubro de 2009.

Observa-se um comportamento variável ao longo das horas dos dias e da sucessão de dias, ocasionado principalmente pela variação dos componentes atmosféricos. As máximas concentrações horárias para NO_x, NO₂ e NO foram, respectivamente, 21,5 ppb em 11/05/09 às 09:00 horas, 20,76 ppb em 18/05/09 às 19:00h e 9,27 ppb em 21/07/09 às 12:00h. Comparativamente ao padrão estabelecido pela Resolução CONAMA N° 03/90, as concentrações de NO_x e NO₂ representaram, respectivamente, 12,6% e 12,2% da referência, valores considerados extremamente baixos para *background*.

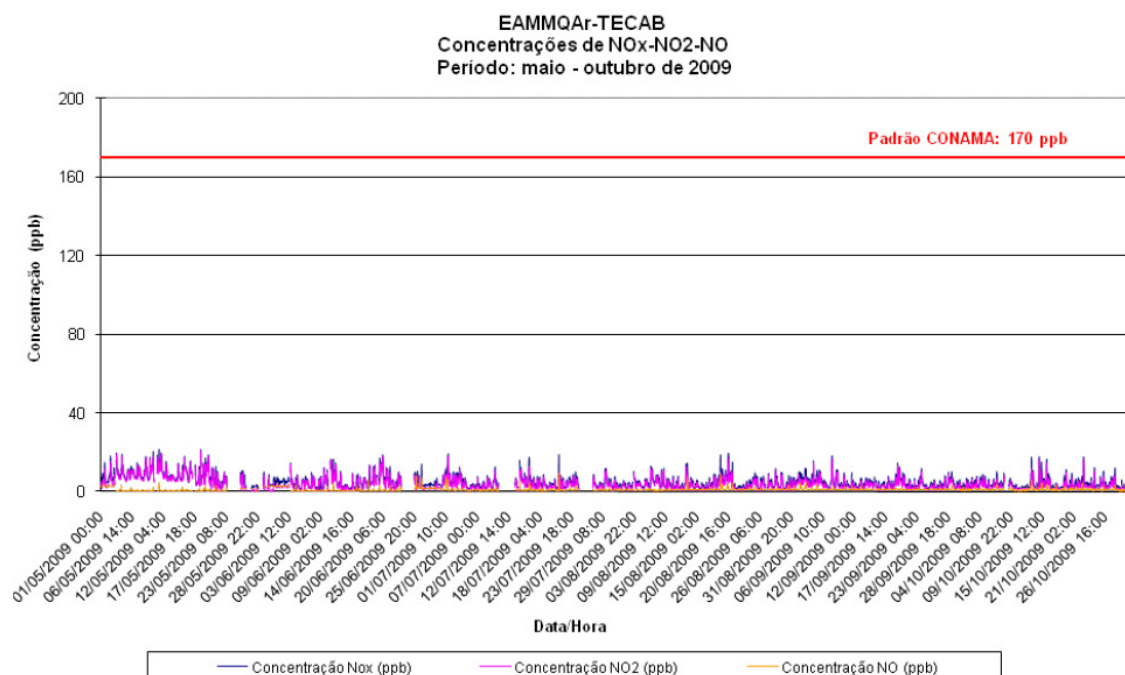


Figura V.3.2.2-4 - Concentrações horárias de NO_x, NO₂ e NO obtidas pela EAMMQAr-TECAB no semestre maio-outubro de 2009.

A **Figura V.3.2.2-5** mostra as curvas temporais conjugadas das concentrações horárias de NO_x, NO₂ e NO no semestre novembro de 2009-abril de 2010.

Observa-se um comportamento variável ao longo das horas dos dias e da sucessão de dias, ocasionado principalmente pela variação dos componentes atmosféricos. As máximas concentrações horárias para NO_x, NO₂ e NO foram, respectivamente, 27,97 ppb em 06/01/10 às 09:00 horas, 19,68 ppb em 17/02/10 às 17:00h e 21,06 ppb em 08/12/09 às 21:00h. Comparativamente ao padrão estabelecido pela Resolução CONAMA, as concentrações de NO_x e NO₂ representaram, respectivamente, 16,45% e 11,58% da referência, valores considerados extremamente baixos para *background*.

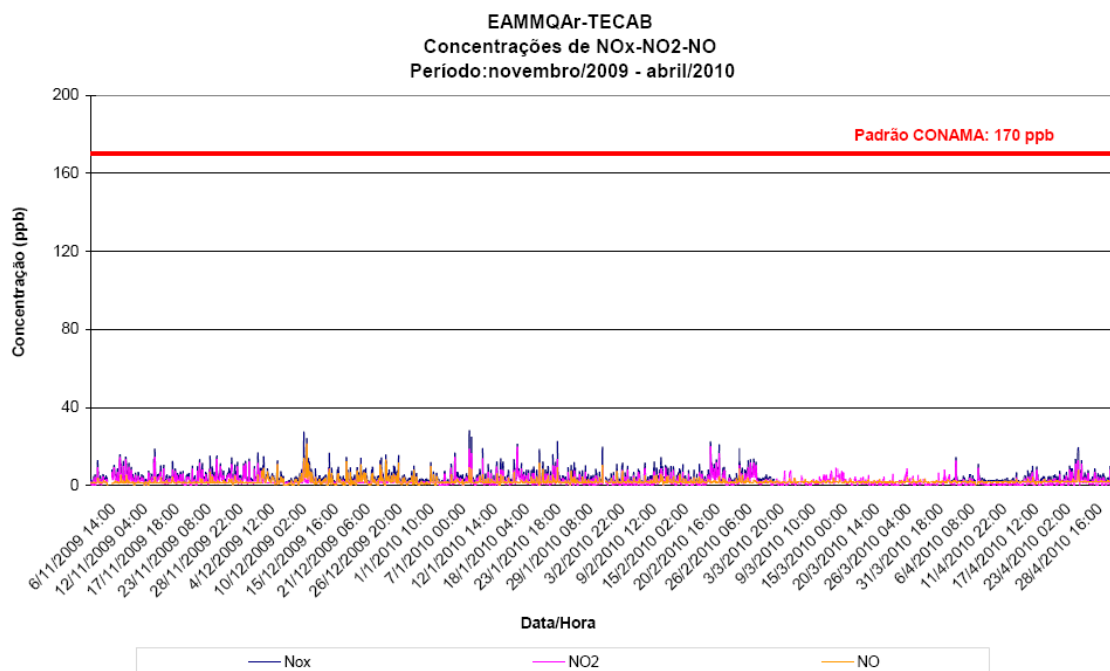


Figura V.3.2.2-5 - Concentrações horárias de NO_x, NO₂ e NO obtidas pela EAMMQAr-TECAB no semestre novembro de 2009-abril de 2010.

A **Figura V.3.2.2-6** mostra as curvas temporais conjugadas das concentrações horárias de NO_x, NO₂ e NO no semestre maio a outubro de 2010.

As máximas concentrações horárias para NO_x, NO₂ e NO foram, respectivamente, 21,59 ppb em 13/08/10 às 18:00 horas, 15,91 ppb em 23/07/10 às 22:00h e 8,93 ppb em 26/05/10 às 12:00h. Comparativamente ao padrão estabelecido pela Resolução CONAMA, as concentrações de NO_x e NO₂ representaram, respectivamente, 12,7% e 9,4% da referência, valores considerados extremamente baixos para *background*.

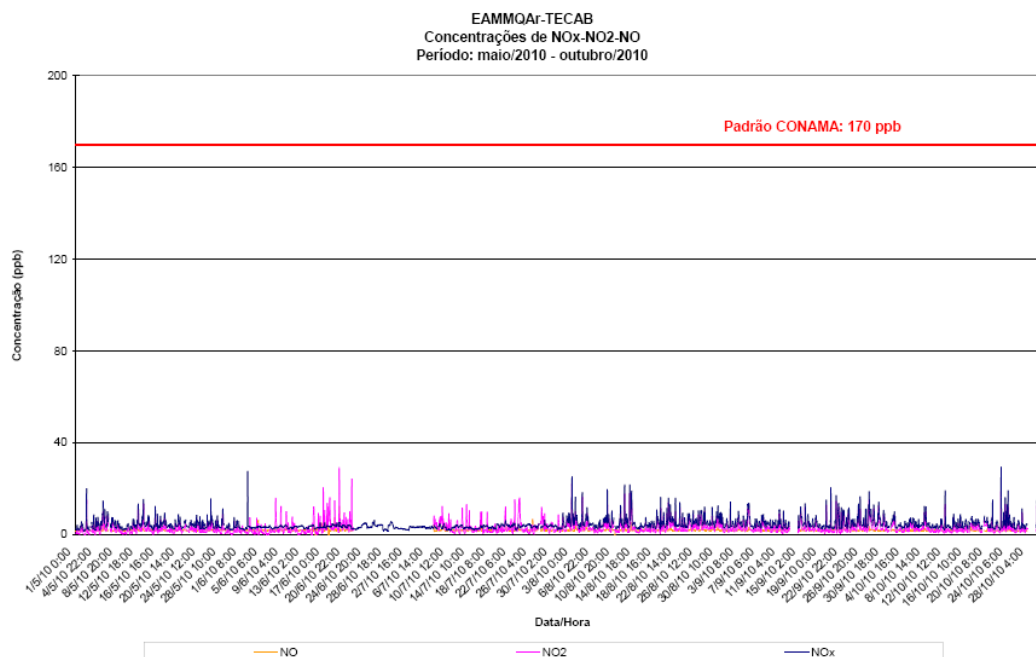


Figura V.3.2.2-6 - Concentrações horárias de NOx, NO₂ e NO obtidas pela EAMMQAr-TECAB no semestre maio-outubro de 2010.

Ozônio (O₃)

A variação temporal das concentrações médias horárias de O₃ no semestre de maio a outubro de 2009 pode ser visualizada pela **Figura V.3.2.2-7**.

Como pode ser observado, ocorre uma nítida variação diária e ao longo dos dias, sendo esse último caráter ocasionado, principalmente, pela variação dos componentes atmosféricos. As duas (2) máximas concentrações horárias foram de 84,53 ppb e 82,45 ppb e ocorreram, respectivamente, às 17h e 18h do dia 05/09/09. Tais concentrações foram as únicas que caracterizaram violações ao padrão de 80 ppb da Resolução CONAMA N° 03/90.

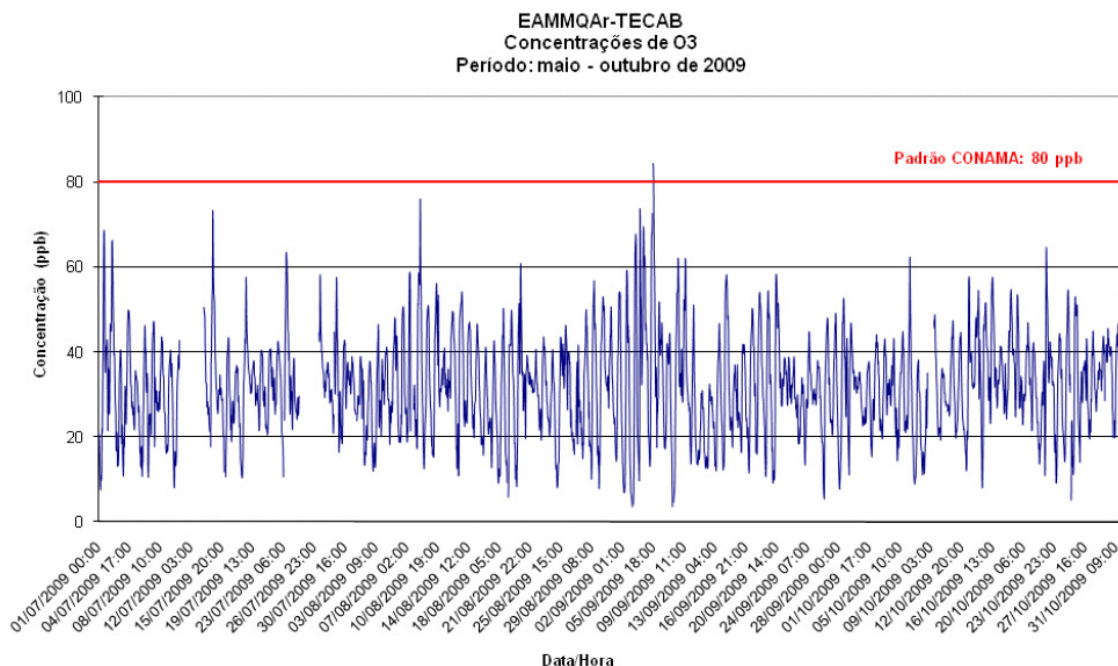


Figura V.3.2.2-7 - Concentrações horárias de O₃ obtidas pela EAMMQAr-TECAB no semestre maio-outubro de 2009.

A variação temporal das concentrações médias horárias de O₃ no semestre de novembro de 2009 a abril de 2010 pode ser visualizada pela **Figura V.3.2.2-8**.

Como pode ser observado, ocorre uma nítida variação diária e ao longo dos dias, sendo esse último caráter ocasionado, principalmente, pela variação dos componentes atmosféricos. A máxima concentração horária foi de 91,82 ppb e ocorreu às 14h do dia 24/02/10. Esta concentração foi a única que caracterizou violação ao padrão de 80 ppb da Resolução CONAMA N° 03/90.

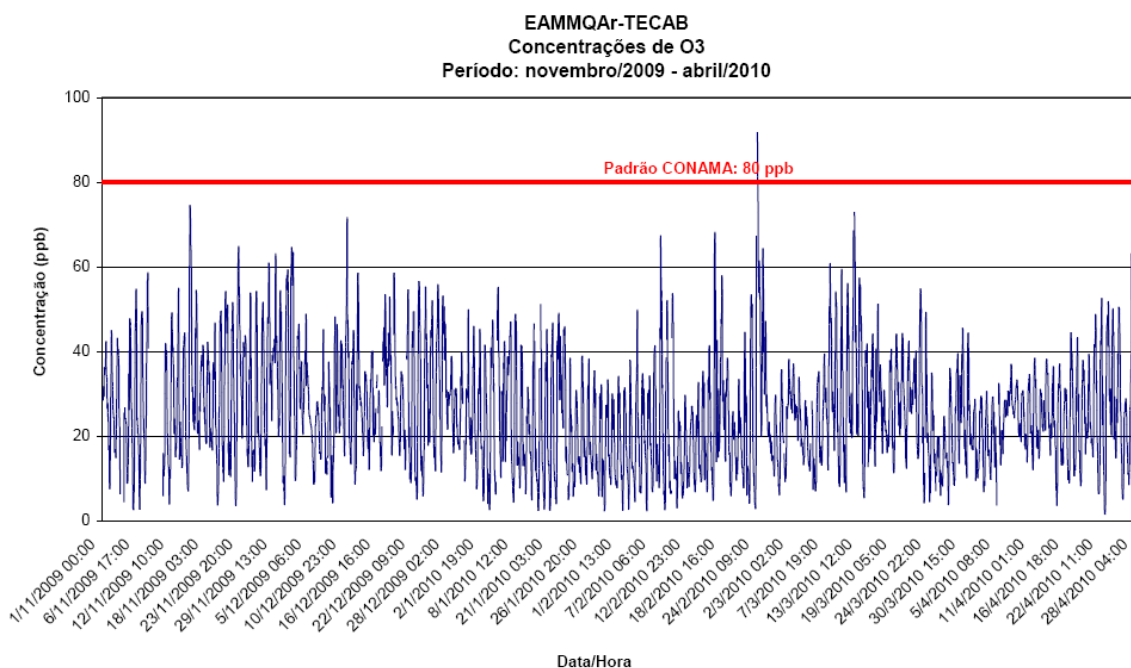


Figura V.3.2.2-8 - Concentrações horárias de O₃ obtidas pela EAMMQAr-TECAB no semestre novembro de 2009-abril de 2010.

A variação temporal das concentrações médias horárias de O₃ no semestre de maio a outubro de 2010 pode ser visualizada pela **Figura V.3.2.2-9**.

Como pode ser observado, ocorre uma nítida variação diária e ao longo dos dias, sendo esse último caráter ocasionado, principalmente, pela variação dos componentes atmosféricos. A máxima concentração horária foi de 75,64 ppb e ocorreu às 16h do dia 29/06/10. Nenhuma concentração caracterizou violação ao padrão de 80 ppb da Resolução CONAMA N° 03/90.

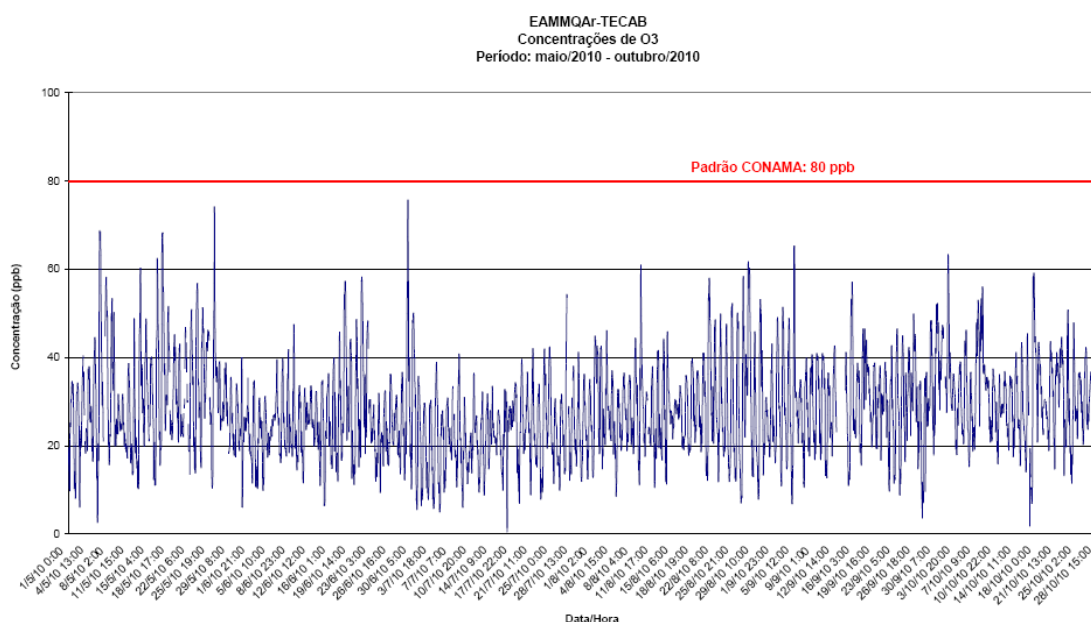


Figura V.3.2.2-9 - Concentrações horárias de O₃ obtidas pela EAMMQAr-TECAB no semestre maio de 2010-outubro de 2010.

Monóxido de Carbono (CO)

A variação temporal das concentrações médias horárias de CO no semestre de maio a outubro de 2009 pode ser visualizada pela **Figura V.3.2.2-10**.

Como pode ser observado, as concentrações horárias em todo o período se mantiveram abaixo de 0,79 ppm, tendo esse máximo ocorrido em 07/06/09 às 19:00h, o que representou apenas cerca de 2% do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 03/90. A região de monitoramento pode ser considerada como tendo valores desprezíveis de concentrações de CO como background.

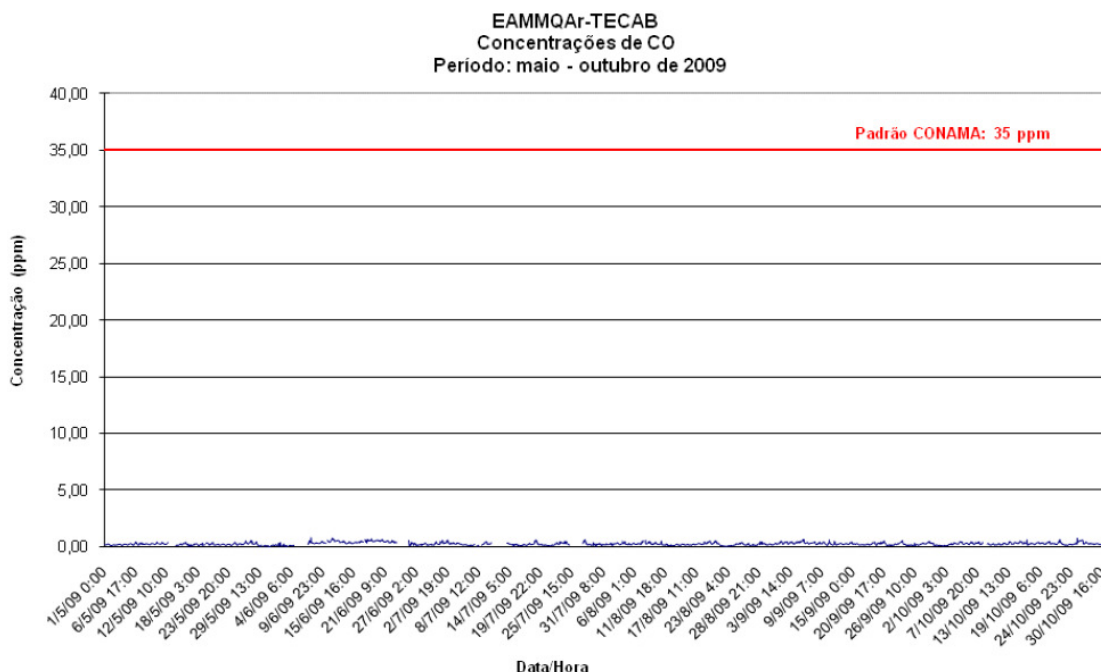


Figura V.3.2.2-10 - Concentrações horárias de CO obtidas pela EAMMQAr-TECAB no semestre maio-outubro de 2009.

A variação temporal das concentrações médias horárias de CO no semestre de novembro de 2009 a abril de 2010 pode ser visualizada pela **Figura V.3.2.2-11**.

Como pode ser observado, as concentrações horárias em todo o período se mantiveram abaixo de 1,04 ppm, tendo esse máximo ocorrido em 04/11/09 às 18:00h, o que representou apenas cerca de 2,97% do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 03/90. A região de monitoramento pode ser considerada como tendo valores desprezíveis de concentrações de CO como background.

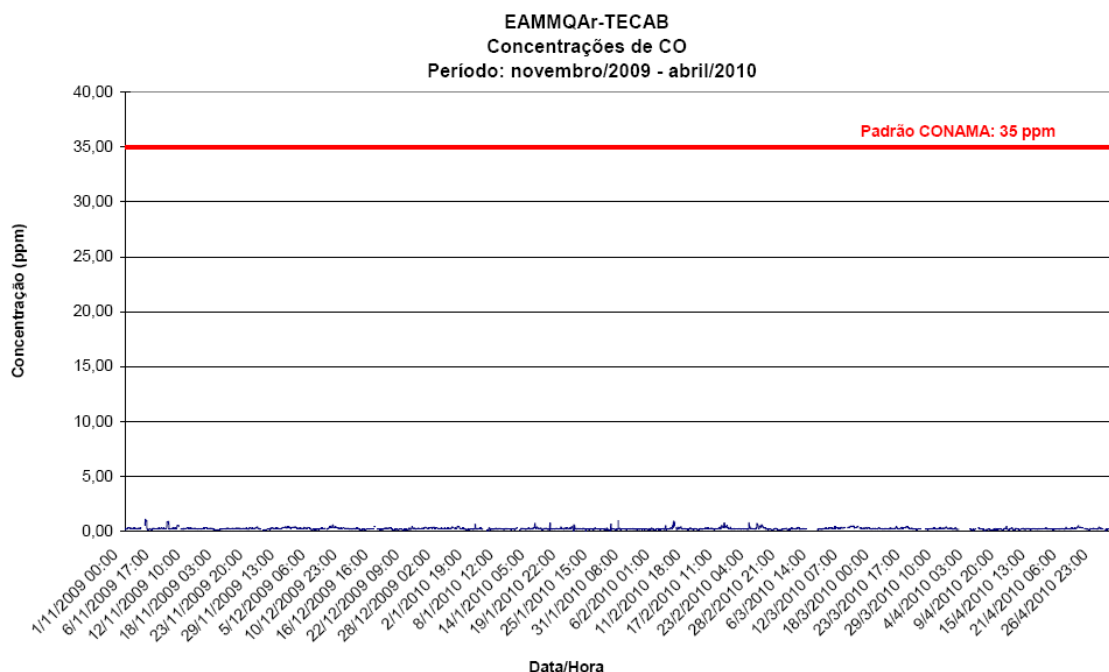


Figura V.3.2.2-12 - Concentrações horárias de CO obtidas pela EAMMQAr-TECAB no semestre novembro de 2009-abril de 2010.

A variação temporal das concentrações médias horárias de CO no semestre de maio a outubro de 2010 pode ser visualizada pela **Figura V.3.2.2-13**.

Como pode ser observado, as concentrações horárias em todo o período se mantiveram abaixo de 3,00 ppm, tendo esse máximo ocorrido em 16/10/10 às 23:00h e 17/10/10 às 00:00, o que representou apenas cerca de 8,3% do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 03/90. A região de monitoramento pode ser considerada como tendo valores desprezíveis de concentrações de CO como background.

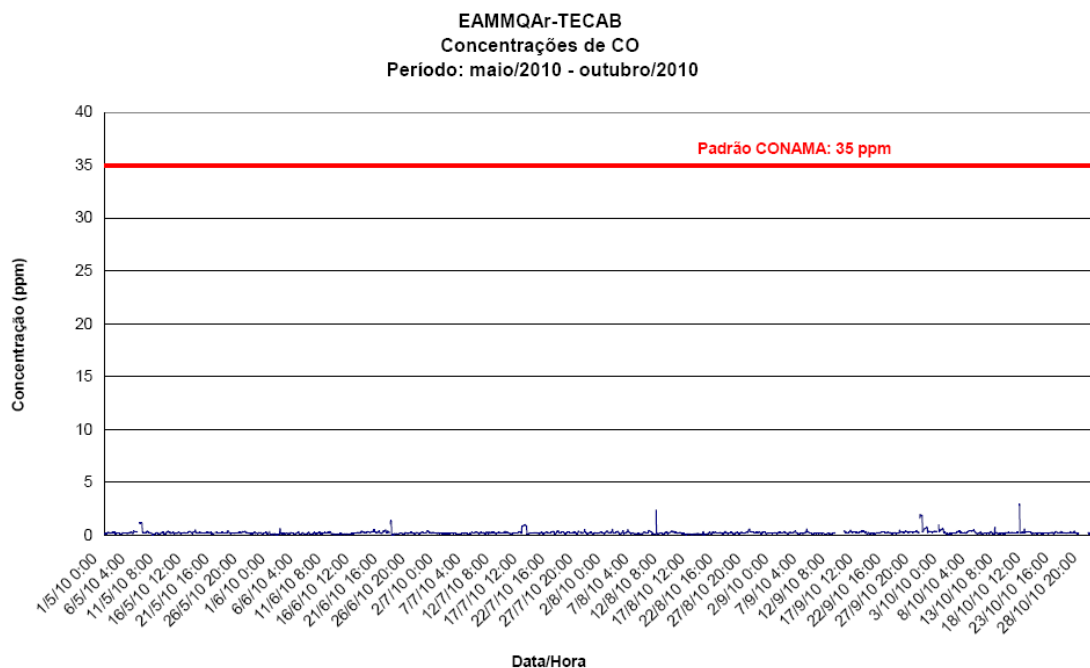


Figura V.3.2.2-13 - Concentrações horárias de CO obtidas pela EAMMQAr-TECAB no semestre maio de 2010-outubro de 2010.

Hidrocarbonetos Totais (TNMHC, CH₄ e HCNM)

As concentrações de hidrocarbonetos totais (TNMHC), metano (CH₄) e hidrocarbonetos não-metano (HCNM) ao longo do período maio - outubro de 2009 são mostradas na **Figura V.3.2.2-14**.

Observa-se um comportamento variável ao longo das horas dos dias e da sucessão de dias, ocasionado principalmente pela variação dos componentes atmosféricos. As máximas concentrações horárias para TNMHC, CH₄ e HCNM foram, respectivamente, 9,12 ppb (23/07/09 – 07:00h), 5,82 ppb (06/07/09 – 07:00h) e 4,45 ppb (10/09/09 – 16:00h). Não há limite de referência na Resolução CONAMA N° 03/90 ou qualquer outra legislação para os hidrocarbonetos e metano.

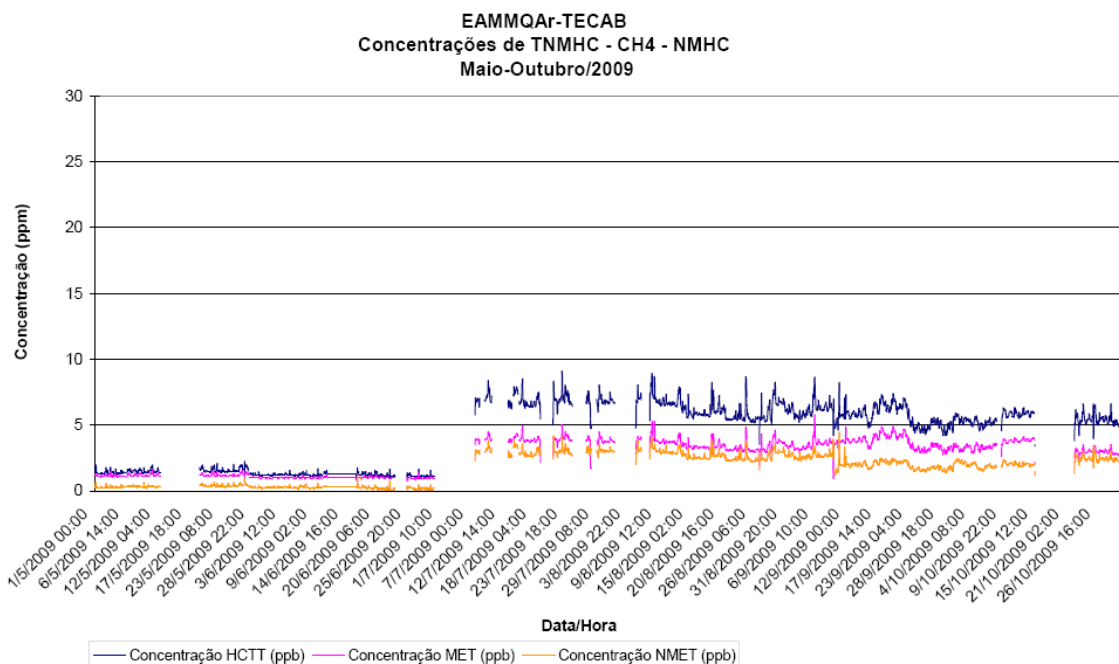


Figura V.3.2.2-15 - Concentrações horárias de TNMHC, CH₄ e NMHC obtidas pela EAMMQAr-TECAB no semestre maio-outubro de 2009.

As concentrações de hidrocarbonetos totais (TNMHC), metano (CH₄) e hidrocarbonetos não-metano (HCNM) ao longo do período novembro de 2009-abril de 2010 são mostradas na **Figura V.3.2.2-16**.

Observa-se um comportamento variável ao longo das horas dos dias e da sucessão de dias, ocasionado principalmente pela variação dos componentes atmosféricos. As máximas concentrações horárias para TNMHC, CH₄ e HCNM foram, respectivamente, 9,02 ppb (20/02/10 – 23:00h), 5,78 ppb (21/11/09 – 20:00h) e 4,68 ppb (20/02/10 – 23:00h). Não há limite de referência na Resolução CONAMA N° 03/90 ou qualquer outra legislação para os hidrocarbonetos e metano.

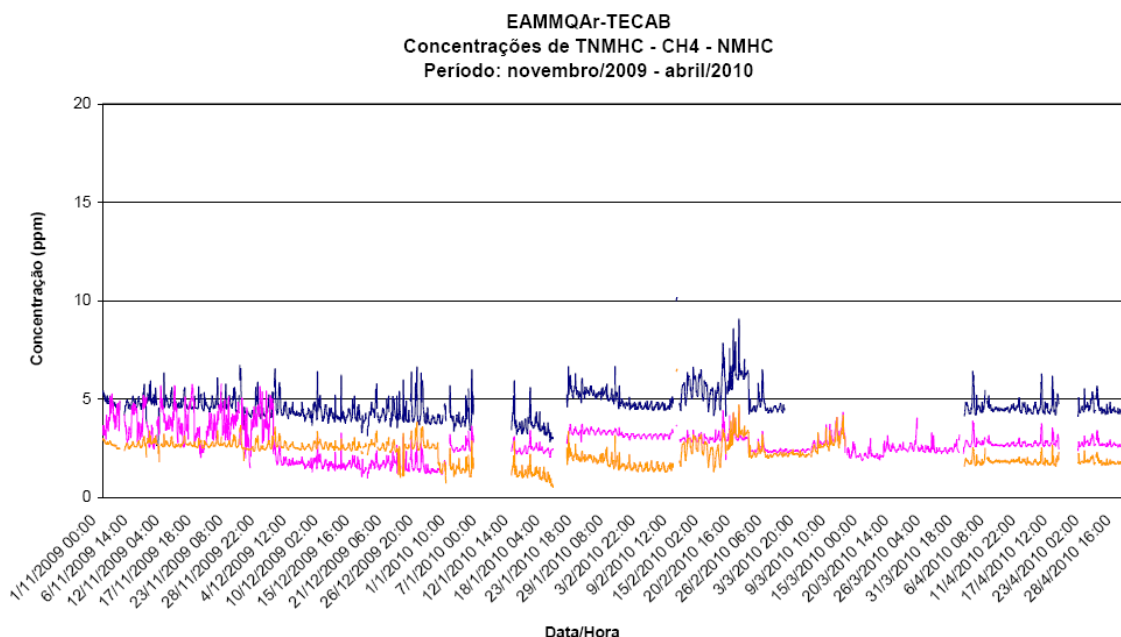


Figura V.3.2.2-16 - Concentrações horárias de TNMHC, CH4 e HCNM obtidas pela EAMMQAr-TECAB no semestre novembro de 2009-abril de 2010.

As concentrações de hidrocarbonetos totais (TNMHC), metano (CH4) e hidrocarbonetos não-metano (HCNM) ao longo do período maio-outubro de 2010 são mostradas na **Figura V.3.2.2-17**.

Observa-se um comportamento variável ao longo das horas dos dias e da sucessão de dias, ocasionado principalmente pela variação dos componentes atmosféricos. As máximas concentrações horárias para TNMHC, CH4 e HCNM foram, respectivamente, 6,75 ppb (31/05/10 – 10:00h), 5,06 ppb (31/05/10 – 19:00h) e 3,03 ppb (01/06/10 – 13:00h). Não há limite de referência na Resolução CONAMA N° 03/90 ou qualquer outra legislação para os hidrocarbonetos e metano.

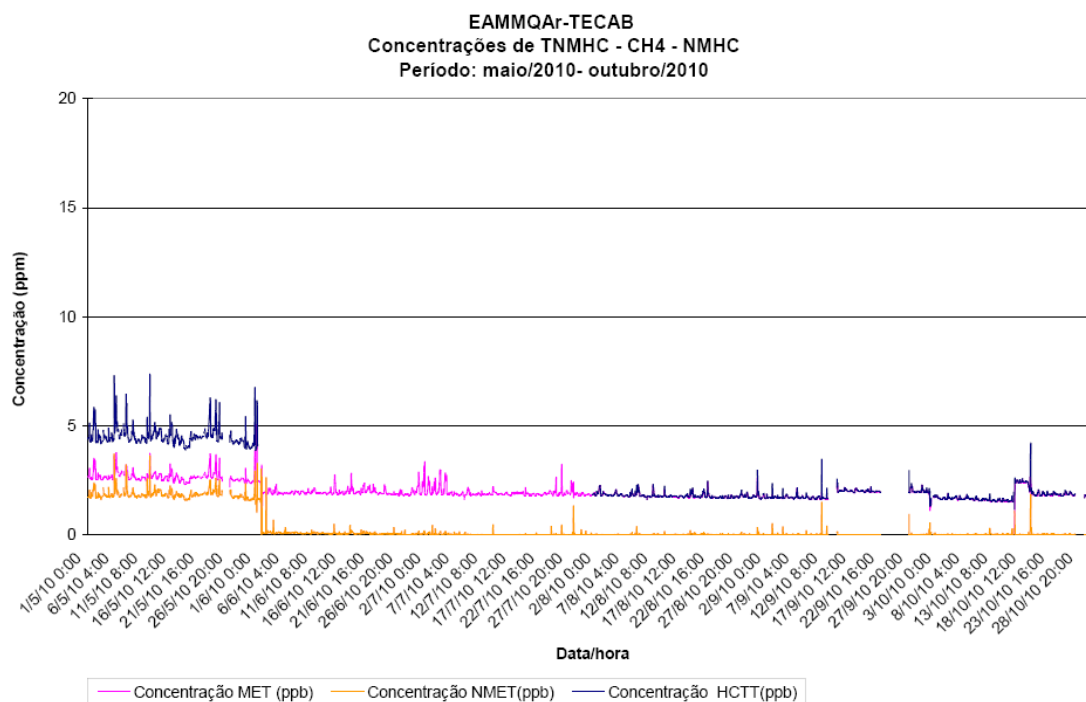


Figura V.3.2.2-17 - Concentrações horárias de TNMHC, CH4 e HCNM obtidas pela EAMMQAr-TECAB no semestre maio de 2010-outubro de 2010.

Material Particulado

Partículas Inaláveis (MP10) e Partículas Totais em Suspensão (PTS) - Amostradores Automáticos

Os registros de PM10 e PTS no período de julho a outubro de 2009 dos amostradores automáticos são apresentados na forma de concentrações médias de 24h (**Figura V.3.2.2-18**).

Para as concentrações de PTS e PM10 de 24 horas, a **Figura V.3.2.2-18** indica, respectivamente, os máximos temporais de 56,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ em 29/09/09 e 45,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ em 04/09/09. Tais valores representam, respectivamente, 23,5% e 30,1% de seus respectivos padrões da Resolução CONAMA 03/90.

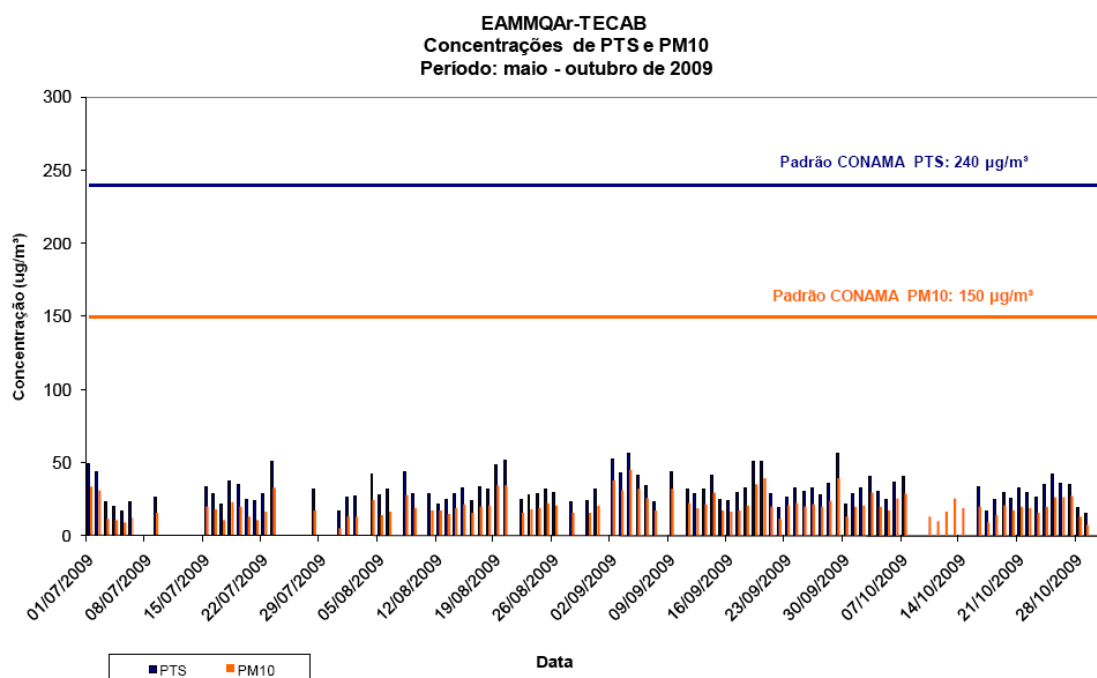


Figura V.3.2.2-18 - Concentrações médias de 24 horas de PTS e PM10 obtidas pela EAMMQAr-TECAB no semestre maio-outubro de 2009.

Os registros de MP_{10} e PTS no período de novembro de 2009 a abril de 2010 dos amostradores automáticos são apresentados na forma de concentrações médias de 24h (**Figura V.3.2.2-19**).

Para as concentrações de PTS e MP_{10} de 24 horas, a **Figura V.3.2.2-19** indica, respectivamente, os máximos temporais de $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ em 21/01/10 e $38,33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ em 21/01/10. Tais valores representam, respectivamente, 24,58% e 25,55% de seus respectivos padrões da Resolução CONAMA 03/90.

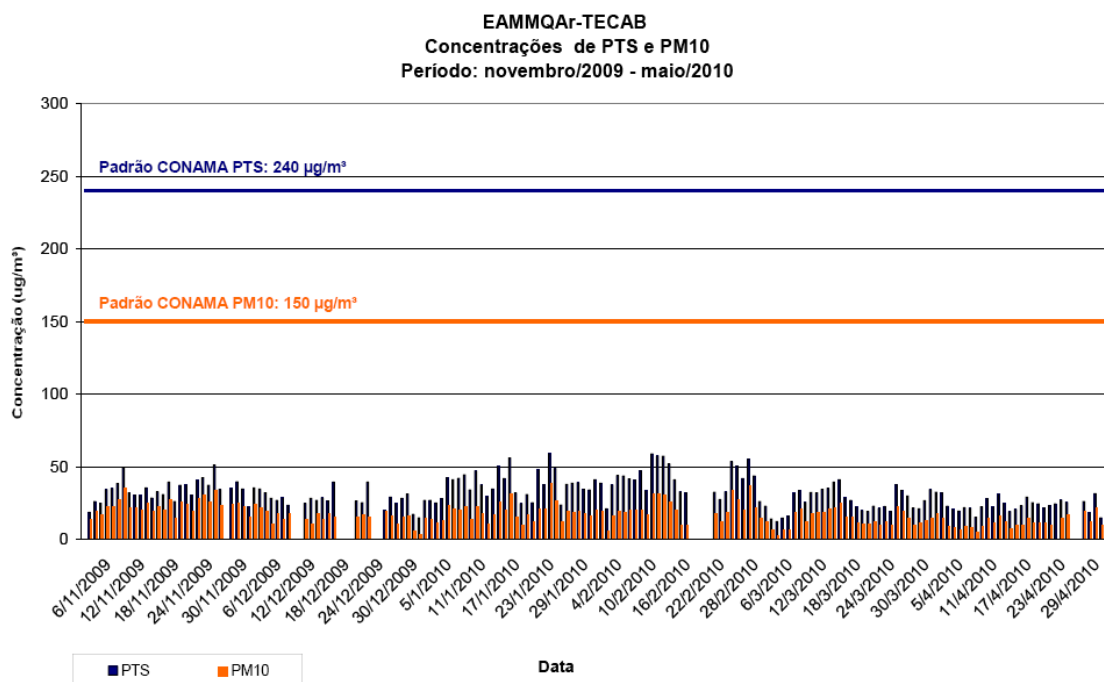


Figura V.3.2.2-19 - Concentrações médias de 24 horas de PTS e PM10 obtidas pela EAMMQAr-TECAB no semestre novembro de 2009 - abril de 2010.

Os registros de MP₁₀ e PTS no período de maio-outubro de 2010 dos amostradores automáticos são apresentados na forma de concentrações médias de 24h (**Figura V.3.2.2-20**).

Para as concentrações de PTS e MP₁₀ de 24 horas, a **Figura V.3.2.2-20** indica, respectivamente, os máximos temporais de 57,2 µg/m³ em 24/09/10 e 43,4µg/m³ em 28/08/10. Tais valores representam, respectivamente, 23,8% e 28,9% de seus respectivos padrões da Resolução CONAMA N° 03/90.

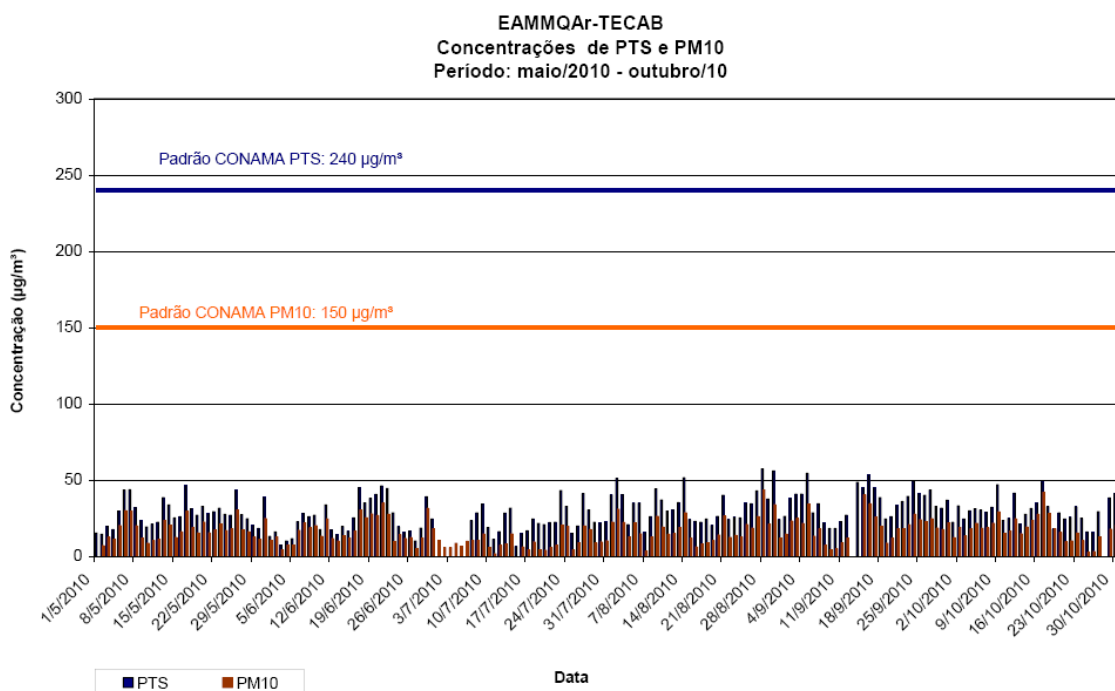


Figura V.3.2.2-20 - Concentrações médias de 24 horas de PTS e MP_{10} obtidas pela EAMMQAr-TECAB no semestre maio-outubro de 2010.

Partículas Totais em Suspensão (PTS) – Amostrador Manual

A **Figura V.3.2.2-21** mostra as concentrações médias de 24 horas de PTS no período de maio de 2009-outubro de 2010 medidas pelo Amostrador de Grandes Volumes (AGV ou Hi-Vol) instalado na EAMMQAr-TECAB.

Na **Figura V.3.2.2-21** observa-se que as concentrações totais diárias de PTS medidas ficaram abaixo do padrão da Resolução CONAMA N° 03/90. O maior valor ocorreu no dia 31/5/2010 ($91,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$), o que representa 37,9% do limite estabelecido pela legislação. A mínima concentração de PTS foi de $6,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ em 02/03/10.

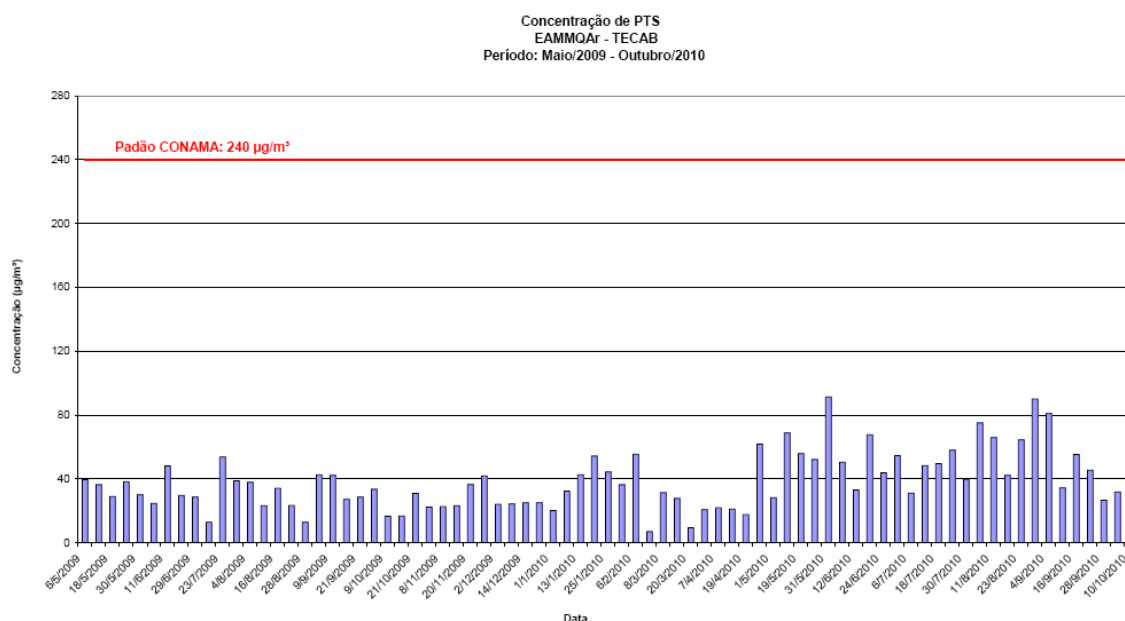


Figura V.3.2.2-21- Concentrações de 24h de PTS obtidas pelo Amostrador de Grandes Volumes (AGV/Hi-Vol) instalado na EAMMQAr-TECAB no semestre maio de 2009-outubro de 2010.

V.3.2.3 – Conclusão

As análises dos registros das concentrações de gases e material particulado da EAMMQAr-TECAB dos meses de maio de 2009 a outubro de 2010 evidenciaram, qualitativamente, comportamentos tipicamente de áreas rurais em todos os parâmetros medidos. Quantitativamente, as concentrações se mostraram muito baixas em relação aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 03/90, apresentando as seguintes características:

Dióxido de Enxofre (SO₂)

A máxima concentração horária do período de maio de 2009 a outubro de 2010 foi de 12 ppb no dia 19/06/09 às 16:00 horas.

A máxima concentração de 24 horas do período de maio de 2009 a outubro de 2010 foi de 10,98 ppb e ocorreu em 11/09/09 às 19:00h. Tal valor representa apenas 7,8% do padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 03/90.

Óxidos de Nitrogênio (NOx)

As máximas concentrações horárias para NOx, NO₂ e NO do período de maio de 2009 a outubro de 2010 foram, respectivamente, 27,97 ppb em 06/01/10 às 09:00 horas, 19,68 ppb em 17/02/10 às 17:00h e 21,06 ppb em 08/12/09 às 21:00h. Comparativamente ao padrão estabelecido pela Resolução CONAMA, as concentrações de NOx e NO₂ representaram, respectivamente, 16,45% e 11,58% da referência, valores considerados extremamente baixos para *background*.

Ozônio (O₃)

No período de maio de 2009 a outubro de 2010 a máxima concentração horária foi de 91,82 ppb e ocorreu às 14h do dia 24/02/10. Para todo o período ocorreram apenas mais 2 (duas) violações ao padrão de 80 ppb da Resolução CONAMA 03/90 uma de 84,53 ppb e a outra de 82,45 ppb respectivamente, às 17h e 18h do dia 05/09/09.

Monóxido de Carbono (CO)

No período de maio de 2009 a outubro de 2010, as concentrações horárias em todo o período se mantiveram abaixo de 3,00 ppm, tendo esse máximo ocorrido em 16/10/10 às 23:00h e 17/10/10 às 00:00, o que representou apenas cerca de 8,3% do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 03/90.

Hidrocarbonetos Totais (TNMHC, CH₄ e HCNM)

As máximas concentrações horárias para TNMHC, CH₄ e HCNM no período de maio de 2009 a outubro de 2010 foram, respectivamente, 9,12 ppb (23/07/09 – 07:00h), 5,82 ppb (06/07/09 – 07:00h) e 4,68 ppb (20/02/10 – 23:00h). Não há limite de referência na Resolução CONAMA 03/90 ou qualquer outra legislação para os hidrocarbonetos e metano.

Partículas Inaláveis (MP₁₀) e Partículas Totais em Suspensão (PTS) - Amostradores Automáticos

No período de maio de 2009 a outubro de 2010:

- A máxima concentração horária de PTS foi de 173 µg/m³ em 08/02/10 às 17:00h, Por outro lado, a máxima concentração de PM₁₀ foi de 155 µg/m³ em 22/02/10 às 21:00h.
- As máximas concentrações de PTS e MP₁₀ de 24 horas foram, respectivamente, 59 µg/m³ em 21/01/10 e 45,2 µg/m³ em 04/09/09. Tais valores representam, respectivamente, 24,58% e 30,1% de seus respectivos padrões da Resolução CONAMA N° 03/90.

Partículas Totais em Suspensão (PTS) – Amostrador Manual

Para o período de maio de 2009 a outubro de 2010 as concentrações totais diárias de PTS medidas ficaram abaixo do padrão da Resolução CONAMA N° 03/90. O maior valor ocorreu no dia 31/5/2010 (91,17 µg/m³), o que representa 37,9% do limite estabelecido pela legislação. A mínima concentração de PTS foi de 6,8 µg/m³ em 02/03/10.

V.3.3 - Ruído

Os níveis de poluição sonora de uma determinada área estão relacionados às atividades antrópicas (indústrias, atividades comerciais, eventos, veículos automotores, aviões, trens, navios, tratores) e causas naturais (ventos, vulcões, descargas elétricas, quedas d'água, marés, animais etc.).

Poluição sonora é definida como sendo a poluição decorrente da emissão de energia sonora, geralmente o ruído, que produz efeitos adversos à saúde de indivíduos e da população.

A sensação de som é produzida quando variações de pressão alcançam o ouvido. Dada a grande gama de frequências e variações dos níveis de pressão, os aparelhos de medição de ruídos usam uma escala denominada dB(A) que

utiliza curvas de ponderação para avaliar corretamente a susceptibilidade do ouvido humano.

O nível de ruído em um determinado local, bem como os seus efeitos, está intimamente relacionado com o tipo e nível de ocupação do solo. Quanto maior a intensidade de ocupação, nível de industrialização ou o tráfego de veículos, maior é o nível de ruído de fundo.

Por outro lado, algumas atividades são muito suscetíveis ao ruído (hospitais, escolas, igrejas, vida selvagem, etc.), enquanto outras são moderadamente (residências, hotéis) ou pouco sensíveis ao ruído (clubes, restaurantes, comércio, escritórios).

Há mesmo usos do solo que são insensíveis à poluição sonora, tais como indústrias, minerações e outras atividades que não sofrem interferência direta do ruído de fundo na região.

V.3.3.1 - Metodologia

Medição dos Níveis de Ruídos

O diagnóstico do nível de ruído foi feito de acordo com a metodologia preconizada na NBR-10151 – Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento de Junho de 2000.

Para as medições noturnas foram levados em consideração os hábitos da população local, sendo que as medições foram efetuadas após o término das atividades presentes na área.

Em cada ponto selecionado foi efetuada uma medição com duração de 5 minutos, a fim de garantir que as condições do nível de ruído na área, durante a amostragem, fossem semelhantes às condições regulares do local.

Todas as medições realizadas foram executadas levando-se em conta a ponderação na curva A.

Antes de iniciadas as medições, o decibelímetro foi calibrado no local com o uso do calibrador de nível sonoro.

Os equipamentos utilizados na medição e no processamento dos dados obtidos foram:

- Decibelímetro digital padrão da marca Instrutherm, modelo DEC-5010, com display LCD, número de série 61008792, fabricado conforme a norma ANSI S1.4 com microfone omnidirecional;
- Protetor de vento modelo SB-01;
- Calibrador de nível sonoro da marca Instrutherm, modelo CAL-3000, número de série 286721, 94 dB e 114 dB;
- Tripé da marca Vanguard MK-1, para apoio do decibelímetro;
- Software Data Logger para o armazenamento dos dados obtidos nas medições;
- Máquina fotográfica digital para o registro das imagens nos pontos medidos;
- Equipamento Localizador por satélite da marca GARMIN – GPS.

Os equipamentos utilizados na medição (decibelímetro e calibrador) possuem certificado de calibração da Rede Brasileira de Calibração (RBC), em nome da empresa CALILAB – Laboratório de Calibração e Ensaios. Os certificados são apresentados no **Anexo 5** deste relatório.

As medições foram realizadas com tempo estável para tomada de dados, sem presença de chuvas, ventos fortes, trovões e demais interferências advindas de fenômenos audíveis da natureza e que poderiam interferir nas medições.

As medições foram tomadas a 1,5m do solo e pelo menos 2,0m afastadas de qualquer superfície refletora. O equipamento foi montado em locais onde não foram verificadas interferências sonoras não características do local.

Nível de Ruído Equivalente Contínuo - Leq

Para avaliação dos níveis de ruídos foi utilizado o Nível de Ruído Equivalente Contínuo – Leq.

O Leq é o nível obtido a partir do valor médio quadrático da pressão sonora referente a todo o intervalo de medição, ou seja, o nível de ruído médio ponderado no tempo de medição.

O Leq representa o índice recomendado pela NBR 10.151 para caracterização do nível de ruído em determinado ponto. A obtenção do Leq pode se dar pela seguinte equação:

$$L_{eq} = 10 \log \left(\sum_{i=1}^n f_i 10^{L_{pi}/10} \right) \text{ dB(A)}$$

(1.1)

Onde:

n - corresponde ao número de leituras do nível sonoro L_{pi};

f_i - fração do tempo em que o nível sonoro assumiu o valor L_{pi}, dado por f_i=n_i/N.

Também calculado os índices estáticos (L₁₀, L₅₀ e L₉₀) importantes no sentido de auxiliar na caracterização do cenário acústico local, descritos a seguir:

- L₁₀ - Nível de ruído ultrapassado em 10% das medições realizadas. Pode ser considerado o nível de crista.
- L₅₀ - Nível de ruído ultrapassado em 50% das medidas realizadas. É um nível de ruído mediano, mas não necessariamente o valor médio.
- L₉₀ - Nível de ruído ultrapassado em 90% das medidas realizadas. É uma boa medida para se considerar o ruído de fundo do local.

V.3.3.2 - Limites Estabelecidos na Legislação

O diagnóstico do nível de ruídos foi realizado de acordo com a metodologia preconizada na NBR-10151 - Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento de junho de 2000. A Tabela III-1 apresenta o critério de avaliação de nível de ruídos para ambientes externos definidos na NBR-10151.

Tabela V.3.3.2-1 - Nível de Critério de Avaliação (NCA) para ambientes externos em $dB(A)$

Tipos de Áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

De acordo com o Plano Diretor do município de Macaé, a área de entorno do empreendimento é dividida em duas macroáreas: a macroárea de ocupação controlada, que corresponde às áreas com concentração e predominância da atividade industrial e de serviços industriais, e a macroárea de ocupação prioritária, que corresponde à parcela de tecido urbano consolidado e compreende núcleos centrais de comércio e serviços, tradicionais bairros residenciais em processo de transformação de uso e adensamento e saturação viária.

Com base nas informações acima e na metodologia preconizada na NBR-10151, o entorno do empreendimento foi classificado em dois tipos de área: “Área predominantemente industrial” e “Área mista, predominantemente residencial”.

Ainda segundo a NBR 10.151, se o nível de ruído ambiente obtido no monitoramento for superior ao Nível de Critério de Avaliação (NCA) a área e o horário em questão, o NCA assume o valor do nível de ruído ambiente.

V.3.3.3 - Descrição do Cenário Acústico Local

A **Tabela V.3.3.3-1** traz a descrição do ruído predominante no entorno de cada ponto de medição.

Tabela V.3.3.3-1 – Descrição do ruído predominante no entorno de cada ponto de medição

Ponto	Descrição do Ruído Local
PMR1	Durante o dia a movimentação de máquinas de terraplanagem e o tráfego de poucos veículos dos próprios moradores do local.
PMR2	Tráfego de veículos dos moradores do bairro, movimento de alguns comércios (padaria, mercadinho e farmácia) e o tráfego de veículos na Estrada Municipal.
PMR3	Tráfego de veículos dos moradores locais (poucas famílias moram neste novo loteamento), durante o ruído predominante advém da mineradora de barro JL Campanati localizada a aproximadamente 600 metros do local de medição..
PMR4	Tráfego de veículos da Estrada do Imbuero e da Estrada Municipal.
PMR5	Tráfego de veículos na rodovia RJ-106 e nas ruas locais.
PMR6	Tráfego de veículos na rodovia RJ-106 e nas ruas locais.
PMR7	Tráfego de veículos na rodovia RJ-106 e nas ruas locais.
PMR8	Tráfego de veículos nas ruas locais, principalmente na Av. W um e ao longe se escuta o tráfego de veículos na rodovia RJ-106.
PMR9	Tráfego de veículos nas ruas locais, principalmente na Av. W um e ao longe se escuta o tráfego de veículos na rodovia RJ-106.
PMR10	Tráfego de veículos nas ruas locais, principalmente na Av. W um e ao longe se escuta o tráfego de veículos na rodovia RJ-178.
PMR11	Tráfego da rodovia RJ-106, obras de um galpão as margens da rodovia e operação do TECAB.
PMR12	Tráfego de veículos na rodovia RJ-178.
PMR13	Tráfego de veículos na rodovia RJ-106.
PMR14	Operação da torre de resfriamento do TECAB.
PMR15	Operação dos compressores do TECAB
PMR16	Gerador da subestação externa e interna e operação dos compressores do TECAB.
PMR17	Gerador de subestação interna do TECAB e operação dos compressores do TECAB.
PMR18	Gerador de subestação interna do TECAB e operação do TECAB.
PMR19	Gerador de subestação interna do TECAB e operação do TECAB.
PMR20	Operação da estação de compressão (ECOMP) TECAB.

V.3.3.4 - Caracterização Acústica Local

Para a caracterização do atual cenário acústico da área de estudo, foram realizadas medições dos níveis de ruído em 20 pontos pré-selecionados nas proximidades do empreendimento.

Na escolha dos pontos de medição foram considerados o perímetro do TECAB, os receptores mais próximos, as estradas de acesso, bairros residências e áreas de preservação.

O **Mapa 6 (Volume II)** apresenta um croqui de localização dos pontos de medição de ruído em imagem de satélite.

As medições foram realizadas no dia 19 de janeiro de 2011, nos períodos diurno e noturno e conforme procedimentos descritos no item V.3.3.1.

A **Tabela V.3.3.4-1** apresenta a descrição dos pontos de medição de ruído (PMR), os resultados das medições, os valores recomendados pela NBR 10.151 e aponta as interferências a que estiveram expostas as medições de ruído em cada ponto monitorado.

Tabela V.3.3.4-1 – Resultado das medições de ruído realizadas no entorno do TECAB

Ponto	Coordenadas (24K)	Hora	Medição (dBA)				NBR 10.151 (dBA)	Ruído de Fundo
			Leq	L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀		
PMR1	216303 7530307	17:00	49,3	52,3	45,5	40,7	55	Tráfego de veículos na estrada (1 carro), movimentação de máquinas em obra nas proximidades, pássaros e ruídos advindos das residências.
		22:54	45,0	43,2	39,2	38,3	50	Insetos, anfíbios, latido de cachorro.
PMR2	216659 7529381	16:48	61,9	63,8	55,8	50,3	55	Tráfego de um caminhão no local, mugido de boi e pássaros e tráfego de um ônibus na rua lateral.
		22:39	61,1	57,4	52,1	47,9	50	Tráfego de ônibus na rua lateral (2 ônibus), insetos e anfíbios.
PMR3	218169 7529222	16:35	51,6	53,8	41,3	38,2	55	Operação da mineração de barro JL Campanati, tráfego de um veículo no local.
		22:28	63,3	67,1	59,0	46,9	50	Tráfego de veículos na rodovia, latido de cachorro, insetos e anfíbios.
PMR4	218764 7529096	16:09	57,8	58,3	51,7	47,2	55	Tráfego de veículos na rodovia e pássaros.
		22:17	56,9	59,4	50,5	47,2	50	Tráfego de veículos na rodovia, latido de cachorro, insetos e anfíbios.
PMR5	218796 7528345	15:55	59,7	61,8	57,4	54,0	55	Tráfego intenso de veículos na rodovia RJ-106 e pássaros.
		22:05	57,3	58,2	53,4	49,8	50	Tráfego intenso de veículos na rodovia RJ-106, latido de cachorro, insetos e anfíbios.
PMR6	219585 7530240	15:37	66,1	69,2	60,9	54,0	55	Tráfego intenso de veículos na rodovia RJ-106, pássaros e sirene de ré.
		21:56	60,9	65,2	56,5	49,6	50	Tráfego de veículos na rodovia RJ-106, insetos e anfíbios.
PMR7	219505 7530171	15:04	54,2	55,3	51,3	48,9	55	Tráfego de motos na rua (2 motos), rádio ligado em residência próxima.
		21:48	63,0	64,6	55,7	49,9	50	Tráfego de um carro e uma moto, insetos e anfíbios.
PMR8	220004 7530637	15:08	63,1	64,3	51,0	44,9	55	Tráfego de carros (5 carros), latido de cachorro e pássaros.
		21:40	57,7	59,4	47,5	43,9	50	Tráfego de veículos (2 carros), latido de cachorro, insetos e anfíbios.
PMR9	220836 7531412	14:55	63,4	61,2	45,9	41,0	55	Tráfego de veículos (2 carros, 1 moto, 1 caminhão) e buzina de caminhão.
		21:31	66,0	62,4	49,4	46,7	50	Tráfego de veículos (1 carro e 1 moto), insetos e anfíbios.
PMR10	221371 7531913	14:45	46,8	48,8	45,6	44,4	55	Tráfego de veículos na rodovia RJ-176, latido de cachorro e pássaros.
		21:22	45,4	46,8	45,0	43,6	50	Tráfego de veículos na rodovia RJ-176, tráfego de veículo na rua (1 carro), insetos e veículos.
PMR11	219798 7531582	14:31	65,1	70,0	58,1	50,7	70	Operação de máquinas em uma obra, próxima ao TECAB, sirene de ré dos caminhões da obra, tráfego de veículos da rodovia RJ-106.
		21:11	63,3	67,4	55,7	49,5	60	Tráfego de veículos na rodovia RJ-106, anfíbios e operação do TECAB.
PMR12	221551 7533516	14:18	46,2	49,4	40,6	36,6	55	Tráfego de veículos na rodovia RJ-176, pessoas conversando em residência próxima e pássaros.

Ponto	Coordenadas (24K)	Hora	Medição (dBA)				NBR 10.151 (dBA)	Ruído de Fundo
			Leq	L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀		
		21:01	53,5	56,5	51,3	50,3	50	Tráfego de veículos na rodovia RJ-176, latido de cachorro, insetos e anfíbios.
PMR13	219678 7533955	13:54	62,0	65,2	50,9	48,1	55	Tráfego de veículos na RJ-106, pássaros e insetos.
		20:50	65,7	68,7	54,7	47,6	50	Tráfego de veículos na RJ-106,
PMR14	219097 7532901	12:43	67,4	68,5	67,2	66,4	70	Operação da torre de resfriamento do TECAB, tráfego de veículos TECAB (2 carros).
		20:14	71,0	71,7	71,0	70,4	60	Operação da torre de resfriamento TECAB, insetos e anfíbios.
PMR15	219343 7532679	12:32	66,1	66,6	66,0	65,4	70	Operação dos compressores do TECAB, sirene de ré de um caminhão dentro do TECAB.
		20:02	73,5	74,3	73,4	72,8	60	Operação dos compressores do TECAB e insetos.
PMR16	219125 7532597	13:05	54,6	55,3	54,1	53,4	70	Operação dos compressores do TECAB, tráfego de veículos no TECAB (2 carros).
		20:33	60,9	62,2	60,5	59,4	60	Operação dos compressores do TECAB, insetos e anfíbios.
PMR17	219562 7532105	12:17	55,4	51,6	40,7	39,3	70	Gerador da rede de transmissão do TECAB, tráfego de um caminhão na área, sirene de ré e entrada de carro na Unidade de Tratamento de Resíduos Oleosos de Cabiúnas, tráfego de veículos na rodovia RJ-106.
		19:52	45,8	47,0	45,4	44,1	60	Gerador da rede de transmissão do TECAB, tráfego de veículos na rodovia RJ-106, insetos e anfíbios.
PMR18	219815 7532044	12:05	46,7	48,4	45,5	44,3	70	Gerador da rede de transmissão, circulação de funcionários TECAB e pássaros.
		19:43	52,5	53,7	52,2	51,2	60	Tráfego de veículos na rodovia RJ-106, operação do TECAB, insetos e anfíbios.
PMR19	220346 7532544	11:51	56,4	59,0	53,0	48,8	70	Tráfego de veículos TECAB (1 carro), tráfego de veículos na rodovia RJ-106, pássaros.
		19:32	57,5	59,7	55,8	53,5	60	Tráfego de veículos na RJ-106, latido de cachorro, tráfego de carros no TECAB (1 carro).
PMR20	219114 7533135	12:55	59,8	61,6	59,4	57,4	70	Operação da Estação de Compressão do TECAB e pássaros.
		20:23	65,6	66,1	65,6	65,0	60	Operação da Estação de Compressão do TECAB.

Leq – Nível de ruído equivalente contínuo – Nível obtido a partir do valor médio quadrático da pressão sonora referente a todo o intervalo de medição (unidade recomendada pela NBR 10151 para caracterização do nível de ruído em determinado ponto).

OBS.: Os valores em **negrito** representam ultrapassagens no padrão estabelecido pela NBR 10.151.

As **Fotos V.3.3.4-1 a V.3.3.4-28** e as **Figuras V.3.3.4-2 a V.3.3.4-21** trazem, respectivamente, os registros fotográficos das medições realizadas e os gráficos de variação de nível de pressão sonora (NPS) em cada ponto.

Medição Diurna:





Foto V.3.3.4-7 - Medição PMR7



Foto V.3.3.4-8 - Medição PMR8



Foto V.3.3.4-9 - Medição PMR9



Foto V.3.3.4-10 - Medição PMR10



Foto V.3.3.4-11 - Medição PMR11



Foto V.3.3.4-12 - Medição PMR12



Foto V.3.3.4-13 - Medição PMR13



Foto V.3.3.4-14 - Medição PMR14



Foto V.3.3.4-15 - Medição PMR15



Foto V.3.3.4-16 - Medição PMR16



Foto V.3.3.4-17 - Medição PMR17



Foto V.3.3.4-18 - Medição PMR18



Foto V.3.3.4-19 - Medição PMR19



Foto V.3.3.4-20 - Medição PMR20

Medição Noturna:



Foto V.3.3.4-21 - Medição PMR19



Foto V.3.3.4-22 - Medição PMR18



Foto V.3.3.4-23 - Medição PMR17



Foto V.3.3.4-24 - Medição PMR15



Foto V.3.3.4-25 - Medição PMR14



Foto V.3.3.4-26 - Medição PMR20



Foto V.3.3.4-27 - Medição PMR16



Foto V.3.3.4-28 - Medição PMR13

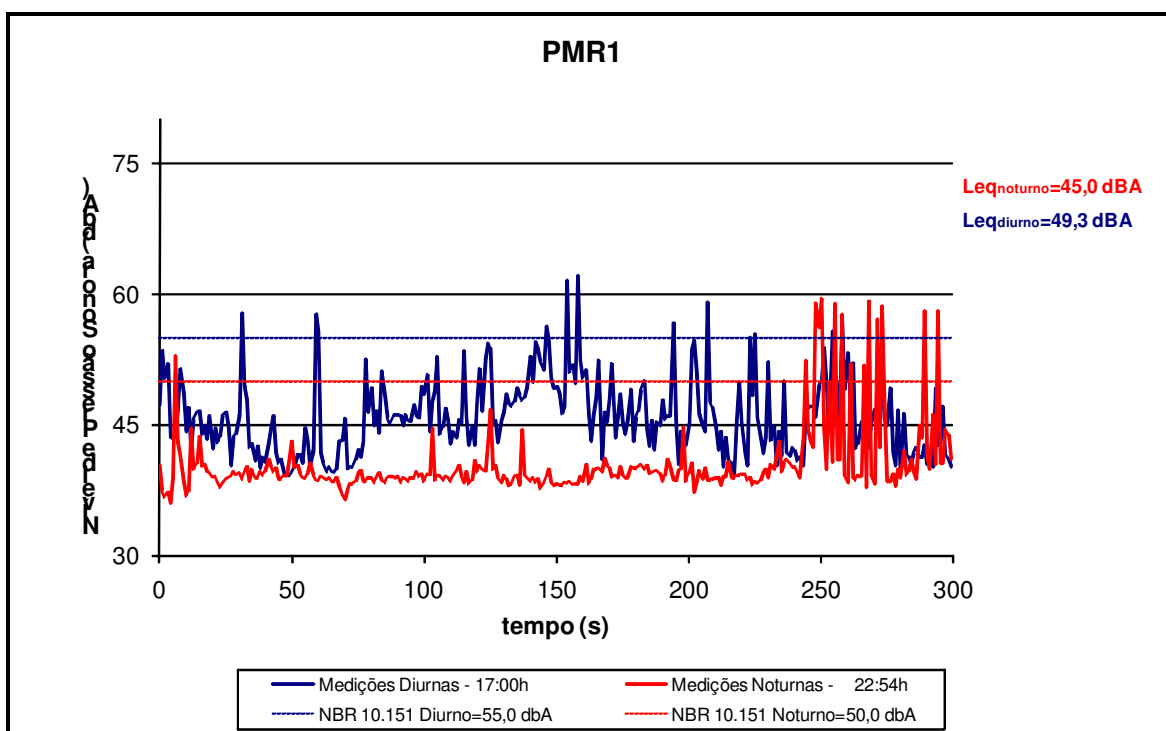


Figura V.3.3.4-2 - Variação do nível sonoro durante as medições no PMR1

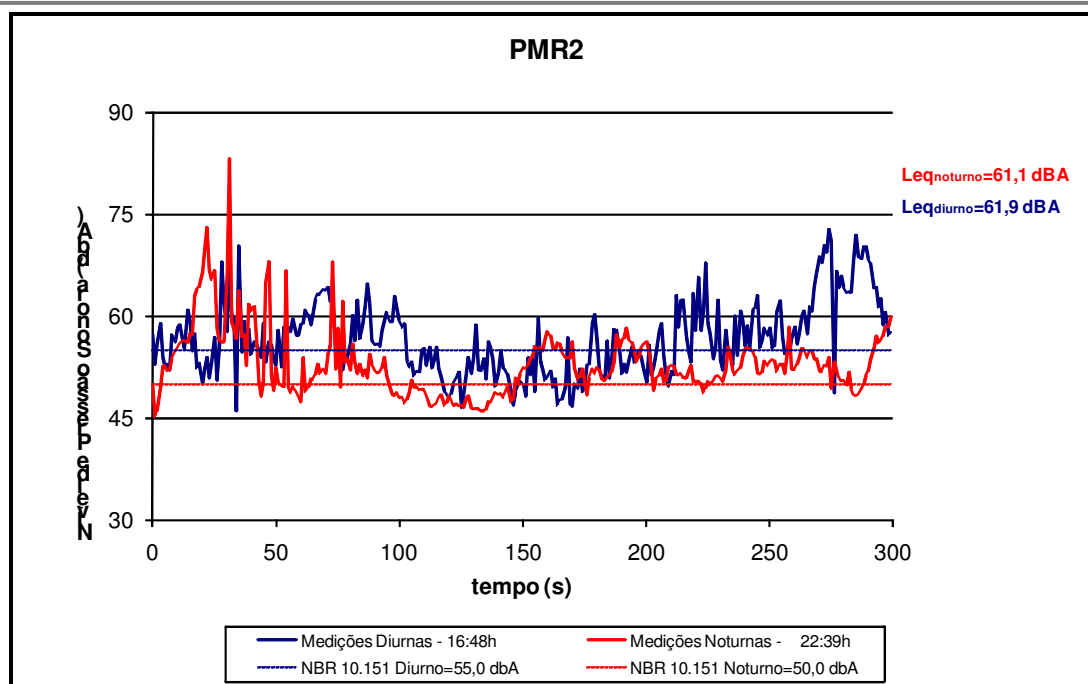


Figura V.3.3.4-3 - Variação do nível sonoro durante as medições no PMR2

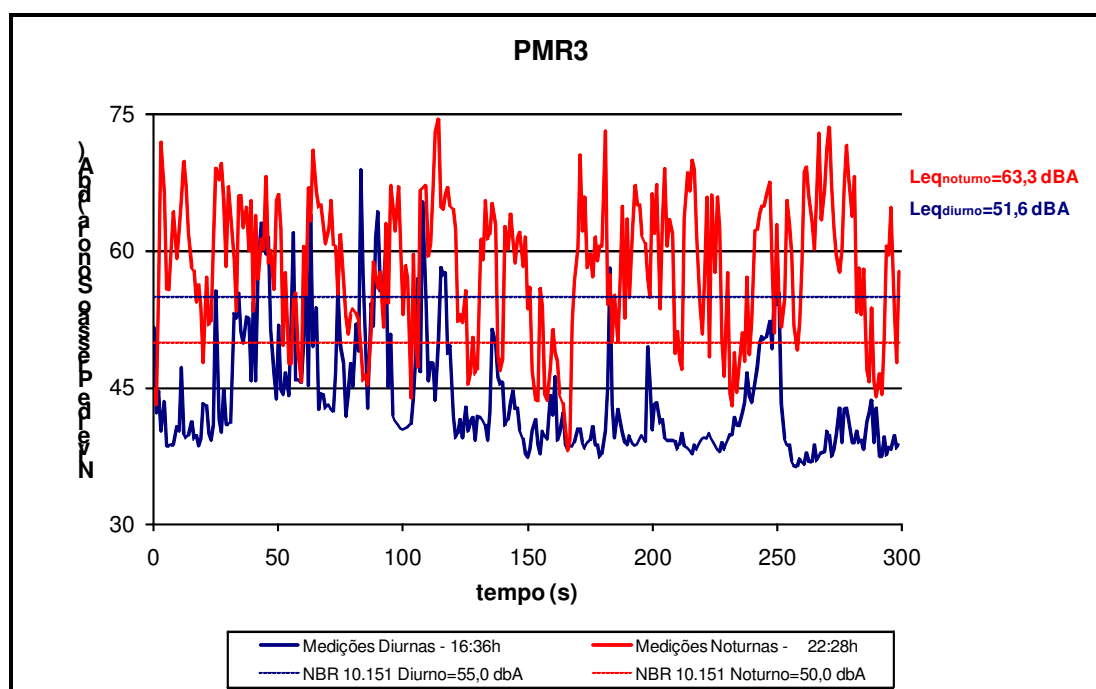


Figura V.3.3.4-4 - Variação do nível sonoro durante as medições no PMR3

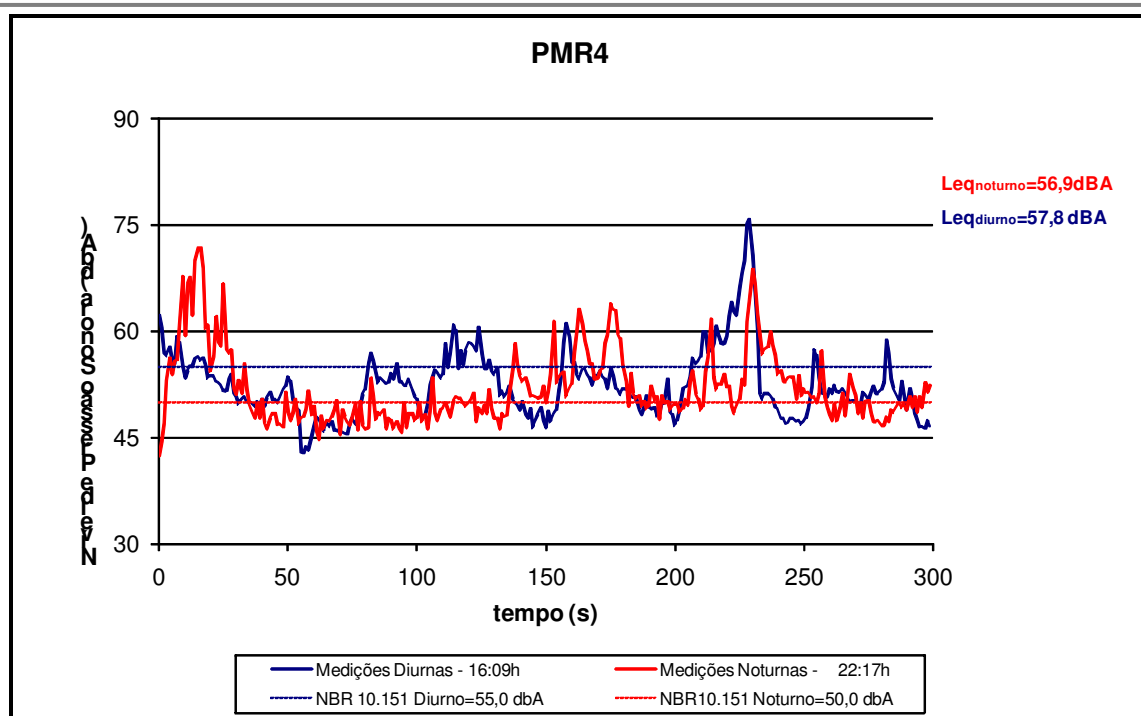


Figura V.3.3.4-5 - Variação do nível sonoro durante as medições no PMR4

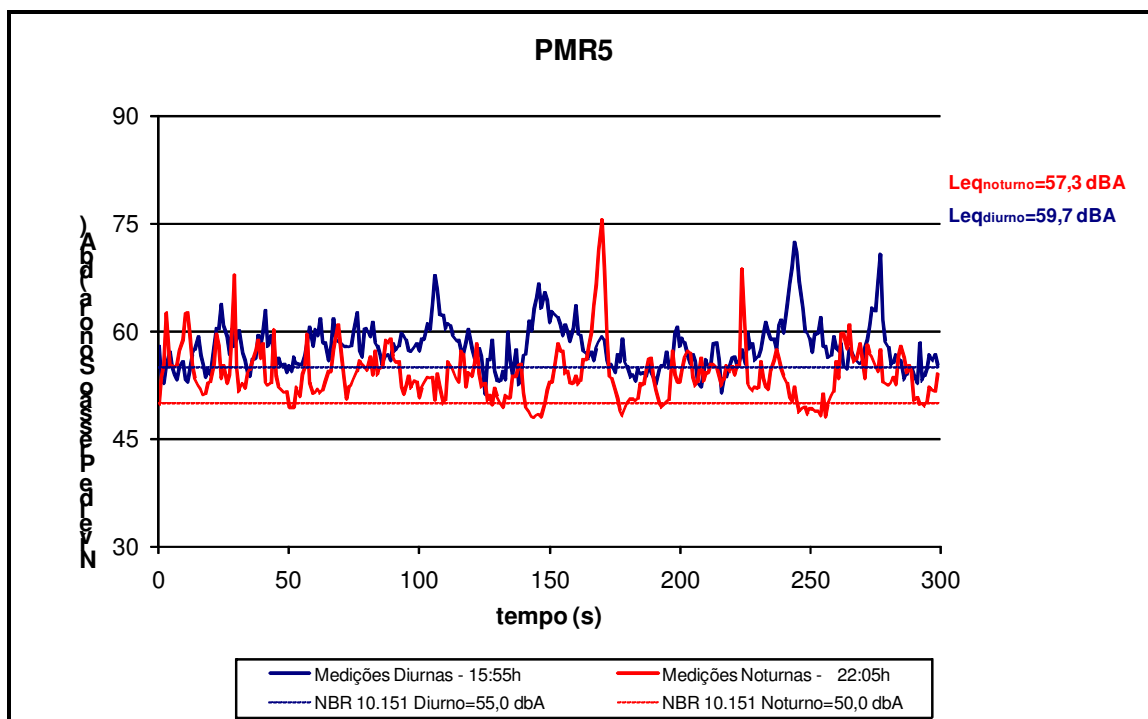


Figura V.3.3.4-6 - Variação do nível sonoro durante as medições no PMR5

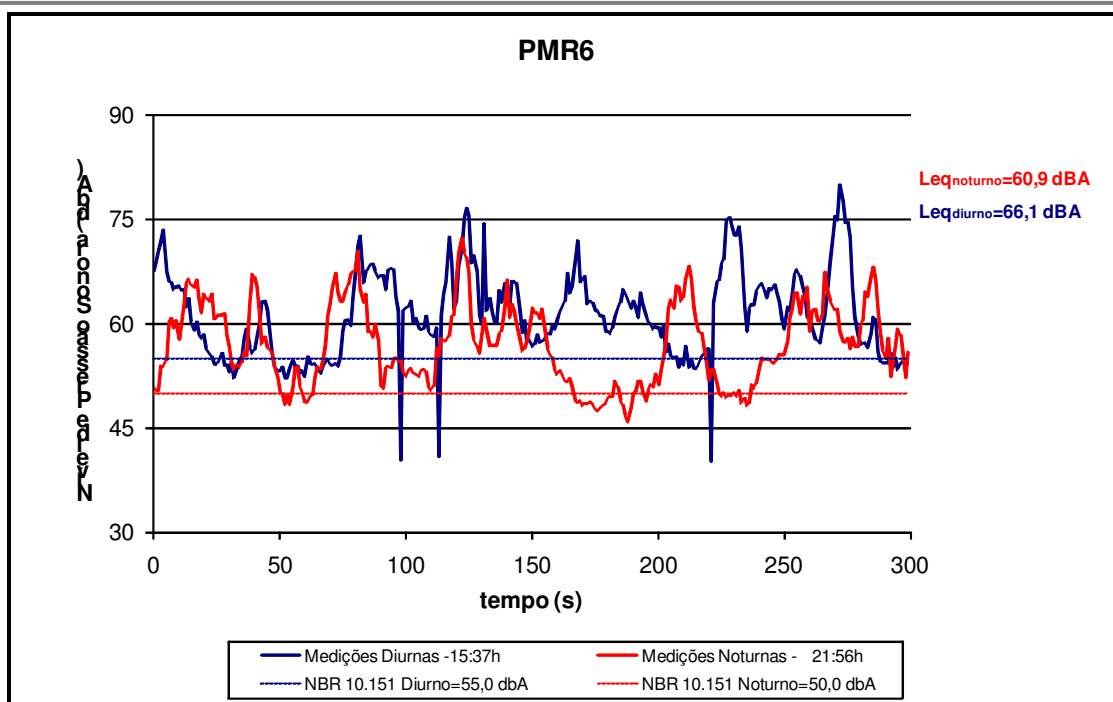


Figura V.3.3.4-7 - Variação do nível sonoro durante as medições no PMR6

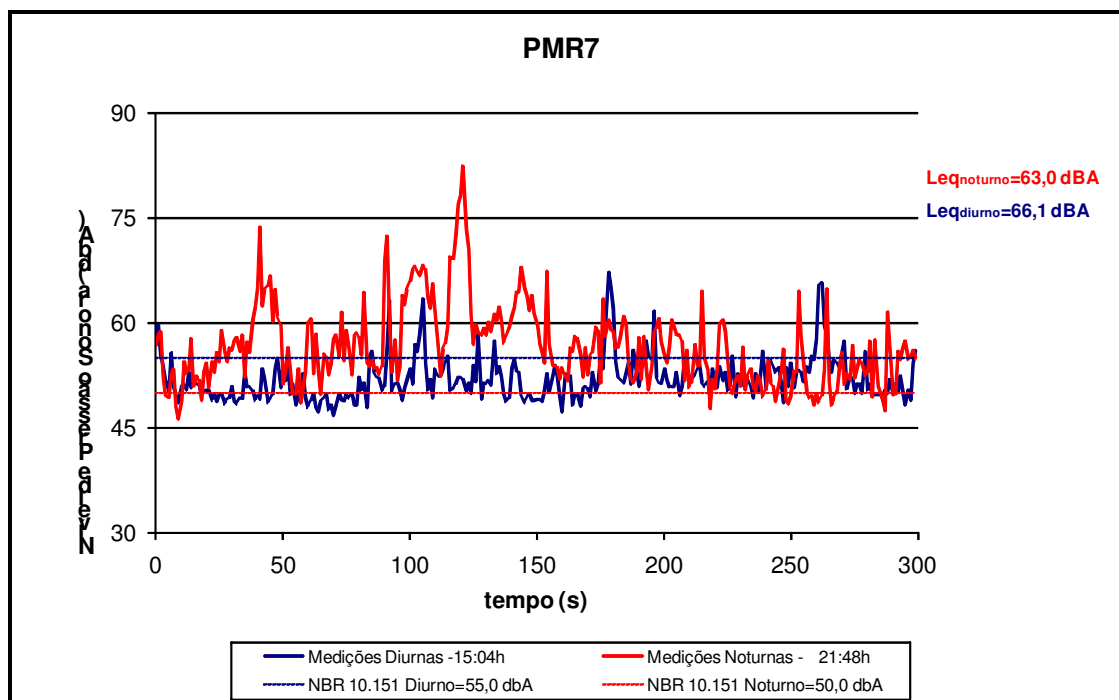


Figura V.3.3.4-8 - Variação do nível sonoro durante as medições no PMR7

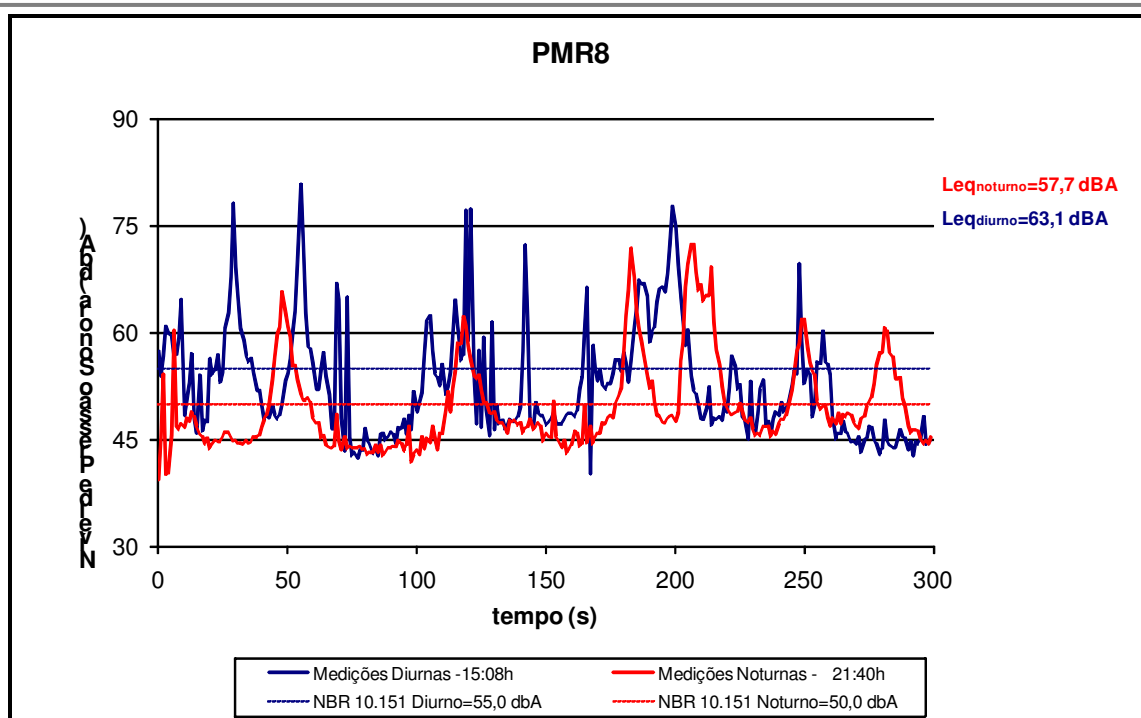


Figura V.3.3.4-9 - Variação do nível sonoro durante as medições no PMR8

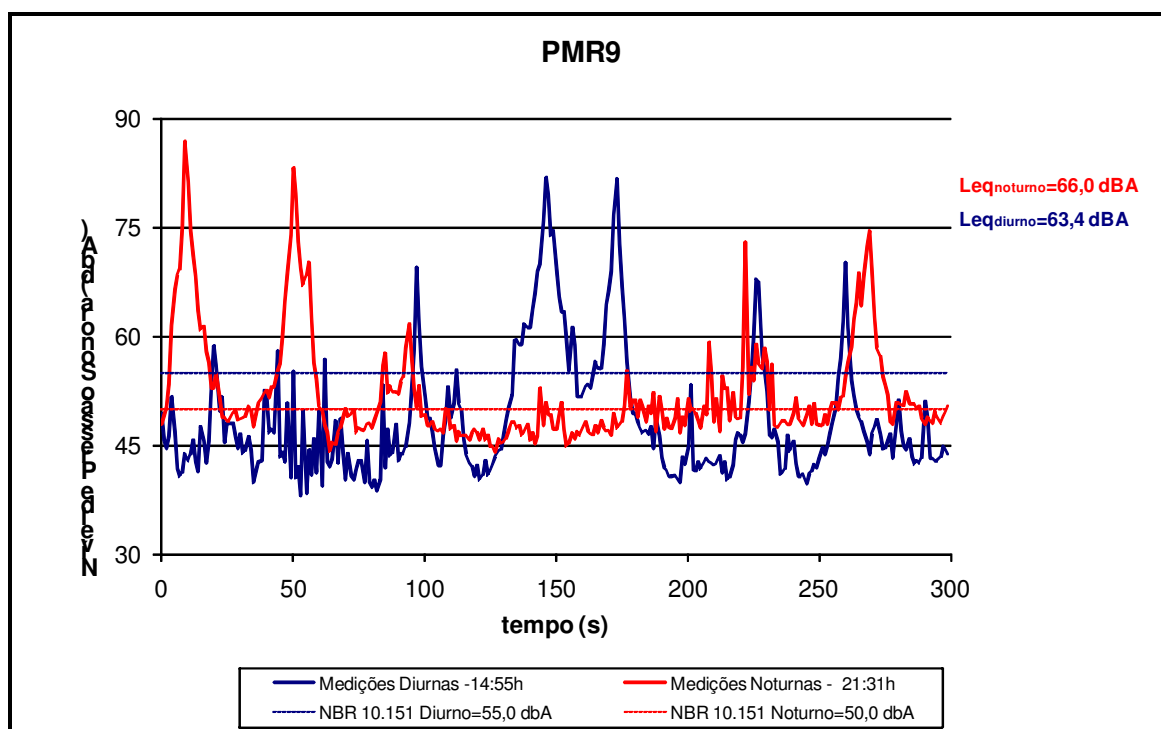


Figura V.3.3.4-10 - Variação do nível sonoro durante as medições no PMR9

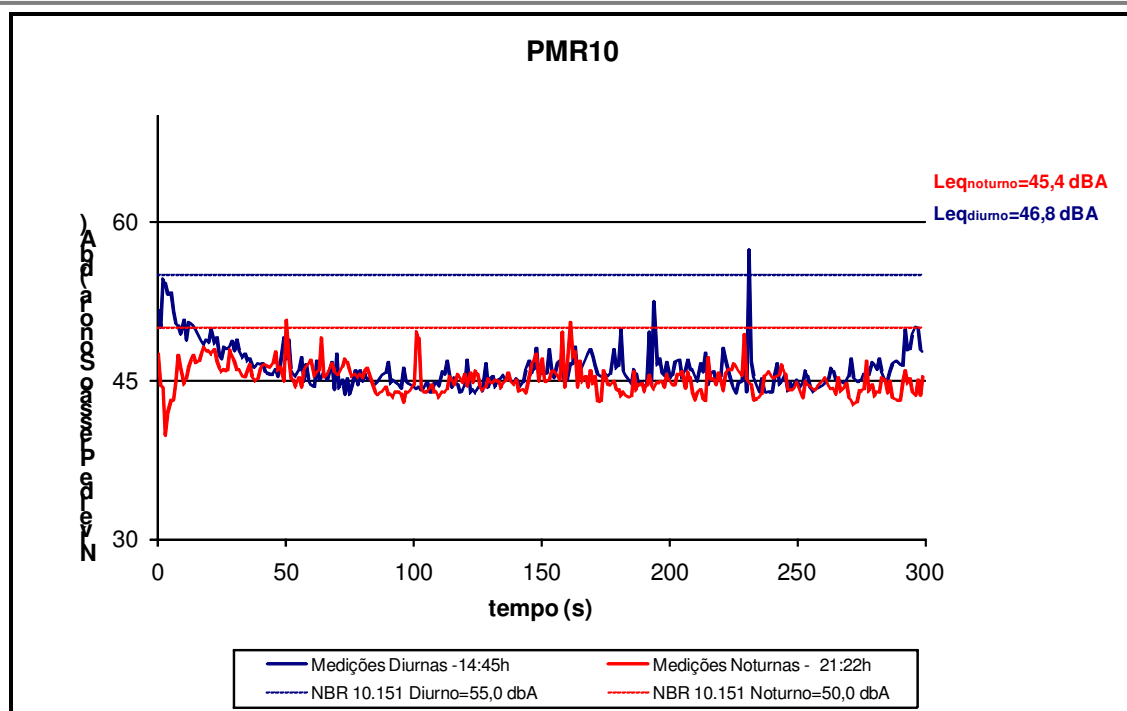


Figura V.3.3.4-11 - Variação do nível sonoro durante as medições no PMR10

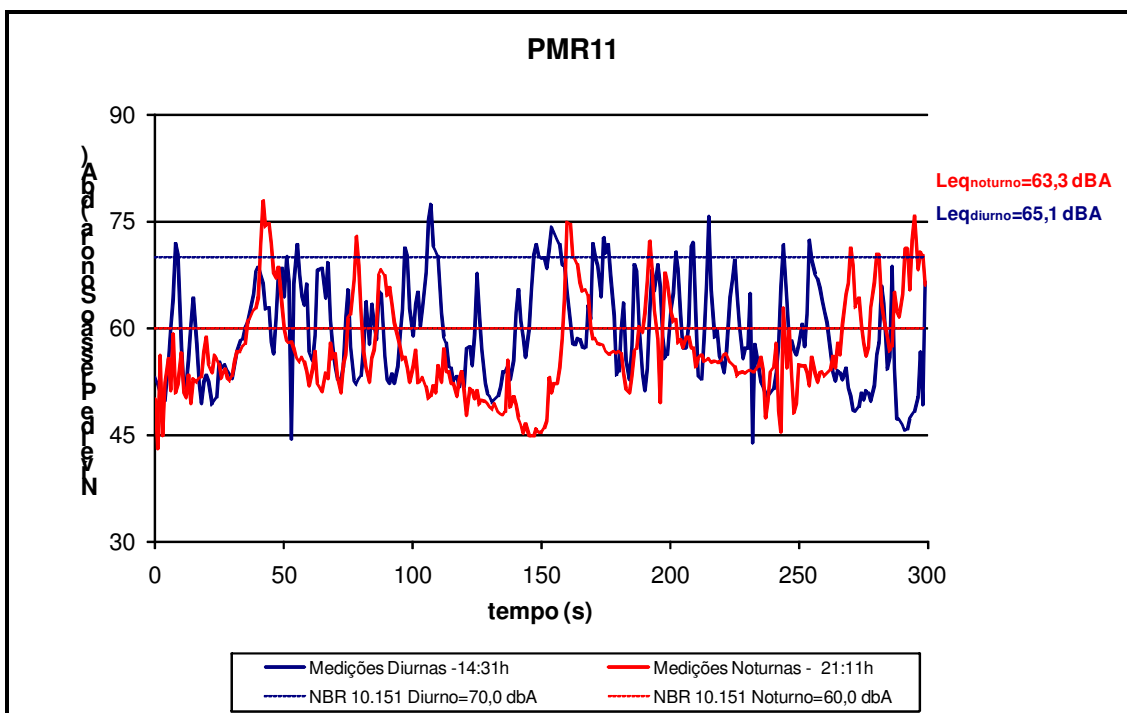


Figura V.3.3.4-12 - Variação do nível sonoro durante as medições no PMR11

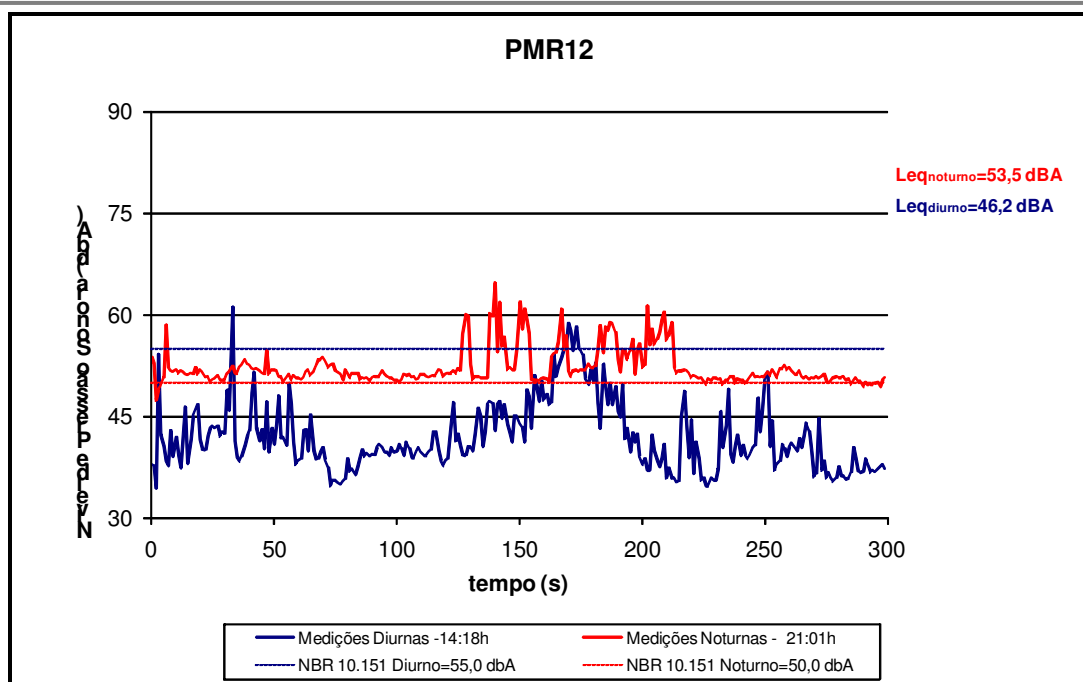


Figura V.3.3.4-13 - Variação do nível sonoro durante as medições no PMR12

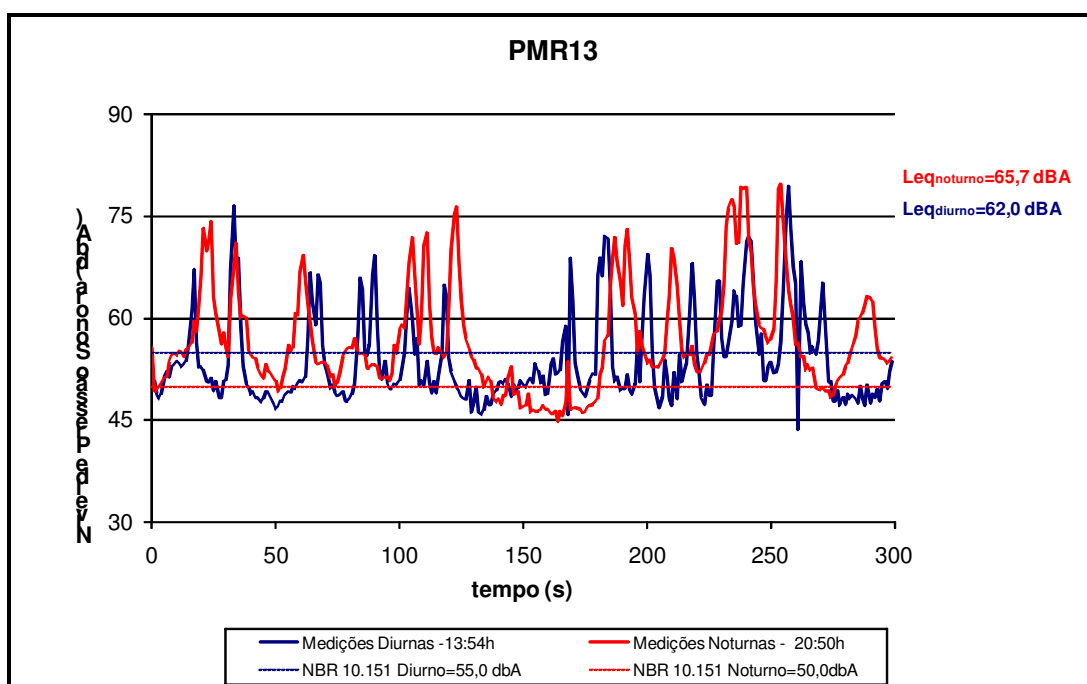


Figura V.3.3.4-14- Variação do nível sonoro durante as medições no PMR13

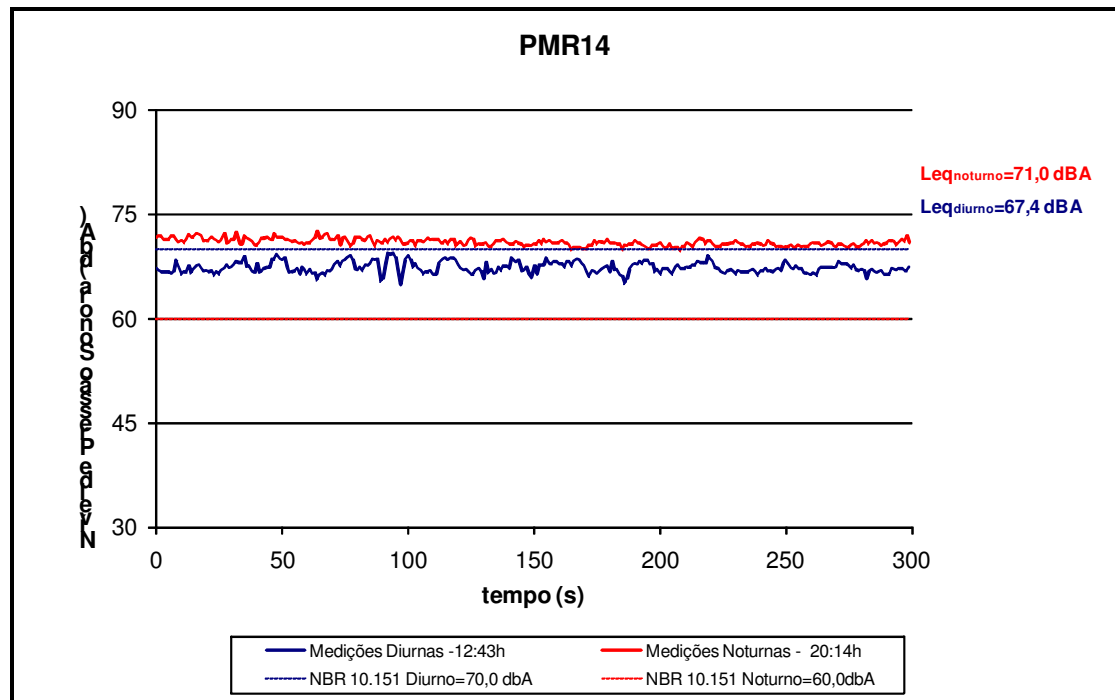


Figura V.3.3.4-15 - Variação do nível sonoro durante as medições no PMR14

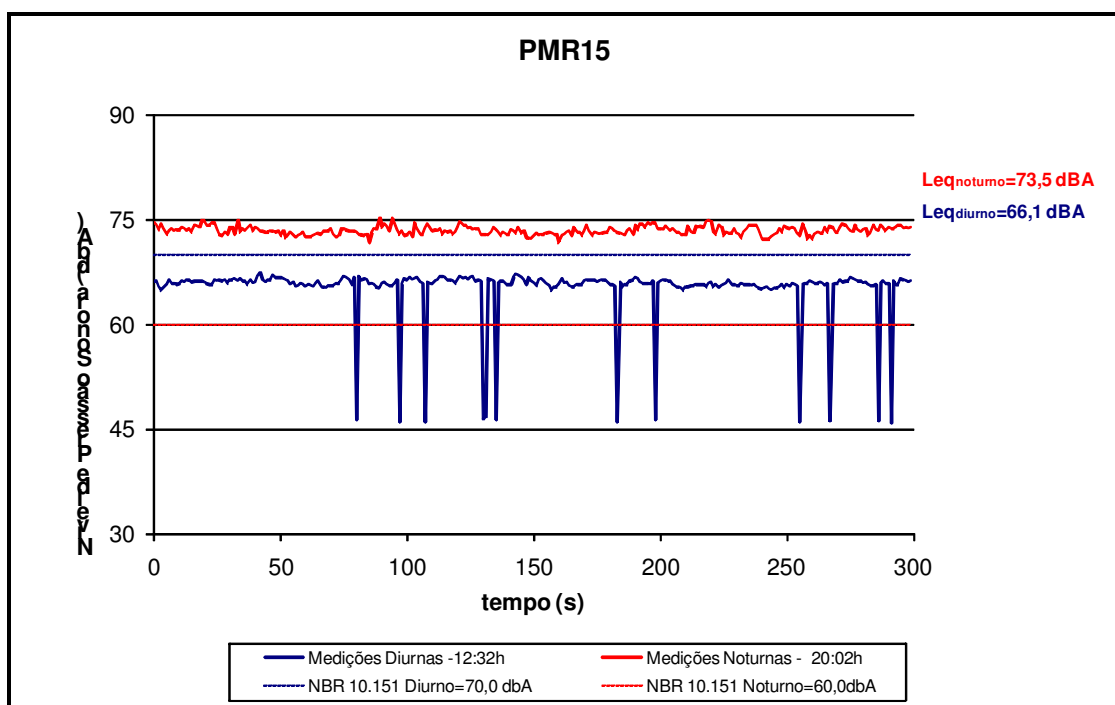


Figura V.3.3.4-16 - Variação do nível sonoro durante as medições no PMR15

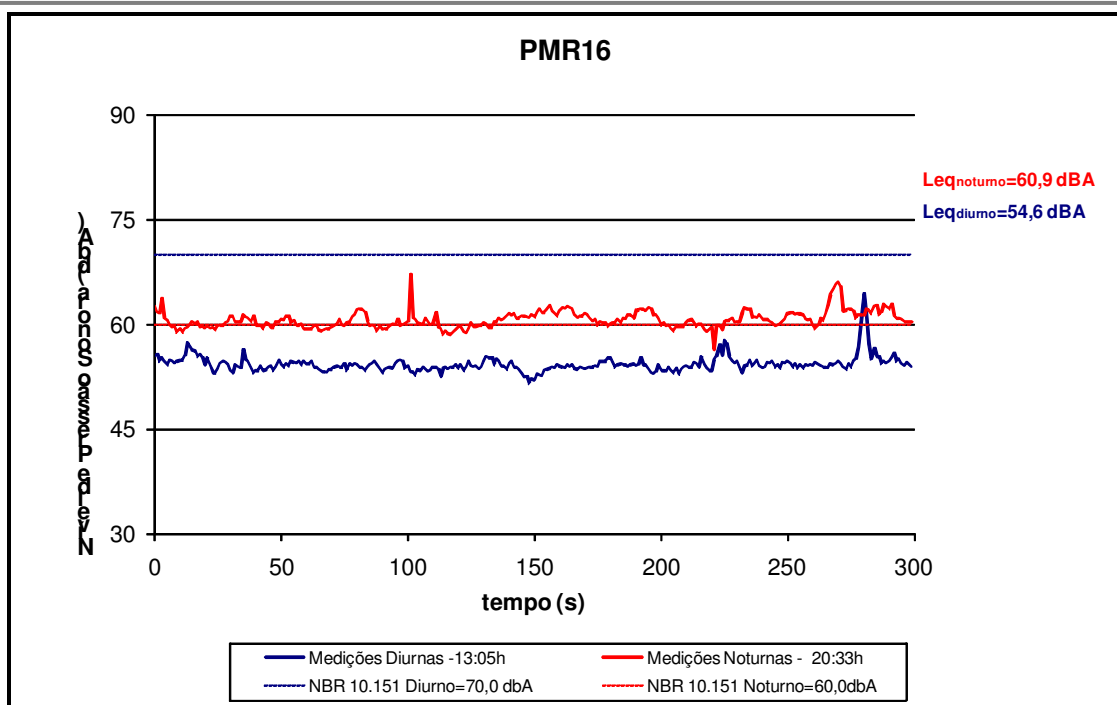


Figura V.3.3.4-17 - Variação do nível sonoro durante as medições no PMR16

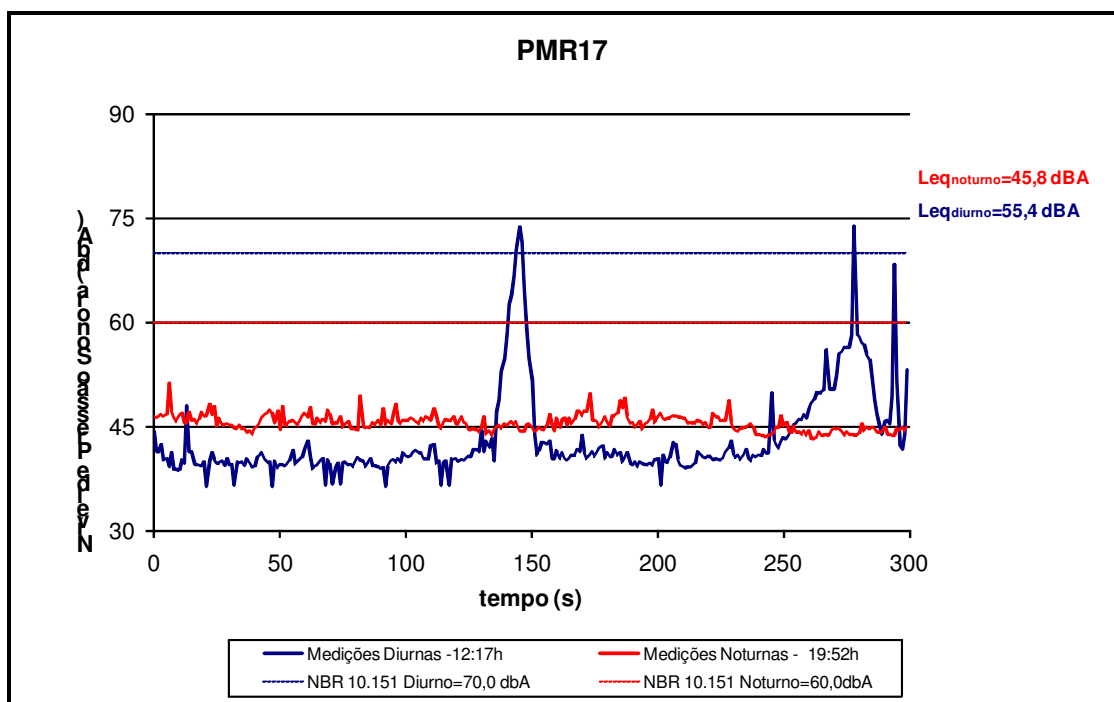


Figura V.3.3.4-18 - Variação do nível sonoro durante as medições no PMR17

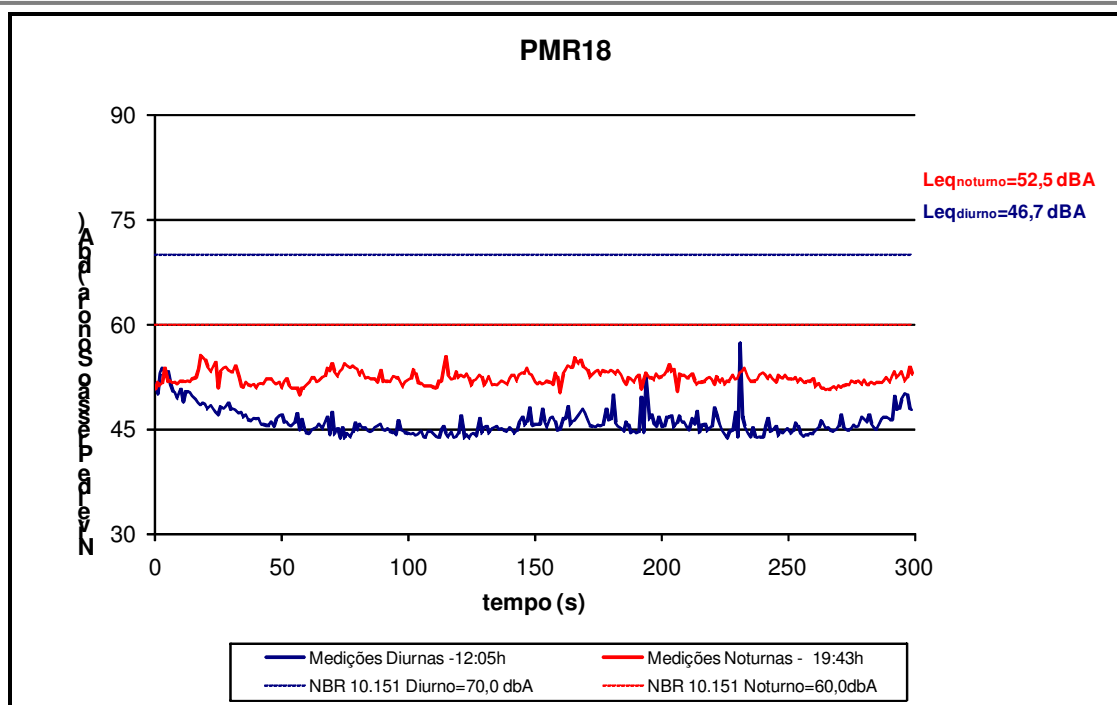


Figura V.3.3.4-19 - Variação do nível sonoro durante as medições no PMR18

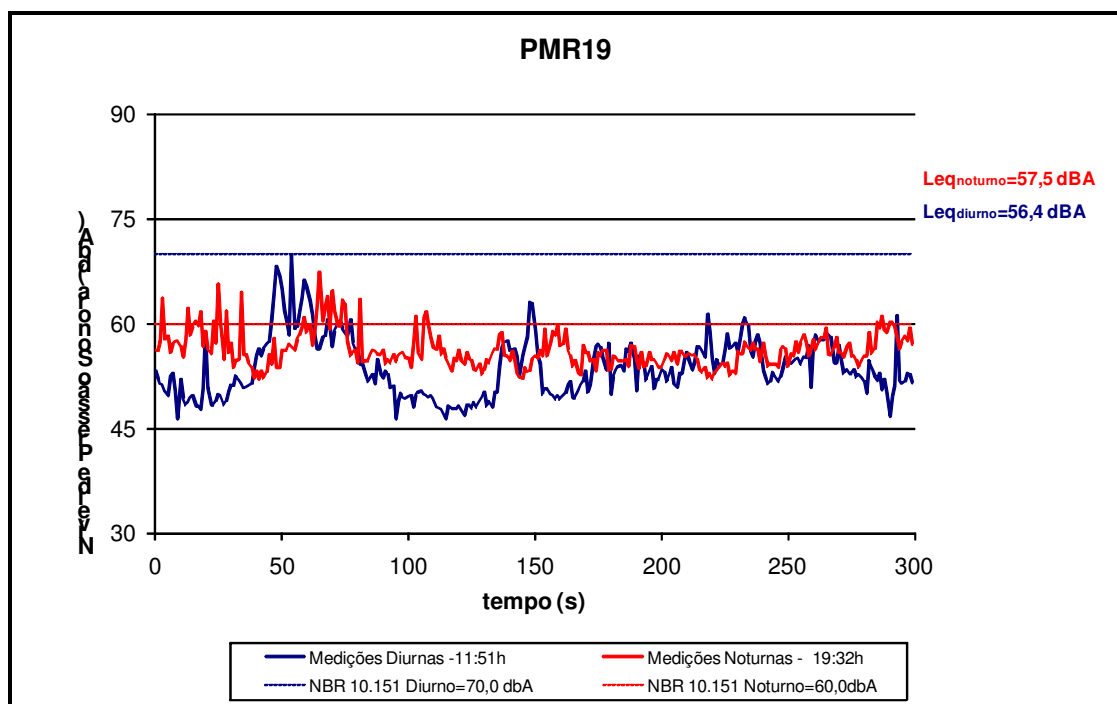


Figura V.3.3.4-20 - Variação do nível sonoro durante as medições no PMR19

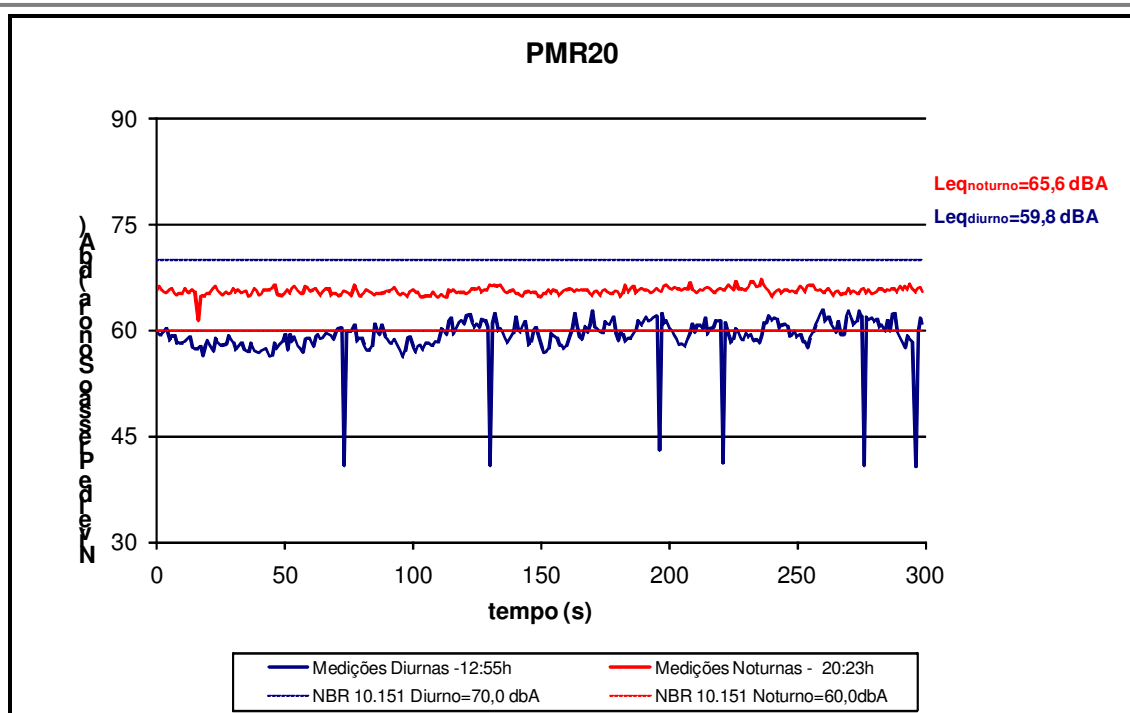


Figura V.3.3.4-21 - Variação do nível sonoro durante as medições no PMR20

De acordo com a **Tabela V.3.3.4-1** é possível observar que os pontos PMR1, PMR17, PMR18 e PMR19 não apresentaram ultrapassagens dos limites estabelecidos na NBR 10.151, para o período analisado, sendo que os demais pontos apresentaram.

Nos pontos localizados fora da área de operação do TECAB as ultrapassagens estiveram em sua maioria relacionadas a ruídos naturais da região, tais como aves, insetos e animais característicos do local, além do tráfego de veículos na rodovia RJ-106 e RJ-178 e tráfego de veículos nas ruas locais de cada bairro.

Os pontos que receberam maior influência do tráfego da rodovia RJ-106 foram os PMR5, PMR6, PMR7, PMR11 e PMR13.

O ponto PMR12 recebeu maior influência do tráfego de veículos da rodovia RJ-178.

De acordo com a norma NBR 10.151, se o nível de ruído ambiente obtido no monitoramento for superior ao Nível de Critério de Avaliação (constante na **Tabela V.3.3.2-1**) estipulado para a área e o horário em questão, o NCA assume o valor do nível de ruído ambiente.

V.3.4 - Geologia

V.3.4.1 - Aspectos Metodológicos

O **Mapa 7- Geológico** da Área de Influência Indireta (AII) incorpora a Área de Influência Direta (AID).

Foi elaborado a partir da avaliação e compilação de dados existentes apresentados no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do TECAB – Projeto de Ampliação de Processamento de Gás e Condensado de Cabiúnas elaborado para a PETROBRÁS, pela empresa Biodinâmica Engenharia e Meio Ambiente (BIODINÂMICA, 2007). A base de dados secundários existentes utilizados pela empresa de Consultoria Ambiental inclui os Mapas Geológicos do Estado do Rio de Janeiro, nas escalas 1:50.000 e 1:400.000, respectivamente, do Departamento de Recursos Minerais (DRM-RJ, 1983) e da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2000), além de cartas planialtimétricas.

Ainda foram utilizadas imagens de satélite Ikonos de alta resolução (1m) em escalas 1:10.000 e 1:25.000, com o objetivo de verificar a ocorrência das unidades geológicas, seus contatos e estruturas principais, visando detalhar as informações disponíveis da Área de Influência Direta (AID), a partir do detalhamento *in loco*, das unidades previamente reconhecidas.

A partir das avaliações prévias e do mapa disponível (BIODINÂMICA, 2007), procedeu-se ao levantamento de campo realizado em janeiro de 2011, e foi elaborado – com os eventuais ajustes – o **Mapa Geológico** da AII/AID (**Mapa 7 - Geológico / Volume II**), na escala 1:25.000, com a representação cartográfica das unidades litoestratigráficas.

Paralelamente, foram desenvolvidos os textos do diagnóstico ambiental referentes à geologia — com a descrição e características principais da Geologia, quanto às unidades litoestratigráficas reconhecidas e seus aspectos estruturais, e atributos gerais e associações com a Geomorfologia e a Geotecnia, além dos aspectos pedológicos e hidrogeológicos de interesse visando à ampliação do TECAB.

V.3.4.2 - Considerações Gerais

A Área de Influência Indireta do empreendimento encontra-se inserida no Cinturão Orogênico Atlântico ou Faixa Ribeira. Os terrenos geológicos deste compartimento (Orógeno) correspondem às estruturas produzidas pelos processos de convergência nas margens ativas das placas tectônicas, ou seja, das colagens brasileiras/pan-africanas.

Considerados os processos de convergência, os sistemas sofreram efeitos das orogêneses neoproterozóicas, caracterizadas pela deformação contracional de baixo ângulo, metamorfismo e fusão parcial das rochas supracrustais e infracrustais, seguida de cisalhamento transcorrente regional associada à intrusão de diversos corpos granitóides de dimensões variadas.

O metamorfismo associado ao evento colisional retrabalhou rochas mais antigas, com idades proterozóicas, representadas na AII e arredores imediatos pelos litotipos do Complexo Búzios, associados à ocorrência de intrusões graníticas tardi-colisionais transcorrentes, como da Suíte Desengano, representada na AII pelo Granito Carapebus.

Durante o período compreendido entre o Cretáceo Superior e Terciário Inferior (Meso-Cenozóico), ocorreu o evento magmático com intrusões básicas e alcalinas relacionado à Reativação Wealdeniana (ALMEIDA, 1967). Não há notícias de ocorrências de rochas básicas e alcalinas, e as mesmas não foram reconhecidas na área de estudo durante os levantamentos de campo realizados.

No Terciário, iniciou-se a deposição de coberturas detríticas indiferenciadas e laterizadas, em parte ou totalmente recobertas por sedimentos colúvio-aluviais, que são reconhecidos até os dias atuais (Quaternário).

Na Área de Influência Indireta, as coberturas detríticas conformam uma camada superficial de até uma dezena de metros de espessura e, na área do futuro empreendimento – Ampliação do TECAB – tais coberturas podem apresentar até duas dezenas de metros de espessura. São identificadas, com frequência, recobrindo as exposições dos litotipos do Complexo Búzios no topo das colinas e nas suas meias encostas local e regionalmente.

O pacote de coberturas detríticas indiferenciadas associadas ao colúvio recobrem as porções superiores das colinas ou conformam depósitos de encosta e, então, gradam e intercalam-se ao aluvião que ocorre nas planícies na forma de vales de fundo plano preenchidos por sedimentos fluviais grosseiros. Tais

depósitos compõem um amplo sistema de leques aluviais coalescentes que, nas suas porções mais distantes (porções distais), se interdigitam com sedimentos deltáicos, lagunares e marinhos.

Durante o Holoceno e sotoposto aos depósitos pleistocênios, desenvolveu-se nessa região costeira – onde se insere a All – um complexo de ambientes deposicionais que compreendem depósitos fluvio-lagunares, praianos marinhos e/ou lagunares.

Esses depósitos estão relacionados aos processos costeiros associados ao auge da última fase transgressiva do nível relativo do mar e sua posterior regressão.

O assoreamento da área produzido pela chegada de sedimentos fluviais, somado à remobilização destes pelos agentes da dinâmica costeira, ondas e correntes litorâneas atuantes no interior dos corpos lagunares, proporcionaram a sua segmentação. Os sedimentos acumulados nas depressões lagunares constituem um pacote composto por intercalações de areias e de lamias.

Dessa forma, em boa parte da região costeira do Estado do Rio de Janeiro, ocorre uma série de ambientes de sedimentação quaternária, associados a sistemas deposicionais de origem continental e transicional/marinho. Esse conjunto faz contato, para o lado continental, com rochas do embasamento, representadas pelo Complexo Búzios de idade meso/neoproterozóica, e pelo Granito Carapebus – Suíte Desengano (Neoproterozóico).

Regionalmente, de acordo com o Mapa Geológico do Estado do Rio de Janeiro (CPRM, 2000), os xistos e gnaisses do Complexo Búzios ocorrem dobrados – com eixo regional SW-NE – e empurrados no sentido sudoeste através de falha contracional (zona de cisalhamento de empurrão) sobre as rochas granitóides do Plúton Granítico Carapebus (Suíte Desengano).

Mais a norte-nordeste, além dos limites da All, a zona de cisalhamento de empurrão transiciona para um sistema de cisalhamento transcorrente com componente oblíquo, e que atinge, sobretudo, os litotipos do Complexo Búzios.

De modo geral, a foliação observada nas rochas metamórficas do Complexo Búzios apresenta direção geral NNW com mergulho suave (entre 15 e 35 grau) para ENE.

Um sistema de falhas tardias também é registrado no Mapa Geológico do Estado do Rio de Janeiro (CPRM, 2000). Apresenta disposição geral NNW-SSE e

sentido de mergulho indefinido. É identificado nas porções centro-norte da AI onde afetando os litotipos do Complexo Búzios, e tem continuidade para a porção sudeste da AI onde, possivelmente, conforma a estrutura principal associada aos depósitos flúvio-lagunares da Lagoa de Cabiúnas, com sua depressão francamente orientada por essa estrutura de caráter regional.

V.3.4.3 - Unidades Litoestratigráficas

(1) Complexo Búzios – MNb (Meso/Neoproterozóico)

Os paragneisses do Complexo Búzios subdividem-se em três associações litológicas: metapelítica, calcio-silicática e anfibolítica.

A primeira consiste em sillimanita-cianita-feldspato gnaiss, biotita gnaiss, granada-biotita gnaiss e quartzito feldspático.

A segunda compreende duas formas de ocorrência: níveis “boudinados” e intercalados nas associações pelíticas e anfibolítica, e níveis de biotita-diopsídio gnaiss com espessura de, no máximo, 6m.

A terceira associação é constituída de anfibolito, diopsídio gnaiss e granada-anfibólio gnaiss.

Em relação aos aspectos estruturais desta unidade, Schmit et al. (1999) caracterizaram um evento tangencial precoce com transporte tectônico para NW, possivelmente de idade cambriana.

De modo geral, as exposições de litotipos identificados como sendo do Complexo Búzios na AI em vários afloramentos – cortes de rodovias e estradas vicinais, e exposições de encostas retaludadas – indicam que os maciços rochosos sofreram intensa alteração supérgena, não tendo sido observadas ocorrências de rocha sã.

Nas exposições de cortes com solos derivados das rochas do Complexo Búzios, predominam os xistos, com gnaisses subordinados, além de rara ocorrência de leucogranito granatífero.

As rochas metamórficas e intrusivas associadas do Complexo Búzios e seus solos residuais (eluviais) têm ampla área de ocorrência na AI/AID sendo identificadas como uma faixa extensa na porção central de direção geral sudoeste-nordeste, além de ocorrências menores na extremidade noroeste.

As rochas do Complexo Búzios são recobertas nas porções sudoeste, sul e centro-leste-nordeste por depósitos marinhos e fúvio-marinhos, e, a oeste-noroeste, pelos depósitos colúvio-aluvionares associados às várzeas do Canal de Macaé e afluentes e encostas inferiores das colinas presentes na região.

Na All, os depósitos coluviais gradam e/ou recobrem parcialmente as coberturas detríticas indiferenciadas terciário-quadernárias e, essas coberturas recobrem amplamente os solos residuais (eluviais) derivados xistos e gnaisses do Complexo Búzios.

A seguir são apresentadas fotos contendo as características principais das exposições dos litotipos do Complexo Búzios e seus solos residuais (eluviais).



Foto V.3.4.3-3 - Porção norte da AID. Corte em encosta para implantação de estrada interna do TECAB. Rara exposição do solo residual jovem argiloso e variegado (roxo, vinho e branco), derivado de xistos do Complexo Búzios, com veio de quartzo na posição original.

Foto V.3.4.3-4 - Porção norte-noroeste da All. Exposição na Rodovia RJ-108. Exposição de solo residual jovem derivado de rochas do Complexo Búzios representadas no local por quartzo-muscovita-biotita xisto com granada e sillimanita, com veios pegmatóides (paralelos) e de quartzo (ortogonais à xistosidade).



Foto V.3.4.3-5 – Porção norte-nordeste da All. Rodovia RJ-178. Corte em encosta com exposição de solo residual derivado de xistos do Complexo Búzios, capeado por cobertura detrítico laterítica. A xistosidade se encontra preservada e observam-se dobras suaves com falhas associadas.



Foto V.3.4.3-6 - Porção sudoeste da All. Corte de encosta junto à avenida de integração da Rodovia RJ-108 com o bairro Parque Aeroporto. Exposição de solo residual jovem variegado derivado de xistos do Complexo Búzios e constituído por argila silto-arenosa e silte argilo-arenoso, micáceo, pouco caulínico

(2) Granito Carapebus – Suite Desengano – Ny2dca (Neoproterozóico)

Nas porções oeste e sudoeste da All ocorrem rochas granitóides pertencentes ao Granito Carapebus – Suíte Granítica Desengano, cujos corpos intrusivos constituem granitóides tardi-colisionais transcorrentes.

São descritos, de acordo com o Mapa Geológico do Estado do Rio de Janeiro (CPRM, 2000) como granito Tipo-S com granada, muscovita e biotita de granulação grossa, textura granoblástica e porfirítica (augen), com forte foliação transcorrente e, localmente, podem ser observados domínios e manchas charnockíticas portadoras de granada e ortopiroxênio. Xenólitos e restitos de paragneisse parcialmente fundidos (migmatitos de injeção) ocorrem com frequência.

Observa-se no Mapa Geológico do Estado do Rio de Janeiro (CPRM, 2000), que o contato verificado nas porções oeste e sudoeste da All é tectônico. Falhas

contracionais, associadas com zonas de cisalhamento de empurrão, colocam os litotipos milonitizados do Complexo Búzios em contato com as rochas granitóides do Granito Carapebus.

As relações de contato tectônico, contudo, não foram observadas no campo, em grande parte devido à extensão da ocorrência dos depósitos aluviais associados à várzea do Canal de Macaé, que acabam por recobrir grande parte das unidades pré-cambrianas nesta região.

(3) Coberturas Detríticas Indiferenciadas (Terciário-Quaternário – Pleistoceno-Holoceno)

Sobre as rochas metamórficas e intrusivas associadas do Complexo Búzios e seus solos residuais (eluviais) que conformam as colinas presentes na região da Macaé e terrenos da All e, da mesma forma, na região do polígono do TECAB e seu entorno imediato, observam-se extensos depósitos de coberturas detríticas indiferenciadas – e com freqüência laterizadas em graus variados – sendo consideradas como depósitos de idade Tércio-quaternária.

As Coberturas Detríticas Indiferenciadas são reconhecidas em diversos cortes de rodovias e estradas vicinais e, particularmente, predominam amplamente no polígono do TECAB e arredores imediatos. Comumente os litotipos associados às Coberturas Detríticas Indiferenciadas apresentam-se evoluídos para solos eluviais maciços e homogêneos, semelhantes aos depósitos coluviais identificados na região e, com freqüência, no polígono do TECAB.

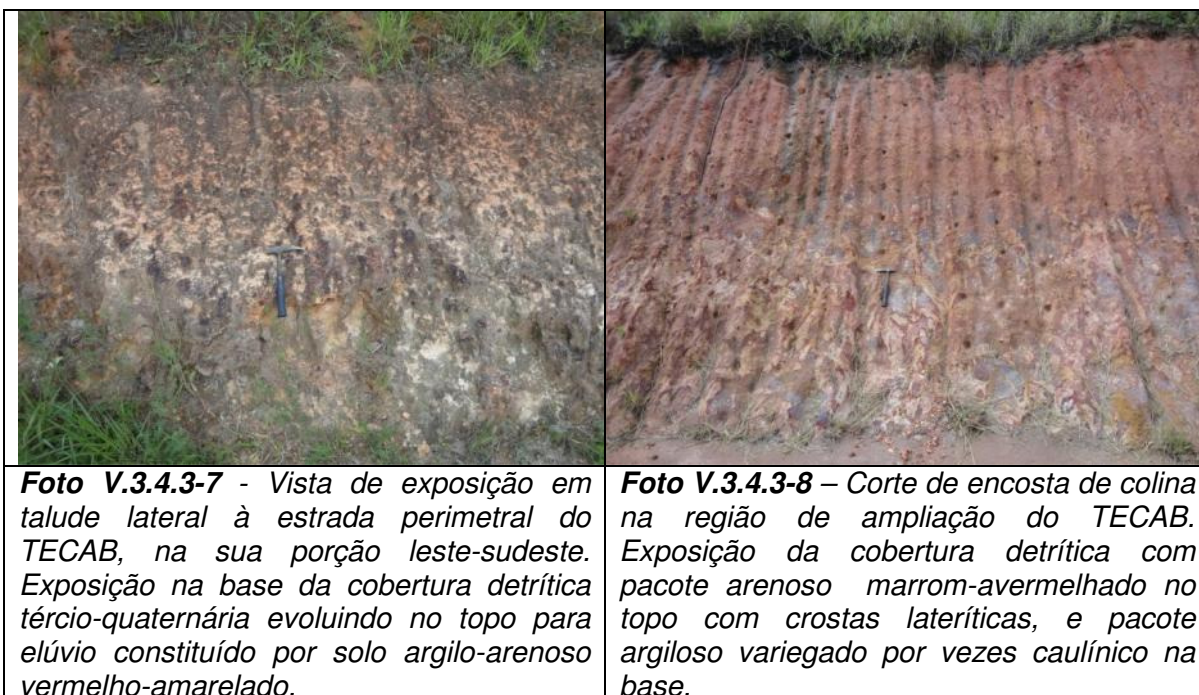
Na região da futura ampliação do TECAB, objeto deste estudo, as Coberturas Detríticas Indiferenciadas Tércio-quaternárias predominam, sendo reconhecidos dois litotipos principais: pacote arenoso marrom-avermelhado no topo com crostas lateríticas associadas, e pacote argiloso variegado (branco e roxo predominam) por vezes caulínico.

As Coberturas Detríticas Indiferenciadas Tércio-quaternárias são identificadas na forma de camadas delgadas – com espessuras inferiores a um metro – ou até pacotes mais espessos e com ampla continuidade lateral, como se observa na região da ampliação do TECAB, onde podem atingir cerca de duas dezenas de metros de espessura.

Comumente, as coberturas detríticas ocupam o topo das colinas e suas meias encostas e recobrem, com frequência, os solos residuais (eluviais) derivados dos litotipos – xistos e gnaisses – do Complexo Búzios.

Pode-se afirmar que nos terrenos da AI identificadas como pertencentes ao Complexo Búzios, as Coberturas Detríticas Indiferenciadas Tércio-quaternárias também estão presentes, ocorrendo sobrepostas aos solos dos xistos e gnaisses.

A seguir são apresentadas fotos contendo as características principais das exposições das Coberturas Detríticas Indiferenciadas Tércio-quaternárias.



<i>laterização conformando crostas irregulares e de diversas direções.</i>	<i>arenoso com areia mal selecionada – de fina a grossa – e diversos fragmentos e seixos angulosos de quartzo de veio.</i>
	
Foto V.3.4.3-11 - Porção leste-sudeste do TECAB, na AID. Corte lateral à estrada perimetral do Terminal. Detalhe da transição/evolução supérgena da cobertura detrítica tércio-quaternária para o solo eluvial areno-argiloso amarelo e homogêneo, com fragmentos lateríticos.	Foto V.3.4.3-12 - Vista de exposição em talude de implantação de estrada interna do Terminal. Porção noroeste do TECAB. Exposição de solo eluvial derivado de cobertura detrítica tércio-quaternária. No local o elúvio é formado por solo argilo-arenoso marrom-avermelhado a amarelado.

(4) Depósitos Colúvio-aluvionares – Qha (Quaternário – Holoceno)

O acúmulo de material detrítico, eventualmente, pode dar origem às rampas de colúvio (predomínio de material fino) e, quando mais inclinados associados às encostas íngremes de morros e serras, aos depósitos de tálus (predomínio de material grosseiro) reconhecidos junto à base e à meia-encosta destes relevos.

São materiais que sofreram transporte por gravidade, por movimentos de massa do tipo rastejo ou escorregamentos. Encontram-se constituídos por material de espessura, extensão e granulometria variada, que envolve desde argila até blocos de rocha e matações provenientes do embasamento, predominando os depósitos fluviais areno-siltico-argilosos com camadas de cascalheiras.

De modo geral na AII/AID e, particularmente no polígono do TECAB e na área de implantação, ocorrem colinas e relevos mais suavizados, o que implica na conformação de depósitos coluviais que pequena espessura, porém com grande distribuição lateral. Foram reconhecidos recobrimdo diretamente os solos eluviais desenvolvidos a partir da alteração supérgena dos xistos e dos gnaisses do Complexo Búzios e, da mesma forma, ocorrem sotopostos às Coberturas

Detríticas Indiferenciadas Tércio-quaternárias. Em ambas as situações é comum a presença de cascalheira (*stone line*) constituída por fragmentos angulosos – com 2,0cm a 4,0cm de lado, preferencialmente – de quartzo e de laterita.

O coluvião depositado por rastejo imediatamente sobre a linha de pedras ou diretamente sobre os solos eluviais derivados do Complexo Embu ou das Coberturas Detríticas Indiferenciadas Tércio-quaternária, é constituído por solo argilo-arenoso amarelo ou marrom-amarelado claro e homogêneo.

Na porção mais distal em relação às colinas, ocorrem sedimentos aluviais arenosos e lamosos, eventualmente com cascalheiras, localizados em regiões de baixa declividade e ao longo das drenagens. Eventualmente, são reconhecidos depósitos de terraços mais antigos, em cotas topográficas relativamente elevadas quando comparadas aos vales das drenagens principais, sugerindo importante evolução da dinâmica superficial recente, possivelmente no quaternário.

Em outras situações, observa-se a interdigitação dos sedimentos colúvio-aluviais com os depósitos deltáicos, lagunares ou praias marinhos.

A seguir são apresentadas fotos contendo as características principais dos depósitos coluviais e aluviais na área de estudo.





Foto V.3.4.3-15 - Vista de corte recente em encosta de colina ampla no interior do TECAB, na sua porção sudeste, além dos limites da Área de Ampliação do Empreendimento. Exposição de colúvio constituído por solo argilo arenoso marrom amarelado (ocre) homogêneo.



Foto V.3.4.3-16 - Porção noroeste da AID. Corte em colina na implantação de pista interna do TECAB. Ocorrência de linha de pedras associada ao colúvio depositado sobre as coberturas detríticas indiferenciadas e seus solos eluviais. A camada é constituída essencialmente por fragmentos de carapaças e de crostas lateríticas.



Foto V.3.4.3-17 - Vista geral da região oeste-sudoeste da AII. Ampla várzea associada ao Canal de Macaé, onde ocorre a unidade Depósito Colúvio-aluvionar. Na várzea predominam amplamente os sedimentos aluviais quaternários mais recentes (Holoceno).



Foto V.3.4.3-18 - Vista geral de uma drenagem na porção noroeste do TECAB. Várzea restrita instalada entre colinas onde ocorrem os sedimentos aluviais quaternários.



Foto V.3.4.3-19 - Vista de várzea interna na porção sudeste do TECAB. O local se encontra em obra com escavação e exposição de solos aluviais constituídos por areia média e grossa pouco argilosa, cinza-clara.



Foto V.3.4.3-20 - Porção sudoeste da All. Vista do Canal de Macaé e da várzea onde ocorrem depósitos aluviais.

(5) Depósitos Marinhos e Flúvio-marinhos – Qphm (Quaternário – Pleistoceno/Holoceno)

As fácies arenosas que os constituem são interpretadas como sendo de origem praiana marinha e/ou flúvio-marinho e flúvio-lagunar, recobertas por areias eólicas.

As fácies praianas são compostas por areias quartzosas, médias até muito finas, de coloração amarelo-clara.

As fácies eólicas que se encontram sobrejacentes são compostas de areias quartzosas de granulometria fina e coloração amarelo-acastanhada.

Os depósitos flúvio-marinhos são siltico-arenosos-argilosos, ricos em matéria orgânica, e englobam linhas de praias atuais (holocênicas) e antigas (pleistocênicas), além de manguezais.

Os depósitos arenosos pleistocênicos são bem desenvolvidos. A altitude da parte externa desse terraço é pequena e, a partir da lagoa de Cabiúnas, as areias da praia atual transgridem sobre as areias pleistocênicas. A maior parte dos depósitos arenosos litorâneos deve ser de idade pleistocênica.

A seguir são apresentadas fotos com as características principais dos depósitos marinhos, e flúvio-marinhos na área de estudo.



Foto V.3.4.3-21 - Porção sudeste, próximo ao limite AID/AII. Visada para leste-nordeste. Vista dos terrenos planos associados aos depósitos marinhos e flúvio-marinhos. No local predominam depósitos arenosos associados às antigas linhas de praia.



Foto V.3.4.3-22 – Porção sudeste da AII. Visada para sudoeste. Vista da linha de praia atual com depósitos arenosos em terrenos planos associados aos depósitos marinhos e flúvio-marinhos.



Foto V.3.4.3-23 - Porção centro-leste da AII, nas proximidades da AID. Visada para sudoeste, a partir da Rodovia RJ-178. Terrenos aplanados onde predominam os depósitos marinhos e flúvio-marinhos, atuais e recentes

(6) Depósitos Flúvio-lacustrinos - Qhfl (Quaternário – Holoceno)

Estes depósitos encontram-se registrados na área através de uma sedimentação superficial areno-lamosa em torno da lagoa de Cabiúnas, sobrejacente a camadas de areias biodetríticas e sedimentos lamosos de fundo lagunar. Em algumas áreas, tem-se a presença de turfas. Predominam depósitos de argila rica em matéria orgânica.



Foto V.3.4.3-24 - Porção sudeste da AI, próximo à Lagoa de Cabiúnas. Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. Exposição de areias finas e argilas com matéria orgânica associados aos depósitos flúvio-lacustrinos.

V.3.5 - Geomorfologia

V.3.5.1 - Aspectos Metodológicos

O **Mapa 8 - Geomorfológico (Volume II)** da Área de Influência Indireta (AI) incorpora a Área de Influência Direta (AID). O mesmo foi elaborado a partir da avaliação e compilação de dados existentes apresentados no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do TECAB – Projeto de Ampliação de Processamento de Gás e Condensado de Cabiúnas – realizado para a PETROBRÁS, pela Biodinâmica Engenharia e Meio Ambiente (BIODINÂMICA, 2007), que consultou os trabalhos do RADAMBRASIL e CPRM (Mapa Geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro, escala 1:250.000, 2000), além de pesquisa bibliográfica, análise de imagens de satélite, cartas topográficas do IBGE e mapas geológicos.

Também foi realizada uma interpretação preliminar das imagens de satélite, associada aos dados do modelo digital do terreno, com o objetivo de verificar a ocorrência das unidades geomorfológicas, seus contatos e os processos morfodinâmicos principais, visando detalhar as informações disponíveis da Área de Influência Direta (AID), a partir do detalhamento *in loco*, das unidades geomorfológicas e unidades de relevo previamente reconhecidas.

A partir das avaliações prévias e do mapa disponível (BIODINÂMICA, 2007), a Geomorfologia da AII foi verificada considerando-se os aspectos fisiográficos, morfológicos e morfométricos (declividade das encostas, densidade de drenagem e amplitude topográfica), bem como a dinâmica dos processos geomorfológicos, ocorrência e suscetibilidade à erosão, levando-se em conta os litotipos e as estruturas identificadas no estudo da Geologia. Durante os levantamentos de campo realizados em janeiro de 2011, foram verificados, *in loco*, os limites das unidades previamente delimitadas, bem como realizadas as necessárias complementações às informações básicas consideradas.

Após a consolidação dos dados de campo e de escritório, procedeu-se à verificação final e elaboração do mapa geomorfológico em escala de 1:50.000 (**Mapa 8 – Geomorfológico AII/AID**, apresentado no **Volume II** do EIA), contendo a legenda das unidades de relevo, abordando a fisiografia e morfologia do terreno, com os aspectos da dinâmica dos processos geomorfológicos. O texto apresentado a seguir aborda os diversos aspectos levantados em campo e apresentado no **Mapa Geomorfológico**.

V.3.5.2 - Considerações Gerais

A área de estudo abrange parte das unidades morfoestruturais Cinturão Orogênico do Atlântico e Bacias Sedimentares Cenozóicas. A primeira dessas unidades está representada, na região, pela unidade geomorfológica ou morfoescultural Superfície Aplainada do Litoral Leste Fluminense, e a segunda, pela unidade geomorfológica ou morfoescultural Planícies Costeiras.

O Cinturão Orogênico do Atlântico compreende um conjunto diversificado de rochas metamórficas – representado na área de estudo pelo Complexo Búzios – e ígneas de idades proterozóicas até eopaleozóicas (cambrianas), não identificadas na área. Tais rochas foram submetidas à orogênese e suas deformações que culminaria, no final do Proterozóico (Neoproterozóico), com o evento Brasileiro.

Os sedimentos inconsolidados das planícies flúvio-marinhas e costeiras foram gerados ao longo de ciclos transgressivos e regressivos da linha da costa durante o Quaternário.

As unidades morfoesculturais delineadas 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. Esse conjunto de eventos resultou na atual configuração da região em estudo.

Atualmente, a erosão tem fraca intensidade, atuando, principalmente, através do escoamento superficial difuso, favorecendo mais a pedogênese (aprofundamento do manto de alteração) do que a morfogênese.

As formas de relevo mais conservadas (colinas amplas, médias e tabulares (pequenas) e planícies) não oferecem restrições quanto ao uso e ocupação, pois se trata de formas amplas com poucos desníveis e consideradas, geralmente, estáveis.

V.3.5.3 - Unidades Geomorfológicas

(1) Geral

A conformação e delimitação das unidades geomorfológicas – unidades regionais – baseia-se na homogeneidade das formas de relevo e na sua gênese comum em relação aos fatores litoestruturais e climáticos, procurando-se retratar as paisagens da região.

(2) Superfície Aplainada do Litoral Leste Fluminense

Tal unidade consiste numa extensa zona colinosa com topografia uniforme e topos nivelados de baixa amplitude de relevo em cotas que variam de 30 a 80 metros de altitude. Caracteriza-se por uma depressão marginal entre a escarpa da serra de Macaé (fora da área estudada) e o oceano, estando delimitada por baixadas fluviais e flúvio-lagunares e marinhas. O relevo contendo colinas suaves é predominante, sendo o mesmo esculpido e drenado por pequenos tributários do rio Macaé ou por outras drenagens que deságuam diretamente no oceano.

A unidade geomorfológica Superfície Aplainada do Litoral Leste Fluminense pertence à Unidade Morfoescultural Superfícies Aplainadas nas Baixadas Litorâneas.

(3) Feixes de Cordões Arenosos de Jurubatiba

A referida unidade é constituída por um empilhamento de feixes de cordões litorâneos de origem marinha, de idade pleistocênica, apresentando uma série de pequenas lagoas situadas ao longo da linha da costa. Na área de interesse, a lagoa de Cabiúnas desenvolve-se em direção ortogonal àquela linha e, em parte, paralela ao longo das depressões embrejadas entre os cordões arenosos.

Segundo DIAS e GORINI (1980), as lagoas dessa região – incluindo Carapebus e Preta – instalaram-se sobre uma camada arenosa durante a formação de cristas de praias e são truncadas pelo cordão litorâneo em linha de costa retrogradante, ou seja, por restinga de caráter transgressivo. O contorno das margens (formato retilíneo da margem adjacente à restinga) sugere que tais lagoas eram mais largas e associavam-se a uma restinga mais larga que a atual.

O deslocamento da restinga em direção ao continente provocou o truncamento das lagoas, possivelmente causado por um movimento eustático positivo. Outras interpretações sugerem, entretanto, que a lagoa de Cabiúnas, atualmente, resulta da estagnação da drenagem barrada pela formação dos sucessivos cordões litorâneos que mostram um crescimento da costa no sentido do mar.

A unidade geomorfológica Feixe de Cordões Arenosos de Jurubatiba é parte integrante da Unidade Morfoescultural Planícies Costeiras.

(4) Baixada do Rio Macaé

A unidade ocupa a porção sudoeste da AI e associa-se à várzea do rio Macaé. É representada por depósitos aluviais nas porções mais interiores do continente, e pelos depósitos flúvio-marinhos quando mais próximos à linha costeira.

Segundo (Martin & Suguio, 1989), os sedimentos inconsolidados das planícies flúvio-marinhas (baixadas) foram gerados ao longo dos ciclos transgressivos e regressivos da linha de costa durante o Quaternário. A partir do último máximo transgressivo, a atual linha de costa registra um “afogamento” generalizado do relevo, observado nas atuais rias, baías e lagoas e nas colinas nos recôncavos das baixadas.

A unidade geomorfológica Baixada do Rio Macaé é parte integrante da Unidade Morfoescultural Planícies Flúvio-marinhas (Baixadas).

V.3.5.4 - Unidades de Relevo da All e da AID

Com base nas imagens de satélite Landsat ETM 7 e Ikonos (2002/2004), fotos aéreas (1:60.000) e cartas topográficas (1:50.000), foram identificadas e delimitadas 5 (cinco) unidades ou sistemas de relevo existentes na All (BIODINÂMICA, 2007).

Foram separados conjuntos de formas de relevo com textura e padrão semelhantes, levando em conta a amplitude altimétrica, gradiente, geometria dos topos e vertentes, densidade e padrão de drenagem.

Em função das formas de relevo predominantes — superfícies de relevo ondulado a suave ondulado, às vezes, quase planos e planos, com dissecação e aprofundamento fraco —, a morfodinâmica tem fraca intensidade e se realiza principalmente através do escoamento superficial e subsuperficial, favorecendo o aprofundamento do manto de decomposição. Tais características contribuem para que as formas de relevo existentes na maior parte da área de influência do empreendimento sejam consideradas estáveis do ponto de vista geomorfológico.

As relações entre os diferentes compartimentos com base nos processos geomorfológicos gerais (processo de mobilização, transporte e deposição) são apresentadas no item **V.3.5.5 — Aspectos Morfodinâmicos**, adiante.

(1) Planícies Fluviais – Pf

São representadas por superfícies subhorizontais formando planícies de inundações, terraços fluviais e leques alúvio-coluviais, com gradientes extremamente suaves.

Apresentam ampla correlação com a unidade geológica dos Depósitos Colúvio-aluvionares (Qha), tem direção geral nordeste-sudoeste e foram cartografadas nas porções oeste-noroeste – associadas ao Canal de Macaé – sudoeste e centro-nordeste, incluindo os arredores do TECAB.

A seguir são apresentadas **Fotos V.3.5.4-1 a V.3.5.4-4** com as características principais da unidade de relevo Planícies Fluviais (Pf).



Foto V.3.5.4-1 - Extremidade sudoeste da All. Visada para nordeste. A partir da encosta de uma colina vista para a ampla várzea com alagadiços da Unidade de Relevo Pf – Planícies Fluviais, onde se encontra instalado o Canal de Macaé, de direção geral NE-SW.



Foto V.3.5.4-2 – Porção oeste da All. Visada para norte-nordeste. Vista das áreas alagadiças e de várzea da Unidade de Relevo Pf – Planícies Fluviais. Ao fundo colinas médias da Unidade de Relevo Cm.



Foto V.3.5.4-3 - Limites da All, na sua porção norte-noroeste. Visada para oeste. A partir de uma colina, vista para a Unidade de Relevo Planícies Fuviais (Pf).



Foto V.3.5.4-4 - Empreendimento nos terrenos da AID, a sudoeste do TECAB. Visada para leste-nordeste. A partir da encosta de uma colina média da Unidade de Relevo Cm, vista para os terrenos planos da Unidade de Relevo Pf – Planícies Fluviais, tendo ao fundo a Unidade de Relevo Pm – Planícies Flúvio-marinhas.

(2) Planícies Flúvio-marinhas – Pm

São constituídas por terrenos arenosos de terraços marinhos, cordões arenosos e campos de dunas compondo superfícies subhorizontais, com micro-relevo ondulado de amplitudes topográficas inferiores a 15m, gerado por processos de sedimentação marinha e/ou eólica. São terrenos bem-drenados, com padrão de drenagem paralelo acompanhando as depressões intercordões.

Apresentam ampla correlação com as unidades geológicas dos Depósitos Marinho e Flúvio-marinhos (Qphm) e dos Depósitos Flúvio-lacustrinos (Qhfl) Colúvio-aluvionares (Qha). São cartografadas por toda a extensão meridional da AII/AID na forma de uma faixa distribuída juto à costa com direção geral sudoeste-nordeste, sendo reconhecida além dos limites do TECAB.

A seguir são apresentadas **Fotos V.3.5.4-5 a V.3.5.4-8** que apresentam as características principais da unidade de relevo Planícies Flúvio-marinhas (Pm).





(3) Colinas Pequenas – Cp

Apresentam relevo de colinas baixas, com interflúvios pequenos, vertentes convexas e topos arredondados com sedimentação de colúvios e alúvios, densidade de drenagem baixa a média com padrão de drenagem variada e amplitudes topográficas inferiores a 25m.

Apresentam ampla correlação com os litotipos metamórficos – xistos e gnaisses – do Complexo Búzios, sendo delimitadas na forma de duas manchas irregulares na AII/AID: ocorrência menor na porção sudoeste e ocorrência maior na porção norte-noroeste, ambas reconhecidas além dos limites do polígono do TECAB.

A seguir são apresentadas **Fotos V.3.5.4-9 e V.3.5.4-10** representativas das características observadas na unidade de relevo Colinas Pequenas (Cp) durante os levantamentos de campo.



Foto V.3.5.4-9 - Vista das proximidades do TECAB, com visada para noroeste, a partir da AID. Unidade de Relevo Cp – Colinas pequenas, em terrenos da AII.

Foto V.3.5.4-10 – Vista a partir da Rodovia RJ-108. Visada para norte. Porção central da Unidade de Relevo Cp – Colinas pequenas, em terrenos da AII.

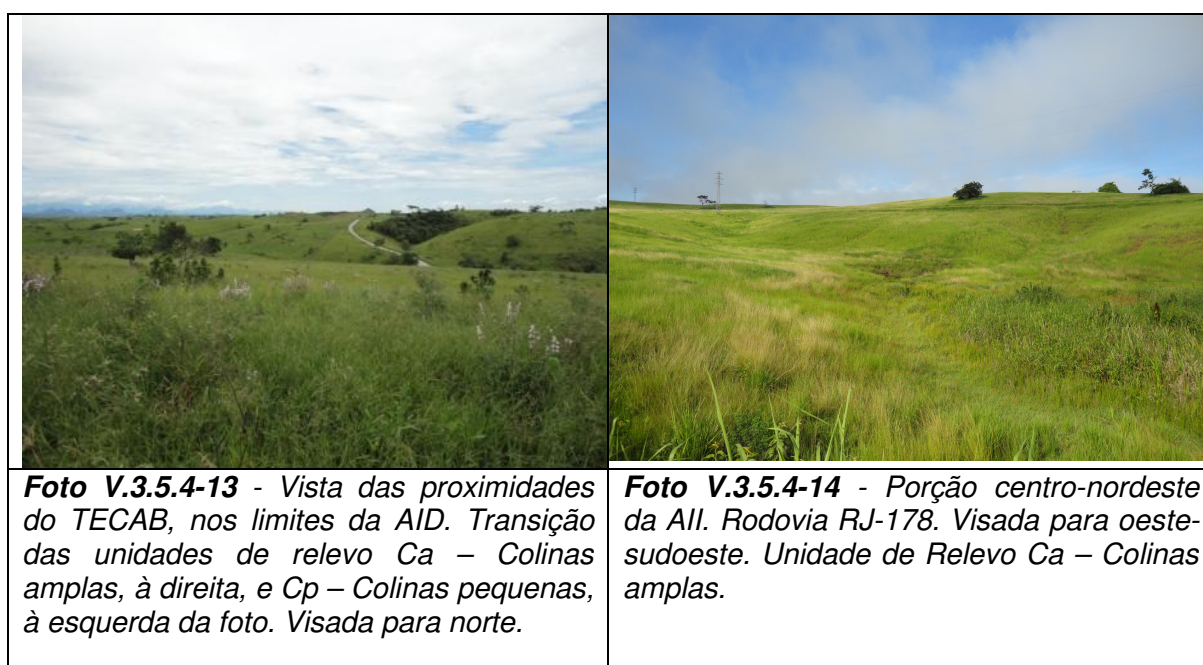
(4) Colinas Amplas – Ca

Apresentam relevo de colinas pouco dissecadas, com vertentes convexas e topos arredondados, por vezes, tabulares, gradientes suaves, densidade de drenagem muito baixa, com padrão de drenagem dendrítico ou retangular, amplitudes topográficas inferiores a 40m.

Também exibem ampla correlação com os litotipos metamórficos – xistos e gnaisses – do Complexo Búzios, e ocorrem na forma de uma extensa faixa central da área de estudo, com distribuição geral sudoeste-nordeste, ocupando uma área menor na porção sudoeste da AII e amplas áreas na porção centro-nordeste.

O polígono do TECAB – com exceção de uma pequena mancha da sua face sudoeste – encontra-se quase que integralmente assentado em terrenos pertencentes à unidade de relevo Colinas Amplas.

A seguir são apresentadas **Fotos V.3.5.4-11 a V.3.5.4-14** com características representativas da unidade de relevo Colinas Amplas (Ca).



(5) Colinas Médias – Cm

Apresentam relevo de colinas dissecadas, com vertentes convexas, topos arredondados ou alongados, com sedimentação de colúvios e alúvios, gradientes suaves a médios, densidade de drenagem média, padrão de drenagem variável, amplitudes topográficas inferiores a 75m.

Mantém a correlação com os xistos e gnaisses do Complexo Búzios, e ocorrem na forma de manchas irregulares, duas delas na porção centro-sudoeste, a menos ocupa a extremidade norte, enquanto que a maior delas encontra-se

delimitada na extremidade oeste-noroeste em contato com a unidade de relevo Planícies fluviais Pf.

Ocupa a maior parte da porção sudoeste da AID, sendo ainda identificada no limites do polígono do TECAB, nas proximidades da Área de Ampliação do Empreendimento, imediatamente a oeste.

A seguir são apresentadas **Fotos V.3.5.4-15 a V.3.5.4-18** com características representativas da unidade de relevo Colinas Médias (Cm).

	
Foto V.3.5.4-15 - Limites da AID/AII, na sua porção sudoeste. Visada para noroeste. Terrenos da Unidade de Relevo Cm – Colinas médias, com ocorrência restrita da Unidade de Relevo Pf – Planícies Fluviais.	Foto V.3.5.4-16 – Vista a partir do polígono do TECAB. Unidade de Relevo Cm – Colinas médias. Visada para oeste-sudoeste.
	
Foto V.3.5.4-17 - Limites da AII, porção centro-norte. Visada para norte-nordeste. A partir da Unidade de Relevo Ca – Colinas amplas, vista para a Unidade de Relevo Cm – Colinas médias.	Foto V.3.5.4-18 – Vista geral da Unidade de Relevo Cm – Colinas médias na região noroeste da AII. Visada para leste.

V.3.5.5 - Aspectos Morfodinâmicos

Na região da AII/AID predominam superfícies de relevo ondulado a suave ondulado, às vezes, quase planos e planos, com dissecação com aprofundamento fraco. Com relação aos processos morfogenéticos, predomina o escoamento superficial, e esse processo tem influência reduzida, dado o tipo do modelado e da espessa cobertura das formações superficiais – coberturas detríticas indiferenciadas tércio-quadernárias, frequentemente laterizadas, solos eluviais desenvolvidos a partir da alteração de rochas xistosas e gnáissicas do Complexo Búzios apresentando espesso manto de intemperismo e solos coluviais – onde predominam as texturas argilosa e argilo-arenosa e, mais raro, a textura areno-argilosa.

Em função dessas condições, a morfodinâmica tem fraca intensidade, sendo identificados processos de escoamento superficial e subsuperficial, o que tende a favorecer o aprofundamento do manto de decomposição. Esses atributos contribuem para que a intensidade morfodinâmica na maior parte da AII/AID seja enquadrada na faixa estável.

As formas de relevo dissecadas (colinas amplas, médias e pequenas) não oferecem restrições quanto ao uso e ocupação, compreendendo formas mais ou menos amplas e convexas com poucos desníveis e consideradas, geralmente, estáveis.

Podem ocorrer fenômenos de erosão laminar e de rastejo, e também é verificada a ocorrência de erosão linear, essa última forma e em geral associada aos cortes de rodovias e estradas vicinais, assim como em taludes e eventuais plataformas conformados após a remoção da cobertura do solo superficial, expondo os solos eluviais menos evoluídos – solos residuais jovens – derivados dos xistos e gnaisses do Complexo Búzios, onde os processos erosivos podem ser mais intensos, sendo freqüentes a observação de sulcos superficiais e de eventuais ravinas, principalmente em solos mais areno-siltosos.

Os cursos d' água que drenam a planície costeira apresentam regime hidráulico subordinado aos efeitos das chuvas e também das marés, com possibilidades de enchentes significativas quando da conjugação desses dois fatores, inundando setores da baixada.

Nas planícies flúvio-marinhas — áreas baixas da planície costeira —, a ocupação urbana tem trazido problemas de inundações periódicas, geralmente, nos anos de chuvas excepcionais ou mesmo quando as chuvas normais coincidem com as marés de cheia.

As **Fotos V.3.5.5-1 a V.3.5.5-4** mostram algumas características dos processos morfodinâmicos.



Foto V.3.5.5-1 - Porção sudoeste da All. Corte de encosta. Rod. RJ-108 – Bairro Parque Aeroporto. Exposição de solo eluvial derivado de xistos do Complexo Búzios. Instalação de processo erosivo na forma de sulcos superficiais.



Foto V.3.5.5-2 – Porção norte da AID. Estrada vicinal interna do TECAB. Instalação de sulcos erosivos profundos. Erosão instalada sobre solo residual (eluvial) derivado de xistos do Complexo Búzios.

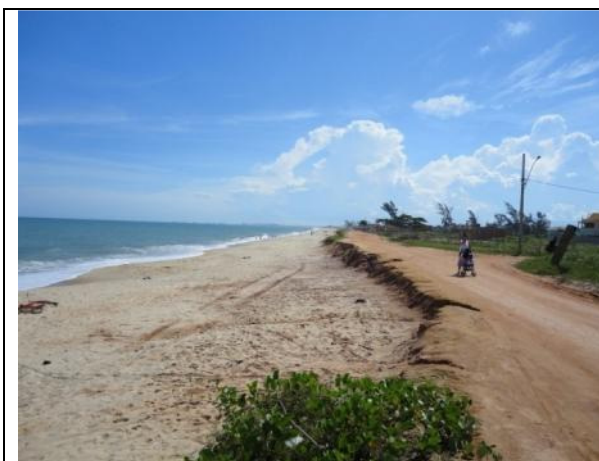


Foto V.3.5.5-3 - Porção sul-sudeste da All. Aterro implantado sobre os cordões arenosos associados aos depósitos flúvio-marinhos. Remoção parcial do aterro lançado a partir do vai-e-vem das ondas.



Foto V.3.5.5-4 – Porção sudoeste do TECAB, na região da futura ampliação. Talude subvertical com exposição das coberturas detríticas indiferenciadas parcialmente laterizadas. Solos argilosos a areno-argilosos resistentes aos processos erosivos e enquadrados como estáveis.

V.3.6 - Geotecnia

V.3.6.1 - Aspectos Metodológicos

A partir do reconhecimento das unidades geológicas que ocorrem na AII/AID e dos tipos de relevo identificados na região de estudo do futuro empreendimento, foram delimitados terrenos com características geotécnicas semelhantes quantos aos processos de movimentos de massa e escorregamentos, aos processos erosivos, além de outros, tais como inundações, recalques, assoreamento, recalques diferenciais, comumente associados aos depósitos recentes – terciários e quaternários – continentais, marinhos e/ou transicionais.

Foram individualizadas 3 unidades geotécnicas, quais sejam:

- Unidade Geotécnica associada aos relevos de colinas conformados sobre as rochas metamórficas do Complexo Búzios e das rochas granitóides do Granito Carapebus;
- Unidade Geotécnica associada aos depósitos continentais colúvio-aluviais, e
- Unidade Geotécnica associada aos depósitos marinhos e mistos (transicionais) presentes na faixa costeira.

As unidades geotécnicas integradas e reconhecidas na AII/AID são descritas a seguir e podem ser observadas no **Mapa 9 - Mapa Geotécnico da AII/AID / Volume II**.

Na região do futuro empreendimento – Ampliação do TECAB – a ser instalado na porção sudoeste do polígono industrial, procedeu-se ao levantamento detalhado das unidades geológico-geotécnicas reconhecidas no campo. Também foram realizadas 12 sondagens a trado para a instalação de poços de monitoramento e coletas de amostras de solo e de água subterrânea, além de 6 sondagens para a execução de ensaios de infiltração no solo na zona não saturada e outras 3 sondagens para a obtenção de 4 amostras representativas das unidades geológico-geotécnicas para a realização de ensaios geotécnicos específicos realizados e que inclui, dentre outros, a elaboração da curva de retenção.

Durante o avanço destas investigações de sub-superfície, as respectivas unidades geológico-geotécnicas atravessadas foram identificadas e descritas. Os resultados obtidos na descrição dessas unidades a partir dos solos coletados dos furos dos poços de monitoramento e nas investigações para a realização dos ensaios nas amostras de solo coletadas são abordados no item V.3.6.3 - Geotecnia da Área de Implantação do Empreendimento.

V.3.6.2 - Unidades Geotécnicas da AII/AID

Terrenos com Baixa Susceptibilidade a Escorregamentos e Baixa a Moderada Susceptibilidade à Erosão por Sulcos e Ravinas Predominantemente Induzida por Concentração do Escoamento Superficial (Relevo Colinoso – Complexo Búzios e Granito Carapebus).

O comportamento geotécnico das rochas xistosas e gnáissicas do Complexo Búzios e, de forma subordinada, das rochas granitóides da Granito Carapebus, condicionado principalmente pela estrutura geológica – xistosidade, bandamento gnáissico e foliação milonítica - que confere a esses materiais um caráter mais brando e de menor resistência à ação dos agentes intempéricos. Entretanto, a heterogeneidade dos tipos litológicos desta unidade geotécnica resulta em características geotécnicas que podem variar de elevadas a baixas. A escavabilidade é variável de fácil a moderada, passando a difícil nos trechos de solos rasos associados a afloramentos de rocha. Predominam materiais de primeira e segunda categoria, eventualmente, ocorrendo materiais de terceira categoria de escavação.

A capacidade de suporte é elevada a moderada. A relação espacial entre xistosidade – ou bandamento gnáissico e/ou foliação milonítica - e o plano de carregamento ou corte também pode ter reflexos no comportamento geomecânico dos materiais da unidade, sendo menor a capacidade de suporte quando a carga é paralela ao plano da foliação e, inversamente, a capacidade de suporte é maior quando o carregamento é perpendicular. Os solos residuais que ocorrem predominantemente na unidade apresentam boas propriedades geomecânicas.

A suscetibilidade à erosão tende a ser moderada, condicionada por fatores litológicos e estruturais, em que os horizontes de solo residual, principalmente o

solo residual jovem apresentam textura siltosa, sendo mais facilmente erodido. As estruturas geológicas, incluindo foliação – xistosidade, bandamento gnáissico e foliação milonítica - fraturas e mesmo falhas, condicionam tanto a captura quanto a concentração das águas de escoamento superficial, que passam a sulcar e ravinar os materiais siltosos mais friáveis.

Entretanto, dada a predominância de um relevo colinoso nesta unidade, sem amplitudes topográficas expressivas, assim como gradientes suaves a médios nas encostas, a suscetibilidade aos processos erosivos pode ser considerada baixa a moderada. Em relação a movimentos de massa, não foram constatadas áreas críticas sujeitas a instabilidades.

Deve-se ainda destacar que os solos residuais derivados dos xistos e gnaisses do Complexo Búzios são bastante evoluídos, sendo freqüente a ocorrência do horizonte superior de solo residual maduro, homogêneo, predominantemente argiloso e comumente laterizado, o que dificulta sobremaneira a instalação e o desenvolvimento de processos erosivos, laminares ou lineares.

As presenças disseminadas na região da AII/AID nos terrenos de relevo colinoso – Colinas pequenas (Cp), Colinas amplas (Ca) e Colinas médias (Cm) – das Coberturas Detríticas Indiferenciadas tércio-quaternárias laterizadas e de seus solos eluviais, e do Coluvião, todos esses argilosos e/ou argilo-arenosos e que recobrem os solos residuais jovens, acabam por dificultar a instalação de processos erosivos nas encostas das colinas.

As eventuais áreas de risco geotécnico associam-se preferencialmente aos cortes de rodovias e avenidas de maior porte implantadas nas meias encostas de Colinas médias (Cm), onde a remoção da cobertura do solo residual maduro associada à exposição de solo residual em cortes subverticais com a estrutura geológica em grande parte preservada, podem acelerar a instalação de processos erosivos, seguidos de processos de instabilidade.

Contudo, tais ocorrências são localizadas e de pequeno porte, sugerindo baixo risco geotécnico. As exceções que merecem destaque encontram-se localizadas na Avenida de Integração com Rodovia RJ-108 – Bairro Parque Aeroporto – porção sudoeste da AII; na Rodovia RJ-178 – porção norte-nordeste da AII – e no condomínio comercial em implantação, em desenvolvimento imediatamente a sudoeste do TECAB.

Especificamente, na Área de Implantação do Empreendimento, as características geotécnicas reconhecidas nas Coberturas Detríticas Indiferenciadas Tércio-quaternárias e, de forma subordinada, nos solos eluviais derivados dessas coberturas e nos solos coluviais, minimizam consideravelmente os riscos geotécnicos, não sendo identificadas áreas de risco geológico-geotécnico.

A seguir são apresentadas **Fotos V.3.6.2-1** e **V.3.6.2-4** com feições principais da Unidade Geotécnica de Baixa Susceptibilidade a Escorregamentos e Baixa a Moderada Susceptibilidade à Erosão por Sulcos e Ravinas Predominantemente Induzida por Concentração do Escoamento Superficial (Relevo Colinoso – Complexo Búzios e Granito Carapebeus).





Foto V.3.6.2-3 - Porção sudoeste da All. Corte de colina próxima à avenida de integração da Rodovia RJ-108 – Bairro Parque Aeroporto. Exposição de solos de xistos do Complexo Búzios. Amplos processos de instabilidade, com predomínio de escorregamentos sucessivos. Execução de contenção com sacos de solo-cimento na base do corte. Possibilidade de erosão remontante e de novos escorregamentos, com instabilidade da torre de Alta Tensão.

Foto V.3.6.2-4 – Porção sudoeste da All. Corte de encosta de colina média próxima à avenida de integração da Rodovia RJ-108 – Bairro Parque Aeroporto. Exposição de solo residual jovem variegado derivado de xistos do Complexo Búzios com processos erosivos em franco desenvolvimento. Instalação de sulcos superficiais e profundos, com piping associado.

Terrenos com Alta Susceptibilidade a Inundações, Recalques, Assoreamento e Solapamentos das Margens dos Rios (Depósitos Aluviais) e Baixa Susceptibilidade a Recalques Diferenciais e Instabilizações por Corte/Aterro/Infiltração d'água (Depósitos Coluviais)

Os depósitos aluviais interdigitados com os sedimentos coluviais da unidade Depósitos Colúvio-Aluviais são reconhecidos ao longo das calhas dos rios e terraços na planície aluvionar (Planícies Fluviais), e mantêm contato e também podem associar-se aos depósitos flúvio-marinhos e aos cordões litorâneos.

A espessura das aluviões é variável, desde decimétrica nas calhas de drenagem, a métrica nos terraços aluviais.

O comportamento geotécnico é condicionado pelas variações texturais e de espessura dos estratos sedimentares e pela posição do nível d'água. A capacidade de suporte é variável, de muito baixa, nos terrenos com níveis de argila mole ou de ocorrência de horizontes de turfeiras, onde podem ocorrer

recalques, a média a alta, nos trechos arenosos e com níveis de cascalhos ou blocos de rocha.

A escavabilidade dos materiais desta unidade é fácil nos locais de maior espessura de material arenoso, como ao longo dos terraços aluviais. A escavação em materiais arenosos, pouco coesivos, pode exigir implantação de estruturas de contenção das paredes das cavas.

A unidade apresenta alta suscetibilidade a inundações. São terrenos de alta suscetibilidade à erosão, principalmente ao longo das margens (solapamento) dos canais fluviais. A suscetibilidade a movimentos de massa é nula — consiste em área de deposição, a qual pode receber materiais erodidos das porções mais elevadas do terreno.

Os solos do colúvio tendem a apresentar baixas propriedades geotécnicas, resultantes dos processos condicionantes de sua mobilização e deposição. Têm elevada permeabilidade e são muito suscetíveis a novas mobilizações, principalmente quando são alteradas as condições de equilíbrio deposicional por intervenções antrópicas. Alguns corpos de colúvio podem apresentar uma lenta, porém continuada, mobilização. Nas porções mais distais, esses materiais assumem feições topograficamente aplainadas e se interdigitam aos sedimentos aluviais carregados pela rede de drenagem.

O comportamento geotécnico da unidade apresenta variações que são condicionadas pela heterogeneidade dos materiais, cuja grande distribuição granulométrica resulta da variação de energia dos processos de transporte de sedimentos. Assim, nas áreas mais próximas às rampas e em concavidades junto ao sopé das elevações, ocorrem depósitos do tipo leques aluviais formados por materiais mais grosseiros. Nas porções mais distais, junto às baixadas marinhas, os sedimentos apresentam menor granulometria e maior seleção.

Essas variações texturais condicionam o comportamento geotécnico, tanto com relação às características geomecânicas propriamente ditas como em relação aos métodos construtivos a serem adotados. Desse modo, podem ser previstas dificuldades de escavação com a ocorrência de materiais de segunda categoria e mesmo de terceira, nas porções mais próximas às elevações. Os terrenos das porções mais distais devem apresentar uma escavabilidade mais fácil, cortando materiais de primeira categoria.

A seguir são apresentadas **Fotos V.3.6.2-5** e **V.3.6.2-10** com feições principais da Unidade Geotécnica com Alta Susceptibilidade a Inundações, Recalques, Assoreamento e Solapamentos das Margens dos Rios (Depósitos Aluviais) e Baixa Susceptibilidade a Recalques Diferenciais e Instabilizações por Corte/Aterro/Infiltração d'água (Depósitos Coluviais).

	
<p>Foto V.3.6.2-5 - Porção oeste do TECAB. Estrada vicinal do TECAB. Desenvolvimento de sulcos de erosão lateral à estrada. Processo erosivo instalado sobre coluvião constituído por solo argilo-arenoso amarelo e homogêneo.</p>	<p>Foto V.3.6.2-6 – Sudoeste do TECAB. Na região de ampliação do empreendimento. Solo eluvial derivados das coberturas detríticas terciário-quaternárias. O elúvio apresenta solo argilo-arenoso amarelo (ocre), e apresenta manchas avermelhadas e restos de carapaças lateríticas, o que permite diferenciar do coluvião, por vezes bastante semelhante.</p>



Foto V.3.6.2-7 - Porção sudoeste da All. Implantação de condomínio de baixa renda. Terrenos da várzea parcialmente aterrados, o que tende a potencializar a suscetibilidade aos processos de inundação e assoreamento, além de recalques localizados sobre solos moles.



Foto V.3.6.2-8 – Porção sudeste do TECAB. Execução de terraplenagem na região da várzea de uma drenagem secundária. Corte parcial da encosta/colúvio e avanço do aterro lançado sobre a várzea. cupação parcial da área de várzea com canalização da mesma e restrição da sua seção hidráulica. Aumento da suscetibilidade aos processos de inundação e de assoreamento.



Foto V.3.6.2-9 - Porção oeste do TECAB. Estrada vicinal (continuação da via Perimetral) instalada sobre a várzea da drenagem principal que atravessa o Terminal. Avançado processo de assoreamento sobre a várzea e a drenagem.



Foto V.3.6.2-10 – Porção oeste do TECAB. Processo de carreamento de solo erodido na encosta lateral e deposição dos materiais de assoreamento na margem esquerda da drenagem. Corte da encosta e conformação topográfica local indicam que o aterro executado avançou sobre a várzea da drenagem.

Terrenos com Alta Susceptibilidade a Recalques por Adensamento de Solos Moles e Inundações Diárias associadas às Marés (Depósitos Flúvio-marinhos e Flúvio-lacustrinos) e de Baixa Suscetibilidade a Recalques e Inundações (Depósitos Marinheiros Arenosos – Cordões Litorâneos)

Os sedimentos marinhos e flúvio-marinhos quaternários (Depósitos Marinheiros, Flúvio-marinhos e Flúvio-lacustrinos) que incluem depósitos atuais e subatuais, como praias, depósitos marinhos localmente retrabalhados por ação fluvial e/ou eólica, consistem de sedimentos areno-siltico-argilosos de deposição fluviomarinho-lacustre e depósitos de mangue.

A unidade distribui-se nas áreas aplainadas ao longo da costa, nos cordões arenosos interiores, e em áreas planas costeiras inundadas pelas marés. O comportamento geotécnico é variável, condicionado diretamente pelo tipo de ambiente deposicional e energia de transporte/sedimentação, dependendo também da posição do lençol freático.

O domínio dos cordões arenosos, constituídos de areia fina a média, apresenta elevada capacidade de suporte. Contudo, o elevado nível do lençol freático potencializa problemas geotécnicos diversos, principalmente aqueles relacionados à estabilidade dos taludes laterais em escavações.

Baixas propriedades geotécnicas ocorrem também nos terrenos saturados parcialmente ou permanentemente, relacionados com ambientes transicionais flúvio-marinhos, onde podem ocorrer níveis e depósitos de argilas moles de muito baixa capacidade de suporte, além dos problemas relacionados à escavação desses solos.

A seguir são apresentadas **Fotos V.3.6.2-11 e V.3.6.2-12** com feições principais da Unidade Geotécnica Terrenos com Alta Susceptibilidade a Recalques por Adensamento de Solos Moles e Inundações Diárias associadas às Marés (Depósitos Flúvio-marinhos e Flúvio-lacustrinos) e de Baixa Suscetibilidade a Recalques e Inundações (Depósitos Marinheiros Arenosos – Cordões Litorâneos).



Foto V.3.6.2-11 - Porção sudoeste nos limites AID/AII. Ocupação recente e construção de diversas moradias e implantação de rua pavimentada sobre terrenos dos cordões arenosos associados aos depósitos flúvio-marinhos. Avanço da ocupação antrópica – Bairro Lagomar – nas proximidades do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba.

Foto V.3.6.2-12 – Porção sul-sudeste da AII. Aterro implantado sobre os cordões arenosos associados aos depósitos flúvio-marinhos. Avanço da ocupação antrópica – Bairro Lagomar – sobre a faixa de praia atual através do lançamento sistemático de aterro de solos argilosos obtidos de áreas próximas instaladas nas encostas das colinas.

V.3.6.3 - Geotecnia da Área de Implantação do Empreendimento

Características Geotécnicas dos Solos

As características geotécnicas dos solos e suscetibilidades da área de implantação do empreendimento frente aos processos dinâmicos do meio físico foram consideradas em relação ao projeto de Engenharia e métodos construtivos do futuro empreendimento, bem como em relação aos potenciais riscos e problemas ambientais associados. A caracterização geotécnica foi realizada com base nas unidades geológico-geotécnicas presentes, processos supérgenos, suscetibilidades e comportamento geomecânico dos solos.

As unidades geológico-geotécnicas são representadas pelos solos das coberturas detríticas tércio-quaternárias recobertas por coluviões quaternários, os quais estão expostos em cortes com até 12m de altura e foram interceptados por sondagens e poços de monitoramento. Encontram-se assentados sobre os xistos e gnaisses do Complexo Búzios, que se desenvolvem a mais de 20m de profundidade, não tendo sido acessados na área de implantação do empreendimento.

Do ponto de vista geotécnico, as principais características dos solos dizem respeito às propriedades dos materiais que irão constituir as fundações dos edifícios, estruturas e equipamentos do terminal, bem como seu comportamento face aos processos erosivos e de assoreamento, capacidade de suporte e estabilidade dos taludes escavados. Todos os solos se apresentam laterizados, o que melhora significativamente suas propriedades geotécnicas.

Os processos de laterização representam a evolução dos produtos de alteração residual, a partir dos quais ocorre concentração relativa de constituintes pouco solúveis do solo – como ferro, alumínio e manganês – pela remoção de seus constituintes móveis, e concentração absoluta desses constituintes móveis nos níveis do perfil onde os mesmos são acumulados.

Nas camadas superiores do perfil, a lixiviação torna os solos mais porosos, homogêneos e isotrópicos, e os mesmos são denominados solos de eluviação ou solos residuais maduros. Nas camadas inferiores, as concentrações de íons mobilizados formam minerais ou argilo-minerais que preenchem os vazios do solo, tornando o mesmo mais heterogêneo e anisotrópico, e aumentando sua densidade, coesão e ângulo de atrito. Esses solos são pouco ou não lixiviados, têm suas estruturas preservadas, e são denominados solos de iluviação ou solos residuais jovens.

Nos estágios mais adiantados da laterização, formam-se níveis ou camadas de material extremamente resistente representado, predominantemente, por minerais de ferro. Essas camadas são conhecidas, genericamente, como crostas, couraças, cangas ou carapaças lateríticas.

1) Coluviões e Solos Residuais Maduros das Coberturas Detríticas

Os coluviões apresentam espessuras entre 0,5m e 3m e repousam diretamente sobre os solos residuais maduros com espessuras entre 2m e 6m, relacionados às coberturas detríticas, e ambos são muito semelhantes quanto à composição, propriedades e comportamento geotécnico.

Apresentam constituição argilo-arenosa e coloração amarelada ou ocre, podendo ser diferenciados por uma camada com 0,2m a 1m de espessura de concreções ferruginosas formadas no contato entre as camadas. Não se dispõe de estudos geotécnicos específicos sobre esses solos na área, mas os mesmos

apresentam propriedades muito semelhantes às de outros coluviões da região sudeste do país, já avaliados.

Propriedades geotécnicas de coluviões foram muito estudadas nos depósitos cenozóicos quaternários do Estado de São Paulo, tendo sido sintetizadas por GIACHETI *et al.* (1993), que atribuíram aos mesmos valores médios de 5,1 kPa e 27,4 kPa para a coesão (c) e coesão efetiva (c'), respectivamente; $23,1^\circ$ e $29,6^\circ$ para o ângulo de atrito (ϕ) e ângulo de atrito efetivo (ϕ'), e 10^{-2} cm/s a 10^{-4} cm/s para a permeabilidade (k). Esses parâmetros podem ser considerados como representativos para os coluviões e eluviões da área de implantação do empreendimento.

Apesar desses solos se encontrarem laterizados, o que melhora suas características geotécnicas, os mesmos se apresentam fofos no topo, a medianamente compactos, com baixa capacidade de suporte. Outrossim, por esse aspecto e por ser superficiais, deverão ser removidos para implantação de estruturas, ou as mesmas serão subfundadas no solo residual jovem por meio de estacas.

Considerando-se o grau de laterização desses solos, os mesmos irão apresentar boa estabilidade nas escavações, desde que adotadas as inclinações adequadas para os taludes, que também deverão ser adequadamente protegidos contra os processos erosivos.

Para os ensaios de infiltração em solo realizados lateralmente aos poços de monitoramento referentes aos coluviões – furo lateral ao PM-06 entre 0,2m e 1,5m de profundidade; furo lateral ao PM-08, entre 2,0m e 3,0m de profundidade – foram calculadas as condutividades hidráulicas de $1,60 \times 10^{-5}$ cm/s e $2,70 \times 10^{-5}$ cm/s, enquanto que o ensaio de infiltração em solo realizado lateralmente ao poço referente ao solo residual maduro derivado das Coberturas Detríticas – furo lateral ao PM-09, entre 1,0 m e 3,0m de profundidade – foi reportada a condutividade hidráulica de $7,70 \times 10^{-6}$ cm/s.

Mesmo que apresentem características geotécnicas bastante semelhantes – por exemplo: cor, textura, granulometria e aspectos tátil-visuais – os resultados reportados sugerem que os solos evoluídos *in situ* (solos residuais maduros) a partir das fácies argilosas das coberturas detríticas tendem a apresentar valores menores de condutividade hidráulica comparados a aquele referente aos coluviões.

A seguir são apresentadas **Fotos V.3.6.3-1** e **V.3.6.3-2** com feições principais dos Coluviões e dos Solos Residuais Maduros das Coberturas Detríticas.

	
<p>Foto V.3.6.3-1 – Corte de colina. Porção oeste do TECAB, nos limites da área de implantação. Exposição de coluvião – solo argilo-arenoso amarelado homogêneo. Processo erosivo na forma de sulcos superficiais</p>	<p>Foto V.3.6.3-2 – Corte na estrada interna do TECAB, porção noroeste. Exposição de solo eluvial derivado de cobertura detrítica terciário-quaternária, constituído por solo argilo-arenoso marrom-avermelhado a amarelado, contendo restos de carapaças lateríticas.</p>

2) Solos Residuais Jovens das Coberturas Detríticas

Os solos residuais jovens das coberturas detríticas apresentam espessuras da ordem de 10m a 20m e são a principal unidade geológico-geotécnica presente na área de implantação do empreendimento. Podem ser argilo-arenosos de coloração ocre ou vermelha, ou areno-siltosos a areno-argilosos esbranquiçados, amarelados ou arroxeados, sempre variegados. Da mesma forma que os coluviões e solos residuais maduros, encontram-se laterizados.

Tais solos, identificados por outros autores como colúvio-aluviais (BARRETO *et al.*, 2001; CAPUCCI, 1988; CPRM, 2000 e MARTINS *et al.*, 2006), teriam se depositado anteriormente aos coluviões descritos e evoluído pedogenicamente por iluviação, pela concentração dos constituintes móveis das camadas superiores de solo, em especial do ferro, alumínio e manganês, tornando-se laterizados.

Também não se dispõe, na literatura técnica, de parâmetros geotécnicos desses solos, os quais apresentam propriedades muito específicas, dado seu estágio de laterização. Em função da natureza das Coberturas Detríticas e, principalmente, do grau de laterização observado, pode-se afirmar que os

parâmetros de resistência desses solos devem ser elevados, como o atestam os cortes observados na área de implantação e seu entorno, com até 12m de altura e taludes com inclinações da ordem de 70º a verticais, perfeitamente estáveis.

Essa estabilidade pode ser verificada por análises de estabilidade realizadas segundo o Método de BISHOP Simplificado, amplamente utilizado na Mecânica dos Solos, que adota para o cálculo dos fatores de segurança (FS), superfícies potenciais de ruptura circulares. Os critérios de aceitação dos taludes adotados ou seus coeficientes de segurança mínimos são de 1,5 para solos secos e 1,3 para solos parcialmente saturados, plenamente satisfatórios para os taludes dos cortes a ser escavados na área de implantação do empreendimento, que irão apresentar boa estabilidade nas escavações, mesmo para taludes mais íngremes.

Por outro lado, as características granulométricas desses solos, principalmente os de natureza areno-argilosa, emprestam aos mesmos uma elevada suscetibilidade a erosão, devendo os taludes ser adequadamente protegidos durante as escavações e após o término das obras.

Como fundação, esses solos apresentam elevada capacidade de suporte, sendo consistentes a duros quando argilosos e compactos a muito compactos quando arenosos, permitindo a utilização de fundações diretas como sapatas, sapatas corridas e *radiers*.

Como o nível-d'água nas sondagens e poços de monitoramento foi atingido entre 1m e 10m, poderá ser necessária a eventual utilização de rebaixamento do lençol freático para a escavação desses solos, sem comprometimento de sua estabilidade.

Para os solos residuais jovens derivados das Coberturas Detríticas foram realizados ensaios de infiltração no solo (zona não saturada) em camadas representativas, lateralmente a três poços de monitoramento instalados, quais sejam:

- PM-01: entre 1,0m e 2,50m de profundidade. Entre 1,0m e 1,80m: camada de Aterro – argila arenosa (areia média e grossa) com pedregulhos grossos; entre 1,80m e 2,50m: camada de Cobertura Detrítica/Fácies Argilosa – argila silto-arenosa (areia fina), com pedregulhos grossos. Condutividade hidráulica: $5,00 \times 10^{-5}$ cm/s.

- PM-02: entre 0,2m e 1,50m de profundidade. Entre 0,2m e 0,4m: camada de Aterro – argila arenosa (areia média); entre 0,4m e 1,50m: camada de Cobertura Detrítica/Fácies Argilosa – argila silto-arenosa (areia fina). Condutividade hidráulica: $3,60 \times 10^{-6}$ cm/s
- PM-11: entre 0,2m e 1,50m de profundidade. Entre 0,2m e 1,50m: camada de Cobertura Detrítica/Fácies Argilosa – argila arenosa (areia fina). Condutividade hidráulica: $3,10 \times 10^{-5}$ cm/s

Também foram realizados ensaios de permeabilidade em camadas de solos residuais jovens derivados das Coberturas Detríticas para seis poços de monitoramento instalados, quais sejam:

- PM-03: furo perfurado até 13,00m de profundidade. Seção filtrante instalada entre 7,30m e 10,30m. Seção filtrante instalada em camada da Cobertura Detrítica/Fácies Argilosa constituída por argila silto-arenosa. Condutividade hidráulica: $1,30 \times 10^{-5}$ cm/s.
- PM-05: furo perfurado até 11,50m de profundidade. Seção filtrante instalada entre 8,15m e 11,15m. Topo da seção filtrante instalada em camada da Cobertura Detrítica/Fácies Arenosa constituída por areia grossa argilosa com pedregulhos grossos. Condutividade hidráulica: $4,30 \times 10^{-5}$ cm/s. Base da seção filtrante instalada em camada da Cobertura Detrítica/Fácies Argilosa constituída por argila silto-arenosa (areia fina) com pedregulhos finos. Condutividade hidráulica: $1,50 \times 10^{-5}$ cm/s.
- PM-06: furo perfurado até 7,00m de profundidade. Seção filtrante instalada entre 3,50m e 6,50m. Topo da seção filtrante instalada em camada da Cobertura Detrítica/Fácies Argilosa constituída por argila arenosa (areia fina e média) com pedregulhos grossos. Condutividade hidráulica: $1,50 \times 10^{-5}$ cm/s. Base da seção filtrante instalada em camada da Cobertura Detrítica/Fácies Arenosa constituída por areia média e grossa argilosa com pedregulhos grossos. Condutividade hidráulica: $7,60 \times 10^{-5}$ cm/s
- PM-08: furo perfurado até 9,50m de profundidade. Seção filtrante instalada entre 4,60m e 7,60m. Seção filtrante instalada em camada da

Cobertura Detrítica/Fácies Arenosa constituída por areia grossa argilosa, micácea, caulínica. A mesma camada foi perfurada até 9,50m de profundidade. No topo da seção filtrante (entre 4,60m e 5,50m) ocorre camada da Cobertura Detrítica/Fácies Arenosa contendo areia média e grossa argilosa, micácea. Condutividade hidráulica: $1,50 \times 10^{-5}$ cm/s.

- PM-09: furo perfurado até 11,50m de profundidade. Seção filtrante instalada entre 8,30m e 11,30m. Seção filtrante instalada em camada da Cobertura Detrítica/Fácies Arenosa constituída por areia grossa argilosa, com pedregulhos grossos. Condutividade hidráulica: $1,80 \times 10^{-5}$ cm/s.
- PM-10: furo perfurado até 11,00m de profundidade. Seção filtrante instalada entre 7,00m e 10,00m. Seção filtrante instalada em camada da Cobertura Detrítica/Fácies Arenosa constituída por areia grossa argilosa, com intercalações de espessura centimétrica de camadas de argila arenosa. Condutividade hidráulica: $2,70 \times 10^{-5}$ cm/s.

Para os ensaios de infiltração no solo (zona não saturada) e de permeabilidade realizados em solos residuais jovens derivados das Coberturas Detríticas, pode-se observar que os valores calculados para a condutividade hidráulica variam entre $3,60 \times 10^{-6}$ cm/s e $5,00 \times 10^{-5}$ cm/s, e entre $1,30 \times 10^{-5}$ cm/s e $7,60 \times 10^{-5}$ cm/s, respectivamente.

Para os ensaios executados em horizontes de solos residuais jovens associados às fácies argilosa das Coberturas Detríticas, os valores da condutividade hidráulica obtidos para os poços de monitoramento ensaiados variam de $1,30 \times 10^{-5}$ cm/s a $1,50 \times 10^{-5}$ cm/s, enquanto que para os ensaios realizados em camadas da fácies arenosa das Coberturas Detríticas os coeficientes calculados variam entre $1,50 \times 10^{-5}$ cm/s e $7,6 \times 10^{-5}$ cm/s, indicando para esses últimos horizontes relativamente mais permeáveis, contudo da mesma ordem de grandeza.

Os resultados obtidos a partir dos ensaios de infiltração no solo (zona não saturada) corroboram os valores calculados nos ensaios de permeabilidade dos poços de monitoramento e parecem indicar que nos horizontes mais próximos à superfície – e, portanto, mais evoluídos – a permeabilidade pode ser ainda menor,

como pode ser constatado no horizonte ensaiado para os solos residuais maduros derivados das Coberturas Detríticas.

A seguir são apresentadas **Fotos V.3.6.3-3 a V.3.6.3-4** com feições principais dos Solos Residuais Jovens das Coberturas Detríticas.



V.3.7 – Pedologia e Capacidade de Uso das Terras

V.3.7.1 - Aspectos Metodológicos

Os métodos de trabalho de escritório e de campo e os critérios para identificação e distinção das classes de solos são, a seguir, descritos de maneira sucinta.

Informações mais pormenorizadas sobre os procedimentos metodológicos poderão ser obtidas nas seguintes publicações:

- Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento - normas em uso pelo SNLCS (EMBRAPA, 1988a);
- Definição de horizontes e camadas do solo (EMBRAPA, 1988b);

- Procedimentos Normativos de Levantamentos de Solos (EMBRAPA, 1995);
- Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (LEMOS e SANTOS, 1996);
- Manual de Métodos de Análise de Solo (EMBRAPA, 1997);
- Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999);
- Propostas de Revisão e Atualização do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2003);
- Manual Técnico de Pedologia (IBGE, 2005).

Preliminarmente, foram efetuados o levantamento, a análise e a sistematização do material básico disponível com relação às características dos solos e seus fatores de formação, especialmente material de origem, relevo e clima. Basicamente, foram consultadas as seguintes publicações:

- Projeto RADAMBRASIL (Folhas SF-23/24: Rio de Janeiro - Vitória); escala 1:1.000.000 (BRASIL, 1983);
- Mapa de Solos e de Classes de Terras para Irrigação do Programa Nacional de Irrigação (PRONI), na escala de 1:250.000 (1993);
- Mapa de Solos do Estado do Rio de Janeiro. Escala 1:250.000 (Embrapa Solos, 2005);

Como material básico, utilizaram-se também imagens do satélite Landsat ETM7+, nas escalas de 1:50.000 e 1:100.000, de junho de 2001, fotografias aéreas na escala de 1:60.000 (USAF, 1967) e cartas planialtimétricas do IBGE, na escala de 1:50.000.

Foram realizadas a avaliação e a interpretação desses materiais, incluindo o tratamento detalhado das fotografias aéreas supracitadas, gerando, posteriormente, um mapa preliminar que, em seguida, foi inserido na base digital. Após confronto das informações coletadas nos trabalhos de campo, efetuaram-se inferências nesse mapa e descrições de perfis, assim como as unidades de mapeamento de solos foram conceituadas e ajustadas, gerando-se o **Mapa 10 -**

Pedológico, apresentado no **Volume II** do EIA e elaborando-se o texto explicativo apresentado adiante.

Foi percorrida toda a área do TECAB e suas áreas de influência direta e indireta, incluindo algumas estradas vicinais para anotação dos pontos de controle do mapeamento, com o auxílio do GPS e, da mesma forma, para a realização do registro fotográfico.

Seguindo uma metodologia mais eficiente quanto à precisão cartográfica do mapeamento de solos, após a interpretação das fotografias aéreas e aferição dos dados de campo, essas fotos foram escaneadas e corrigidas as distorções, de acordo com o ajuste feito sobre as imagens ortorretificadas.

V.3.7.2 - Considerações Gerais

Na avaliação realizada, foram consideradas características inerentes ao solo, tais como: textura, estrutura, profundidade, porosidade, permeabilidade, capacidade de permuta de cátions, saturação por bases, teor de matéria orgânica, pH e fatores ambientais referentes à geomorfologia, pluviosidade e cobertura vegetal, entre outros.

Com base nos levantamentos já existentes, tais como os citados Projeto RADAMBRASIL (1983), Mapa Pedológico do Estado do Rio de Janeiro (Embrapa Solos, 2005) e Áreas Potencialmente Irrigáveis (PRONI, 1989), foram realizadas atualizações das nomenclaturas das classes e unidades de mapeamento de solos, de acordo com o atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006). Paralelamente, foram efetuadas melhorias na delimitação das unidades de mapeamento anteriormente identificadas com a utilização de imagens de satélite e fotografias aéreas, e apoio de campo para ratificar e/ou retificar as unidades mapeadas com base nos padrões identificados sobre o material aerofotográfico. Foi possível, ainda, determinar as relações dos solos com o relevo, vegetação e o uso atual, consideradas importantes para este diagnóstico.

O mapeamento elaborado na escala 1:50.000 tem a finalidade de fornecer elementos básicos e essenciais para subsidiar, em conjunto com as informações geradas nos outros trabalhos dos meios físico, biótico e antrópico, a avaliação dos impactos sobre o meio ambiente; prognósticos das condições emergentes;

medidas preventivas ou, quando inevitáveis, mitigadoras de efeitos eventualmente danosos desencadeados pela ampliação do empreendimento. Além disso, os estudos de solos serviram para uma análise dos processos erosivos tanto atuais como potenciais, avaliação da capacidade de uso das terras, e também para fornecer subsídios à elaboração de programas de recuperação de áreas degradadas, assim como na indicação de diretrizes aos programas de manejo da área de domínio do empreendimento.

Nesse sentido, os estudos pedológicos e de erodibilidade buscaram também identificar e analisar os elementos que determinam o processo de degradação e, por sua vez, as implicações na auto-sustentabilidade das atividades socioeconômicas nas Áreas de Influência do empreendimento. Dessa forma, foi possível introduzir conceitos básicos de sustentabilidade dos solos, para que os processos de degradação, como, por exemplo, a erosão hoje existente na área, não se intensifiquem.

Neste estudo, procurou-se direcionar o diagnóstico dos solos, relacionando-o às unidades de mapeamento, visando facilitar o processo de hierarquização dos problemas e a definição de prioridades, quando fosse o caso. Essa forma de organizar o diagnóstico facilitou a avaliação da capacidade de uso das terras que possui um enfoque mais voltado para a sua conservação, em detrimento da avaliação da aptidão agrícola que se direciona mais aos aspectos do potencial produtivo das terras.

V.3.7.3 - Caracterização das Classes de Solos

Os critérios adotados para a distinção e caracterização das classes de solos e de fases de unidades de mapeamento da AII são listados a seguir.

(1) Horizontes diagnósticos

Horizonte A chernozêmico: é um horizonte mineral, superficial, relativamente espesso, com estrutura suficientemente desenvolvida, escuro (croma úmido inferior a 3,5 e valores mais escuros que 3,5 quando úmido e 5,5 quando seco), de caráter eutrófico ($V > 65\%$), saturado, predominantemente, por cátions bivalentes e com conteúdo de carbono igual ou superior a 5,8g/kg.

Horizonte A proeminente: constitui horizonte superficial, cujas características de cor, espessura, estrutura e conteúdo de matéria orgânica satisfazem às exigências requeridas para A chernozêmico, do qual difere apenas por apresentar saturação por bases inferior a 65%.

Horizonte A fraco: é um horizonte mineral, superficial, com conteúdos de carbono inferiores a 5,8g/kg (média ponderada), cores muito claras, com valor maior ou igual a 4 quando úmido e 6 quando seco, e com estrutura ausente ou fracamente desenvolvida.

Horizonte A moderado: é um horizonte mineral, superficial, com conteúdos de carbono variáveis e características que expressam um grau de desenvolvimento intermediário entre os outros tipos de horizonte A. Apresenta requisitos de cor ou espessura insuficientes para caracterizar horizonte A chernozêmico ou A proeminente, diferindo também do horizonte A fraco, seja por sua estrutura, mais desenvolvida, seja pelos conteúdos de carbono superiores a 5,8g/kg, seja pela presença de cores mais escuras (valor < 4, quando úmido, ou croma > 6, quando seco).

Horizonte B textural: é um horizonte mineral subsuperficial no qual há evidências de acumulação, por iluviação, de argila silicatada. O horizonte B textural possui expressivo incremento de argila em relação ao(s) horizonte(s) a ele sobreposto(s). Usualmente, apresenta cerosidade que excede quanto ao grau de desenvolvimento, isto é, nitidez fraca, e quanto à quantidade, pouca.

Horizonte B latossólico: horizonte mineral subsuperficial, com espessura mínima de 50cm, cujos constituintes evidenciam avançado estágio de intemperização, caracterizado pela presença de quantidades variáveis de óxidos de ferro e alumínio, argilominerais do tipo 1:1 e minerais primários resistentes ao intemperismo e pela ausência quase absoluta de argilominerais do tipo 2:1.

Horizonte B incipiente: horizonte mineral subsuperficial que sofreu alteração física e química em grau não muito avançado, porém suficiente para o desenvolvimento de cor ou de estrutura, e no qual mais da metade do volume de todos os subhorizontes não deve consistir em estrutura da rocha original.

Horizonte glei: horizonte mineral subsuperficial ou eventualmente superficial caracterizado pela intensa redução de ferro e formado sob condições de excesso de água, o que confere a ele cores neutras ou próximas de neutras na matriz do solo, com ou sem mosqueados. Esse horizonte é fortemente influenciado pelo

lençol freático, sob prevalência de um regime de umidade redutor, virtualmente livre de oxigênio dissolvido, em virtude da saturação com água durante todo o ano ou, pelo menos, por um longo período.

(2) Grupamentos de textura

Os grupamentos de textura foram definidos conforme a composição granulométrica do horizonte B, ou do horizonte C, se não existir B. Foram consideradas as classes de textura em nível mais generalizado, conforme as seguintes agregações:

- textura muito argilosa: apresenta mais de 600g de argila/kg;
- textura argilosa: apresenta de 350 a 600g de argila/kg;
- textura média: possui menos de 350g de argila e mais de 150g de areia/kg, excluídas as classes texturais areia e areia-franca;
- textura arenosa: possui menos de 150g de argila/kg e mais de 700g de areia/kg; compreende as classes texturais areia e areia-franca.

Para as classes de solos com significativa variação textural entre os horizontes, foram consideradas as texturas dos horizontes superficiais e subsuperficiais, sendo as designações feitas sob a forma de fração. Exemplo: textura média/argilosa.

A caracterização efetuada em função da proporção de cascalhos (diâmetro de 2 a 20mm) em relação à terra fina (fração menor que 2mm) apresenta os seguintes agrupamentos:

- pouco cascalhenta: de 80 a 150g de cascalho na massa do solo/kg;
- cascalhenta: de 150 a 500g de cascalho na massa do solo/kg;
- muito cascalhenta: mais de 500g de cascalho na massa do solo/kg.

(3) Fases das unidades de mapeamento

O critério de fases tem como objetivo fornecer informações adicionais sobre as condições ambientais. Foram empregadas as fases de relevo, pedregosidade, rochividade e de vegetação, sendo esta última apenas utilizada na avaliação da erodibilidade e da capacidade de uso das terras.

V.3.7.4 - Fases de Relevo

As fases de relevo são subdivididas segundo critérios de declividade, forma do terreno, altura relativa das elevações, tipo e comprimento das pendentes, com o objetivo principal de fornecer subsídios ao estabelecimento dos graus de limitação com relação ao emprego de implementos agrícolas e à suscetibilidade à erosão.

- Plano: superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos, com declividades variáveis de 0 a 3%.
- Suave ondulado: superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjuntos de colinas (elevações de altitudes relativas até 100m), apresentando declives suaves, predominantemente variáveis de 3 a 8%.
- Ondulado: superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas, apresentando declives moderados, predominantemente variáveis de 8 a 20%.
- Forte ondulado: superfície de topografia pouco movimentada, formada por morros (elevações de 100 a 200m de altitudes relativas) e raramente colinas, com declives, predominantemente variáveis de 20 a 45%.
- Montanhoso: superfície de topografia vigorosa, com predomínio de formas acidentadas, usualmente constituídas por morros, montanhas e maciços montanhosos, apresentando desnivelamentos relativamente

grandes (superiores a 200m) e declives fortes ou muito fortes, predominantemente variáveis de 45 a 75%.

Para melhor ilustrar a fase de relevo, apresenta-se, a seguir, desenho esquemático das classes de relevo.



Fonte: IBGE, 2005.

Fase de pedregosidade: utilizada para qualificar áreas em que a presença superficial ou subsuperficial de quantidades expressivas (3% ou mais) de calhaus (2-20cm) e/ou matacões (20-100cm) interfere no uso das terras, sobretudo no que se refere ao emprego de máquinas e implementos agrícolas.

Fase de rochoso: refere-se à exposição do substrato rochoso, lajes de rochas, parcelas de camadas delgadas de solos sobre rochas e/ou predominância de *boulders* com diâmetro médio maior que 100cm, na superfície ou na massa do solo, em quantidades tais que tornam impraticável o uso de máquinas agrícolas. Os afloramentos rochosos e/ou matacões cobrem 25% ou mais da superfície do terreno.

Fases de vegetação: subdivididas segundo critérios fitofisionômicos, compreendendo deciduidade, porte, composição e densidade. Visam fornecer dados, principalmente, relacionados com o maior ou menor grau de umidade de determinada área com o intuito de inferir o regime hídrico do solo. Em razão do mapeamento da cobertura vegetal apresentado no âmbito do Diagnóstico do Meio Biótico deste EIA, essas fases de vegetação foram utilizadas somente para auxiliar a avaliação das terras em termos da sua classificação de Capacidade de Uso e nos graus de erodibilidade, pois, a partir delas, foram feitas inferências sobre as condições do regime hídrico do solo.

V.3.7.5 - Erodibilidade das Terras

Neste estudo, o termo erodibilidade está relacionado à fragilidade das terras quanto às perdas de solo, devido às atividades agropecuárias, ou em função de eventos naturais, como os efeitos das chuvas intensas, por exemplo. Pode, também, relacionar-se, como no presente caso, a obras de engenharia.

A avaliação da erodibilidade dos solos foi elaborada a partir das informações contidas no estudo de solos realizado. O resultado da avaliação da suscetibilidade à erosão é referente ao componente principal da unidade de mapeamento, respeitando-se suas limitações, considerando-se, secundariamente, os demais componentes na unidade.

Os seguintes fatores foram considerados: profundidade do solo, textura, transição entre horizontes (gradiente textural), presença de caráter abrupto, permeabilidade do solo, presença de argilas expansivas, declividade, rochosidade, pedregosidade e vegetação primitiva, essa última com o objetivo de se inferirem as condições hídricas do solo e o tipo climático predominante.

As classes de erodibilidade adotadas foram: Fraca (Fr), Moderada (Mo), Forte (Fo) e Muito Forte (MF). Em alguns casos, foram utilizadas classes intermediárias, por exemplo, Mo/Fo (Moderada/Forte). Estas classes intermediárias estão discutidas somente no relatório, pois as caracterizações estão relacionadas à unidade de mapeamento que contém, na maioria das vezes, mais de uma classe de solos.

Para facilitar o entendimento da classificação adotada, bem como os critérios empregados, foram discutidos, para cada unidade de mapeamento e de maneira comparativa, os atributos e características mais marcantes referentes à erodibilidade dos solos.

A distribuição espacial dessas classes na AI pode ser visualizada no **Mapa 11 – Suscetibilidade à Erosão (Volume II)**.

V.3.7.6 - Capacidade de Uso das Terras

O sistema de classificação da Capacidade de Uso das Terras (LEPSCH et al., 1991) avalia esse recurso natural sob o prisma de suas limitações para agricultura em sequeiro, considerando que seja praticada sob manejo tecnificado,

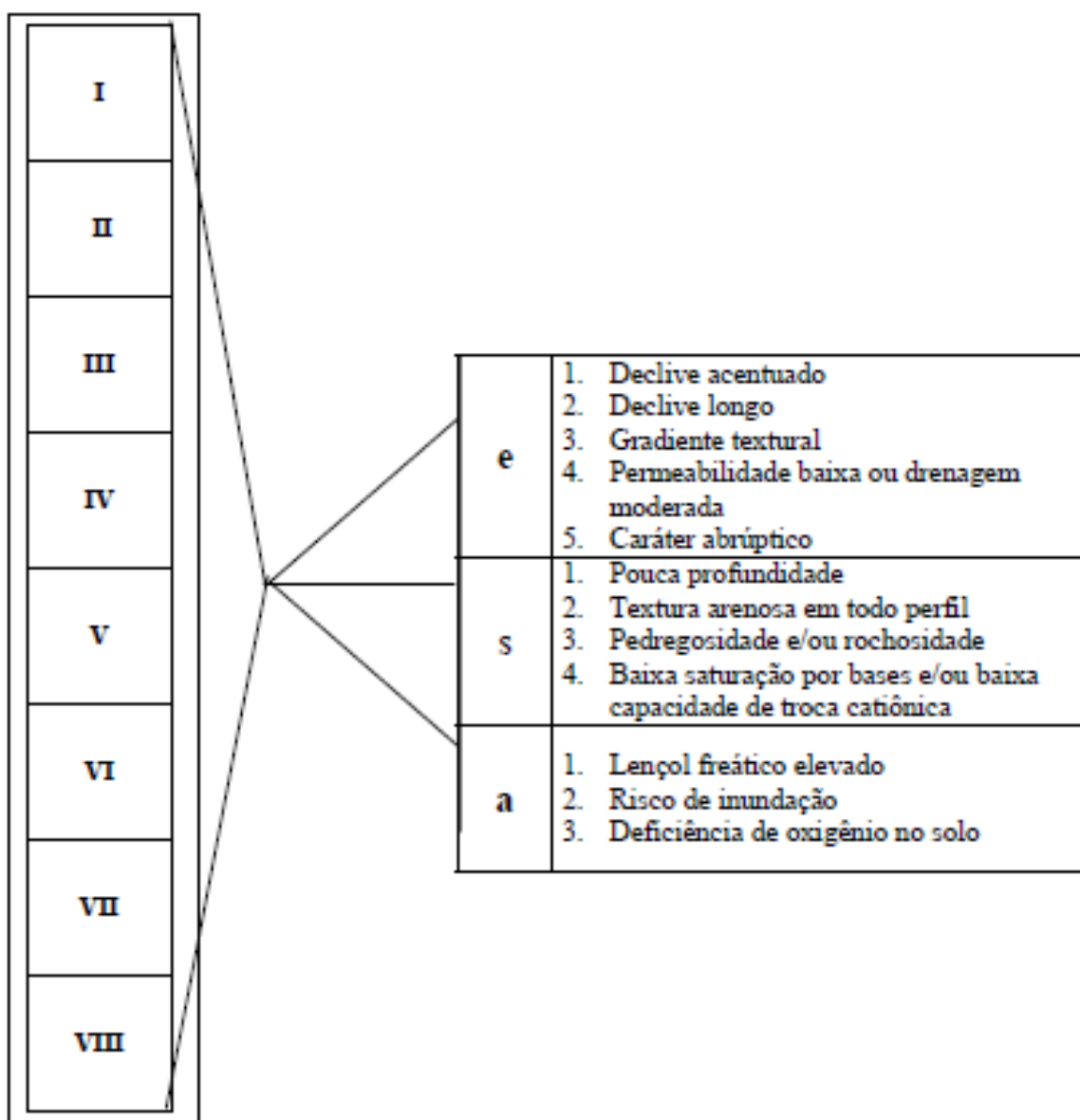
mas sem a utilização da prática de irrigação. São analisados os aspectos relacionados à conservação dos solos, segundo sua vocação natural, por intermédio do agrupamento em unidades de uso relativamente homogêneas, onde são destacadas suas principais características e limitações, em especial aquelas relacionadas à erosão.

A metodologia para avaliação da capacidade de uso das terras seguiu as orientações apontadas por LEPSCH et al. (1991). Procedeu-se à caracterização das terras por intermédio das informações contidas no estudo de solos, sendo enfatizada a combinação de potencial agrícola e o controle de erosão, que visa ao aproveitamento mais intensivo das terras, com menor risco de degradação do solo.

A distribuição espacial das classes de capacidade de uso das terras na AI pode ser visualizada no **Mapa 12 – Capacidade de Uso das Terras**, apresentado no **Volume II**.

O nível de manejo proposto no sistema é moderadamente alto e está baseado em práticas agrícolas que refletem um médio a alto nível de tecnologia. Caracteriza-se pela aplicação de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das terras e lavouras.

O sistema de avaliação da vocação agrícola utilizado agrupa terras com características similares, representado por meio de fórmulas, cujo esquema encontra-se apresentado a seguir. As classes de capacidade de uso são indicadas por algarismos romanos de I a VIII, dispostas em ordem decrescente segundo sua vocação.



Fonte: LEPSCH *et al*, (1991).

As classes de I a IV são indicadas para usos mais intensivos, ao passo que as de V a VII são indicadas principalmente para cultivos permanentes e a classe VIII é recomendada exclusivamente para proteção da flora, fauna silvestre e recreação. As subclasses de capacidade de uso representam as limitações das terras, relacionadas a risco de erosão (e), solos (s), excesso de água (a) e limitações de clima (c), sendo esse último ausente nessa área de estudo. Os fatores limitantes de cada subclasse, indicados por sufixo numérico e posicionados a seguir das subclasses, são denominados unidades de uso, os quais são descritos a seguir.

Limitação por risco de erosão (e)

- **Declive acentuado (e1)** – Sendo a topografia um importante elemento condicionador dos processos erosivos, o grau de erodibilidade intensifica-se à medida que aumenta a declividade. Esse fator também afeta, em graus crescentes com o aumento da inclinação, o uso de mecanização agrícola.
- **Declive longo (e2)** – Refere-se ao comprimento das pendentes como fator de contribuição ao desenvolvimento dos processos erosivos.
- **Gradiente textural (e3)** – Refere-se presença de horizontes com grandes diferenças de textural no perfil do solo. Sua importância está relacionada à diferença significativa no movimento de água entre os horizontes, influenciando diretamente na permeabilidade do solo.
- **Permeabilidade baixa (e4)** – Representa a baixa capacidade do solo de transmitir água ou ar. Tem grande importância no condicionamento dos movimentos da água e do ar, conseqüentemente, no desenvolvimento radicular, influenciando também o escoamento superficial.
- **Caráter Abrupto (e5)** – Representa o aumento considerável no teor de argila dentro de uma pequena distância na zona de transição entre o horizonte A ou E e o horizonte subjacente Bt. A transição de horizontes se dá de maneira muito brusca, refletindo a grande diferença morfológica e física entre eles. Ocorre em solos com elevada suscetibilidade aos processos erosivos.

Limitações devidas ao solo (s)

- **Pouca profundidade (s1)** – Refere-se à presença, em subsuperfície, de impedimentos físicos, como pedras e rochas, ao desenvolvimento radicular, limitando a absorção de água e nutrientes e restringindo o suporte físico para as plantas.

- **Textura arenosa em todo o perfil (s2)** – Corresponde aos solos com textura arenosa e franco-arenosa, que apresentam baixa retenção de umidade e geralmente baixo nível de fertilidade natural. Por causa da baixa agregação entre as partículas do solo, são também bastante susceptíveis aos processos erosivos, mesmo sob pequenas declividades. O limitado armazenamento hídrico é agravado pelo clima regional, caracterizado por irregularidade nas precipitações pluviométricas.
- **Pedregosidade e/ou Rochosidade (s3)** – Limita as práticas agrícolas, principalmente a mecanização. Geralmente, está associada à escassa profundidade dos solos, refletindo na conservação da umidade e no desenvolvimento do sistema radicular. Constitui importante restrição para a execução de cortes do terreno.
- **Baixa saturação por bases e/ou baixa capacidade de troca catiônica (s4)** – Este fator diz respeito à existência de nutrientes em quantidades proporcionais às necessidades da cultura e à ausência de elementos tóxicos. A elevada concentração de elementos tóxicos, como o alumínio, e a baixa concentração de nutrientes, como cálcio, magnésio, potássio, sódio, fósforo e micronutrientes, são os fatores limitantes que mais restringem a fertilidade dos solos.

Limitações por excesso de água (a)

- **Lençol freático elevado (a1)** – Refere-se às áreas de baixadas, sujeitas a encharcamento no período chuvoso, muitas vezes, com lençol freático elevado. Essas áreas apenas são indicadas para plantas adaptadas à condição de excesso de umidade.
- **Risco de inundação (a2)** – Refere-se às áreas de planícies aluviais, sujeitas a inundação no período chuvoso, e encharcamento nos locais de topografia abaciada. Esse fator pode limitar o desenvolvimento de plantas sensíveis ao ocasional excesso de umidade, assim como reduzir o rendimento das máquinas agrícolas que atuem sob condições de elevada umidade.

- **Deficiência de oxigênio no solo (a3)** – Ocorre em áreas de planícies aluviais e em locais de relevo deprimido correspondentes aos solos plínticos que, pela posição topográfica, propiciam o acúmulo de umidade em subsuperfície.

V.3.7.7 - Mapeamento de Solos

Em razão da ocorrência de grande variedade de solos, com distribuição restrita na área de estudo, impossibilitando sua delimitação cartográfica na escala de trabalho, tornou-se necessário associá-los, razão por que as unidades de mapeamento são constituídas, na quase totalidade, por associações, as quais são compostas usualmente por duas ou três classes de solos. Neste subitem, apresenta-se uma descrição sumária das classes de solos identificadas na AII do Gasoduto, incluindo as unidades de mapeamento que compõem a legenda do mapa de solos, organizada em conformidade com o nível do estudo elaborado, apresentada na **Tabela V.3.7.7-1**, contendo, também, a classificação da suscetibilidade à erosão para as unidades de mapeamento.

Tabela V-3.7.7-1 – Área e distribuição percentual unidades de mapeamento de solos e respectivas classes de suscetibilidade à erosão da All

Unidade de Mapeamento	Classes de Solos	Susc. À Erosão	Área (há)	%
PVAd1	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO istrófico típico, textura média/argilosa ou média/margilosa + ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico abrupto, textura média/argilosa, ambos, A moderado, suave ondulado e plano.	Fraca	1.201,23	17,38%
PVAd2	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média/argilosa ou média/margilosa + ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico abrupto, textura média/argilosa, ambos, A moderado, suave ondulado.	Moderado	1.577,51	22,82%
PVAd3	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média/muito argilosa ou argilosa/muito argilosa + ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico, textura média/muito argilosa ou argilosa/muito argilosa + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa ou muito argilosa, todos A moderado, relevo suave ondulado e ondulado.	Moderado	1.087,93	15,74%
PVAd4	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média/argilosa + ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico, textura média/argilosa + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa ou muito argilosa, todos A moderado, relevo ondulado.	Moderada/ Forte	570,26	8,25%
EKg	ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hidromórfico arênico + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, ambos A moderado, relevo plano.	Fraca	1.297,58	18,77%
GXve	GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico salino solódico típico, textura argilosa ou média, A moderado + GLEISSOLO MELÂNICO Eutrófico solódico típico, textura argilosa ou muito argilosa, A húmico ou chernozêmico + GLEISSOLO TIOMÓRFICO Órtico sálico típico, textura argilosa ou muito argilosa, A húmico ou proeminente, todos relevo plano	Fraca	556,78	8,06%
GXbd	GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média ou argilosa, A moderado + GLEISSOLO MELÂNICO Distrófico típico, textura muito argilosa ou argilosa, A húmico ou proeminente + GLEISSOLO MELÂNICO	Fraca	140,23	2,03%

Unidade de Mapeamento	Classes de Solos	Susc. À Erosão	Área (há)	%
	Alumínico típico, textura arenosa ou média, A moderado, todos relevo plano.			
GJo	GLEISSOLO TIOMÓRFICO Órtico sálico solódico ou típico, textura argilosa ou muito argilosa, A moderado + GLEISSOLO MELÂNICO Alumínico típico, textura argilosa, ambos relevo plano.	Fraca	191,37	2,77%
RUbd	NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico gleico típico, textura média ou média/arenosa + GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média ou argilosa, ambos A moderado, relevo plano.	Fraca	212,92	3,08%
CORPOS D'ÁGUA			76,24	1,10%
TOTAL			6.912,04	100,00%

(1) Descrição Sumária das Classes de Solos

Na área em estudo, foram identificadas classes de solo em nível de subordem – Argissolos Vermelho-Amarelos, Argissolos Amarelos, Latossolos Vermelho-Amarelos, Espodossolos Humilúvicos, Gleissolos Háplicos, Gleissolos Melânicos, Gleissolos Tiomórficos, Neossolos Flúvicos, – que compõem 09 unidades de mapeamento.

Com o intuito de facilitar o entendimento das relações entre as características morfológicas, físicas e químicas dos solos e sua suscetibilidade aos processos erosivos, procurou-se realizar uma descrição já integrada com a avaliação da erodibilidade, conforme a metodologia apresentada no subitem anterior.

Nesta descrição, são consideradas as principais características das unidades taxonômicas, como: classe textural dos horizontes diagnósticos, horizontes superficiais, estrutura, porosidade, profundidade efetiva, pedregosidade e rochosidade, e relevo predominante nas áreas de ocorrência de cada uma delas.

• **Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos (PVAd)**

Os Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos são solos que apresentam cores menos avermelhadas (matizes da ordem de 5YR ou mais amarelo) e saturação por bases inferior a 50%. São bem drenados, com seqüência de horizontes do tipo A-Bt-C, com predomínio de caulinita na fração argila. Normalmente, apresenta espessura do solum (soma dos horizontes A e B) superior a 100 cm. Equivalem aos solos anteriormente denominados Podzólicos Vermelho-Amarelos distróficos.

Apresentam horizonte A moderado, em geral de textura média, seguido pelo horizonte B textural, com teores de argila mais elevados, determinando textura binária: média/argilosa ou média/muito argilosa, e presença de cerosidade – filmes de argila orientada recobrando as unidades estruturais no horizonte B –, indicando, portanto, o processo pedogenético de translocação de argila das camadas superiores do solo, com acumulação em profundidade. Devido à diferença de textura em profundidade, esses solos tendem a apresentar erosão do tipo laminar, associada a pequenos sulcos.

Ocorrem em relevo desde suave ondulado e plano (entre 3 e 8% de declive ou menor) (PVAd1), até ondulado (>20 e <45% de declive) (PVAd4), associados principalmente aos Argissolos Amarelos e aos Latossolos Vermelho-Amarelos, nos ambientes de relevo mais declivosos. Ocorrem como inclusões (<20% do total da unidade) os Latossolos Amarelos, nas áreas mais suaves.

• **Espodossolo Humilúvico (Ekg)**

Compreende solos com horizonte mineral subsuperficial, com espessura mínima de 2,5cm, formados por acumulação iluvial de matéria orgânica e complexos organometálicos de alumínio, sem presença de ferro iluvial, denominado horizonte espódico. Resulta uma morfologia bastante fácil de identificação, sendo comum a ocorrência do horizonte E alábico, de cor esbranquiçada, contrastando acentuadamente com a cores avermelhadas do horizonte espódico que lhe sucede.

São solos quimicamente pobres, com baixíssimo teor de bases trocáveis. Para que alcancem uma boa produtividade, é imprescindível a aplicação de

insumos. Por se desenvolverem predominantemente em material grosseiro, estes solos apresentam elevada condutividade hidráulica e baixa capacidade de retenção de umidade, assemelhando-se, nesses aspectos, aos Neossolos Quartzarênicos.

Na All, tais solos, por se situarem em ambientes bastante úmidos (zona litorânea) ou com lençol freático bastante elevado, apresentam comportamento diferente dos Neossolos que, nos períodos secos, revelam acentuado estresse hídrico.

A textura arenosa ou média favorece os trabalhos de preparo do solo para plantio, sendo a camada arável facilmente agricultada. A conjugação de elevada permeabilidade, de lençol freático a pequena profundidade e baixíssima capacidade de adsorção exclui o uso de aterro sanitário e depósito de efluentes em solos com horizonte B espódico.

Ocorrem apenas uma unidade de Espodossolos (EKg), associadas aos Neossolos Quartzarênicos como componentes secundário. Compreende solos com fraca e até moderada suscetibilidade à erosão devido à pequena coesão das partículas e à baixa capacidade de retenção de umidade e de nutrientes que desfavorecem o desenvolvimento rápido da cobertura vegetal.

- **Gleissolos Háplicos Tb Distróficos (GXbd)**

Os Gleissolos Háplicos compreendem solos mal drenados, com lençol freático elevado por longos períodos durante o ano, apresentando horizonte glei subjacente a horizonte A moderado. Apresentam argila de baixa atividade e caráter distrófico. São originados de sedimentos aluviais e coluviais quaternários, apresentando, portanto, grande variabilidade espacial, com seqüência de horizontes do tipo A - Cg, com textura desde média a muito argilosa.

Localiza-se nas áreas de topografias mais baixas ou deprimidas, normalmente com vegetação nativa adaptada à condição de maior encharcamento, como o campo tropical higrófilo de várzea, ou ainda a floresta perenifólia de várzea. Essa classe ocorre em apenas uma unidade de mapeamento (GXbd) e nas unidades RUBd como componente secundário, ao longo das planícies de inundação dos cursos d'água, tendo como outros componentes taxonômicos os Neossolos Flúvicos. Devido à topografia plana em

que ocorrem apresentam muito baixo potencial erosivo; no entanto, em razão da proximidade do lençol freático, constituem áreas de grande importância ambiental, que devem ser manejadas com muito cuidado.

Os Cambissolos Flúvicos ocorrem como inclusão nessa unidade (menos de 20%) e são solos que possuem horizonte B incipiente (Bi) e são desenvolvidos em planícies aluviais. São horizontes muito semelhantes ao horizonte C, diferindo-se deles, porém, por apresentar um maior desenvolvimento pedogenético. Apresentam uma grande variação de atributos, o que os torna muito difícil de se estabelecer um padrão geral, onde predominam texturas média e argilosa. É comum esses solos apresentarem elevado teor de silte também em superfície.

Esses solos podem ser classificados como de moderada suscetibilidade à erosão, devido à sua capacidade de infiltração de água no solo ser moderada.

- **Gleissolo Melânico**

Os Gleissolos Melânicos compreendem solos mal drenados, com lençol freático elevado por longos períodos durante o ano, apresentando horizonte glei subjacente ao horizonte H hístico, com menos de 40cm de espessura, ou horizonte A húmico ou proeminente e seqüência de horizontes do tipo A - Cg. Apresentam argila de baixa atividade e caracteres distrófico e eutrófico. São originados de sedimentos aluviais e coluviais quaternários, apresentando, portanto, grande variabilidade espacial, com textura argilosa.

Localiza-se em baixadas, normalmente com vegetação nativa adaptada à condição de maior encharcamento, como os campos.

Devido à topografia plana em que ocorrem, apresentam muito baixo potencial erosivo; no entanto, em razão da proximidade do lençol freático à sua superfície, constituem áreas de relevância ambiental, que devem ser manejadas com muito cuidado.

Apresentam riscos de inundação por cheias ou por acumulação de água de chuvas em alguma época do ano. Mesmo assim, na região onde se insere o empreendimento em estudo, são considerados de boa potencialidade agrícola, em muito, pela à sua condição natural de maior umidade e, por vezes, de boa fertilidade natural. Ocorrem em áreas de várzea, de relevo plano, onde se verifica

a prática de pequenos cultivos, sendo, também, muito utilizados para o cultivo de capineiras e plantios de pastagens.

São áreas com erodibilidade fraca, porém, de maneira geral, apresentam razoável vulnerabilidade, tanto pelas restrições de drenagem, com risco de poluição do lençol freático, quanto pelo seu manejo trabalhoso e de alto custo. Estes solos ocorrem apenas como componente secundário da unidade GXve e GXbd.

- **Gleissolos Tiomórfico**

Os Gleissolos tiomórficos são caracterizados pela presença de um horizonte glei em e, também, pela presença de um horizonte sulfúrico e/ou materiais sulfídricos dentro de 100 cm da profundidade do solo.

Esse horizonte forma-se pela oxidação de materiais minerais ou orgânicos ricos em sulfetos. O material sulfídrico se acumula no solo ou sedimento permanentemente saturado de água salobra. Os sulfatos são reduzidos biologicamente formando sulfetos. Expostos, os sulfetos oxidam-se formando ácido sulfúrico que pode produzir sulfatos de ferro ou de alumínio. O pH, em razão desses materiais é muito baixo, com valores em torno de 3,5 em subsuperfície.

Esse horizonte é altamente tóxico para a maioria das plantas cultiváveis e pode estar ou vir a ser trazido à superfície por escavações, dragagens ou outras operações de movimentos de terra.

Os Gleissolos Tiomórficos têm argila de atividade alta e ocorrem principalmente em áreas deprimidas, com influência de águas do mar. Têm um horizonte superficial moderado ou húmico e são sálicos, sódicos ou típicos.

Esses solos não têm aptidão para agricultura e são considerados de fraca suscetibilidade à erosão.

Quanto às obras de engenharia, deve-se ter em conta os elevados teores de enxofre, conseqüentemente um pH extremamente ácido, presença de camadas com argilas de atividade alta (Cg) e presença de sais solúveis que podem causar corrosão.

• Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos

Nesta classe estão compreendidos solos profundos e muito profundos com horizonte B latossólico, de cores no matiz 5YR ou mais amarelas, e caráter distrófico, imediatamente abaixo do horizonte A. São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo. Na área em estudo apresentam horizonte A moderado e textura média, argilosa e muito argilosa.

Embora seja comum a tendência a aumento gradativo dos teores de argila ao longo do perfil, o incremento de argila do horizonte A para o B é inexpressivo, com relação textural (B/A) insuficiente para caracterizar o horizonte B textural.

Na área em estudo, os Latossolos ocorrem somente como componente secundário e apresenta horizonte A moderado, textura média ou argilosa, espessura do solum (A+B) geralmente superior a dois metros. Os Latossolos apresentam, portanto, elevada porosidade e permeabilidade interna, com drenagem excessiva ou muito rápida, garantindo maior resistência aos processos erosivos em relação às outras classes de solos encontradas na área em estudo.

A textura, tanto no horizonte A quanto no B, é argilosa ou muito argilosa, ocasionando, portanto, um baixo gradiente textural. Somente ocorrem texturas mais leves na unidade LVAd5 que é média. O horizonte A apresenta estrutura pequena e/ou média granular, fraca ou moderadamente desenvolvida, enquanto que no horizonte B é comum a ocorrência de estruturas de tamanho médio em blocos subangulares e/ou forte ultra pequena granular.

Apesar a estabilidade da estrutura, o grau que unes os agregados no horizontes inferiores é muito fraco, mesmo em solo seco, transformando os torrões com muita facilidade em material pulverulento conhecido como pó-de-café.

Em condições naturais, o alto grau de floculação das argilas (100% no horizonte B), a alta porosidade (acima de 60%), a boa permeabilidade e o fato de ocorrerem em áreas de relevo mais suaves conferem a esses solos uma inerente resistência a erosão. Entretanto, quando sob cultivo, o grau de declividade, o comprimento da pendente, o tipo de manejo, a cobertura utilizada e o tempo de uso tem influência na maior ou menor resistência à erosão desses solos.

Considerando a pequena variação de relevo da área de estudo, os Latossolos desenvolvem-se nos relevos mais movimentados, predominantemente, ondulado e, em menor proporção, forte ondulado. Em geral, a elevada profundidade e a boa permeabilidade conferem-lhes maior resistência à erosão.

- **Neossolos Flúvicos Tb Distróficos (RUbd)**

Os Neossolos Flúvicos, que correspondem aos antigos Solos Aluviais de acordo com o esquema de classificação anteriormente adotado no país, compreendem solos pouco evoluídos, não-hidromórficos, formados em terraços de deposição aluvionar recente, referidos ao Quaternário. Sua principal característica é a estratificação de camadas sem relação pedogenética entre si, o que pode ser evidenciado pela grande variação textural e de conteúdo de carbono em profundidade. Apresentam, portanto, grande variabilidade espacial. Possuem seqüência de horizontes A-C, eventualmente com evidências de gleização em profundidades superiores a 50 cm, caráter distrófico e argilas de baixa atividade. O horizonte A do tipo moderado, com frequência apresentado condições de fertilidade um pouco melhores do que as partes elevadas da bacia de contribuição.

Ocorrem em relevo plano, correspondente às planícies aluvionares. Devido a sua posição topográfica, exercem a função de retentores de sedimentos, que os torna bastante importantes, na redução do assoreamento dos cursos de água.

A variação textural em profundidade destes solos tem implicação direta sobre o fluxo vertical da água e, conseqüentemente, sobre o estabelecimento de sistemas de drenagem; mas, como a topografia é plana ou suavemente ondulada, apresenta suscetibilidade à erosão nula ou apenas ligeira. Face à proximidade dos cursos d'água, e ao lençol freático em geral a pequena profundidade, são, no entanto, susceptíveis a inundações.

Apresentam ocorrência significativa em apenas uma unidade de mapeamento (RUbd), em estão associados a Gleissolos, os quais tendem a ocorrer nas áreas deprimidas, de drenagem mais restrita. Ocorre também como componente secundário na unidade GXbd, nesse caso, apesar de os Neossolos Flúvicos serem bastante distintos dos Gleissolos, não puderam ser separados devido a escala de trabalho deste estudo.

- **Neossolo Quartzarênico Órtico**

Compreende solos minerais arenosos, essencialmente quartzosos, virtualmente substituídos de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo, fortemente a excessivamente drenados, muito permeáveis, profundos ou muito profundos. Ocorrem sob vegetação de restinga e têm como material de origem sedimentos arenosos quaternários. São solos que ocorrem subordinados na unidade dos Espodossolos Humilúvicos.

Possuem baixa fertilidade natural, com baixa capacidade de troca de cátions e saturação por bases. A textura arenosa condiciona uma baixa capacidade de retenção de água e de eventuais elementos nutrientes aplicados, o que constitui forte limitação ao seu aproveitamento agrícola. Podem, porém, ser usados para cultivo de espécies adaptadas, como o coco, especialmente sob irrigação.

Em razão de sua constituição arenosa com grãos soltos, condicionando fácil desagregabilidade de seu material constituinte, apresentam moderada suscetibilidade à erosão, apesar de ocorrerem em relevo plano.

A classe do Neossolo Quartzarênico ocorre na faixa litorânea da All, associada aos Espodossolos.

A **Figura V.3.7.7-1** apresentada a seguir ilustra a distribuição das unidades de mapeamento na Área de Influência Indireta.

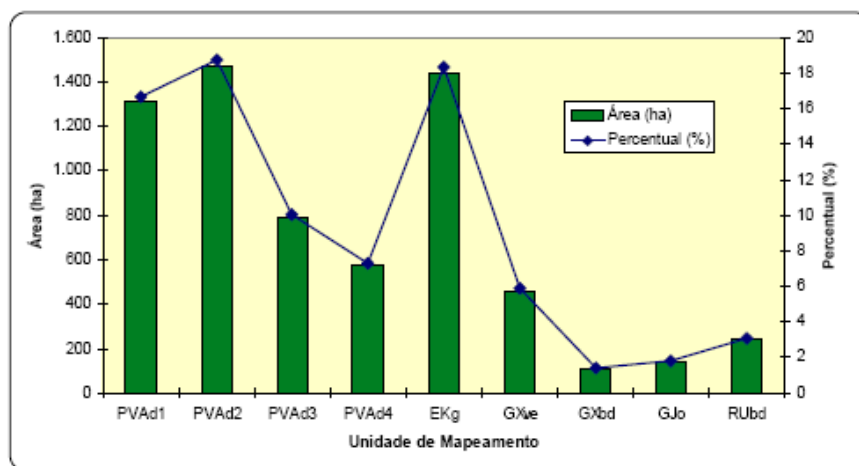


Figura V.3.7.7-1 - Área e distribuição percentual das Unidades de Mapeamento de Solos na AII

V.3.7.8 - Avaliação da Erodibilidade das Terras

A avaliação da suscetibilidade à erosão foi realizada a partir das informações contidas no estudo precedente de solos. As classes de erodibilidade para cada unidade de mapeamento de solos encontram-se indicadas na **Tabela V.3.7.8-1**.

Na **Figura V.3.7.8-1** a seguir, são apresentadas a extensão e a distribuição percentual das classes de suscetibilidade à erosão de solos na AII.

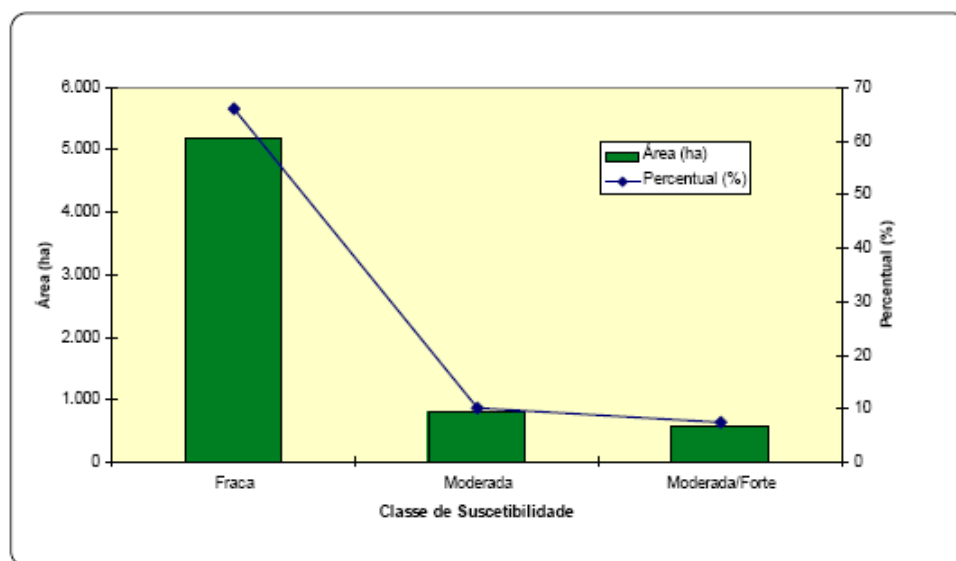


Figura V.3.7.8-1 – Área e distribuição percentual das classes de suscetibilidade à erosão na AII

No subitem anterior, foram discutidas, para cada unidade de mapeamento, as principais características dos solos e suas implicações quanto à erodibilidade. De acordo com a figura apresentada é evidente o domínio da classe fraca de suscetibilidade à erosão sobre as demais, principalmente devido às condições de relevo suavizado e às boas características físicas e morfológicas dos solos existentes. Além disso, não foram mapeadas as classes forte e muito forte por não existirem essas classes nessa área de estudo.

Tabela V.3.7.8-1 - Legenda referente à erodibilidade das terras

Suscetibilidade à erosão ¹	Descrição da classe
Fr - Fraca	Terras que apresentam ligeira suscetibilidade à erosão. Compreendem áreas de relevo plano e/ou suave ondulado, que apresentam solos de baixa erodibilidade.
Mo - Moderada	Terras que possuem moderada suscetibilidade à erosão. Compreendem áreas de relevo ondulado que apresentam solos profundos e bem drenados ou áreas em relevo plano com solos moderadamente drenados, arenosos ou areno-argilosos.
Fo - Forte	Terras que possuem forte suscetibilidade à erosão. Compreendem áreas de relevo forte ondulado e ondulado que apresentam solos profundos ou pouco profundos e bem drenados, com gradiente textural pequeno.

1 – Conforme EMBRAPA – SNLCS, 1979, Série Miscelânea, 1.

A seguir é apresentado na **Tabela V.3.7.8-2** o agrupamento das unidades de mapeamento de solos, segundo a classe de erodibilidade das terras, considerando os parâmetros ambientais relacionados e discutidos no item de solos.

Tabela V.3.7.8-2 – Suscetibilidade à erosão e Unidades de Mapeamento de Solos

Classe de suscetibilidade à erosão	Unidade de mapeamento de solos
Fr - Fraca	PVAd1, PVAd2, GXbd, GXve, EKg, RUbd e GJo
Mo - Moderada	PVAd3
Mo/Fo – Moderado/Forte	PVAd4

Para a All, foi elaborado o **Mapa 11 - Suscetibilidade à Erosão**, apresentado no **Volume II**.

V.3.7.9 - Avaliação da Capacidade de Uso das Terras

O Mapa de Capacidade de Uso das Terras (**Mapa 12 – Capacidade de Uso das Terras / Volume II**) foi elaborado do **Mapa 10 - Pedológico**, tendo-se realizado, em alguns casos, agrupamentos de unidades de mapeamento de solos, cuja classificação da capacidade de uso fosse idêntica.

As principais limitações de uso das terras da AII decorrem da suscetibilidade à erosão, das características intrínsecas dos solos e do excesso de água, enquanto o aspecto climático é uma condicionante de pequena restrição ao uso agrícola na maior parte da AII, não sendo, por isso, considerado neste estudo.

Esse mapa foi elaborado tendo em vista as características edáficas da AII, onde as condicionantes de erosão são evidenciadas, o que não ocorre quando se avalia a aptidão agrícola, voltada especificamente para a utilização agronômica das terras. Na **Figura V.3.7.9-1** são apresentadas a extensão e a distribuição percentual das unidades de capacidade de uso das terras da AII.

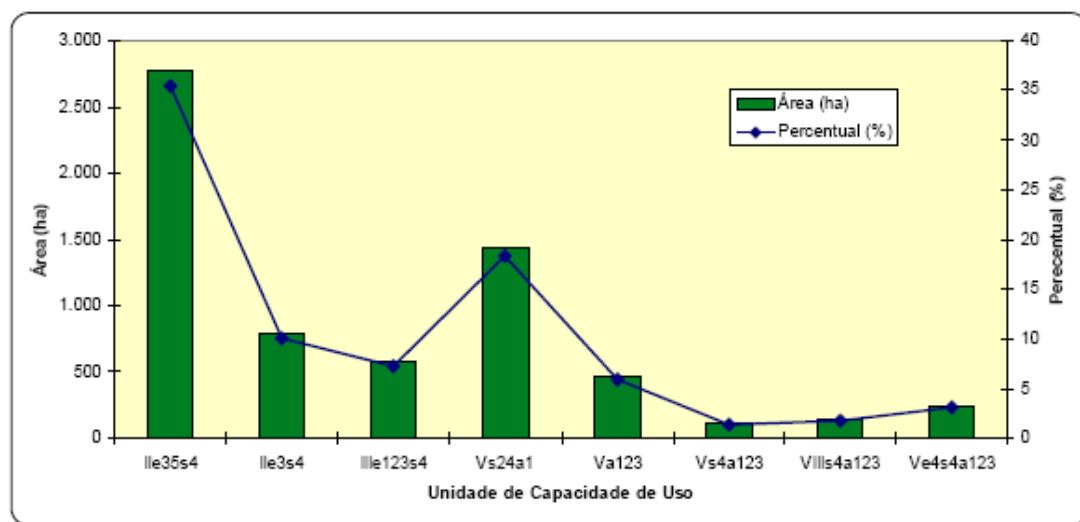


Figura V.3.7.9-1 – Área e distribuição percentual das Unidades de Capacidade de Uso das Terras da AII

A legenda do **Mapa 12 de Capacidade de Uso das Terras** é apresentada a seguir.

(1) GRUPO A

Terras passíveis de serem utilizadas com culturas anuais, perenes, pastagens, reflorestamento e/ou vida silvestre.

Classe e subclasse¹	Aptidão e limitações
II	Terras cultiváveis com técnicas simples de conservação
II _s – Terras com ligeiras limitações por solos; II _e – Terras com ligeiras limitações por erosão; II _{es} – Terras com ligeiras limitações por erosão;	
III	Terras cultiváveis com técnicas intensas ou complexas de conservação.
III _{es} – Terras com moderadas limitações por erosão e solos.	
IV	Terras cultiváveis em extensão limitada, com sérios problemas de conservação.
IV _{es} – Terras com fortes limitações por erosão de solos.	

1 – Conforme LEPSCH, I. F. *et al*, 1991.

(2) GRUPO B

Terras normalmente impróprias para cultivos intensivos, mas adaptadas para pastagens e/ou reflorestamento e/ou vida silvestre.

Classe e subclasse¹	Aptidão e limitações
V	Terras cultiváveis ocasionalmente ou em extensão limitada, com sérios problemas de conservação.
V _a – Terras com fortes limitações por excesso de umidade no solo.	
VI	Terras adaptadas para pastagens e/ou reflorestamento, com práticas especiais de conservação. São cultiváveis apenas em casos especiais de culturas permanentes protetoras do solo.
VI _{es}	Terras com moderado risco de erosão, fortes limitações de solos.

Classe e subclasse ¹	Aptidão e limitações
VII	Terras adaptadas somente para pastagens e/ou reflorestamento, com práticas especiais de conservação.
VIIes	Terras com fortes riscos de erosão e limitações de solos.

1 – Conforme LEPSCH, I. F. et al., 1991.

(3) GRUPO C

Terras impróprias para cultivos anuais, perenes, pastagens ou reflorestamento, porém apropriadas para proteção da flora e da fauna silvestres, recreação ou armazenamento de água.

Classe e subclasse ¹	Aptidão e limitações
VIII	Terras impróprias para culturas, pastagens ou reflorestamento, podendo servir de abrigo e proteção da flora e fauna silvestres, como ambiente para recreação, ou para fins de armazenamento de água.

1 – Conforme LEPSCH, I. F. et al., 1991.

Nota: as Unidades de Uso (fatores limitantes), representadas por sufixos numéricos das subclasses (**e**, **s**, **a** ou **c**), são indicadas a seguir.

- **subclasse e** (limitações pelo risco de erosão):

1 - declive acentuado; 2 – declive longo; 3 – gradiente textural; 4 – permeabilidade baixa; 5 – caráter abrupto;

- **subclasse s** (limitações de solos):

1 - pouca profundidade; 2 – pedregosidade e/ou rochiosidade; 3 - baixa saturação por bases; 4 - baixa capacidade de troca catiônica;

- **subclasse a ou c** (limitações por excesso de água):

1 - lençol freático elevado; 2 - risco de inundação; 3 - deficiência de oxigênio no solo.

Apresentam-se, a seguir, na **Tabela V.3.7.9-1**, de forma sintética, as principais características dos agrupamentos das unidades de capacidade de uso das terras.

Tabela V.3.7.9-1 - Características edáficas dos grupamentos de Capacidade de Uso das Terras

Unidade de capacidade de uso das terras	Classes de capacidade de uso das terras
Ile3s4	Terras produtivas com relevo suavemente ondulado a ondulado, com ligeiro risco à erosão, com boa profundidade efetiva, ocorrência de gradiente textural, baixa saturação por bases e baixa capacidade de troca catiônica.
Ile35s4	Terras produtivas com relevo plano e suavemente ondulado com ligeiro risco à erosão por apresentar caráter abrupto, com boa profundidade efetiva, ocorrência de gradiente textural, baixa saturação por bases e baixa capacidade de troca catiônica.
IIle123s4	Terras produtivas com relevo ondulado, com moderado a forte risco à erosão, com declive acentuado e longo, boa profundidade efetiva, gradiente textural e baixa saturação por bases e baixa capacidade de troca catiônica.
Va123	Terras praticamente planas com limitações fortes por excesso de umidade, com risco de inundação ocasional, lençol freático elevado e deficiência de oxigênio no solo, impedindo o cultivo contínuo e a mecanização.
Vs24a1	Terras praticamente planas com limitações moderadas por excesso de umidade, com risco de inundação ocasional, lençol freático elevado e textura arenosa em todo perfil, dificultando a retenção de água e nutrientes, impedindo o cultivo contínuo e a mecanização.
Vs4a123	Terras praticamente planas com limitações fortes por excesso de umidade, com risco de inundação ocasional, lençol freático elevado, impedindo o cultivo contínuo e a mecanização. Apresentam solos com baixa fertilidade
Ve4s4a123	Terras praticamente planas com limitações moderadas por apresentar permeabilidade baixa, excesso de umidade, com risco de inundação ocasional, lençol freático elevado e deficiência de oxigênio no solo, impedindo o cultivo contínuo e a mecanização.
VIIIs4a123	Terras praticamente planas que, além de impróprias para serem utilizadas com qualquer tipo de cultivo. Prestam-se para o abrigo da flora e da fauna silvestre. Possui limitações fortes por tiomorfismo, lençol freático elevado, risco de inundação e

Unidade de capacidade de uso das terras	Classes de capacidade de uso das terras
	deficiência de oxigênio.

1 – Conforme LEPSCH, I. F. *et al.*, 1991.

Apresenta-se, na **Tabela V.3.7.9-2** a seguir, a correspondência entre as classes de capacidade de uso das terras e as unidades de mapeamento de solos.

Tabela V.3.7.9-2 – Correlação das Unidades de Capacidade de Uso das Terras e de Solos

Unidade de capacidade de uso	Unidade de mapeamento de solos	Área (há)	Percentual (%)
Ile3s4	PVAd3	1.087,93	15,74%
Ile35s4	PVAd1 e PVAd2	2.778,74	40,20%
IIle123s4	PVAd4	570,26	8,25%
Va123	GXve	556,78	8,06%
Vs24a1	EKg	1.297,58	18,77%
Vs4a123	GXbd	140,23	2,03%
Ve4s4a123	RUbd	212,92	3,08%
VIIIs4a123	GJo	191,37	2,77%
CORPOS D'ÁGUA		76,24	1,10%
TOTAL		6.912,04	100%

V.3.8 – Qualidade Ambiental do solo

Os pontos identificados como de interesse para amostragem de solo foram definidos para obtenção de um background da área da futura unidade industrial.

Foram realizadas sondagens por meio de trado-concha com diâmetro de 4” para coleta das amostras de solo e instalação dos poços de monitoramento com diâmetro de 2”. A amostragem de solo foi acompanhada da perfilagem de VOC a cada metro, realizada com equipamento GASTECH, visando uma amostragem final para a realização de análises químicas.

Foram realizadas ainda 04 coletas de amostras indeformadas de solo na área da planta, com o equipamento Kit TAI 100 fabricado pela SONDATERRA, para determinação das propriedades ou parâmetros físicos dos solos, que influenciem na hidrodinâmica. Os parâmetros medidos neste momento são porosidade total e efetiva, teor de umidade, densidade real e aparente, granulometria, permeabilidade conforme a composição granulométrica e curva de retenção de água.

A localização das coletas indeformadas visando a análise de parâmetros físicos do solo realizaram-se nas adjacências dos Pontos de Monitoramento instalados, cujas localizações são apresentadas na **Tabela V.3.8-1**, conforme segue:

Tabela V.3.8-1 – Localização dos pontos de coleta das amostras indeformadas para parâmetros físicos– UTM SAD69

Amostra 01	Lateral imediato ao PM-08 (0219102E / 7532608 N)
Amostra 02	Lateral imediato ao PM-11 (0219429 E / 7532668 N)
Amostra 03	Lateral imediato ao PM-02 (0219368 E / 7532743 N)
Amostra 04	Lateral imediato ao PM-02 (0219368 E / 7532743 N)

Para análise dos parâmetros químicos do solo foram realizadas 24 coletas de amostras indeformadas na área da planta, sendo 12 em horizontes de 0 a 20 cm e 12 no topo do lençol freático.

A **Tabela V.3.8-2** apresenta a localização dos pontos de coleta de solo para análise de parâmetros físico-químicos.

Tabela V.3.8-2– Localização dos pontos de coleta das amostras para análise dos parâmetros físico químicos – UTM SAD69

Ponto	Coordenadas	
	E	N
PM-1	0219174	7532741
PM-2	0219368	7532743
PM-3	0219473	7532719
PM-4	0219482	7532607
PM-5	0219484	7532487
PM-6	0219435	7532422
PM-7	0219184	7532416
PM-8	0219102	7532608
PM-9	0219109	7532691
PM-10	0219328	7532623
PM-11	0219429	7532668
PM-12	0219323	7532533

Através do **Mapa 13** é possível visualizar a espacializações dos pontos de amostragem de solo na AID/ área de implantação do empreendimento

As amostras de solo foram coletadas por meio de uma pá de aço inox, evitando possíveis contaminações cruzadas, sendo que a metodologia seguida para a amostragem de solo foram os procedimentos elaborados pela CETESB e apresentados no Capítulo 6.300 do seu “Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas”, de 2004.

As amostras foram acondicionadas em frascos de vidro fornecidos pelo laboratório responsável pela análise química. Os frascos foram devidamente etiquetados e identificados e, posteriormente, acondicionados em caixas de isopores contendo gelo para que a temperatura das amostras fosse mantida inferiores a 4°C.

As **Fotos V.3.8-1** e **V.3.8-2** ilustram alguns pontos de coleta de solo com os supracitados procedimentos



Foto V.3.8-1 - Procedimento de Sondagem
para coleta de amostras de solo.



Foto V.3.8-2 - Sondagem para coleta de
amostras de solo próximo a encosta.

O **Anexo 6** traz os perfis das sondagens realizadas e o **Anexo 7** traz os resultados das 04 amostras indeformadas para parâmetros físicos

As **Tabelas V.3.8-7 a V.3.8-14** apresentam os resultados analíticos obtidos a partir das amostras de solo para parâmetros físico-químicos realizadas em 12 pontos de monitoramento. Os laudos analíticos estão apresentados no **Anexo 8**.

Tabelas V.3.8-7 a V.3.8-14 – Resultados das análises físico-químicas (A3)
12 páginas

1

2

7

As amostras para ambos os parâmetros foram comparadas com os valores orientadores para qualidade do solo presentes na Resolução CONAMA 420 de 28 de dezembro de 2009 a qual dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividade antrópica.

Diante dos dados quantificados observa-se que todos os compostos analisados para qualidade do solo atendem a legislação federal vigente.

Cabe apenas ressaltar as elevadas concentrações de Ferro e Alumínio associados ao solo local, uma vez que estes metais normalmente estão presentes em teores elevados em vários horizontes dos solos encontrados na AII do empreendimento, a exemplo Horizonte B latossólico.

Em relação ao uso e ocupação do solo no entorno imediato aos pontos de monitoramento constatou-se, como é possível visualizar na **Figura V.3.8-2**, a seguir, que 8 dos 12 pontos de solo amostrado no cenário atual foram retirados sobre caracterizada por vegetação ombrófila.

Os usos atuais e futuros identificados para a área não apresentam potencial contaminação do solo, considerando os procedimentos de segurança ambiental a serem aplicados.

Figura V.3.8-2 A3 Pontos de Amostragem de Solo sobre o Uso e Ocupação atual

Figura V.3.8-3 A3 Pontos de Amostragem de Solo sobre o Uso e Ocupação Futuro

V.3.9 *Qualidade dos sedimentos*

A qualidade dos sedimentos nos corpos hídricos de interesse desse estudo foi avaliada por meio da coleta e amostragem dos mesmos em pontos selecionados, a partir do qual procedeu-se as respectivas análises físico-químicas.

A Área de Influência Direta (AID) do projeto possui diversas drenagens, caracterizadas principalmente por brejos, onde não há água corrente, porém a nível hidrográfico, as mesmas formam cursos d'água, que embora muitas vezes intermitentes, são afluentes da lagoa Cabiúnas. Neste sentido foram detectados escassos pontos a montante do empreendimento (AID) que tivessem água corrente e volume de água apropriado para coleta de água e sedimento.

É importante salientar que a amostragem de sedimento ocorreu em paralelo à amostragem de água superficial e biota aquática, a fim de se obter dados que possibilitem uma possível correlação entre tais particularidades analíticas, analisando-se os componentes limnológicos conjuntamente.

Frente ao exposto, optou-se em realizar a amostragem de sedimento em apenas um ponto à montante da AID (P2), além de outros dois pontos à jusante do empreendimento (P3 e P4). Cabe destacar que além desses pontos, realizou-se a coleta em um ponto localizado em outro curso d'água (P1 - Canal Jurumirim) inserido no raio da Área de Influência Indireta, devido a escassez de pontos com nível de água e fluidez ideais para coleta, a montante do empreendimento na AID.

A seguir, a **Tabela V.3.9-1** apresenta a descrição dos pontos amostrados, sendo que os mesmos podem ser visualizados no **Mapa 14**.

Tabela V.3.9-1 - Descrição dos pontos amostrados

PONTO	COORDENADA (UTM*)	DESCRIÇÃO DO PONTO
P1	217051 E / 7536050 S	Ponto localizado no Canal Jurumirim, na área de Influência Indireta do Terminal de Cabiúnas. Suas margens não apresentam mata ciliar, sendo ocupadas por pastagens.
P2	220026 E / 7534141 S	Ponto localizado em drenagem à montante do Terminal de Cabiúnas. Suas margens não apresentam mata ciliar, sendo ocupada por gramíneas com presença de pontos de assoreamento.
P3	2202109 E / 7533059 S	Ponto localizado na “Calha principal de drenagem”, que margeia todo o Terminal de Cabiúnas. Suas margens apresentam-se “impermeabilizadas” por concreto.
P4	220925 E / 75322858 S	Ponto localizado em drenagem à jusante do Terminal de Cabiúnas. Apresenta mata ciliar degradada com presença de gramíneas

*24K Datum SAD-69

A coleta de sedimentos foi realizada nos dias 19 e 20 de janeiro de 2011. Os Laudos analíticos estão apresentados no **Anexo 9**. Abaixo podem ser visualizadas as **Fotos V.3.9-1 a V.3.9-4** que mostram os pontos de coleta de sedimentos descritos acima.



Foto V.3.9-1 - Ponto P1



Foto V.3.9-2 - Ponto P2

**Foto V.3.9-3 - Ponto P3****Foto V.3.9-4 - Ponto P4**

Para a coleta do sedimento foi utilizada uma draga do tipo Van Veen (**Foto V.3.9-5 e V.3.9-6**). As amostras de sedimento foram dispostas em bandeja plástica, homogeneizada e distribuída nos frascos devidamente etiquetados.

**Foto V.3.9-5 - Disposição do sedimento em bandeja plástica, para homogeneização da amostra – Ponto P3****Foto V.3.9-6 - Lançamento da Draga do tipo Van Veen utilizada para coleta de amostras de sedimento e bentos – Ponto P4**

Após coletadas, as amostras foram enviadas para laboratório devidamente certificado para que se procedessem a triagem do material e posteriores análises físico-químicas e ecotoxicológicas, onde se abordou diversos parâmetros pré definidos. Diante dos dados obtidos puderam-se realizar as análises críticas, tendo como referência valores orientadores para solo (CETESB, Lista Holandesa, EPA).

A espécie utilizada nos testes de toxicidade com sedimento superficial total foi o anfípodo *Hyalella azteca*, que tem se mostrado uma das espécies mais promissoras para ser utilizada em ensaios ecotoxicológicos com sedimentos de água doce. Esses anfípodas são herbívoros e detritívoros, constituindo um importante elo na cadeia alimentar de corpos de água.

Os testes de toxicidade em sedimento com *Hyalella azteca* seguiram os métodos preconizados na norma ABNT NBR 15470 (2007), onde para cada amostra foram preparadas 4 réplicas, contendo um total de 40 organismos-teste por ponto. Durante o período de testes, os organismos foram submetidos a um fotoperíodo de 16 horas de luz e 8 horas de escuro, com temperatura máxima de 25,9 °C e mínima de 24,3 °C.

A análise da granulometria dos sedimentos foi realizada pelo método de difração a laser, conforme descrito na Norma ISO 13320-1/1999 (Análise de partícula por difração a laser).

Diante do exposto, a seguir serão apresentados e analisados os resultados obtidos através processos acima descritos. Abaixo a **Tabela V.3.9-2** apresenta os resultados encontrados das análises físico-químicas para as amostras de sedimento.

Tabela V.3.9-2 - Resultados das análises físico-químicas para as amostras de sedimento

PARÂMETROS	UNIDADES	LQ	P1	P2	P3	P4	VI Industrial CETESB	VI EPA R9 Industrial	VI Lista Holandesa
Porcentagem de Sólidos	% p/p	0,05	75,0	76,2	77,0	70,7	-	-	-
Arsênio	mg/kg	0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	150	1,6	55
Bário	mg/kg	0,5	32	8,3	8,9	9,8	750	67000	625
Cádmio	mg/kg	0,051	< 0,051	< 0,049	< 0,048	< 0,051	20	450	12
Cromo	mg/kg	0,5	5,9	25	5,7	3,3	400	450	380
Cobre	mg/kg	0,5	2,0	1,3	0,5	< 0,5	600	41000	190
Ferro	mg/kg	0,5	9283	13405	4840	982	-	100000	-
Mercúrio	mg/kg	0,026	0,037	< 0,024	< 0,024	< 0,025	70	310	10
Manganês	mg/kg	0,5	17	104	18	24	-	19000	-
Níquel	mg/kg	0,5	0,9	0,6	0,6	< 0,5	130	20000	210
Chumbo	mg/kg	0,5	4,7	2,7	54	2,9	900	800	530
Zinco	mg/kg	0,5	6,6	3,8	8,8	6,5	2000	100000	720
Vanádio	mg/kg	0,5	20	29	15	8,2	-	1000	-
Selênio	mg/kg	0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	-	5100	-
Antimônio	mg/kg	0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,4	25	410	-
Cianeto	mg/kg	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Aldrin	mg/kg	0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,03	0,1	-
Dieldrin	mg/kg	0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,004	1,3	0,11	-
DDT (isômeros)	mg/kg	0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,006	< 0,007	5	7	4
Endrin	mg/kg	0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,004	2,5	180	-
Lindano (g-BHC)	mg/kg	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,0011	-	-	-
Diclorobenzenos	mg/kg	0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	-	-	-
Hexaclorobenzeno	mg/kg	0,0033	< 0,0033	< 0,0033	< 0,0032	< 0,0035	1	1,1	-
Tetracloroeteno	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	13	1,3	4

PARÂMETROS	UNIDADES	LQ	P1	P2	P3	P4	VI Industrial CETESB	VI EPA R9 Industrial	VI Lista Holandesa
Tricloroeteno	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	22	0,11	60
Cloreto de Vinila	mg/kg	0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,008	0,75	0,1
PCB's (soma - lista holandesa)	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,12	-	1
TPH Total	mg/kg	52,4	< 52,4	< 52,4	< 51,2	78,5	-	-	5000
Relação C/N	partes de C/1N	0,05	22	20	27	33	-	-	-
Matéria Orgânica	% p/p	0,05	4,22	1,91	1,05	3,49	-	-	-
Carbono Orgânico Total	% p/p	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	-	-	-
2-Metilnaftaleno	mg/kg	0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,014	-	-	-
1,2-Dicloroetano	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-
1,1,1-Tricloroetano	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	25	1200	50
pH (Suspensão a 5%)		0 - 14	4,6	5,3	5,0	4,7	-	-	-
Potencial Redox (susp. a 50%)	mV	---	-37	-92	-54	-62	-	-	-
Condutividade Solução 5%	µS/cm	1	19	22	23	19	-	-	-
Sólidos Totais	% p/p	0,05	75,0	76,2	77,0	70,7	-	-	-
Óleos e Graxas	% p/p	0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,03	-	-	-
Nitrogênio Amoniacal	mg/kg	0,3	16,7	15,3	37,7	73,3	-	-	-
Nitrogênio Total Kjeldahl	mg/kg	4,5	1098	817	442	1078	-	-	-
Sulfato	mg/kg	13	< 13	< 13	22	< 14	-	-	-
Fosfato (como P)	mg/kg	0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	-	-	-
1,3,5-Triclorobenzeno	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-
1,2,3,4-Tetraclorobenzeno	mg/kg	0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,006	< 0,007	-	-	-
1,2,3,5-Tetraclorobenzeno	mg/kg	0,0033	< 0,0033	< 0,0033	< 0,0032	< 0,0035	-	-	-
PCB - Amostras de Solo									
PCB 8	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-
PCB 28	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-



PARÂMETROS	UNIDADES	LQ	P1	P2	P3	P4	VI Industrial CETESB	VI EPA R9 Industrial	VI Lista Holandesa
PCB 37	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-
PCB 44	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-
PCB 49	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-
PCB 52	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-
PCB 60	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-
PCB 66	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-
PCB 70	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-
PCB 74	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-
PCB 77	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-
PCB 82	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-
PCB 87	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-
PCB 99	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-
PCB 101	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-
PCB 105	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-
PCB 114	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-
PCB 118	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-
PCB 126 + PCB 166	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-
PCB 128	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-
PCB 138 + PCB 158	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-
PCB 153	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-
PCB 156	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-
PCB 169	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-
PCB 170	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-
PCB 179	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-
PCB 180	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-

PARÂMETROS	UNIDADES	LQ	P1	P2	P3	P4	VI Industrial CETESB	VI EPA R9 Industrial	VI Lista Holandesa
PCB 183	mg/kg	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-
PAH - SVOC									
Benzo(a)pireno	mg/kg	0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,014	3,5	0,21	-
Benzo(b)fluoranteno	mg/kg	0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,014	-	2,1	-
Benzo(k)fluoranteno	mg/kg	0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,014	-	21	-
Criseno	mg/kg	0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,014	-	210	-
Acenaftileno	mg/kg	0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,014	-	-	-
Fluoreno	mg/kg	0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,014	-	26000	-
Antraceno	mg/kg	0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,014	-	100000	-
Benzo(g,h,i)perileno	mg/kg	0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,014	-	-	-
Fenantreno	mg/kg	0,013	< 0,013	< 0,013	0,013	< 0,014	95	-	-
Dibenzo(a,h)antraceno	mg/kg	0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,014	1,3	0,21	-
Indeno(1,2,3,cd)pireno	mg/kg	0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,014	130	2,1	-
Pireno	mg/kg	0,013	< 0,013	< 0,013	0,018	< 0,014	-	29000	-
Acenafteno	mg/kg	0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,014	-	29000	-
Fluoranteno	mg/kg	0,013	< 0,013	< 0,013	0,023	< 0,014	-	22000	-
Naftaleno	mg/kg	0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,014	90	190	-
Benzo(a)antraceno	mg/kg	0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,013	< 0,014	65	2,1	-



Os sedimentos fluviais têm sido reconhecidos, nos últimos anos, como um compartimento importante no estudo da qualidade de um corpo hídrico, já que os materiais que compõem a coluna sedimentar podem servir como fonte ou sumidouro de contaminantes (compostos orgânicos e metais) no meio aquático. Com isso, os sedimentos se tornam importantes quanto à avaliação do nível de contaminação nesses ecossistemas devido ao seu potencial em acumular metais pesados e disponibilizá-los para coluna d'água (Melo 1993).

Esses processos ocorrem em função das alterações de pH, potencial redox, oxigênio dissolvido, ação microbiana, turbidez, entre outros, no ambiente impactado, podendo afetar a qualidade da água e desenvolver processos bioacumulativos (transferência do contaminante na cadeia trófica).

Sendo assim, de acordo com a **Tabela V.3.9-2**, nenhum dos pontos amostrados nos cursos d'água em questão apresentaram concentrações em desconformidade com os valores orientadores supra-citados para sedimento, o que sugere ausência de contaminação neste ambiente.

No entanto, cabe ressaltar os resultados para os testes de toxicidade apresentados a seguir na **Tabela V.3.9-3**.

Tabela V.3.9-3 - Variáveis físico-químicas (pH, oxigênio dissolvido – OD) obtidas das amostras de sedimento no início e final do teste com o anfípoda *Hyalella azteca* e os respectivos índices de mortalidade.

Amostras	pH		Oxigênio Dissolvido (mg/L)		Mortalidade	Porcentagem
	Inicial	Final	Inicial	Final		
Ponto 1	6,8	7,0	5,6	5,5	27	67,5
Ponto 2	7,1	7,2	5,9	5,6	0	0
Ponto 3	7,1	7,2	5,9	5,6	0	0
Ponto 4	6,5	6,8	6,0	5,9	0	0
Controle	7,7	7,8	7,9	7,7	0	0

Diante dos resultados observados na **Tabela V.3.9-3** apenas o Ponto 1 apresentou efeito tóxico agudo, uma vez que a porcentagem de letalidade na amostra é significativamente maior que a observada no sedimento-controle (mortalidade de 27 indivíduos - 67,5%).

Sendo assim, esta ocorrência de toxicidade aguda no ponto P1 de forma isolada (em um curso d'água fora da Área de Influência Direta, pertencente a uma sub-bacia hidrográfica distinta dos demais pontos) sugere uma possível contaminação, porém este fato não é corroborado pelas análises físico-químicas do sedimento (**Tabela V.3.9-2**), uma vez que as mesmas além de apresentarem níveis dentro da faixa permitida pela legislação em todos pontos, apresentaram concentrações muito próximas entre si.

A sensibilidade dos anfípodos utilizados no teste com sedimento integral foi estimada através do teste com substância de referência – Cloreto de Potássio (KCl). O lote de anfípodos utilizado no teste apresentou uma faixa de sensibilidade de 159,89 g/L (110 – 210 g/L) de KCl, conforme pode-se observar nos laudos apresentados no **Anexo 10**.

Além disso, como descrito anteriormente, em cada ponto foi realizada a análise granulométrica das amostras de sedimento. Portanto, segue abaixo a **Figura V.3.9-1** ilustrando a média granulométrica encontrada por ponto amostral.

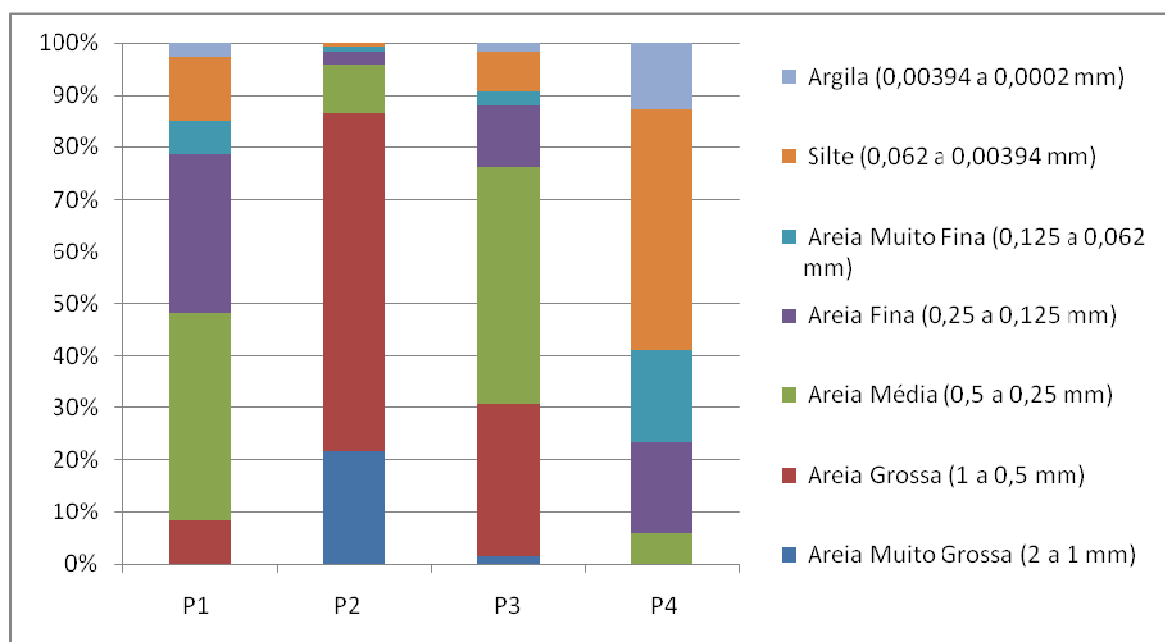


Figura V.3.9-1 – Granulometria por ponto de coleta.

Conforme se observa na **Figura V.3.9-2**, os pontos amostrados apresentam grande heterogeneidade na composição granulométrica de seus sedimentos, não apresentando um padrão de distribuição espacial, o que provavelmente se

justifica pela presença de fluxos d'água intermitentes (grande alternância de vazões, com a presença de brejos, córregos, valas, etc) entre os pontos de coleta (P2, P3 e P4) causando a deposição de grânulos de diferentes diâmetros nos respectivos sedimentos dependendo da vazão local (regiões de alta vazão possuem sedimentos com grânulos mais espessos e vice-versa).

Um fato importante a se ressaltar a respeito deste “mosaico” granulométrico é que estas formações sedimentológicas variadas possibilitam a colonização por diversas espécies de organismos bentônicos, com diferentes exigências de habitat, porém, um ambiente com predomínio de grânulos espessos viabiliza a colonização de organismos com maior exigência de O₂, ou seja, com maior sensibilidade ambiental.

Contudo, no ponto P1 e P4, nota-se um predomínio de grânulos finos (Argila a Areia Fina), sendo que o ponto P4 apresentou baixíssima vazão durante a coleta, o que facilita a deposição de pequenas partículas no sedimento. Já os outros pontos P2 e P3 apresentaram grande porcentagem de partículas espessas (Areia média a areia muito grossa) e tratam-se de pontos com vazão relativamente elevada.

V.3.10 – Recursos Hídricos

V.3.10.1 – Recursos Hídricos Superficiais

A Área do empreendimento está inserida, de acordo com a codificação adotada pela Agência Nacional da Águas (ANA) para as bacias e sub-bacias hidrográficas, na sub-bacia 59, denominada Bacias Litorâneas do Estado do Rio de Janeiro, pertencente à região hidrográfica do Atlântico Trecho Leste.

A sub-bacia 59 é delimitada por uma área de drenagem compreendida entre a Foz do Rio Paraíba do Sul e a divisa entre os estados do Rio de Janeiro e São Paulo, e abrange as bacias de drenagem da Lagoa de Cabiúnas e do rio Macaé, nas quais está inserida a Área de Influência Indireta do empreendimento.

Com relação à gestão de recursos hídricos do Estado do Rio de Janeiro, este está subdividido em 10 Regiões Hidrográficas, medida aprovada pela Resolução/CERHI-RJ N° 18 (08/11/2006), sendo que a área do empreendimento

está inserida na Região Hidrográfica dos Rios Macaé e das Ostras (Região Hidrográfica VIII).

A atuação do Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Macaé e das Ostras, compreende:

- A Bacia Hidrográfica do Rio Macaé, incluídos os canais artificiais ou retificados, as águas desviadas do Rio Macabu e a Zona Costeira do estuário;
- A Bacia Hidrográfica do Rio Imboassica, seu leito natural e retificado;
- A Bacia Hidrográfica da Lagoa de Imboassica e o canal extravazador para o mar;
- A Bacia Hidrográfica do Rio Jurubatiba;
- A Bacia do Rio das Ostras.

A **Figura V.3.10.1-1** mostra as Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro.

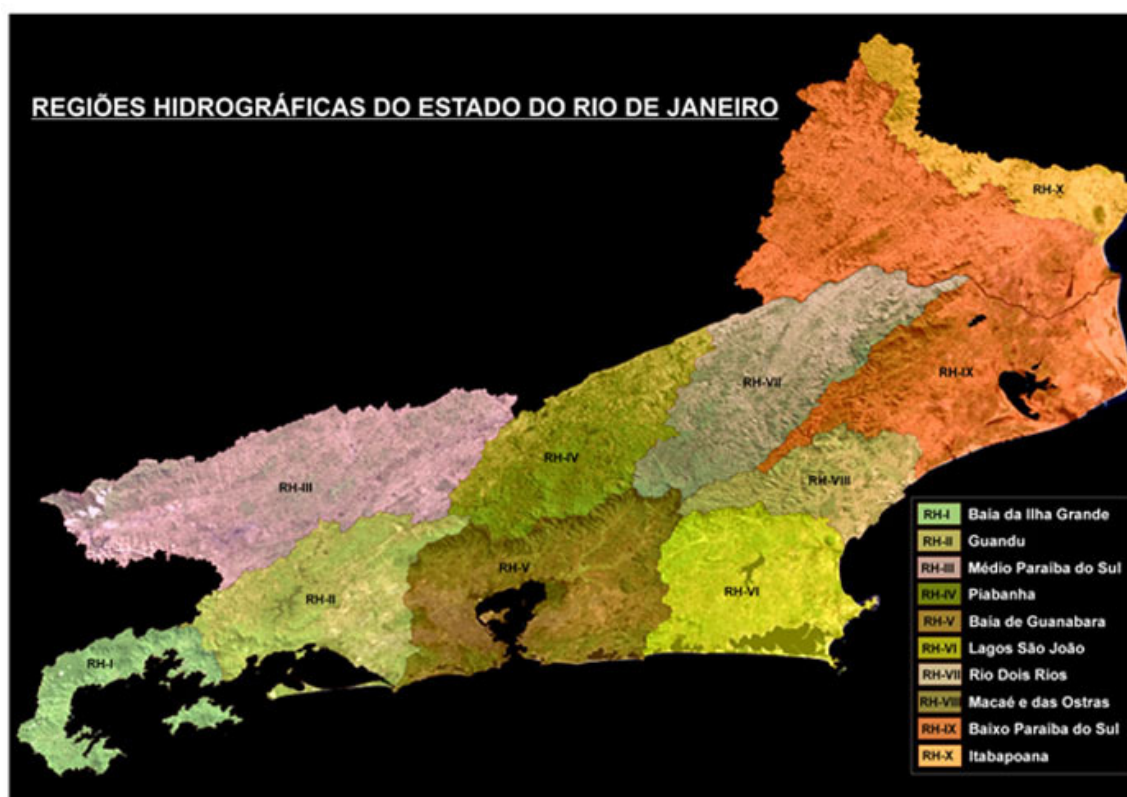


Figura V.3.10.1-1– Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro. Fonte: Instituto Estadual do Ambiente

Segundo ESTEVES (1998), a Lagoa de Cabiúnas foi formada a partir da sedimentação das fozes de rios que drenavam para oceano, originando lagos costeiro, com águas doces ou levemente salobras.

A Lagoa de Cabiúnas possui área é de 0,34 Km², profundidade média de 2,37 m e máxima de 4 m, perímetro de 10 Km, comprimento máximo de 0,9 Km e largura máxima de 0,2Km, sendo a menor dentre as 18 lagoas que integram o Parque Nacional da restinga de Jurubatiba, situado no noroeste do Estado de Rio de Janeiro.

De acordo com o Plano de Manejo do referido parque estas dimensões inferem uma alta relação entre o perímetro e o volume da lagoa, o que resulta em uma maior importância da região litorânea no metabolismo do ecossistema. O alto valor do fator de desenvolvimento, que representa a razão entre área da bacia hidrográfica e a área da lagoa (VON SPERLING, 1994), demonstra a vulnerabilidade deste ecossistema, uma vez que, quanto maior o fator de desenvolvimento menor é a capacidade de diluição do ecossistema em relação ao impacto antrópico sofrido (PANOSSO et al. 1998).

Quanto ao Sistema hidrográfico do rio Macaé, os dados aqui apresentados foram retirados do projeto “Análise e Qualificação Sócio-Ambiental do Estado do Rio de Janeiro (escala 1:100.000): subsídios ao ZEE - Zoneamento Ecológico Econômico”, realizado pelo Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Fundação COPPETEC e a Secretaria do Ambiente do Governo do Estado do Rio de Janeiro.

A Bacia hidrográfica do rio Macaé apresenta área de 77.768 há, sendo que o Rio Macaé, principal formador desta Bacia hidrográfica, nasce a 1.560 metros de altitude, próximo ao Pico do Tinguá em Nova Friburgo. Seu curso se desenvolve por cerca de 136 Km, desaguando na cidade que deu origem ao seu nome. Os principais afluentes são: Rio Bonito, Purgatório, Teimoso, Sana, Atalaia, São Pedro e Jurumirim. Sua vazão média, próximo à foz, é de 30 m³/s.

A bacia do Rio Macaé é uma das principais bacias hidrográficas do estado do Rio de Janeiro, com área de drenagem de 1.765 km². Abrange os municípios de Macaé, Nova Friburgo, Casimiro de Abreu, Conceição de Macabu, Rio das Ostras e Carapebus.

Possui predomínio de relevo montanhoso, sendo que aproximadamente 80% do sistema foi classificado como pertencente a essa feição.

Uma característica importante é que grande parte das áreas de montanha é composta por encostas de grande declividade.

No sistema hidrográfico do rio Macaé também há uma área relevante de planícies fluviais, sobretudo no entorno do eixo principal do sistema e de alguns tributários importantes do rio Macaé. Já as colinas não cobrem 1% da área.

Esse predomínio montanhoso é acompanhado por uma vasta cobertura de florestas, que se concentram na parte superior do sistema.

As partes mais baixas do relevo são dominadas por áreas de pasto, que recobre 24,8% da área total do sistema, sendo que estas cobrem quase a metade das planícies inseridas na Bacia hidrográfica do rio Macaé.

As áreas com maior precipitação anual estão localizadas, principalmente, no domínio montanhoso, podendo superar o valor de 2.500 mm. Quanto ao baixo curso do rio Macaé, este não foi analisado devido à ausência de estações nessa porção da bacia.

Quanto ao balanço hídrico, de acordo com o projeto desenvolvido para a Bacia do Rio Macaé foi detectado um excedente hídrico na baixada das bacias contribuintes dos rios Macaé, influenciado, principalmente, pelos maiores índices de precipitação.

Nas áreas mais elevadas também foi observado um excedente hídrico, devido à associação de chuvas orográficas e a atenuação da evapotranspiração em função da redução da temperatura média mensal em virtude da altitude.

No período seco (meses de Junho, Julho e Agosto), observa-se que quase a totalidade da área do Sistema hidrográfico do rio Macaé apresenta déficit hídrico, com exceção de algumas porções e na baixada do rio Macaé

Quanto à susceptibilidade a erosão e movimentos de massa, neste sistema hidrográfico predominam os processos de fluxo de detritos e deslizamentos e os de voçorocamento também são relevantes. Este padrão e consequência do relevo que tem grande proporção de áreas montanhosas.

Com relação ao sistema hidrográfico da baixada o rio Macaé, este apresenta 54,4% de áreas com ausência de processos erosivos e 33,6% de área deposicionais e não há áreas sujeitas a rastejos e fluxos de detritos.

O sistema hidrográfico da baixada do rio Macaé, tem um padrão bem distinto dos outros sistemas de baixada, em função da sua cobertura predominante (pastagem) e um balanço hídrico anual de media susceptibilidade.

A Baixada do Rio Macaé, está inserida em uma área onde ocorre uma das maiores taxas de crescimento populacional, do Rio de Janeiro relacionado em grande parte ao desenvolvimento da atividade de exploração de petróleo na bacia de Campos.

Na foz deste rio é observada a ocupação irregular de suas margens, com o consequente lançamento de esgotos, em consórcio com a destruição dos ecossistemas de manguezais ali presentes.

Nas áreas de influência foram delimitadas 8 sub-bacias, conforme pode ser observado no **Mapa 15 (Volume II)**, sendo que a área de implantação está inserida em duas sub-bacias, a saber: a sub-bacia da calha principal de drenagem (5) e a sub-bacia do Córrego do Corpo de Bombeiros (6).

As sub-bacias onde o principal formador não apresentava nome na Carta IBGE Cabiúnas, escala 1:50.000, a sub-bacia foi identificada somente pelo número.

Quanto a Lagoa de Cabiúnas esta possui dois formadores principais, cujos nomes também não estão registrados na Carta IBGE Cabiúnas, escala 1:50.000. Entretanto neste trabalho, esses dois formadores foram denominados “Afluente Norte” e “Afluente Oeste”, de acordo com sua posição relativamente à lagoa.

No extremo norte da Lagoa de Cabiúnas, ocorre a confluência desses seus dois principais formadores. O Afluente Oeste drena uma área de 6,56 km², onde se insere grande parte da AID, e o Afluente Norte drena uma área de 14,47 km², com sua bacia se localizando na AII.

Além de seus dois formadores, já apresentados, a lagoa recebe diretamente a drenagem de diversos cursos d'água de pequeno porte vindos de nordeste e de sudoeste, ou seja, afluindo perpendicularmente ao seu eixo, além da contribuição sazonal do Canal Macaé-Campos. Esse canal artificial tem 100 km de extensão e foi aberto no século XIX, para facilitar o escoamento de açúcar produzido na região, sendo utilizado também para drenar a região.

Caracterização do Regime Fluvial

A caracterização do regime hidrológico dos principais cursos d'água situados nas áreas de influência do empreendimento foi realizada com base no *Trabalho de Regionalização de Vazões da Sub-bacia 59* (novembro de 2002), realizado

pela CPRM, devido à grande escassez de dados fluviométricos disponíveis na região em estudo.

Durante consulta ao inventário de estações fluviométricas, do banco de dados Hidroweb, da ANA–Agência Nacional de Águas, constatou-se que os poucos postos localizados nas proximidades da área de interesse pertencem à DNOS–Departamento Nacional de Obras de Saneamento e seus dados não estão disponíveis. Além disso, referem-se a áreas de drenagem muito superiores às áreas das pequenas bacias afetadas pela ampliação do TECAB.

O *Trabalho de Regionalização de Vazões da Sub-bacia 59*, por sua vez, usou como base os dados de 12 postos fluviométricos localizados na totalidade dessa sub-bacia, que compreende as bacias litorâneas do Estado do Rio de Janeiro, desde Macaé (norte) a Parati (sul).

Como nos postos da região as séries de dados não tinham um período completo comum de observação, foram selecionadas, para a regionalização, as estações que apresentavam séries representativas e com pelo menos cinco anos hidrológicos completos, ou ainda, para estudo das máximas e mínimas, com períodos completos de cheia ou estiagem.

A caracterização do regime fluvial dos principais cursos d'água situados nas áreas de influência do empreendimento, aqui apresentada, foi elaborada com base nas equações resultantes das análises de regressão do referido estudo.

A equação utilizada para estimar a vazão média de longo termo (Q_{med}), assim como a equação utilizada para estimar a média das vazões máximas anuais (Q_{max}) (ano hidrológico), tem como parâmetros de entrada a área de drenagem (km^2) e a precipitação média anual (m).

Para o cálculo das vazões correspondentes à 50% (Q_{50}) e 95% (Q_{95}) de permanência, bem como a vazão média anual para o retorno de 10 anos ($Q_{med, 10}$), também foram utilizados, como parâmetros de entrada a área de drenagem (km^2) e a precipitação média anual (m).

Enquanto isso, a equação aplicada no cálculo da média das vazões mínimas anuais (Q_{min}) e na vazão mínima de sete dias consecutivos e período de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$), além da área de drenagem, utiliza também a duração de tempo da vazão mínima, em dias. Para o presente estudo, adotaram-se 30 dias para a caracterização das vazões mínimas anuais.

Para as sete equações de regressão, o trabalho de regionalização recomendou duas restrições de utilização: (1) elas não poderiam ser utilizadas para as bacias dos rios Macabu e Guandu; (2) a área de drenagem do ponto de interesse deveria estar entre 22 e 597km².

A primeira restrição é decorrente de estruturas de transposição de vazões existentes nessas bacias, que alteram o comportamento natural das vazões.

A segunda restrição está relacionada com a área de drenagem dos postos fluviométricos utilizados no trabalho de regionalização. O posto de menor área de drenagem foi o da Fazenda das Garrafas com 22km².

No atual estudo, todos os locais de interesse identificados possuem área de drenagem inferior a esse valor, o que significaria uma extrapolação dos resultados da regionalização. Contudo, como o objetivo da estimativa das vazões, para o presente estudo, é apenas caracterizar a variação sazonal das vazões, foram calculados os valores das vazões específicas (Q_{med} , Q_{max} , Q_{50} , Q_{95} , $Q_{med,10}$, Q_{min} , $Q_{7,10}$) correspondentes à área de 22km² e, depois, foram aplicados esses valores às áreas de drenagem dos locais de interesse.

Quanto aos dados de precipitação foi utilizada a estação mais próxima a área de interesse, que de acordo com o *Trabalho de Regionalização de Vazões da Sub-bacia 59*, a estação é a de Macabuzinho, que apresenta as seguintes características:

- Código: 02241003
- Nome: Macabuzinho
- Entidade: ANEEL
- Longitude: 414232 W
- Latitude: 220439 S
- Precipitação Total anual: 1077 mm
- Altitude: 19 m

Na **Tabela V.3.10.1-1**, são apresentadas as estimativas de vazões características máximas (Q_{max}), médias (Q_{med}), e mínimas mensais (Q_{min}), além das vazões $Q_{7,10}$, Q_{50} e Q_{95} , e a vazão média com retorno de 10 anos ($Q_{med,10}$), nos locais de interesse, baseadas no *Trabalho de Regionalização de Vazões da*

Sub-bacia 59, bem como suas respectivas áreas de drenagem e classes de uso da água.

As vazões máximas correspondem à cheia média e as vazões mínimas anuais são relativas à estiagem média com duração de 30 dias.

Tabela V.3.10.1-1 – Vazões características e classes de uso nos locais de interesse da ampliação do TECAB

LOCAL	Área de Drenagem (Km ²)	Vazão Característica (m ³ /s)							Classe de Uso
		Q _{max}	Q _{med}	Q _{min}	Q _{med,10}	Q _{7,10}	Q ₅₀	Q ₉₅	
Foz da lagoa de Cabiúnas (1)	8,03	3,01	0,19	0,13	0,29	0,08	0,15	0,2	2
Afluente norte da lagoa de Cabiúnas (2)	14,47	5,43	0,34	0,23	0,53	0,15	0,28	0,2	2
Afluente oeste da Lagoa de Cabiúnas (3)	6,56	2,46	0,15	0,1	0,24	0,06	0,12	0,09	2
Córrego do Corpo de Bombeiros (6)	0,82	0,3	0,019	0,01	0,03	0,008	0,016	0,01	2
“Calha Principal de Drenagem” na foz (5)	2,75	1,03	0,24	0,04	0,1	0,02	0,05	0,03	2
Sub- bacia 4	1,15	0,43	0,027	0,01	0,04	0,012	0,022	0,16	2
Sub-bacia 7	0,98	0,36	0,023	0,016	0,03	0,01	0,019	0,016	2
Sub- bacia 10	5,01	1,88	0,11	0,08	0,18	0,05	0,09	0,013	2

A **Figura V.3.10.1-3** apresenta a curva de permanência com os dados obtidos do *Trabalho de Regionalização de Vazões da Sub-bacia 59*.

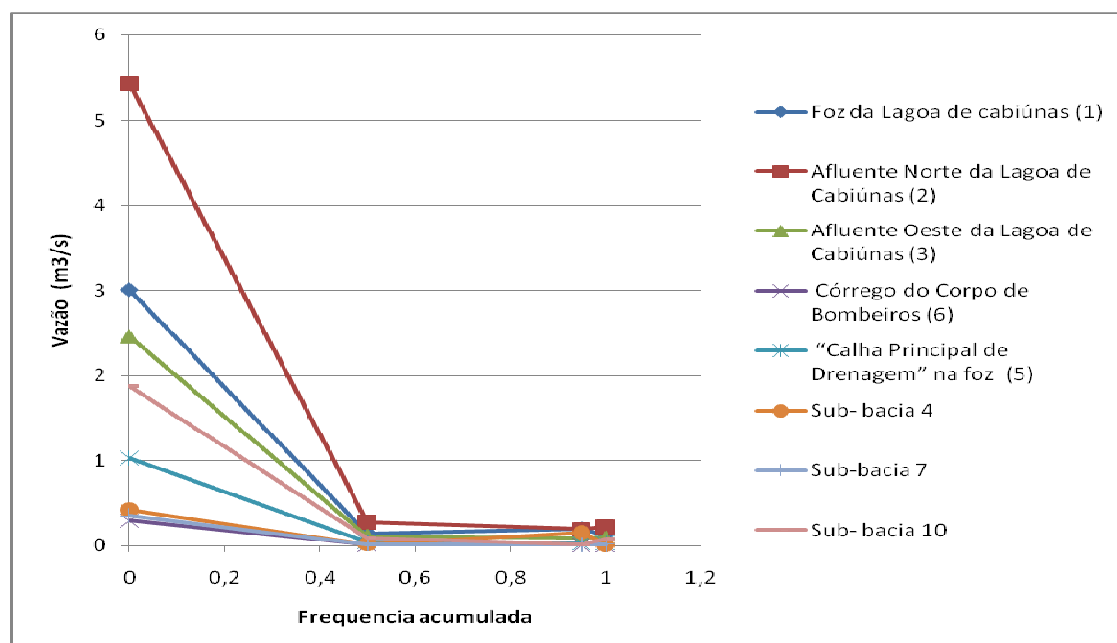


Figura V.3.10.1-3 – Curva de permanência obtida para as sub-bacias localizadas nas áreas de influência do empreendimento.

Para os principais formadores das sub-bacias onde o empreendimento está inserido foram estimadas também as vazões de cheia para um período de retorno de 10 anos. Para a calha Principal de Drenagem, a vazão máxima com 10 anos recorrência foi estimada em $1,71 \text{ m}^3/\text{s}$, e para o córrego do Corpo de Bombeiros, foi calculada como $0,49 \text{ m}^3/\text{s}$.

A Lei Estadual nº 3.239, de 2/08/1999, que criou o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos diz, em seu art. 33, que as margens e leitos de rios, lagoas e lagunas deverão ser protegidos pelo projeto de Faixa Marginal de Proteção (FMP) e pela determinação do uso e ocupação permitidos para a FMP. Posteriormente, a Portaria SERLA nº 324, de 28/08/2003, definiu a base legal para estabelecimento da largura mínima da FMP, tendo sido estabelecidas, ao longo de qualquer curso d'água, larguras mínimas em faixa marginal desde o seu nível mais alto.

No caso do córrego do Corpo de Bombeiros, localizado na parte oeste da área do empreendimento, tendo em vista que a largura de sua calha fluvial é inferior a 10m, estimada com base nas observações durante a inspeção de campo, a largura mínima da faixa marginal de proteção deve ser 30m.

Alguns exemplos do aspecto das calhas fluviais dos rios e córregos próximos ao local do terminal são apresentados nas **Fotos V.3.10.1-2 e V.3.10.1-3**, a seguir, obtidas durante a inspeção de campo nos dias 19 e 20 de janeiro de 2011.

	
Foto V.3.10.1-2 - Vista do canal Macaé–Campos nos limites de Cabiúnas na estrada que liga a praia da Lagoinha à RJ-178, cerca de 1.500m de distância da lagoa de Cabiúnas, no interior da AID (221.324E / 7.532.017N).	Foto V.3.10.1-3 - Vista do corpo d'água que forma a “Calha Principal de Drenagem” a montante da área do empreendimento, localizado na AID (219.125E / 7.532.894N).

O canal Campos-Macaé tem dois trechos com pontos de confluência com a lagoa de Cabiúnas: um vem de Campos até a margem esquerda da lagoa; outro sai da margem direita da lagoa até Macaé.

De maneira geral, a área de influência do projeto é caracterizada por grandes áreas alagadas, caracterizadas principalmente por brejos, onde não há água corrente, como observado durante inspeção de campo, do corpo d'água que forma a “Calha Principal de Drenagem”.

Ressalta-se que em outros pontos, do córrego formador da “Calha Principal de Drenagem” foi observado água corrente, entretanto com baixo volume de água (**Foto V.3.10.1-4**).



Foto V.3.10.1-4 - Vista do corpo d'água que forma a "Calha Principal de Drenagem" a montante da área do empreendimento, dentro da AID. Nota-se área brejosa e baixo volume de água (218810 E / 7533173 S).

A "Calha Principal de Drenagem" (**Fotos V.3.10.1-5 e V.3.10.1-6**) é um córrego que foi canalizado e cruza boa parte do terreno do TECAB. Ela recebe a maior parte das águas pluviais das unidades do TECAB. No interior da área do TECAB, seu escoamento pode ser controlado por meio de comportas.



Foto V.3.10.1-5 – Vista da "Calha Principal de Drenagem" no ponto mais a jusante no interior da área do TECAB.



Foto V.3.10.1-6 – Vista da "Calha Principal de Drenagem" no interior da área do TECAB revestida por gramíneas em grande parte de seu curso.

Quanto à lagoa de Cabiúnas, esta tem fundo escuro, provavelmente, proveniente de matéria orgânica em decomposição. (**Foto V.3.10.1-7**)



Foto V.3.10.1-7 - Vista para montante da lagoa de Cabiúnas, na AII do TECAB (222.935E / 7.531.525N)

Durante períodos mais chuvosos, ocorre o aumento da vazão dos rios que abastecem a lagoa de Cabiúnas, aumentando, conseqüentemente, o nível da lagoa e causando inundação dos locais mais próximos.

Na confluência entre o afluente oeste da Lagoa de Cabiúnas, a “Calha Principal de Drenagem”, o córrego que recebe as águas do córrego do Corpo de Bombeiros, curso d’água que drena a área sul do terreno do TECAB, próximo a RJ-178, foi possível observar durante a inspeção de campo que esta apresentava margens degradadas e escoamento lento. (**Foto V.3.10.1-8**).



Foto V.3.10.1-8 - Vista para montante do Afluente Oeste da lagoa de Cabiúnas, próximo a RJ-178, AID do empreendimento (220.925E / 7.532.858N).

Durante a inspeção de campo, foi observado, que onde se localiza a sub-bacia 4, na área de influência direta, atualmente está sendo construído um condomínio industrial (**Foto V.3.10.1-9**). A drenagem existente nesta área foi tubulada.



Foto V.3.10.1-9 - Vista para condomínio industrial em construção inserido na sub-bacia 4. (219.180E / 7.531.520N)

Dinâmica do Escoamento dos principais Corpos Hídricos formadores das Sub-bacias da área de ampliação do TECAB

A dinâmica do escoamento dos cursos d'água que drenam para a lagoa de Cabiúnas, em especial dos dois cursos d'água, principais formadores das sub-bacias onde a ampliação do TECAB será instalada, está condicionada a dois fatores: as precipitações pluviométricas nas partes mais elevadas e os níveis d'água da lagoa de Cabiúnas, nas partes mais baixas.

A dinâmica das partes mais elevadas, que incluem toda a área industrial do TECAB, pode ser assim descrita: durante as chuvas, a drenagem superficial das duas pequenas bacias hidrográficas, incluindo a drenagem do pátio industrial, se concentra nos dois cursos d'água associados, que se tornam caudalosos durante esses episódios.

Em se tratando de bacias de pequena magnitude, uma estiagem prolongada pode provocar a intermitência dos cursos d'água.

Ao deixar os limites do TECAB, ainda antes de se juntarem para formar o Afluente Oeste, esses dois cursos d'água penetram uma parte mais baixa, onde

passa a ter uma dinâmica de escoamento condicionada pelos níveis d'água da lagoa de Cabiúnas e das diversas áreas estagnadas existentes.

O controle de nível d'água exercido pela lagoa sobre seus afluentes, nesse trecho baixo, depende da situação em que se encontra sua barra de areia. Com a barra de areia fechada, os níveis da lagoa se elevam e represam os afluentes, que passam a ficar com água estagnada em seu curso baixo.

Quando a barra de areia se rompe, — o que pode acontecer durante chuvas intensas, em virtude da energia adicional do escoamento afluente, ou em períodos de ressaca, em que as ondas removem a areia da praia —, o nível d'água da lagoa é rebaixado, drenando parte de seu volume acumulado. Nessas ocasiões, os afluentes da lagoa ganham uma nova dinâmica em seu curso baixo, tendo seu escoamento acelerado, e ocorre também a drenagem das áreas alagadiças acima mencionadas.

Comportamento Sedimentológico

Após a identificação das bacias e sub-bacias nas áreas de influência e a caracterização do regime fluvial dos cursos d'água, procurou-se caracterizar o comportamento sedimentológico dos rios nas sub-bacias atravessadas.

A concentração de sedimentos nos rios brasileiros é muito variável, dependendo da ocorrência e do comportamento das chuvas, além do tipo e uso do solo, entre outros fatores. Por exemplo, durante os períodos de chuvas mais intensas, ocorre um aporte muito maior de sedimentos para os cursos d'água. Outro aspecto é o caso das áreas cultivadas, onde o período do calendário agrícola em que ocorrem as chuvas pode gerar um maior aporte de sedimentos aos rios quando coincide com o solo mais exposto, como na fase de aração/gradagem.

As retificações realizadas nas calhas fluviais também representam um elemento fundamental para eventos erosivos, acelerando o escoamento e promovendo o aprofundamento do leito, devido à erosão.

Não existem dados sedimentológicos das estações na Sub-bacia 59, disponíveis no banco de dados HIDROWEB, que possam servir de referência para as bacias de drenagem localizadas nas áreas de influência do empreendimento e em especial a lagoa de Cabiúnas.

Buscou-se, então, caracterizar a produção regional de sedimentos, com base no Diagnóstico das Condições Sedimentológicas dos Principais Rios Brasileiros, elaborado pela ELETROBRAS, resultante da interpretação dos dados sobre descargas sólidas e fatores de erosão/sedimentação reunidos nos bancos de dados na ocasião do diagnóstico. Datado de 1992, esse estudo ainda é, reconhecidamente, uma importante referência na realização de estudos sedimentológicos em nível regional, notadamente quando não se possuem observações locais.

No referido trabalho, foi realizado um zoneamento hidrossedimentológico superpondo espacialmente às distribuições de três fatores: descargas sólidas específicas totais, obtidas por medições diretas em postos que definam bacias de tamanhos comparáveis; riscos de erosão nos interflúvios, estimados indiretamente; e acidentes e prejuízos decorrentes de excessos de carga sólida (assoreamento de reservatórios, custos excessivos de operação e manutenção de tomadas d'água ou de estradas).

De acordo com o estudo, a área do empreendimento está inserido na Zona II.5 – Litoral Leste, que apresenta Concentração Média Anual de material em suspensão (CMA, mg/L) de 185 mg/L, devido as seguintes características: “Chuvas pouco ou medianamente erosivas. Solos pouco ou medianamente erodíveis, relevo mais acentuado e ocupação do solo mais intensa.”

Enquadramento dos Cursos d'Água em Classes de Uso

As diferentes classes de uso para os corpos hídricos foram estabelecidas inicialmente pela Resolução CONAMA nº 20/86, que foi modificada pela Resolução CONAMA nº 274/00 e, posteriormente, revogada pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Ainda não existe enquadramento para os rios de competência estadual, sendo que, segundo o artigo nº 42 da Resolução CONAMA no 357/05, os rios que ainda não foram enquadrados pelos órgãos competentes são considerados Classe 2, sendo destinadas aos seguintes usos:

- Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- Proteção das comunidades aquáticas;

- Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274/00;
- Irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto;
- Aquicultura e atividade de pesca.

Assim, os corpos d'água presentes nas áreas de influência do empreendimento são classificadas como classe 2.

Usos da Água e Qualidade da Água do Manancial

Com relação aos usos da água, não existem informações disponíveis sobre as outorgas de água concedidas pela SERLA para a região de inserção das Áreas de Influência do empreendimento. Com base em consultas realizadas em outras fontes não foram identificadas captações de água superficial para abastecimento público nos pequenos cursos d'água existentes nas áreas de influência.

Segundo informações da ESANE (Empresa Municipal de Saneamento e Águas) de Macaé, a captação de água para abastecimento da cidade é feita no rio Macaé em Severina, num local fora da AII. Também segundo a ESANE e inspeção de campo a rede de distribuição de água tratada de Macaé vai apenas até o bairro Lagomar, não contemplando o bairro de Cabiúnas, cujas residências se abastecem por poços.

A Companhia Estadual de Águas e Esgoto – CEDAE é o órgão responsável pelo monitoramento da qualidade de água da rede de distribuição do Estado do Rio de Janeiro.

O monitoramento da qualidade da água do manancial (Sistema Macaé) é realizado de forma contínua, pela CEDAE, para que seja detectada, imediatamente, qualquer alteração proveniente de atividades poluidoras: despejos industriais, de esgoto doméstico, ou ainda, depósito de lixo às margens do rio.

Assim, o controle da qualidade do manancial é realizado com determinações de parâmetros físico-químicos, orgânicos, inorgânicos, bacteriológicos e hidrobiológicos na água bruta (manancial), cumprindo o disposto pela Portaria 518/04 do Ministério da Saúde e pelo Decreto 5440/2005 do Governo Federal.

A qualidade da água da rede de distribuição é monitorada da seguinte forma:

- Coletas: são realizadas mensalmente em pontos de abastecimento (endereço residenciais ou não) cadastrados e distribuídos estrategicamente por toda extensão da rede de distribuição pertinente ao Sistema.
- Análises mensais: nas amostras coletadas, são realizadas, rotineiramente, determinações de cloro residual livre, pH, turbidez, cor aparente, Coliformes Totais, Coliformes Termotolerantes e Bactérias Heterotróficas em cumprimento à Portaria 518/04 do Ministério da Saúde.
- Análises trimestrais e semestrais (exigidas pela legislação para saída de tratamento, rede de distribuição do Sistema de Abastecimento e mananciais): são realizadas 400 determinações por ano, abrangendo parâmetros físico-químicos, orgânicos, inorgânicos e biológicos.

A **Figura V.3.10.1-4** apresenta o quantitativo de amostras realizadas para os parâmetros cor, turbidez, bacteriologia e cloro residual livre, bem como o quantitativo das amostras que apresentaram resultados dentro do padrão.

ANO 2009	Amostras realizadas para cor e turbidez	Amostras realizadas para bacterio- logia e cloro	AMOSTRAS DENTRO DO PADRÃO				
			Parâmetros Físico-Químicos			Parâmetros Bacteriológicos	
			Turbidez (< 5 UNT)	Cor Aparente (< 15 uH)	Cloro Residual Livre (0,2 a 5,0 mg/L)	Coliformes	
						Totais	Termoto- lerantes
JAN	161	161	157	161	161	156	161
FEV	116	116	113	116	116	111	116
MAR	110	110	109	110	110	109	110
ABR	143	143	136	143	143	137	143
MAI	172	172	169	171	172	169	172
JUN	137	137	126	133	137	133	137
JUL	133	133	130	129	133	131	133
AGO	150	150	149	149	150	147	150
SET	133	133	127	133	133	130	133
OUT	142	142	140	141	142	136	142
NOV	11	111	110	111	111	111	111
DEZ	104	104	102	104	104	104	104

Figura V.3.10.1-4– Monitoramento de parâmetros da qualidade da água distribuída. Fonte: Relatório Anual do Sistema Macaé, CEDAE, 2009

De acordo com o relatório anual para o ano de 2009, os principais problemas para o Sistema Macaé estão associados à presença de sólidos em suspensão (óxido de ferro) proveniente da corrosão das tubulações e, em casos mais raros, contaminação por esgoto, decorrente, em mais de 95 % dos casos, de ligações clandestinas (gatos) que proporcionam a infiltração do esgoto para o interior da rede.

Qualidade das águas

A qualidade das águas nos corpos hídricos de interesse desse estudo foi avaliada por meio da coleta e amostragem de água superficial em pontos selecionados, a partir do qual procedeu-se as respectivas análises físico-químicas.

A Área de Influência Direta (AID) do projeto possui diversas drenagens, caracterizadas principalmente por brejos, onde não há água corrente, porém a nível hidrográfico, as mesmas formam cursos d'água afluentes da lagoa Cabiúnas. Neste sentido foram detectados escassos pontos a montante do empreendimento (AID) que tivessem água corrente e volume de água apropriado para coleta de água.

Frente ao exposto, optou-se em realizar a amostragem de água superficial em apenas um ponto à montante da AID (P2), além de outros dois pontos à jusante do empreendimento (P3 e P4).

Cabe destacar que além desses pontos, realizou-se a coleta em um ponto localizado no Canal Jurumirim (P1) inserido no raio da Área de Influência Indireta, devido a escassez de pontos com nível de água e fluidez ideais para coleta, a montante do empreendimento na AID.

A seguir, a **Tabela V.3.10.1-2** apresenta a descrição dos pontos amostrados, sendo que os mesmos podem ser visualizados no **Mapa 16 (Volume II)**.

Tabela V.3.10.1-2 – Descrição dos pontos amostrados

PONTO	COORDENADA UTM*	DESCRIÇÃO DO PONTO
P1	217051 E / 7536050 S	Ponto localizado no Canal Jurumirim, na área de Influência Indireta do Terminal de Cabiúnas. Suas margens não apresentam mata ciliar, sendo ocupadas por pastagens.
P2	220026 E / 7534141 S	Ponto localizado em drenagem à montante do Terminal de Cabiúnas. Suas margens não apresentam mata ciliar, sendo ocupada por gramíneas com presença de pontos de assoreamento.
P3	2202109 E / 7533059 S	Ponto localizado na “Calha principal de drenagem”, que margeia todo o Terminal de Cabiúnas. Suas margens apresentam-se “impermeabilizadas” por concreto.
P4	220925 E / 75322858 S	Ponto localizado em drenagem à jusante do Terminal de Cabiúnas. Apresenta mata ciliar degradada com presença de gramíneas

*24K Datum SAD-69

A coleta de água superficial foi realizada nos dias 19 e 20 de Janeiro de 2011. Os Laudos analíticos estão apresentados no **Anexo 11**. As **Fotos V.3.10.1-10 a V.3.10.1-13** mostram os pontos de coleta de água superficial descritos acima.

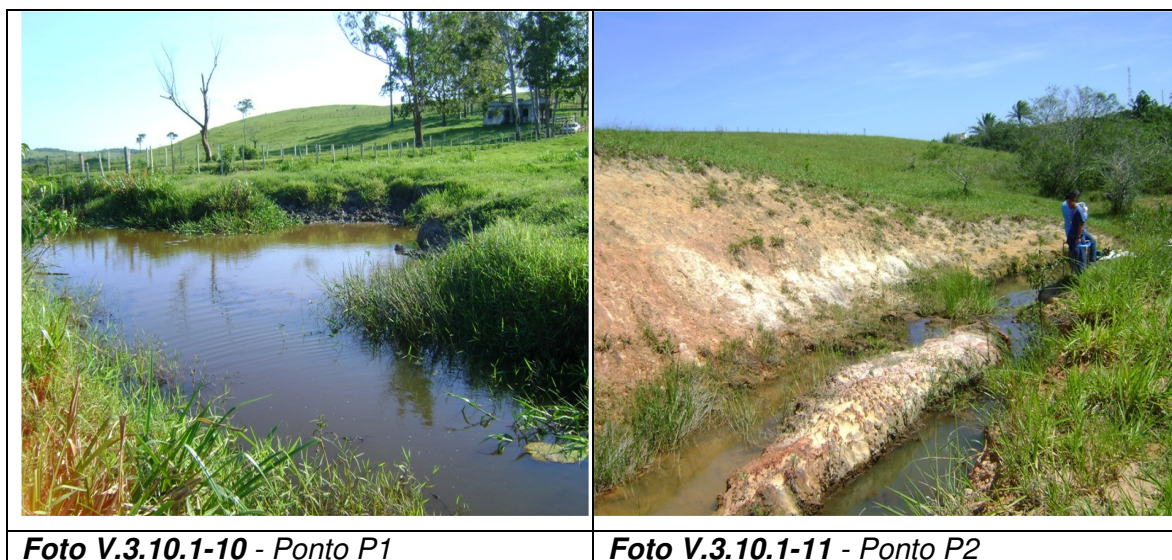


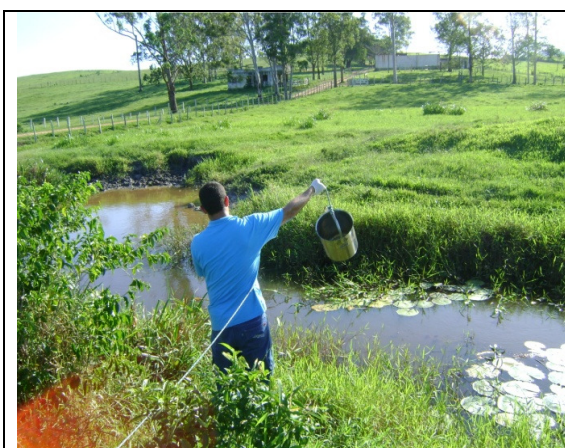
Foto V.3.10.1-10 - Ponto P1

Foto V.3.10.1-11 - Ponto P2

**Foto V.3.10.1-11 - Ponto P3****Foto V.3.10.1-12 - Ponto P4**

A amostragem de água superficial foi realizada de acordo com a metodologia estabelecida pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB (1987).

As amostras de água para as análises químicas foram coletadas na sub-superfície próximo ao eixo central do rio, quando possível, com o auxílio de um coletor de aço inox, como pode ser observado nas **Fotos V.3.10.1-13 e V.3.10.1-14**, sendo que alguns parâmetros foram registrados in situ, tais como: oxigênio dissolvido, condutividade, temperatura da água e salinidade, para tanto foi utilizada uma sonda multiparâmetro .

**Foto V.3.10.1-13 - Coletor de aço inox utilizado para coleta de amostras de água superficial – Ponto P1****Foto V.3.10.1-14 - Coletor de aço inox utilizado para coleta de amostras de água superficial – Ponto P4**

As amostras foram acondicionadas em frascos esterilizados, devidamente etiquetados e colocadas em caixas de isopor com gelo, garantindo a conservação das mesmas em torno de 4°C (**Foto V.3.10.1-15**).



Foto V.3.10.1-15 - Amostras armazenadas em suas devidas frascarias e conservadas em gelo.

Resultados das Análises de Água

A qualidade da água pode ser definida basicamente pelo conjunto de características físicas, químicas e biológicas que o corpo d'água apresenta de acordo com o uso o qual ele é classificado. Assim, de acordo com a sua utilização, existe um conjunto de critérios e normas para a qualidade da água, que variam com a sua finalidade, seja ela consumo humano, uso industrial ou agrícola, lazer ou manutenção do equilíbrio ambiental.

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) preconiza o enquadramento dos cursos d'água em classes de uso, com vistas a estabelecer o nível de qualidade (classe) a ser alcançado ou mantido em um segmento de corpo d'água ao longo do tempo.

Ainda não existe enquadramento para os rios de competência estadual (Rio de Janeiro), sendo que, segundo o artigo nº 42 da Resolução CONAMA nº 357/05, os rios que ainda não foram enquadrados pelos órgãos competentes são considerados Classe 2.

Sendo assim os resultados das análises foram comparados com o Art.15 da Resolução CONAMA 357/05 que tratam da Classe 2 para água doce.

A **Tabela V.3.10.1-3** apresenta os resultados das análises físico-químicos para os pontos amostrados.

Tabela V.3.10.1-3 – Resultados das análises físico-químicas

PARÂMETROS	UNIDADE	LQ	P1	P2	P3	P4	CONAMA 357/05 (Art. 15)
Fosfato (como PO ₄)	mg/L	0,06	< 0,06	< 0,12	< 0,12	< 0,12	-
Alcalinidade Total	mg/L	5	15	10	17	9	-
Dureza	mg/L	5	23	77	42	68	-
Potencial Redox	mV	---	120,4	160,5	-172,6	-430,2	-
Condutividade	µS/cm	1	265	731	550	1216	-
Salinidade	g/L	0,1	0,11	< 0,1	0,25	0,59	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	2	< 2	< 2	< 2	< 2	500
Diclorobenzenos	µg/L	3	< 3	< 3	< 3	< 3	-
Cloreto de Vinila	µg/L	1	< 1	< 1	< 1	< 0,5	-
TPH Total	mg/L	0,2	0,29	< 0,2	< 0,2	< 0,2	-
1,1,1-Tricloroetano	µg/L	1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
Nitrogênio Total Kjeldahl	mg/L	0,1	3,1	2,6	2,9	2,6	-
Óleos e Graxas Visíveis	---	---	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Virt. Ausentes
Coliformes Termotolerantes (E. coli)	NMP/100 mL	1	147	66	740	43	1000
DBO	mg/L	2	17	7,5	3,4	8,9	5
DQO	mg/L	15	44	17	13	23	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L	0,1	4,2	5,1	6,1	4,5	>5
Turbidez	UNT	0,1	16	8,9	15	24	100
Cor	mg Pt/L	5	282	103	149	523	75
pH (a 20°C)		0 - 14	6,5	6,9	6,5	7,09	6 a 9
Clorofila A	µg/L	3	4	< 3	< 3	< 3	30
Contagem de Cianobactérias	cel/mL	3	< 3	< 3	< 3	< 3	50000
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	2	137	453	377	741	500
Temperatura	°C	---	30	32	29	26	-
Arsênio	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,01
Bário	mg/L	0,0005	0,0420	0,1174	0,0982	0,1452	0,7
Cádmio	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,001
Chumbo	mg/L	0,0005	< 0,0005	0,0185	< 0,0005	< 0,0005	0,01
Cianeto	mg/L	0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005
Cloreto	mg/L	1	25,4	178	62,6	101	250
Cobre Dissolvido	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,009

PARÂMETROS	UNIDADE	LQ	P1	P2	P3	P4	CONAMA 357/05 (Art. 15)
Cromo	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,05
Ferro Dissolvido	mg/L	0,002	1,9	0,65	2,4	12,4	0,3
Manganês	mg/L	0,0005	0,28	0,65	0,34	0,91	0,1
Mercúrio	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0002
Níquel	mg/L	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,025
Nitrato (como N)	mg/L	0,1	< 0,1	< 0,2	< 0,2	< 0,2	10
Nitrito (como N)	mg/L	0,02	< 0,02	< 0,04	< 0,04	< 0,04	1
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,1	< 0,1	< 0,1	1,50	0,40	3,7
Sulfato	mg/L	1	< 1	< 2	4,8	< 2	250
Sulfetos (como H2S não dissociado)	mg/L	0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,3
Vanádio	mg/L	0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,0007	< 0,0005	0,1
Zinco	mg/L	0,0001	0,0410	0,0287	0,0487	0,0237	0,18
Aldrin e Dieldrin	µg/L	0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005
Benzeno	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,005
Benzo(a)antraceno	µg/L	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05
Benzo(a)pireno	µg/L	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05
Benzo(b)fluoranteno	µg/L	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05
Benzo(k)fluoranteno	µg/L	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05
Carbaril	µg/L	0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,02
Criseno	µg/L	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/L	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05
1,2-Dicloroetano	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,01
Diclorometano	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,02
DDT (p,p'-DDT, p,p'-DDE e p,p'-DDD)	µg/L	0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,002
Endrin	µg/L	0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,004
Estireno	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,02
Etilbenzeno	µg/L	1	< 1	< 1	< 1	< 1	90
Índice de Fenóis	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003
Lindano (γ-HCH)	µg/L	0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,02
PCB's	µg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001
Surfactantes	mg/L	0,1	0,19	0,1	< 0,1	0,14	0,5

PARÂMETROS	UNIDADE	LQ	P1	P2	P3	P4	CONAMA 357/05 (Art. 15)
Tetracloreto de Carbono	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,002
Tetracloroeteno	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,01
Tolueno	µg/L	1	< 1	< 1	< 1	< 1	2
Tricloroeteno	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,03
Xilenos	µg/L	3	< 3	< 3	< 3	< 3	300
Hexaclorobenzeno	µg/L	0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,0065
Indeno(1,2,3,cd)pireno	µg/L	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05
BTEX -VOC							
o-Xileno	µg/L	1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
m,p-Xilenos	µg/L	2	< 2	< 2	< 2	< 2	-
PAH -SVOC							
Acenaftileno	µg/L	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	-
Fluoreno	µg/L	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	-
Antraceno	µg/L	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	-
Benzo(g,h,i)perileno	µg/L	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05
Fenantreno	µg/L	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	-
Pireno	µg/L	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	-
Acenafteno	µg/L	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	-
Fluoranteno	µg/L	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	-
Naftaleno	µg/L	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	-
LEGENDA							
Valor em desconformidade com a resolução CONAMA nº 357/05 (Artº 15)							

Para as análises físico-químicas e bacteriológicas (**Tabela V.3.10.1-3**) foram identificados os seguintes parâmetros em desconformidade com o artigo 15 (Classe II) da Resolução CONAMA 357/05:

- **Ferro Dissolvido:** Este parâmetro possui limite máximo permitido de 0,3 mg/L (Art. 15 da Resolução CONAMA 357/05), e todos os pontos amostrados possuem valores superiores ao citado, variando entre 0,65 e 12,4 mg/L.
- **Manganês:** Este parâmetro possui limite máximo permitido de 0,1 mg/L segundo a legislação vigente e todos os pontos amostrados possuem valores superiores ao citado, variando entre 0,28 e 0,91 mg/L.
- **DBO_{5,20}:** Este parâmetro possui limite máximo de 5 mg/L de O₂. Os pontos P1, P2 e P4 apresentaram valores superiores ao permitido na legislação, variando entre 7,5 e 17 mg/L O₂.
- **Oxigênio dissolvido:** Os pontos P1 e P4 estão em desconformidade com a Resolução supracitada, onde se estabelece que as amostras de água devem apresentar valores superiores a 5 mg/L de O₂. Os valores encontrados foram de 4,2 e 4,5 mg/L de O₂, respectivamente..
- **Cor:** Este parâmetro se apresentou em desconformidade com a legislação em todos os pontos amostrados, sendo que o mesmo variou de 103 (P2) a 523 (P4) mg Pt/L, ao passo que o valor máximo permitido é de 75 mg Pt/L.
- **Sólidos Dissolvidos Totais:** O ponto P4 foi o único a apresentar desconformidade com a legislação para este parâmetro com uma concentração de 741 mg/L, sendo que o valor máximo estipulado pela legislação é de 500 mg/L.
- **Chumbo:** O ponto P4 apresentou valor de 0,0185 mg/L deste componente cujo valor máximo permitido é de 0,01 mg/L.

A seguir é apresentada uma análise a respeito dos dados obtidos com a amostragem de água superficial.

De uma maneira geral, os parâmetros detectados acima da Resolução CONAMA 357/05 para os pontos localizados tanto a montante como a jusante do empreendimento indicam aporte de sólidos provenientes das margens degradadas, observadas nos diversos cursos d'água. Com a ausência de mata ciliar, os sólidos podem ser carregados pelas chuvas ou pelas margens erodidas.

Os metais Ferro e Manganês são encontrados com frequência em águas superficiais em decorrência de processos naturais e/ou antrópicos.

O processo antrópico que disponibiliza os metais citados nas águas superficiais é o despejo de determinados efluentes industriais.

Um dos principais processos naturais que pode provocar a presença destes metais, com concentração acima do limite estipulado pela Resolução CONAMA 357/05, trata da lixiviação do solo causada pelas águas pluviais carreando-os para os corpos d'água em questão, além da ocorrência de processos erosivos (CETESB, 2008) em todos os pontos.

A origem geológica destes metais no sedimento é outro motivo bastante influente, isto porque uma grande variedade de solos contém os metais citados em concentrações suficientes para tal, de forma que processos físico-químicos podem mobilizar tais elementos para a coluna d'água.

Ressalta-se que os principais problemas gerados pela presença de Ferro e Manganês na água são de ordem organoléptica, já que estes alteram a cor e sabor desta (CETESB, 2008). Sendo assim, a presença desses metais pode estar interferindo no parâmetro Cor que foi registrado em níveis consideravelmente elevados em todos os pontos amostrados.

A cor de uma determinada amostra de água está relacionada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la, que consiste, basicamente, na absorção de parte da radiação eletromagnética por sólidos dissolvidos na água, principalmente por sólidos orgânicos e inorgânicos em estado coloidal, sendo assim, a presença elevada de sólidos dissolvidos totais (741 mg/L) no ponto P4 traz uma justificativa plausível para o índice de cor de 523 mg Pt/L encontrado no referido ponto.

Quanto ao parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), este quantifica o oxigênio demandado por microorganismos aeróbios para a decomposição da matéria orgânica biodegradável no período de 5 dias e à 20°C, sob incubação, e é caracterizado como um indicador indireto da poluição das águas.

Nos pontos de amostragem P1, P2 e P4, detectou-se uma alta concentração de DBO, chegando a se apresentar mais do que três vezes acima do limite permitido pelo Art.15 (P1). Assim como se discorreu a respeito dos outros parâmetros, esta concentração elevada pode estar associada ao aporte de matéria orgânica proveniente das margens degradadas.

Já o parâmetro Oxigênio Dissolvido está abaixo dos valores preconizados para corpos d'água Classe 2 devido a uma série de possíveis fatores, dentre eles cabe destacar as características hidráulicas e a cor da água.

Regiões com alto grau de assoreamento possuem características hidráulicas tais que não possibilitam uma taxa significativa de reintrodução de oxigênio dissolvido nas águas através da interface atmosfera/água, isto devido ao alto tempo de detenção hidráulica e a baixa velocidade e pouca agitação das águas.

Os valores encontrados para o parâmetro Cor podem interferir na quantidade de oxigênio dissolvido na medida em que limita a penetração de raios solares na água, reduzindo assim a ocorrência de fotossíntese, que é uma fonte expressiva de oxigênio, pelos organismos ali presentes.

O chumbo está presente no ar, no tabaco, nas bebidas e nos alimentos. Nestes, o chumbo tem ampla aplicação industrial, como na fabricação de baterias, tintas, esmaltes, inseticidas, vidros, ligas metálicas etc. A presença do metal na água ocorre por deposição atmosférica ou lixiviação do solo. As doses letais para peixes variam de 0,1 a 0,4 mg/L, embora alguns resistam até 10 mg/L em condições experimentais¹. O padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 é de 0,01 mg/L

No ponto P2, localizado a montante do empreendimento, este parâmetro apresentou concentração de 0,0185 mg/L, ou seja, se encontra acima do estabelecido pela legislação. No entanto, cabe mencionar que a concentração deste composto se mostrou acima da resolução em apenas um ponto, sendo assim, sua presença de forma isolada torna difícil a detecção da origem da mesma, pois conforme dito anteriormente, pode se dar através da deposição atmosférica, oriunda de regiões próximas ou relativamente distantes, ou então pela lixiviação do solo contaminado a montante do Terminal de Cabiúnas.

¹ Fonte: www.cetesb.gov.br – acessado em 21/02/2011

Ecotoxicologia

Para avaliar a toxicidade das amostras de água foi realizado o teste de toxicidade aguda com o microcrustáceo *Daphnia simillis* (Crustacea Cladocera). Para cada amostra foram preparadas 4 réplicas, contendo 05 organismos teste, totalizando 20 organismos. Durante o período de testes os organismos não foram alimentados e mantidos em câmara de germinação por um período de 48 horas, com temperatura máxima de 20,9 °C e mínima de 19,3 °C, na ausência de luz conforme descrito na norma ABN/NBR 12713: 2004.

Os resultados dos testes de toxicidade para amostras de água estão apresentados no **Anexo 12**

As variáveis, de pH e oxigênio dissolvido (OD) analisadas nas amostras de água estão apresentadas na **Tabela V.3.10.1-4**.

Tabela V.3.10.1-4- Variáveis físico-químicas (pH e oxigênio dissolvido - OD) das amostras de água no início e término do teste ecotoxicológico com o organismo *Daphnia simillis* para as amostras de água.

Amostras	pH		Oxigênio Dissolvido (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final
Ponto 1	7,2	7,4	7,4	7,3
Ponto 2	7,0	7,2	7,9	7,7
Ponto 3	7,2	7,4	7,7	7,5
Ponto 4	6,5	6,8	7,0	6,9
Controle	7,5	-	8,0	-

Conforme pode ser observado, o ponto 04 apresentou os menores valores pH e oxigênio dissolvido quando comparado com os demais pontos amostrais e com o controle.

Os números de organismos imóveis e sobreviventes de *Daphnia simillis* após 48 horas de exposição estão apresentadas na **Tabela V.3.10.1-5**, enquanto a **Figura V.3.10.1-14** ilustra graficamente estes resultados.

Tabela V.3.10.1-5 - Número de organismos imóveis e sobreviventes de *Daphnia simillis* expostos às amostras de água.

	Controle	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Sobrevivência	20	20	20	20	0
Imobilidade	0	0	0	0	20

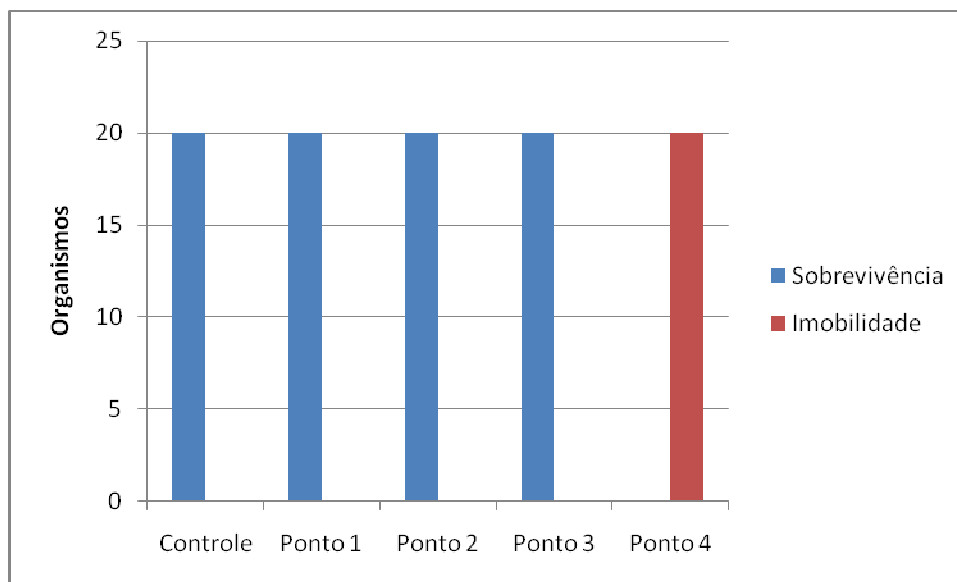


Figura V.3.10.1-14 – Organismos imóveis e sobreviventes de *Daphnia simillis* após 48 horas de exposição.

De acordo com a **Figura** e a **Tabela** acima, as amostras dos pontos 1 a 3 apresentaram o mesmo número de organismos sobreviventes quando comparado ao controle, sendo que somente o ponto 4, apresentou 20 organismos quantificados com imobilidade e nenhum organismo sobrevivente.

De acordo com o programa utilizado Toxstat 3.5 (Teste de Fisher), somente a amostra do ponto 4 apresentou diferença estatística em relação a amostra controle, portanto foi considerada tóxica ao microcrustáceo *Daphnia simillis*.

A sensibilidade dos organismos utilizados no teste com amostras de água ao dicromato de potássio em meio MS, foi de 0,32 mg/L (0,23-0,41 mg/L).

Conforme pode ser observado na **Tabela V.3.10.1-2**, anteriormente apresentada, não foi detectado nenhum parâmetro, como PAHs ou BETX, no Ponto 4, que possam causar toxicidade aguda as amostras de águas.

Alguns metais detectado acima do limite estabelecido pela resolução CONAMA 357/05, no ponto 4, como ferro e manganês, também foram observados nos demais pontos, sendo que estes não apresentaram toxicidade.

Entretanto os parâmetros físicos: potencial redox, condutividade, turbidez, cor e sólidos totais apresentaram resultados maiores no ponto 4 em relação aos demais pontos analisados, o que poderia explicar a toxicidade deste ponto.

A **Foto V.3.10.1-16** mostra organismo de *Daphnia simillis* utilizada nos experimentos como indicador de toxicidade aguda.



Foto V.3.10.1-16 - Cladocera, Crustácea *Daphnia Similis* utilizada nos experimentos como indicador de toxicidade aguda (ZAGATTO & BERTOLETTI, 2006).

V.3.10.2 – Recursos Hídricos Subterrâneos

Aspectos Hidrogeológicos da Área de Influência Indireta (AII)

1) Metodologia dos Trabalhos

A identificação, caracterização e potencialidade das unidades aquíferas presentes nas áreas de influência do empreendimento foram obtidas a partir dos dados disponíveis na bibliografia, em especial do Mapa de Favorabilidade Hidrogeológica do Estado do Rio de Janeiro – Projeto Rio de Janeiro, na escala 1:500.000, publicado pelo CPRM / DRM-RJ / Governo do Estado do Rio de Janeiro em 2000, elaborado com base em 1.800 poços georreferenciados.

Também foram de grande importância o Mapa de Aquíferos do “Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía da Guanabara do Programa de Despoluição da Baía da Guanabara” – PDBG (2006), desenvolvido pelo Consórcio ECOLOGUS/AGRAR, e os trabalhos de MARTINS *et al.* (2006) sobre a “Hidrogeologia do Estado do Rio de Janeiro – Síntese do estágio atual do conhecimento”, e CAETANO (2005).

2) Sistemas Aquíferos

Segundo MARTINS *et al.* (2006) e BARRETO *et al.* (2001), o Estado do Rio de Janeiro apresenta dois grandes domínios geológicos, representados pelas rochas cristalinas, que cobrem cerca de 80% do seu território, e bacias e pelos sedimentos litorâneos. Esses domínios abrigam dois grandes sistemas aquíferos, sendo um de caráter fissural e outro de caráter poroso (CAPUCCI, 1988).

O sistema aquífero cristalino, de meio fissural, desenvolve-se do sul até a região norte do Estado, instalado nas fraturas e falhas abertas que cortam o maciço rochoso, e o sistema poroso compreende os sedimentos e depósitos aluviais e marinhos que se distribuem pelas principais bacias do estado, como as bacias de Campos, Macacu e Resende, e planícies aluviais e litorâneas.

O **Mapa 15** apresentada no **Volume II** do presente relatório, traz o Mapa Hidrogeológico da área do empreendimento, com as unidades hidrogeológicas presentes.

Sistema Aquífero Cristalino

O Aquífero Cristalino se encontra instalado no maciço rochoso, abaixo dos aquíferos freáticos. Como a porosidade primária das rochas é quase nula, conferindo a elas uma permeabilidade extremamente baixa, trata-se de um aquífero de meio fraturado, pois o armazenamento e a circulação da água se dão nas estruturas geológicas representadas, principalmente, pelas fraturas.

No meio fraturado, as fraturas do tipo compressional e de cisalhamento se apresentam fechadas, possuindo pouca ou nenhuma capacidade de condução e armazenamento de água. As fraturas do tipo distensional são formadas por alívio de tensões e esforços tectônicos de tração, sendo abertas e, portanto, as formadoras do sistema aquífero.

As fraturas distensionais de alívio de tensões se desenvolvem paralelamente ao topo do maciço rochoso, sendo sua origem associada aos processos de intemperismo, que transformam as rochas em solo, reduzindo sua densidade, e à erosão, pela remoção de massa do manto de alteração, reduzindo as cargas aplicadas sobre o maciço. Sua ocorrência, frequência e abertura são maiores na superfície do maciço rochoso e tendem a diminuir com a profundidade até se extinguir por completo nos níveis onde as tensões atuantes se mantêm preservadas.

Faturas distensionais de origem tectônica são formadas por esforços de tração associados a falhamentos e dobramentos, sendo sua ocorrência, frequência e abertura condicionadas pela distribuição das tensões no maciço rochoso e sua distância em relação às maiores concentrações de esforços. Ocorrem desde a superfície do terreno até as regiões mais profundas do maciço.

Os planaltos, bacias hídricas e escarpas das serras representam a área de recarga desse aquífero, e a faixa litorânea que margeia o Oceano Atlântico corresponde à sua área de descarga. A interação entre as águas do aquífero e o oceano se dá através de processos de natureza advectiva e efusiva, gerando a chamada cunha salina na zona de mistura entre as águas salinas e as não salinas.

Os solos residuais formados sobre o maciço rochoso, bem como os sedimentos, depósitos de aluviões e coluviões, armazenam volumes de água que contribuem para a recarga do meio fraturado subjacente. Do mesmo modo, as linhas de drenagem encaixadas em fraturas e diáclases são fundamentais, juntamente com os aluviões a elas associadas, para a alimentação do aquífero cristalino.

MARTINS *et al.* (2006) identificam aquíferos cristalinos de favorabilidade muito baixa à exploração, e de favorabilidade moderada, com base nas condições de relevo.

O cristalino com favorabilidade muito baixa se desenvolve nos domínios montanhosos, de escarpas serranas, maciços costeiros e maciços intrusivos alcalinos com declividade superior a 45º e coberturas de solo pouco espessas, de condições desfavoráveis ao acúmulo de água subterrânea. A produção dos poços instalados nesses aquíferos depende da existência de fraturas no maciço e de sua conexão com os solos de cobertura, podendo-se obter boas vazões em poços instalados em pequenos vales e alvéolos entalhados nas serras e montanhas.

O cristalino com favorabilidade moderada seria típico dos domínios de colinas, com declividade inferior a 45°, concentrações de fraturas no maciço rochoso e espessas coberturas de solo residual e coluvião com boa permeabilidade, permitindo a formação de nascentes nas vertentes e sopés das colinas, e captação de água em poços tipo cacimba, para uso doméstico.

A maior parte da área estudada é constituída por rochas cristalinas recobertas por manto de alteração de espessuras variáveis. Esses terrenos são tradicionalmente considerados como de baixa potencialidade para água subterrânea.

Esse tipo de aquífero apresenta caráter descontínuo, com pequena circulação das águas em função da interligação entre as fraturas. De modo geral, é considerado de pequena potencialidade aquífera, com vazões típicas entre 2m³/h e 3m³/h e água de boa qualidade.

Sistema Aquífero Poroso

O sistema aquífero poroso compreende os aquíferos superficiais ou freáticos, de maior interesse para o empreendimento devido à pequena profundidade da sua superfície piezométrica, em geral com extensão limitada, permeável por porosidade granular, livre e descontínuo.

A forma da superfície superior da zona de saturação é chamada superfície do lençol freático e depende da topografia do terreno, tendendo, em parte, a acompanhar a conformação do relevo. Na superfície do lençol, a água contida nos poros do aquífero em geral se encontra sob pressão atmosférica, de forma semelhante a um reservatório ao ar livre.

A pressão hidráulica em qualquer ponto desses aquíferos corresponde à altura da coluna-d'água em metros, desde sua superfície livre até o ponto em questão. Quando um poço atinge o lençol freático, o nível estático da água no poço perfurado corresponde à superfície livre do aquífero. Essa superfície não é estática, subindo quando a zona de saturação recebe mais água de infiltração vertical e descendo nos períodos de estiagem.

A presença de camadas de solo menos permeável – como argilas nos aluviões e intercalações de faixas mais argilosas nos solos residuais – sobre camadas mais permeáveis, pode imprimir regime artesianos ao aquífero,

“levantando” sua superfície, ou criar aquíferos secundários ditos “suspensos” ou “empoleirados”.

A recarga desses aquíferos é feita, predominantemente, por infiltração vertical nos altos topográficos. A água atravessa a zona de aeração e se acumula na zona de saturação, ambas governadas pelas características locais dos solos e condições do relevo, que também controlam o escoamento subterrâneo. Sua descarga se dá nas nascentes perenes ou intermitentes, córregos e rios. Nas escarpas da serra a descarga se dá nas nascentes, córregos e ribeirões, e nos rios que recortam a faixa litorânea.

No entorno dos rios, os aquíferos superficiais instalados nos colúviões, sedimentos, aluviões e solos residuais sofrem influência direta desses corpos-d’água. A franja capilar sobre os aquíferos é mais bem definida, as oscilações da superfície freática tendem a acompanhar as flutuações dos seus níveis-d’água, e pode haver recarga quando o regime é influente, ou descarga quando é efluente. Nos sedimentos marinhos litorâneos, a influência do mar é semelhante, mas com maior intensidade.

O regime de fluxo se dá localmente, pela infiltração das águas das chuvas, e a recarga se dá de forma principalmente difusa. A direção de fluxo das águas subterrâneas acompanha a topografia local – com o contato solo-rocha atuando como caminho preferencial de percolação – até seu afloramento em nascentes formadas por estruturas permeáveis ou em locais de pequena espessura de solo.

Na faixa litorânea encontram-se sub-aflorantes a aflorantes, instalados nos sedimentos flúvio-marinhos e marinhos, e sua superfície apresenta oscilações na vertical em função das variações de nível das marés, sendo maior essa influência quanto mais próximo das águas dos braços de mar e mais permeável o material do depósito aluvial.

Segundo o CONSÓRCIO ECOLOGUS/AGRAR (2006) e MARTINS *et al.* (2006), os aquíferos superficiais porosos das áreas de influência do empreendimento compreendem o Aquífero Alúvio-lacustre; o Aquífero de Cordões, Restingas e Terraços Litorâneos, e o Aquífero de Argilas Orgânicas Costeiras.

O Aquífero de Cordões, Restingas e Terraços Litorâneos encontra-se instalado em areias finas e grossas com matriz siltica a argilosa, sendo livres, rasos e normalmente salinizados. O Aquífero das Argilas Orgânicas Costeiras é

de argilas ricas em matéria orgânica de ambientes de manguezais, sem possibilidades de aproveitamento.

O Aquífero Alúvio-lacustre, também denominado de Aluviões Arenosos por CAPUCCI (1988 e 2003), desenvolve-se em sedimentos arenosos e argilosos com variações locais, sendo comuns intercalações de areias e argilas com presença de matéria orgânica. São livres a semi-confinados, com importância hidrogeológica local, apresentando espessuras variáveis em torno de 20m, mas podendo atingir espessuras de até 100m nos aluviões associados ao rio Macaé.

Apresenta-se, muitas vezes, aflorante ou sub-aflorante, sendo que a abertura de canais para drenagem artificial e melhor aproveitamento dos terrenos da região promove o rebaixamento de sua superfície livre na planície do rio Macaé. Pela pequena profundidade, os aquíferos freáticos são explorados, em grande parte, por meio de poços e cacimbas, mas também são utilizadas bombas submersas em poços tubulares profundos.

A vazão média de exploração é da ordem $13\text{m}^3/\text{h}$, com vazão específica superior a $12\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$. Em geral as águas são de boa qualidade, por vezes levemente ferruginosas, com sólidos totais dissolvidos de cerca de 150ppm MARTINS *et al.* (2006), mas os aquíferos podem apresentar elevada condutividade elétrica, por conter sais dissolvidos e ser de natureza salobra pela influência da cunha salina.

3) Aspectos Hidrogeológicos da área da ampliação do TECAB

A caracterização hidrogeológica da AID foi desenvolvida com base em levantamentos de campo, análise de cartas, estudos topográficos, e análises e ensaios realizados dos poços de monitoramento construídos.

Foram construídos 12 poços de monitoramento e com base na cota da superfície freática obtida nos poços de monitoramento, foi elaborado o mapa potenciométrico da AID, com os sentidos de fluxo das águas subterrâneas.

Os poços de monitoramento serão construídos em conformidade com o Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas da CETESB – GTZ – 1999, 2ª Edição, e a Norma NBR 15.495-1. 2007 – Poços de Monitoramento de Águas Subterrâneas em Aquíferos Granulares – Parte 1: Projeto e Construção, da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

A **Tabela V.3.10.2-1** traz os pontos de amostragem, com respectivas coordenadas UTM. A localização desses poços pode ser visualizada através do **Mapa 16 (Volume II)**.

Tabela V.3.10.2-1 - *Localização dos Pontos de Amostragem de Água Subterrânea – PM em coordenadas UTM – SAD 69*

Ponto	Coordenadas	
	E	N
PM-1	0219174	7532741
PM-2	0219368	7532743
PM-3	0219473	7532719
PM-4	0219482	7532607
PM-5	0219484	7532487
PM-6	0219435	7532422
PM-7	0219184	7532416
PM-8	0219102	7532608
PM-9	0219109	7532691
PM-10	0219328	7532623
PM-11	0219429	7532668
PM-12	0219323	7532533

Análise dos parâmetros físicos do solo local

Para a determinação das propriedades ou parâmetros físicos dos solos que influenciem na hidrodinâmica, foram retiradas quatro amostras indeformadas para a realização de análises e ensaios de laboratório, de forma a se obter a porosidade total e efetiva, teor de umidade, densidade real e aparente, granulometria, permeabilidade conforme a composição granulométrica e curva de retenção de água.

As amostras indeformadas foram coletadas nos poços PM-02 , PM-8, PM-11.

Com base no mapeamento geológico realizado e nos dados obtidos a partir dos poços de monitoramento, foram identificadas três unidades hidrogeológicas na AID:

- Colúviões com espessuras entre 0,5m e 3m, e solos residuais maduros com espessuras entre 2m e 6m, relacionados às coberturas detríticas, de constituição argilo-arenosa e coloração amarelada ou ocre, laterizados.

- Solos residuais jovens argilo-arenosos de coloração ocre ou vermelha das coberturas detríticas, com espessuras da ordem de 20m a 30m, laterizados.
- Solos residuais jovens areno-siltosos a areno-argilosos esbranquiçados, amarelados ou arroxeados, variegados, laterizados.

As análises e ensaios de laboratório realizadas sobre as amostras indeformadas coletadas indicaram as seguintes propriedades ou parâmetros físicos dos solos.

O laudo técnico referente às análises e ensaios de laboratório realizados sobre as amostras indeformadas de solo coletadas é apresentado no **Anexo 7** e as propriedades ou parâmetros físicos obtidos se encontram resumidos a seguir.

Porosidade total: 0,4409 a 0,5032

- Porosidade efetiva: 0,1228 a 0,1828
- Teor de umidade: 0,2865% a 0,2912%
- Densidade: 1,60g/cm³ a 1,84g/cm³
- Granulometria com sedimentação: areia muito grossa a muito fina (52,11% a 57,49%) com argila (35,04 % a 47,64%) e silte (0,25% a 5,56%)
- Umidade volumétrica (curva de retenção): 0,4229m³/m³ para potencial mátrico (diferença entre a energia potencial total da água retida no solo e a energia potencial total da água padrão ou energia livre) de 10 c.c.a., a 0,1804m³/m³ para 15.000 c.c.a. de potencial mátrico
- Permeabilidade média: 2,72 x 10⁻²cm/s

As variações de valores observadas entre os parâmetros dos solos são típicas de solos laterizados, cuja heterogeneidade se encontra associada às diferentes concentrações de argila e compostos de ferro. A porosidade tende a se apresentar mais elevada nos horizontes superiores do perfil, eluvionados, reduzindo-se em profundidade, onde se eleva a densidade pela acumulação dos componentes lixiviados. Outrossim, observa-se que as permeabilidades se apresentam elevadas em toda a unidade aquífera.

Potenciometria

A superfície freática foi interceptada pelos poços de monitoramento entre 1m e 10m de profundidade.

Objetivando mensurar o nível potenciométrico local, bem como localizar as atividades desenvolvidas, inicialmente foi efetuado um levantamento das atividades realizadas na área, obtendo-se as coordenadas dos poços de monitoramento instalados.

Com o auxílio de um medidor elétrico foi efetuada a medição dos níveis d'água (N.A.) nos poços de monitoramento, determinando-se a profundidade do N.A. em cada ponto. O conjunto dos níveis potenciométricos pontuais de uma determinada área reflete a superfície potenciométrica.

Na **Tabela V.3.10.2-2** são apresentados os dados potenciométricos dos poços de monitoramento.

Tabela V.3.10.2-2 – Relação das cotas dos poços e das cargas medidas.

Ponto	Cota do terreno (m)	Nível d'água (m)	Cota do Nível d'água (m)
PM-01	27,25	6,64	20,61
PM-02	25,33	2,68	22,65
PM-03	32,38	8,16	24,22
PM-04	26,98	3,00	23,98
PM-05	23,03	9,00	14,03
PM-06	18,40	4,67	13,73
PM-07	16,72	1,25	15,47
PM-08	25,57	5,57	20,00
PM-09	42,26	9,07	33,19
PM-10	39,24	7,94	31,30
PM-11	33,14	4,51	28,63
PM-12	34,76	6,48	28,28

O mapa potenciométrico desenvolvido com base nos níveis de água estabilizados está apresentado na **Mapa 19**.

O mapa potenciométrico mostra que o fluxo das águas subterrâneas apresenta padrão radial a partir das cotas mais elevadas desenvolvendo-se,

principalmente, no sentido do Córrego do Corpo de Bombeiros, com velocidades de 16,3m/dia a 30,7m/dia.

Tomando-se como referência o PM-03 e o PM-07, pode-se calcular o gradiente hidráulico pela seguinte equação:

$$i = \Delta H / d$$

onde:

i = gradiente hidráulico [L/L]

ΔH = diferença entre as cargas hidráulicas entre os poços [L]

d = distância horizontal entre os poços [L]

Desta forma, $i = 15,66/419 = 0,022 = 2,2\%$.

Ensaio de Permeabilidade

Foram realizados seis ensaios de permeabilidade *in situ* para determinação da condutividade hidráulica horizontal, kh , na área do empreendimento.

Os ensaios foram realizados nos poços PM-03, PM-05, PM-06, PM-08, PM-09 e PM-10. Foi adotado o método de Esgotamento e Recuperação.

O método consiste do esgotamento ou rebaixamento máximo possível do nível-d'água do respectivo poço de monitoramento a ser ensaiado, seguido de diversas leituras do nível-d'água durante o intervalo de recuperação, estimado em até 90 minutos.

Inicialmente, as leituras de recuperação do nível-d'água são realizadas a cada minuto até 5 minutos, seguido de intervalos de 3 minutos até cerca de 20 minutos, por intervalos de 5 minutos até cerca de 45 minutos e, por fim, com leituras em intervalos de 15 minutos até 90 minutos.

Os dados obtidos são tratados conjuntamente com as características geométricas do poço, visando fornecer o valor de condutividade hidráulica horizontal. A interpretação dos dados utiliza a equação de Bower & Rice (1976), para a obtenção dessa condutividade.

A **Tabela V.3.10.2-3** apresenta os resultados obtidos.

Tabela V.3.10.2-3 – Relação das cotas dos poços e das cargas medidas.

Amostra	kh (cm/s)
PM-03	$1,30 \times 10^{-5}$
PM-05	$4,30 \times 10^{-5}$
PM-05/B	$1,50 \times 10^{-5}$
PM-06	$7,60 \times 10^{-5}$
PM-06/B	$1,50 \times 10^{-5}$
PM-08	$1,50 \times 10^{-5}$
PM-09	$1,80 \times 10^{-5}$
PM-10	$2,70 \times 10^{-5}$

Os ensaios realizados em solos com fácies argilosa das Coberturas Detríticas tiveram valores da condutividade hidráulica variam de $1,30 \times 10^{-5}$ cm/s a $1,50 \times 10^{-5}$ cm/s, enquanto que para os ensaios realizados em camadas da fácies arenosa das Coberturas Detríticas os coeficientes calculados variam entre $1,50 \times 10^{-5}$ cm/s e $7,6 \times 10^{-5}$ cm/s, indicando para esses últimos horizontes relativamente mais permeáveis, contudo da mesma ordem de grandeza.

O **Anexo 13** traz os laudos das análises realizadas.

Ensaio de Infiltração

Foram realizados seis ensaios de infiltração *in situ* na zona não saturada buscando determinar a condutividade hidráulica vertical, *kV*, na área do empreendimento.

A execução dos ensaios de infiltração foi realizada de acordo com a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA (ABGE), 1996 - Ensaio de Permeabilidade em Solos. Orientações para execução no campo. 1ª Tentativa. Boletim 04. 34pg. ABGE/IPT. São Paulo. Junho/1996.

A partir da identificação e caracterização dos horizontes de solos perfurados durante a etapa de instalação dos poços de monitoramento, são definidas as camadas representativas e respectivos trechos de solo a serem ensaiados para a zona não saturada, ou seja, acima da franja capilar.

Após a perfuração do trecho de interesse, o horizonte superior – acima do trecho a ser ensaiado – é isolado, sendo utilizado um tubo de revestimento do

diâmetro do furo executado, a fim de impedir a infiltração de água no intervalo superior.

O ensaio de infiltração consiste no completo preenchimento do furo de sondagem com água – até o seu topo, incluindo o trecho revestido – sendo efetuada a manutenção do volume através da adição constante de água, garantindo a saturação do solo. Este procedimento foi mantido por aproximadamente 10 minutos.

Após o tempo de saturação, o fornecimento de água foi interrompido e definido o tempo inicial do ensaio (tempo zero). A partir do tempo zero foram realizadas medições a intervalos curtos visando acompanhar o rebaixamento do nível d'água no furo e, por consequência, a infiltração de água no solo, no trecho definido previamente. O ensaio foi concluído após aproximadamente 60 minutos.

Foram realizados ensaios de infiltração nos poços: PM-03, PM-05 (topo e base da seção filtrante), PM-06 (topo e base da seção filtrante), PM-08, PM-09 e PM-10.

As Figuras V.3.10.2-4 a V.3.10.2-9 apresentam os resultados obtidos.

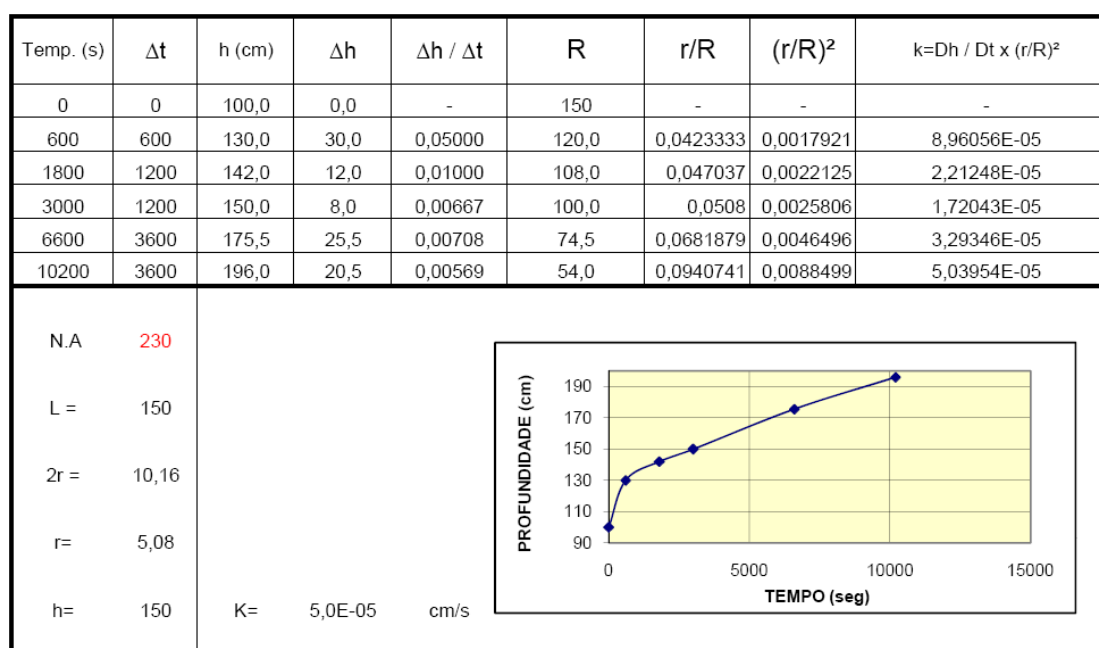
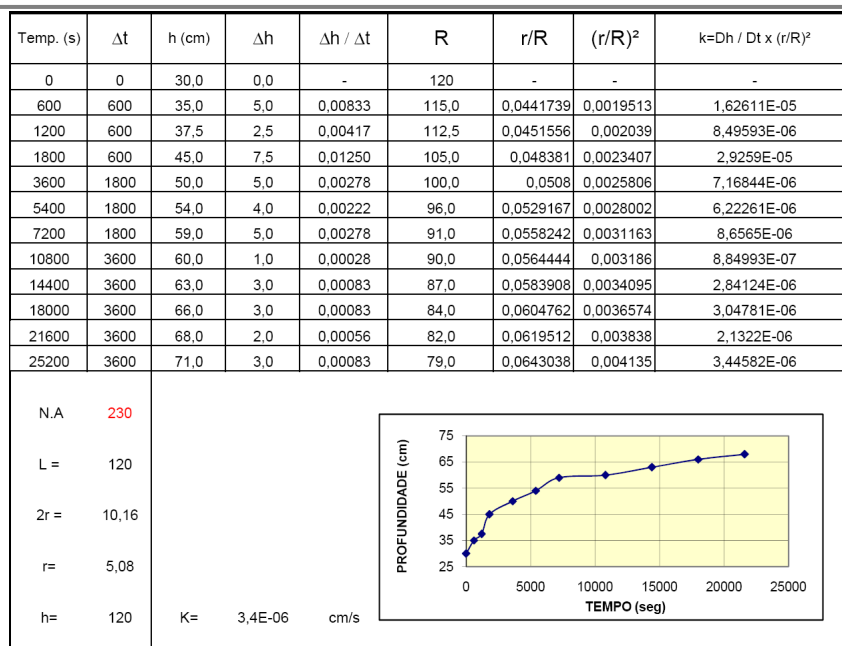
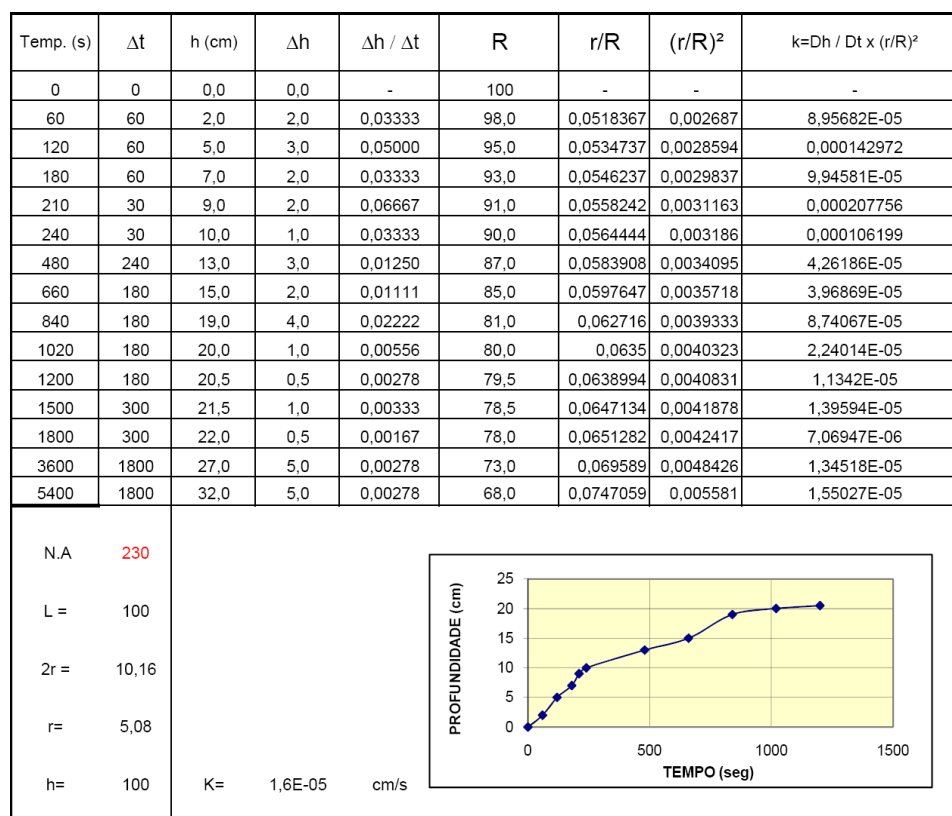


Figura V.3.10.2-4– Ensaio de Infiltração no PM-01


Figura V.3.10.2-5– Ensaio de Infiltração no PM-02

Figura V.3.10.2-6– Ensaio de Infiltração no PM-06

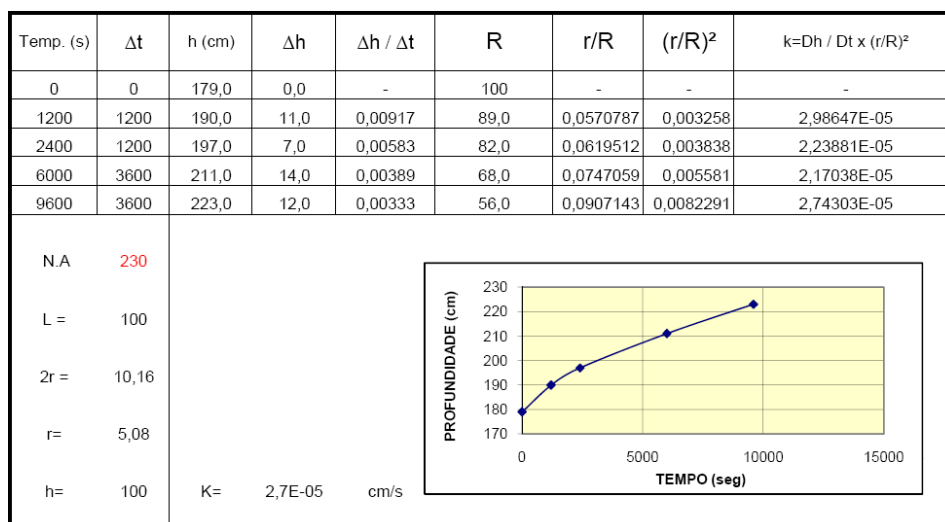


Figura V.3.10.2-7– Ensaio de Infiltração no PM-08

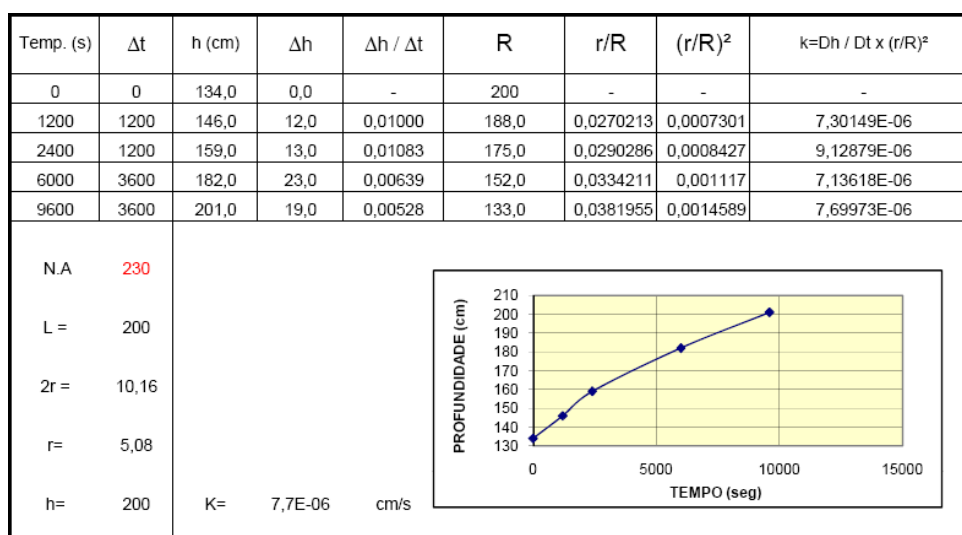


Figura V.3.10.2-8– Ensaio de Infiltração no PM-09

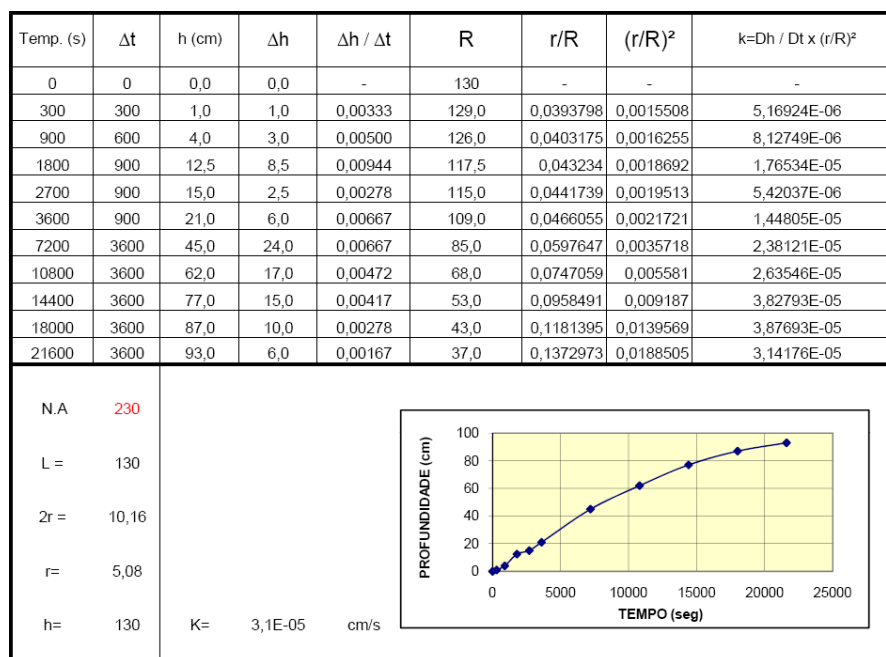


Figura V.3.10.2-9– Ensaio de Infiltração no PM-11

Para os ensaios de infiltração em solo realizados lateralmente aos poços de monitoramento referentes aos coluviões (PM-06 e PM-08) foram calculadas as condutividades hidráulicas de $1,60 \times 10^{-5}$ cm/s e $2,70 \times 10^{-5}$ cm/s, enquanto que o ensaio de infiltração em solo realizado lateralmente ao poço referente ao solo residual maduro derivado das Coberturas Detríticas (PM-09) foi reportada a condutividade hidráulica de $7,70 \times 10^{-6}$ cm/s. Os solos evoluídos *in situ* (solos residuais maduros) a partir das fácies argilosas das coberturas detríticas tendem a apresentar valores menores de condutividade hidráulica comparados a aquele referente aos coluviões.

Para os solos residuais jovens derivados das Coberturas Detríticas (PM-01, PM-02 e PM-11), os ensaios de infiltração no solo apresentaram resultados $3,60 \times 10^{-6}$ cm/s e $5,00 \times 10^{-5}$ cm/s.

Amostragem de Água subterrânea

Quanto a caracterização da qualidade da água subterrânea do aquífero raso da AID do empreendimento, foram realizadas amostragens nos poços de monitoramento instalados e analisadas variáveis físicas e físico-químicas.

A amostragem de água subterrânea foi realizada uma semana após a abertura dos poços de monitoramento. As amostras de água subterrânea foram

coletadas através do método de “Baixa Vazão” (*Low Flow*), de acordo com procedimentos descritos na ASTM-6771-02 – “*Standard Practice for Low Flow Purging and Sampling for Wells and Devices Used for Ground Water Quality Investigations*” de janeiro de 2002 de modo a se obter uma amostra representativa do aquífero com o mínimo de turbulência possível.

Este procedimento baseia-se na amostragem por meio da adoção de uma baixa velocidade de entrada de água na bomba peristáltica, sendo o controle da vazão acompanhado pelo rebaixamento do nível d'água durante o bombeamento realizado. O monitoramento foi realizado por meio de utilização de uma sonda elétrica para medição contínua do nível d'água em cada poço.

Paralelamente ao acompanhamento do rebaixamento do nível d'água, visando garantir a adoção da baixa vazão, foi realizado o monitoramento de parâmetros indicadores da qualidade da água (pH, condutividade elétrica, temperatura, potencial de redox e oxigênio dissolvido), com o auxílio de um multiparâmetro a cada 5 minutos.

Este monitoramento visa determinar o momento em que a água da formação está sendo acessada durante a purga de cada poço e estabelecer assim o instante ideal para que a amostragem seja efetuada. Após a estabilização dos parâmetros em cada poço, a mangueira de polietileno acoplada à bomba foi desconectada da célula de fluxo e a água bombeada despejada diretamente nos frascos destinados ao armazenamento das amostras.

O tempo para amostragem de cada poço depende diretamente do controle do rebaixamento do nível d'água e da estabilização dos parâmetros indicadores, que por sua vez são condicionados pelas características hidrogeológicas locais e pelas características construtivas dos poços.

As amostras foram coletadas segundo procedimentos adequados e criteriosos para se evitar a contaminação externa da amostra durante sua manipulação. Para isso foram utilizados equipamentos descartáveis para cada ponto, além de luvas de procedimento. As peças não-descartáveis dos equipamentos passam por um processo de descontaminação após a conclusão de cada poço.

Todas as amostras deverão ser devidamente preservadas e armazenadas em frascos fornecidos pelo laboratório responsável e acondicionadas em caixas térmicas mantidas entre 2°C e 6°C.

Ainda com respeito ao controle de qualidade, é imprescindível que todos os frascos das amostras sejam entregues no laboratório com integridade dos mesmos, sem danos físicos e sem bolhas em amostras de água (principalmente para compostos voláteis).

As **Tabelas V.3.10.2-10 a V.3.10.2-18** trazem os resultados das análises realizadas comparados com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 396/2008, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas. Por conservadorismo, os resultados foram comparados com os limites estabelecidos para consumo humano (mais restritivos).

As análises foram efetuadas em laboratório devidamente credenciado pelo INMETRO conforme NBR ISO 17025, de acordo com os procedimentos descritos na norma internacional *Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater* – AWWA / APHA / WEF última edição, métodos USEPA, normalizações técnicas CETESB e ABNT. Os Laudos Analíticos Laboratoriais estão apresentados no **Anexo 14** deste documento.

Tabela V.3.10.2-10– Dados levantados durante a coleta de água subterrânea – PM-01 a PM-06

ID Amostra	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06
Número Boletim	19878/2011 - 1.0	19882/2011 - 1.0	19887/2011 - 1.0	19880/2011 - 1.0	19885/2011 - 1.0	19883/2011 - 1.0
Data da Coleta	28/01/2011 14:48	27/01/2011 17:45	26/01/2011 15:05	27/01/2011 15:18	27/01/2011 12:33	27/01/2011 08:53
Compostos	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06
Condutividade	339	193	256	367	272	278
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	2,3	4	1,1	1,4	2,6	2,1
pH (a 20°C)	5,92	5,44	4,91	5,28	5,71	6,24
Potencial Redox	-162	-57,2	-288,5	-227,9	-199,2	-29,6
Temperatura (°C)	33	30	30	31	28	25
Turbidez	4	23	1,1	6,7	9,8	8

Tabela V.3.10.2-11 – Dados levantados durante a coleta de água subterrânea – PM-07 a PM-12

ID Amostra	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12
Número Boletim	19881/2011 - 1.0	19879/2011 - 1.0	19886/2011 - 1.0	19876/2011 - 1.0	19884/2011 - 1.0	19877/2011 - 1.0
Data da Coleta	28/01/2011 18:02	28/01/2011 17:12	26/01/2011 18:13	28/01/2011 09:51	28/01/2011 07:45	28/01/2011 12:33
Compostos	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12
Condutividade	346	175	140	188	162	537
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	0,4	0,4	0,8	0,9	2,9	1,3
pH (a 20°C)	5,68	5,49	5,34	5,35	5,52	5,6
Potencial Redox	-80,9	-57	27,4	1	126	-157,8
Temperatura (°C)	26	25	27	28	27	28
Turbidez	7,6	5,6	7,6	5,7	6,5	5,1

Tabela V.3.10.2-12 – Resultados das análises de metais totais e metais solúveis – PM-01 a PM-06

Compostos (ug/L)	ID Amostra	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06
	Número Boletim	19878/2011 - 1.0	19882/2011 - 1.0	19887/2011 - 1.0	19880/2011 - 1.0	19885/2011 - 1.0	19883/2011 - 1.0
	Data da Coleta	28/01/2011 14:48	27/01/2011 17:45	26/01/2011 15:05	27/01/2011 15:18	27/01/2011 12:33	27/01/2011 08:53
	CONAMA 396	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06
Alumínio	200	172,2	130,1	250,1	2137,4	837,5	663,2
Alumínio Dissolvido	200	126	119	211	353	457	44,8
Antimônio	5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Antimônio Dissolvido	5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Arsênio	10	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Arsênio Dissolvido	10	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Bário	700	42,2	115,1	42,1	170,3	54,6	67,9
Bário Dissolvido	700	38,8	84	38	148	53,7	41,5
Boro	500	93,9	34,2	90,3	53,4	33,2	19,7
Boro Dissolvido	500	90,2	28	88,5	50,2	26,7	18,1
Cádmio	5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cádmio Dissolvido	5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Chumbo	10	< 0,5	5,18	8,14	11,1	1,66	< 0,5
Chumbo Dissolvido	10	< 0,5	3,1	1	7	1,3	< 0,5
Cobalto	-	2,58	6,43	5,55	15,3	< 0,1	< 0,1
Cobalto Dissolvido	-	2	3,1	4	9	< 0,1	< 0,1
Cobre	2000	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cobre Dissolvido	2000	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cromo	50	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cromo Dissolvido	50	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Ferro	300	10,6	202,4	515,2	1583	438,7	354
Ferro Dissolvido	300	7,8	37,1	487	89,8	169	33,5
Manganês	100	150,2	895,8	710,4	939,1	242,5	473,2
Manganês Dissolvido	100	130	473	699	801	233	460
Mercúrio	1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Mercúrio Dissolvido	1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Molibdênio	70	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Molibdênio Dissolvido	70	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Níquel	20	6,16	< 0,1	18,7	5,93	8,38	5,09

Compostos (ug/L)	ID Amostra	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06
	Número Boletim	19878/2011 - 1.0	19882/2011 - 1.0	19887/2011 - 1.0	19880/2011 - 1.0	19885/2011 - 1.0	19883/2011 - 1.0
	Data da Coleta	28/01/2011 14:48	27/01/2011 17:45	26/01/2011 15:05	27/01/2011 15:18	27/01/2011 12:33	27/01/2011 08:53
	CONAMA 396	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06
Níquel Dissolvido	20	4	< 0,1	14	5,5	7,6	4
Selênio	10	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Selênio Dissolvido	10	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Vanádio	50	< 0,5	< 0,5	< 0,5	3,55	< 0,5	< 0,5
Vanádio Dissolvido	50	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Zinco	5000	76,4	57	15	28	42,5	31,4
Zinco Dissolvido	5000	40	44,6	9	21	38	26
Compostos (mg/L)							
Fósforo	-	0,174	0,185	0,162	0,135	0,023	0,114
Legenda:		Concentrações acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 396/2008					

Tabela V.3.10.2-13 – Resultados das análises de metais totais e metais solúveis – PM-07 a PM-12

Compostos (ug/L)	ID Amostra	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12
	Número Boletim	19881/2011 - 1.0	19879/2011 - 1.0	19886/2011 - 1.0	19876/2011 - 1.0	19884/2011 - 1.0	19877/2011 - 1.0
	Data da Coleta	28/01/2011 18:02	28/01/2011 17:12	26/01/2011 18:13	28/01/2011 09:51	28/01/2011 07:45	28/01/2011 12:33
	CONAMA 396	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12
Alumínio	200	4115,4	2248,4	1339,4	2029,4	886,6	2536,4
Alumínio Dissolvido	200	129	100	140	144	37,7	195
Antimônio	5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Antimônio Dissolvido	5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Arsênio	10	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Arsênio Dissolvido	10	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Bário	700	169,8	112,5	43,8	123	93,9	205,4
Bário Dissolvido	700	145	107	41,1	113	89	198
Boro	500	42,2	15,7	69,8	119,6	47,1	55,2
Boro Dissolvido	500	33,8	13,2	54,1	99	38,3	47,1
Cádmio	5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cádmio Dissolvido	5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Compostos (ug/L)	ID Amostra	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12
	Número Boletim	19881/2011 - 1.0	19879/2011 - 1.0	19886/2011 - 1.0	19876/2011 - 1.0	19884/2011 - 1.0	19877/2011 - 1.0
	Data da Coleta	28/01/2011 18:02	28/01/2011 17:12	26/01/2011 18:13	28/01/2011 09:51	28/01/2011 07:45	28/01/2011 12:33
	CONAMA 396	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12
Chumbo	10	19,6	9,55	14,6	55,8	0,777	90,8
Chumbo Dissolvido	10	< 0,5	5,4	12,2	9,7	< 0,5	25,6
Cobalto	-	6,5	6,62	0,8	7,13	4,7	22
Cobalto Dissolvido	-	4,9	3	0,751	4	4,4	18
Cobre	2000	< 0,1	11,6	< 0,1	7,21	< 0,1	8,69
Cobre Dissolvido	2000	< 0,1	6	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cromo	50	10,4	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,7
Cromo Dissolvido	50	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Ferro	300	2585	2191	1095	1361	514,1	1940
Ferro Dissolvido	300	588	380	13,5	370	3,8	311
Manganês	100	749,7	730,5	251,6	734,1	505,6	1228,7
Manganês Dissolvido	100	713	701	203	699	497	961
Mercúrio	1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Mercúrio Dissolvido	1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Molibdênio	70	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Molibdênio Dissolvido	70	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Níquel	20	< 0,1	0,676	9,28	11,6	7	16
Níquel Dissolvido	20	< 0,1	< 0,1	9	6,5	4	3,7
Selênio	10	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Selênio Dissolvido	10	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Vanádio	50	20	3,22	1,41	2,95	< 0,5	4,56
Vanádio Dissolvido	50	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Zinco	5000	34,4	53,8	14,4	42,4	45,1	60,5
Zinco Dissolvido	5000	32,9	51	9	38	38	55
Fósforo	-	154	840	990	126	1400	161
Legenda:		Concentrações acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 396/2008					

Tabela V.3.10.2-14 - Resultados das análises dos parâmetros inorgânicos – PM-01 a PM-06

Compostos	ID Amostra	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06
-----------	------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

(mg/L)	Número Boletim	19878/2011 - 1.0	19882/2011 - 1.0	19887/2011 - 1.0	19880/2011 - 1.0	19885/2011 - 1.0	19883/2011 - 1.0
	Data da Coleta	28/01/2011 14:48	27/01/2011 17:45	26/01/2011 15:05	27/01/2011 15:18	27/01/2011 12:33	27/01/2011 08:53
	CONAMA 396	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06
Bentazona	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Glifosato	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Óleos e Graxas	-	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Sólidos Dissolvidos Totais	-	246000	139000	163000	183000	136000	259000
Sólidos Suspensos Fixos	-	< 2	48	< 2	14	16	78
Sólidos Suspensos Totais	-	< 2	115	< 2	80	77	150
Sólidos Suspensos Voláteis	-	< 2	67	< 2	66	61	72
Sólidos Totais	-	257	279	175	287	226	453
Compostos(ug/L)							
Nitrato (como N)	10.000	109	1147	< 100	< 100	231	232
Nitrito (como N)	1000	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20

Tabela V.3.10.2-15 - Resultados das análises dos parâmetros inorgânicos – PM-07 a PM-12

Compostos (mg/L)	ID Amostra	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12
	Número Boletim	19881/2011 - 1.0	19879/2011 - 1.0	19886/2011 - 1.0	19876/2011 - 1.0	19884/2011 - 1.0	19877/2011 - 1.0
	Data da Coleta	28/01/2011 18:02	28/01/2011 17:12	26/01/2011 18:13	28/01/2011 09:51	28/01/2011 07:45	28/01/2011 12:33
	CONAMA 396	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12
Bentazona	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Glifosato	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Óleos e Graxas	-	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Sólidos Dissolvidos Totais	-	190000	139000	118000	135000	109000	367000
Sólidos Suspensos Fixos	-	799	24	148	< 2	28	< 2
Sólidos Suspensos Totais	-	981	97	231	35	89	49
Sólidos Suspensos Voláteis	-	182	73	83	35	61	49
Sólidos Totais	-	1222	249	386	174	220	454
Compostos (ug/L)							
Nitrato (como N)	10.000	119	< 100	929	1385	1294	145
Nitrito (como N)	1000	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20

Tabela V.3.10.2-16 - Resultados das análises de Compostos Orgânicos Voláteis – VOC – PM-01 a PM-06

Compostos (ug/L)	ID Amostra	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06
	Número Boletim	19878/2011 - 1.0	19882/2011 - 1.0	19887/2011 - 1.0	19880/2011 - 1.0	19885/2011 - 1.0	19883/2011 - 1.0
	Data da Coleta	28/01/2011 14:48	27/01/2011 17:45	26/01/2011 15:05	27/01/2011 15:18	27/01/2011 12:33	27/01/2011 08:53
	CONAMA 396	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06
1,1,1-Tricloroetano	-	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
1,1-Dicloroetano	-	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
1,1-Dicloroeteno	30	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
1,2,3-Triclorobenzeno	20	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
1,2,4-Triclorobenzeno	20	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
1,2-Diclorobenzeno	1000	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
1,2-Dicloroetano	10	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
1,3-Diclorobenzeno	-	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
1,4-Diclorobenzeno	300	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Benzeno	5	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

Compostos (ug/L)	ID Amostra	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06
	Número Boletim	19878/2011 - 1.0	19882/2011 - 1.0	19887/2011 - 1.0	19880/2011 - 1.0	19885/2011 - 1.0	19883/2011 - 1.0
	Data da Coleta	28/01/2011 14:48	27/01/2011 17:45	26/01/2011 15:05	27/01/2011 15:18	27/01/2011 12:33	27/01/2011 08:53
	CONAMA 396	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06
cis-1,2-Dicloroeteno	10	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Cloreto de vinila	5	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 0,5
Clorofórmio	200	1,5	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Diclorometano	20	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Etilbenzeno	200	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
m,p-Xilenos	soma = 300	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
o-Xileno	soma = 300	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Tetracloroeto de Carbono	2	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Tetracloroeteno	40	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Tolueno	170	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
trans-1,2-Dicloroeteno	-	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Tricloroeteno	70	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Xilenos	300	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Compostos (mg/L)							
Monoclorobenzeno	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Tabela V.3.10.2-17 - Resultados das análises de Compostos Orgânicos Voláteis – VOC – PM-06 a PM-12

Compostos (ug/L)	ID Amostra	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12
	Número Boletim	19881/2011 - 1.0	19879/2011 - 1.0	19886/2011 - 1.0	19876/2011 - 1.0	19884/2011 - 1.0	19877/2011 - 1.0
	Data da Coleta	28/01/2011 18:02	28/01/2011 17:12	26/01/2011 18:13	28/01/2011 09:51	28/01/2011 07:45	28/01/2011 12:33
	CONAMA 396	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12
1,1,1-Tricloroetano	-	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
1,1-Dicloroetano	-	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
1,1-Dicloroeteno	30	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
1,2,3-Triclorobenzeno	20	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
1,2,4-Triclorobenzeno	20	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
1,2-Diclorobenzeno	1000	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
1,2-Dicloroetano	10	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
1,3-Diclorobenzeno	-	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
1,4-Diclorobenzeno	300	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Benzeno	5	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
cis-1,2-Dicloroeteno	10	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Cloreto de vinila	5	< 1	< 1	< 1	< 1	< 0,5	< 1
Clorofórmio	200	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Diclorometano	20	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Etilbenzeno	200	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
m,p-Xilenos	soma = 300	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
o-Xileno	soma = 300	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Tetracloroeto de Carbono	2	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Tetracloroeteno	40	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Tolueno	170	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
trans-1,2-Dicloroeteno	-	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Tricloroeteno	70	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Xilenos	300	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Compostos (mg/L)							
Monoclorobenzeno	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Tabela V.3.10.2-18 - Resultados das análises de Compostos Orgânicos Semi-Voláteis – SVOC – PM-01 a PM-06

Compostos	ID Amostra	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06
-----------	------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

(ug/L)	Número Boletim	19878/2011 - 1.0	19882/2011 - 1.0	19887/2011 - 1.0	19880/2011 - 1.0	19885/2011 - 1.0	19883/2011 - 1.0
	Data da Coleta	28/01/2011 14:48	27/01/2011 17:45	26/01/2011 15:05	27/01/2011 15:18	27/01/2011 12:33	27/01/2011 08:53
	CONAMA 396	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06
1,2,4,5-Tetraclorobenzeno	-	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
2,3,4,5-Tetraclorofenol	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
2,3,4,6-Tetraclorofenol	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
2,4,5-Triclorofenol	-	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
2,4-D	30	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
2,4-Diclorofenol	-	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
2-Clorofenol	-	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
3,4-Diclorofenol	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Acenafteno	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaftileno	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Alaclor	20	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Aldrin	0,03	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Aldrin e Dieldrin	0,03	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Antraceno	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Atrazina	5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Bentazona	300	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(a)antraceno	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(a)pireno	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(b)fluoranteno	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(g,h,i)perileno	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(k)fluoranteno	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
bis(2-Etilhexil)ftalato	8	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Clordano (isômeros)	0,2	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Cresóis Totais	175	< 0,1	< 0,1	< 0,3	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Criseno	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
DDT (isômeros)	2	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
DDT	2	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Dibenzo(a,h)antraceno	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Dibutilftalato	-	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Dieldrin	-	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Dietil Ftalato	-	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1



Compostos (ug/L)	ID Amostra	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06
	Número Boletim	19878/2011 - 1.0	19882/2011 - 1.0	19887/2011 - 1.0	19880/2011 - 1.0	19885/2011 - 1.0	19883/2011 - 1.0
	Data da Coleta	28/01/2011 14:48	27/01/2011 17:45	26/01/2011 15:05	27/01/2011 15:18	27/01/2011 12:33	27/01/2011 08:53
	CONAMA 396	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06
Dimetil Ftalato	-	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Endossulfan	-	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Endrin	0,6	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Fenantreno	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fenol	3	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fluoranteno	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoreno	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
HCH beta	-	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Heptacloro e Heptacloro Epóxido	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Hexaclorobenzeno	1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Indeno(1,2,3,cd)pireno	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Lindano (g-HCH)	2	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Metolacloro	10	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Metoxicloro	20	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Molinato	6	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Naftaleno	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Pendimetalina	20	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Pentaclorofenol	9	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Permetrina	20	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Pireno	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Propanil	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Simazina	2	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Trifluralina	20	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05

Tabela V.3.10.2-19 - Resultados das análises de Compostos Orgânicos Semi-Voláteis – SVOC – PM-07 a PM-12

Compostos (ug/L)	ID Amostra	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12
	Número Boletim	19881/2011 - 1.0	19879/2011 - 1.0	19886/2011 - 1.0	19876/2011 - 1.0	19884/2011 - 1.0	19877/2011 - 1.0
	Data da Coleta	28/01/2011 18:02	28/01/2011 17:12	26/01/2011 18:13	28/01/2011 09:51	28/01/2011 07:45	28/01/2011 12:33
	CONAMA 396	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12
1,2,4,5-Tetraclorobenzeno	-	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

Compostos (ug/L)	ID Amostra	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12
	Número Boletim	19881/2011 - 1.0	19879/2011 - 1.0	19886/2011 - 1.0	19876/2011 - 1.0	19884/2011 - 1.0	19877/2011 - 1.0
	Data da Coleta	28/01/2011 18:02	28/01/2011 17:12	26/01/2011 18:13	28/01/2011 09:51	28/01/2011 07:45	28/01/2011 12:33
	CONAMA 396	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12
2,3,4,5-Tetraclorofenol	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
2,3,4,6-Tetraclorofenol	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
2,4,5-Triclorofenol	-	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
2,4-D	30	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
2,4-Diclorofenol	-	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
2-Clorofenol	-	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
3,4-Diclorofenol	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Acenafteno	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaftileno	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Alaclor	20	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Aldrin	0,03	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Aldrin e Dieldrin	0,03	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Antraceno	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Atrazina	5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Bentazona	300	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(a)antraceno	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(a)pireno	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(b)fluoranteno	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(g,h,i)perileno	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(k)fluoranteno	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
bis(2-Etilhexil)ftalato	8	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Clordano (isômeros)	0,2	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Cresóis Totais	175	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,3
Criseno	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
DDT (isômeros)	2	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
DDT	2	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Dibenzo(a,h)antraceno	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Dibutilftalato	-	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Dieldrin	-	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Dietil Ftalato	-	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

Compostos (ug/L)	ID Amostra	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12
	Número Boletim	19881/2011 - 1.0	19879/2011 - 1.0	19886/2011 - 1.0	19876/2011 - 1.0	19884/2011 - 1.0	19877/2011 - 1.0
	Data da Coleta	28/01/2011 18:02	28/01/2011 17:12	26/01/2011 18:13	28/01/2011 09:51	28/01/2011 07:45	28/01/2011 12:33
	CONAMA 396	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12
Dimetil Ftalato	-	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Endossulfan	-	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Endrin	0,6	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Fenantreno	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fenol	3	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fluoranteno	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoreno	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
HCH beta	-	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Heptacloro e Heptacloro Epóxido	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Hexaclorobenzeno	1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Indeno(1,2,3,cd)pireno	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Lindano (g-HCH)	2	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Metolacloro	10	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Metoxicloro	20	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Molinato	6	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Naftaleno	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Pendimetalina	20	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Pentaclorofenol	9	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Permetrina	20	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Pireno	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Propanil	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Simazina	2	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Trifluralina	20	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05

Tabela V.3.10.2-20- Resultados das análises de Hidrocarbonetos Totais de Petróleo – TPH – PM-01 a PM-06

Compostos (ug/L)	ID Amostra	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06
	Número Boletim	19878/2011 - 1.0	19882/2011 - 1.0	19887/2011 - 1.0	19880/2011 - 1.0	19885/2011 - 1.0	19883/2011 - 1.0
	Data da Coleta	28/01/2011 14:48	27/01/2011 17:45	26/01/2011 15:05	27/01/2011 15:18	27/01/2011 12:33	27/01/2011 08:53
	CONAMA 396	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06
TPH Detectado	-	Não Combina	Não se Aplica	Não se Aplica	Não se Aplica	Não se Aplica	Não se Aplica

TPH Faixa Diesel (C14-C20)	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
TPH Faixa Gasolina (C8-C11)	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
TPH Faixa Óleo Lubrificante (C20-C40)	-	0,1	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
TPH Faixa Querosene (C11-C14)	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
TPH Total	-	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2

Tabela V.3.10.2-21- Resultados das análises de Hidrocarbonetos Totais de Petróleo – TPH – PM-07 a PM-12

Compostos (ug/L)	ID Amostra	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12
	Número Boletim	19881/2011 - 1.0	19879/2011 - 1.0	19886/2011 - 1.0	19876/2011 - 1.0	19884/2011 - 1.0	19877/2011 - 1.0
	Data da Coleta	28/01/2011 18:02	28/01/2011 17:12	26/01/2011 18:13	28/01/2011 09:51	28/01/2011 07:45	28/01/2011 12:33
	CONAMA 396	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12
TPH Detectado	-	Não se Aplica	Não se Aplica	Não se Aplica	Não Combina	Não se Aplica	Não se Aplica
TPH Faixa Diesel (C14-C20)	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
TPH Faixa Gasolina (C8-C11)	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
TPH Faixa Óleo Lubrificante (C20-C40)	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,1	< 0,05	< 0,05
TPH Faixa Querosene (C11-C14)	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
TPH Total	-	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2

Tabela V.3.10.2-21 - Resultados das análises de PCBs -PM-01 a PM-06

Compostos (ug/L)	ID Amostra	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06
	Número Boletim	19878/2011 - 1.0	19882/2011 - 1.0	19887/2011 - 1.0	19880/2011 - 1.0	19885/2011 - 1.0	19883/2011 - 1.0
	Data da Coleta	28/01/2011 14:48	27/01/2011 17:45	26/01/2011 15:05	27/01/2011 15:18	27/01/2011 12:33	27/01/2011 08:53
	CONAMA 396	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06
PCB´s (soma - lista holandesa)	3,5	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007
PCB 101	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 105	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 114	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 118	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 126 + PCB 166	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 128	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 138 + PCB 158	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 153	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 156	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 169	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 170	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 179	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 180	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 183	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 28	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 37	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 44	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 49	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 52	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 60	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 66	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 70	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 74	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 77	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 8	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 82	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 87	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 99	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Tabela V.3.10.2-22 - Resultados das análises de PCBs -PM-07 a PM-12

Compostos (ug/L)	ID Amostra	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12
	Número Boletim	19881/2011 - 1.0	19879/2011 - 1.0	19886/2011 - 1.0	19876/2011 - 1.0	19884/2011 - 1.0	19877/2011 - 1.0
	Data da Coleta	28/01/2011 18:02	28/01/2011 17:12	26/01/2011 18:13	28/01/2011 09:51	28/01/2011 07:45	28/01/2011 12:33
	CONAMA 396	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12
PCB's (soma - lista holandesa)	3,5	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007
PCB 101	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 105	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 114	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 118	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 126 + PCB 166	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 128	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 138 + PCB 158	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 153	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 156	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 169	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 170	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 179	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 180	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 183	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 28	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 37	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 44	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 49	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 52	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 60	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 66	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 70	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 74	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 77	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 8	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 82	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Compostos (ug/L)	ID Amostra	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12
	Número Boletim	19881/2011 - 1.0	19879/2011 - 1.0	19886/2011 - 1.0	19876/2011 - 1.0	19884/2011 - 1.0	19877/2011 - 1.0
	Data da Coleta	28/01/2011 18:02	28/01/2011 17:12	26/01/2011 18:13	28/01/2011 09:51	28/01/2011 07:45	28/01/2011 12:33
	CONAMA 396	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12
PCB 87	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 99	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Tabela V.3.10.2-23 Resultados das análises de Pesticidas – PM-01 a PM-06

Compostos (ug/L)	ID Amostra	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06
	Número Boletim	19878/2011 - 1.0	19882/2011 - 1.0	19887/2011 - 1.0	19880/2011 - 1.0	19885/2011 - 1.0	19883/2011 - 1.0
	Data da Coleta	28/01/2011 14:48	27/01/2011 17:45	26/01/2011 15:05	27/01/2011 15:18	27/01/2011 12:33	27/01/2011 08:53
	PM-01	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06
Alaclor	-	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Aldrin e Dieldrin	0,03	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Clordano (isômeros)	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
DDT (isômeros)	2	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Endossulfan	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Endrin	0,6	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Heptacloro e Heptacloro Epóxido	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Metolacoloro	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Metoxicloro	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Tabela V.3.10.2-24 Resultados das análises de Pesticidas – PM-07 a PM-12

Compostos (ug/L)	ID Amostra	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12
	Número Boletim	19881/2011 - 1.0	19879/2011 - 1.0	19886/2011 - 1.0	19876/2011 - 1.0	19884/2011 - 1.0	19877/2011 - 1.0
	Data da Coleta	28/01/2011 18:02	28/01/2011 17:12	26/01/2011 18:13	28/01/2011 09:51	28/01/2011 07:45	28/01/2011 12:33
	PM-01	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12
Alaclor	-	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Aldrin e Dieldrin	0,03	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Clordano (isômeros)	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
DDT (isômeros)	2	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Endossulfan	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Endrin	0,6	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Heptacloro e Heptacloro Epóxido	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Metolacloro	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Metoxicloro	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01

De todos os parâmetros analisados, alguns metais e metalóides apresentaram concentrações acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 396/2008, são eles o alumínio, chumbo, ferro e manganês.

A maioria dos metais encontrados foram detectados em todos os poços de monitoramento, mesmo que em concentrações pequenas, abaixo do limite estabelecido pela norma utilizada para comparação. A presença destes parâmetros é de ocorrência natural e está associada a composição do solo. Os metais podem estar presentes nas rochas primárias ou adsorvidos às argilas, que fazem parte da composição do solo local.

Os valores encontrados devem ser considerados, em monitoramentos futuros, como de *background* da qualidade da água subterrânea.

Pelos estudos desenvolvidos, apenas o Aquífero Superficial, de meio poroso, livre, eventualmente semi-confinado pela presença de níveis argilosos nos sedimentos, poderá interferir com o empreendimento.

Como sua superfície livre se encontra a profundidades relativamente pequenas, será interceptado pelas obras de fundação e sub-fundação de edifícios, estruturas e equipamentos, podendo haver necessidade de eventual rebaixamento do lençol freático e trocas de solo na etapa de implantação do empreendimento. Ainda nessa etapa, poderá haver eventual contaminação das águas superficiais e subterrâneas por álcalis do cimento, aditivos do concreto, combustíveis e óleos e graxas de veículos, máquinas e equipamentos.

Na etapa de operação do empreendimento, a pequena profundidade torna o aquífero suscetível a contaminação pela infiltração de eventuais vazamentos de produtos estocados e manuseados no terminal.

V.3.11 – Recursos Minerais

Dadas suas características geológicas, a região onde se insere a AII / AID do terminal apresenta poucas atividades minerárias, as quais são representadas por minerais não metálicos, também chamados de minerais industriais para a construção civil, como saibro para construção e argila para cerâmica.

As atividades minerárias desenvolvidas nas áreas de influência do empreendimento foram estudadas a partir dos processos cadastrados no DNPM –

Departamento Nacional de Produção Mineral, obtidos através do site <http://sigmine.dnpm.gov.br> do SIGMINE / DNPM.

Até fevereiro de 2011 foram encontradas apenas três poligonais de processos minerários cadastrados no DNPM, com cada poligonal representando uma gleba de terra requerida ou outorgada para pesquisa ou exploração de um bem mineral, em diferentes estágios e com determinada área em hectares para cada tipo de bem. Desses processos, um se encontra em fase de Autorização de Pesquisa, um em fase de Licenciamento e um em fase de Requerimento de Licenciamento.

Os tipos de processos são indicativos do estágio em que a atividade minerária se encontra, e estão descritos, resumidamente, a seguir. Deve-se ressaltar, no entanto, que, independentemente do tipo de bem mineral e da situação do processo, todas as áreas cadastradas como processos no DNPM se encontram outorgadas, estando garantidos os direitos de concessão para o outorgado.

- Licenciamento: regime de exploração concedido apenas para bens minerais destinados à construção civil, como argila, areia, cascalho e rocha para brita ou revestimento. Pode estar em fase de Requerimento, quando o Licenciamento é requerido e se encontra em análise pelo órgão, ou Licenciamento propriamente dito, com as reservas estimadas e permissão para exploração.
- Lavra: regime de exploração concedido para todos os bens minerais. Na fase de Requerimento, já está aprovado o Relatório de Pesquisa e foi apresentado o Plano de Lavra, requerendo-se sua Concessão. Na fase de Concessão de Lavra (Alvará), estão garantidas as reservas cubada, estimada e inferida, e está permitida a exploração do bem mineral.
- Pesquisa: o Requerimento de Pesquisa indica que o pedido para a Pesquisa Mineral de um determinado bem, em uma determinada área, foi protocolizado no DNPM, garantindo-se o direito de prioridade para o requerente, a partir da data do protocolo. A Autorização para Pesquisa (Alvará) é dada após a verificação, pelo órgão, da documentação e do Plano de Pesquisa apresentados, ficando, então, onerada a área.
- Disponibilidade: quando o requerente não recolhe a taxa anual por hectare, não apresenta o Relatório de Pesquisa no prazo determinado, ou o mesmo não é aprovado, a área requerida continua onerada mas entra em Disponibilidade, sendo procedida uma licitação para os possíveis

candidatos a pesquisá-la. Caso não haja interessados ou nenhum licitante cumpra, integralmente, as exigências da licitação, a área é desonerada, ou seja, sua poligonal é excluída do cadastro de controle de áreas, ficando cancelada.

No **Mapa 20 - Processos Minerários (Volume II)** estão indicadas as poligonais dos processos existentes nas áreas de influência do empreendimento, cujo número e dados referentes ao titular ou requerente da área, substância mineral, área em hectares e fase do processo, são apresentados na **Tabela V.3.11-1**.

Tabela V.3.11-1 – Processos Minerários na AII / AID do empreendimento

Processo	Ano	Requerente	Substância Mineral	Área (ha)	Fase do Processo
890150/2003	2003	CABIÚNAS Inc. e Part.	Saibro	50	Licenciamento
890096/2008	2008	José Luiz C. Campanati	Saibro	25	Autorização de pesquisa
890154/2008	2008	José Luiz C. Campanati	Argila	25	Requerimento de licenciamento

Fonte: Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, Brasília, fevereiro de 2011

Conforme se observa no **Mapa 20 de Processos Minerários**, as áreas se encontram a sudoeste da área de implantação, no limite da AID e no interior da AII, não interferindo com o futuro terminal.

As **Fotos V.3.11-1 a V.3.11-4** a seguir, obtidas nos trabalhos de reconhecimento de campo, mostram a situação atual das áreas visitadas.



Foto V.3.11-1 - Porção sudoeste da All. Implantação de empreendimento imobiliário com vias asfaltadas. Região de colinas médias Cm. Movimentação de terra a sudoeste do TECAB. Área requerida em 2003 pela empresa Cabiúnas Incorp. e Participações para exploração de saibro. Processo 890150/2003.

Foto V.3.11-2 – Porção sudoeste da All. Movimentação de terra a sudoeste do TECAB. Área requerida em 2003 pela Cabiúnas Incorp. e Participações para exploração de saibro. Processo 890150/2003.



Foto V.3.11-3 - Porção sudoeste da All. Visada para oeste. Vista geral a partir do relevo de colinas médias Cm da Concessão Minerária para J.L. Cunha Campanati (Fazenda São Miguel). Área de Empréstimo de argila instalada sobre o relevo de colinas pequenas Cp. Processo 890154/2008/2008.

Foto V.3.11-4 - Porção sudoeste da All. Vista da área de empréstimo de argila instalada sobre o relevo de colinas Cp, com solos residuais (eluviais) derivados de xistos do Complexo Búzios. Concessão Minerária para J.L. Cunha Campanati (Fazenda São Miguel).

V.3.12 - Sismologia

V.3.12.1 – Introdução

Sismologia (do grego seismos: abalo; *logos*: tratado) é o estudo dos sismos (ou terremotos) e, genericamente, dos diversos movimentos que ocorrem na superfície do globo terrestre.

Esta ciência busca conhecer e determinar em que circunstâncias ocorrem os sismos naturais assim como suas causas e distribuição sobre o globo terrestre, a fim de prevê-los, na medida do possível, em tempo e espaço

O terremoto (sismo) ocorre devido à rápida formação de uma falha na crosta terrestre, ao súbito movimento de rocha ao longo de uma falha antiga, à ruptura de rochas no interior de vulcões relacionado ao movimento de magma ascendendo à superfície, à explosão de um vulcão, a grandes movimentos de massa, impacto de meteorito e testes nucleares subterrâneos.

A propagação das ondas sísmicas é provocada pelo deslizamento, slip, da rocha que vibra realizando o movimento para frente e para trás.

Cabe ressaltar que grandes sismos são precedidos por sismos precursoros, e sucedidos, durante dois ou três dias após evento principal, por sismos de menor intensidade conhecidos por pós-choque.

A magnitude do terremoto irá determinar o seu poder destrutivo, sendo as áreas com intervenções antrópicas as regiões mais afetadas.

Atualmente esta magnitude (intensidade de um terremoto) é quantificada por três escalas diferentes: Escala de Mercalli (Giuseppe Mercalli, 1902); Escala de Richter (Charles Richter, 1935); e Momento sísmico (Thomas C. Haks e Hiroo Kanamori, 1979).

O Instituto de Astronomia e Geofísica da Universidade de São Paulo através do Boletim Sismológico, assim como Observatório Sismológico da Universidade de Brasília (UNB), registra a ocorrência de sismos em território brasileiro.

Na **Figura V.3.12-1**, a seguir, observa-se a intensidade e localização dos sismos brasileiros em um intervalo superior a dois séculos.

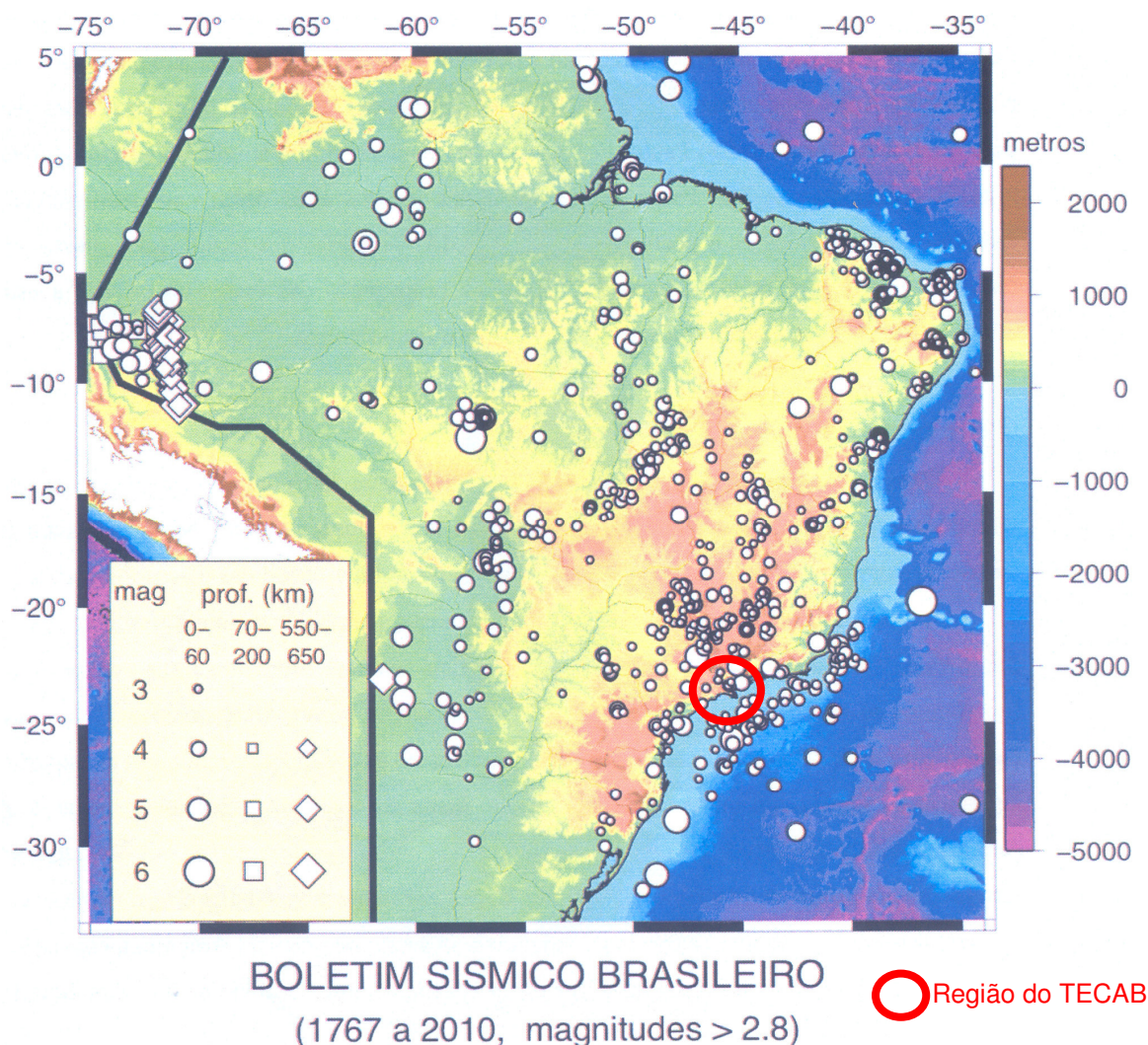


Figura V.1.9-1 – Ocorrência de Sismicidade no Brasil entre 1767 e 2010

FONTE: IAG/USP, 2011

No Brasil ocorrem mais de 10 tremores de terra por ano com magnitude acima de 3 na escala Richter e a cada 5 anos um tremor com intensidade 5. O risco de morte por tremores é extremamente baixo.

Existem concordâncias por pesquisadores da temática a respeito de que os sismos no Brasil são oriundos aos esforços compressivos na intraplaca. Apesar desse consenso, variações locais, como carga de sedimento, diferenças de densidade da litosfera, posicionamento original das falhas pré-cambrianas e influência de eventos termiais, podem alterar localmente o direcionamento dessas forças.

Outras conclusões importantes de serem relatadas são que as zonas sismogênicas presentes associam-se invariavelmente a regiões onde geossuturas

pré-cambrianas ocorrem. Isso implica em uma relação direta entre a sismicidade e o neotectonismo. A movimentação da placa sul americana para W/NW é o principal fator das ocorrências tectônicas no continente sul americano (Lima, 2000).

Vale salientar que o embasamento do território brasileiro possui intrincado sistema de lineamentos (zonas de fraqueza) que, sob o esforço da tectônica global, pode sofrer deslocamentos diferenciais. Dessa forma, é possível rebaixamento em algumas regiões e soerguimento em outras.

Outras feições importantes, resultantes ou influenciadas pela ação do neotectonismo no Brasil, são as escarpas que margeiam as Serras do Mar e da Mantiqueira, o delineamento do Vale do São Francisco e, em áreas específicas, o espessamento de depósitos quaternários costeiros.

Segundo o IPT 1994, todos os sismos naturais, os induzidos pela ocupação do solo e os mais distantes originados nos Andes, estão relacionados aos processos de dinâmica interna da Terra e aos seus reflexos no continente sul americano.

V.3.12.2 – Sismologia nas Áreas de Influência do Empreendimento

A caracterização dos aspectos sismológicos da região onde se inserem as Áreas de Influência Direta e Indireta (AID e AII) do empreendimento foi realizada com base no levantamento, análise e recopilação do histórico de sismicidade natural e induzida, utilizando os dados dos principais observatórios e estações sismográficas existentes, pertencentes à Universidade de Brasília (UNB) e ao Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da Universidade de São Paulo.

Para tanto, foi realizada consulta ao site do IAG, onde foram obtidas, através Boletim de Sismos, a relação de todos os terremotos cadastrados no Brasil, dos observatórios e estações sismográficas existentes para o período de 1720 a 2010. Estes dados foram manipulados em uma ferramenta de SIG. A partir disto, constatou-se que não ocorreram, até o momento, sismos cadastrados na faixa na AII e AID do empreendimento.

A **Figura V.3.12.1-1**, a seguir, é apresenta com o limite da AII e AID do projeto em estudo, assim como a ocorrência dos sismos registrados no Estado do Rio de Janeiro.

Figura V.3.12.2-1 Mapa de Sismicidade (A3)

Para a região em análise tem-se destaque o sismo de Macaé. Às 12h30 do dia 24 de outubro de 1972, um abalo de 5,3 graus na escala Richter, com projeção na superfície (epicentro) localizada no oceano Atlântico, assustou milhares de pessoas da capital do Rio de Janeiro à do Espírito Santo. O sismo de Macaé, como ficou conhecido, por ter sacudido com grande intensidade casas e edifícios nessa cidade e na vizinha Campos de Goytacazes, foi sentido numa área de mais de 200 mil quilômetros quadrados. Foi o mais forte tremor registrado na área batizada, em 1976, como Bacia de Campos.

Posto isto, nenhum outro tremor continental fora registrado, a partir de então, na região e no entorno norte fluminense com intensidade superior a 2.3. Mesmo os sismos com intensidades próximas ou maiores que 3 na escala Richter, não provocaram deslocamentos de terrenos ou abatimentos que pudessem significar atenção à área do empreendimento.