

8. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA DE INFLUÊNCIA

Completa descrição e análise dos fatores ambientais físicos, bióticos e antrópicos, e suas interações, de modo a caracterizar a qualidade ambiental da área de influência antes da implantação do projeto, incluindo, sempre que possível, mapas em escala adequada e fotografias, considerando pelo menos os seguintes aspectos:

8.1. MEIO FÍSICO

8.1.1. GEOLOGIA

8.1.1.1. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

O arcabouço geotectônico da região sudeste do Brasil é constituído por um núcleo estável denominado de Cráton São Francisco, sendo este circundado por faixas móveis que foram desenvolvidos no Neoproterozóico durante a Orogênese Brasileira. Esses orógenos são denominados de Faixa Brasília a oeste, Faixa Ribeira a sul-sudeste e faixa Araçuá a leste (CPRM, 2001).

O Estado do Rio de Janeiro localiza-se na porção interna da Faixa Móvel Ribeira, esta apresenta uma complexa estruturação geológica com dobramentos e empurrões. Estes empurrões geraram as rochas gnáissicas encontradas no Estado do Rio de Janeiro com protólitos paraderivados neoproterozóicos e mesoproterozóicos e ortoderivadas neoproterozóicas a paleoproterozóicas apresentando-se como escamas de empurrões direcionados à margem do Cráton do São Francisco e com intrusões geradas pela formação do Arco Magmático, denominado na bibliografia específica como Rio Negro gerados durante a subducção para leste da litosfera oceânica da Placa São Francisco, num longo período entre 790 e 630 Ma. No período entre 545 e 500 ma. houve geração de granitos pós-tectônicos. No período Cretáceo, na abertura que gerou o oceano Atlântico (~130 ma.) houve a geração de rochas básicas representadas no continente por diques de diabásio e no período entre 70 e 50 ma houve intrusões de rochas alcalinas. No Paleogeno (Terciário) houve a geração de sedimentos detríticos, exemplo expressivo no Brasil temos a Formação Barreiras. Esta Formação constitui a unidade geológica de ocorrência mais expressiva da costa brasileira, aflorando desde o Estado do Rio de Janeiro até o Amapá. No Neogeno (Quaternário) houve retrabalhamento erosivo destas unidades acima citadas.

Mapa Geológico Simplificado do Estado do Rio de Janeiro

Legenda:

○ Sede municipal

Geologia:

| | |
|------------------------------------|---------------------------|
| Quaternário | Rio Negro |
| Barreiras | Mármore |
| Alcalinas | Batólito Serra dos Órgãos |
| Granitos | Gnaisses |
| Granito Milonítico - Pedra-Madeira | Paraderivas |
| Granito - Olho-de-Pombo | Granulitos |

Mapa Geológico Simplificado do Estado do Rio de Janeiro

1:1.500.000

8.1.1.1.1. ORIGEM E EVOLUÇÃO DA BAÍA DE GUANABARA E ARREDORES

O empreendimento está situado dentro do Graben Guanabana, onde está inserido a baía de Guanabara, esta, segundo Mansur (2012) incluindo a maior parte de sua bacia hidrográfica contribuinte, corresponde a um compartimento estrutural tectonicamente rebaixado (Figura 8.1.1.1.1-1), de idade Cenozóica (zona fisiográfica denominada Baixada Fluminense).

A baía se originou de uma depressão de blocos falhados: o da Serra dos Órgãos e dos pequenos maciços costeiros. As linhas estruturais que condicionaram a existência da Baixada seriam reativações Cenozóicas de linhas estruturais Pré-Cambrianas. Evidências geológicas encontradas na Formação Macacu (Grupo Barreiras) sugerem, durante parte do Cenozóico (Terciário Superior, Plioceno e Peistoceno Médio), uma drenagem dirigida basicamente para a atual Baixada de Sepetiba.



Figura 8.1.1.1.1-1. Vista da Serra dos Órgãos ao fundo da foto (compartimento estrutural mais alto) contrastando com a baixada (compartimento estrutural rebaixado) com colinas, na área do empreendimento.

Os depósitos fluviais da Formação Caceribu indicam posição de nível de mar abaixo do atual, até cerca de 100 metros, clima seco, e um sistema de drenagem anastomosante, com canais rasos e largos. A linha de costa, nesta época se situaria a dezenas de quilômetros da atual, constituindo parte do que é denominado Plataforma Continental.

Há 16.000 anos A.P. iniciou-se o processo de afogamento da bacia fluvial pleistocênica, por águas marinhas, marcando o início do Holoceno Inferior. Esta fase transgressiva é denominada por Amador (1980) de Transgressão Guanabarina. No limite Pleistoceno Superior / Holoceno Inferior há deposição de uma camada de argila fluvial no assoalho da pré-baía. Um nível do mar abaixo do atual em 40-50 m é estimado para a época de deposição desta unidade, com uma idade entre 8.000 e 10.000 anos A.P. Com o máximo de avanço da Transgressão Guanabarina, ou seja, o "ótimo climático" entre 5.000 e 6.000 anos A.P., a Baía de Guanabara apresentava

uma área de aproximadamente 700 km² (60% maior do que a atual) e um nível do mar entre 3 e 4 metros acima do atual, atingindo, para o interior, regiões situadas até cerca de 30 km, com água do mar.

Durante o período regressivo que sucedeu ao "ótimo climático" desenvolveu-se na região um terraço marinho que indica um nível do mar ligeiramente mais baixo que o atual, datado de 4.130 anos A P. Entre 3.800 e 3.000 anos A P. uma nova fase transgressiva atinge nível do mar mais elevado que o atual em cerca de 1,5 metro, produzindo terraços marinhos e um sistema de praias fosseis. Há cerca de 3.000 anos A P. o contorno da Baía de Guanabara já era bastante próximo do atual. No entanto, na retaguarda da linha de costa, segmentos primitivos da Baía de Guanabara (reentrâncias e estuários) truncados pela sedimentação mais recente, transformaram-se em lagunas (Itaipu, Piratininga, são exemplos). A Influência da maré penetrava muitos quilômetros para o interior permitindo que se desenvolvessem extensos manguezais.

8.1.1.2. CONTEXTO GEOLÓGICO LOCAL

Considerando o substrato rochoso como condicionante direto da geomorfologia e solos a AID para o meio físico nos quesitos geologia, geomorfologia e pedologia foi delimitada em função da homogeneidade das litologias apresentadas, aos arredores da ADA, bem como das formas de relevo e evolução pedológica. Não foram constatadas variações geológicas, de relevo e pedológicas que justificasse ampliação da AID para além dos limites apresentados nos mapas em anexos do meio físico para os temas acima apontados. A geologia dos arredores da AID de acordo com o mapa geológico de DRM-RJ (Figura 8.1.1.2-1) apresenta litologia conferindo com a geologia observada no mapeamento de campo. Abaixo a descrição da geologia apresentada no mapa geológico na escala 1.50.000:

Sedimentos de Várzeas/ Aluvionares: areias e argilas de planícies de inundação, depósitos de várzea, depósitos flúvio-marinhos, depósitos paludiais (turfa), marinhos e fluviais, às vezes feldspáticos, com ou sem matéria orgânica, localmente com concentrações de conchas.

Depósitos marinhos: areias quartzosas marinhas, de cordões litorâneos e cúspides de lagunas, por vezes associadas a depósitos de conchas calcárias, relativamente bem

selecionadas, com tonalidades esbranquiçadas, amareladas (onde aparecem traços de minerais pesados: ilmenita, zircão e monazita) e acinzentadas escuras (onde os minerais pesados aparecem em concentrações exploráveis), podendo conter traços de feldspato e argila.

Depósito fluvio-marinho: sedimentos finos, siltico-argilosos ou argilo-sílticos, ricos em matéria orgânica; depósitos rudáceos sociados as- a ambientes de leques fluviais; argilas acinzentadas de planície de inundação; areias de canais fluviais; interdigitação de sedimentos arenosos, argilosos e turfosos.

Formação Caceribú: com predomínio de areias feldspáticas grosseiras, estratificadas, selecionadas, arenitos grosseiros com matriz caulínica, conglomerados ortoquartzíticos e blocos e seixos de petrografia variada.

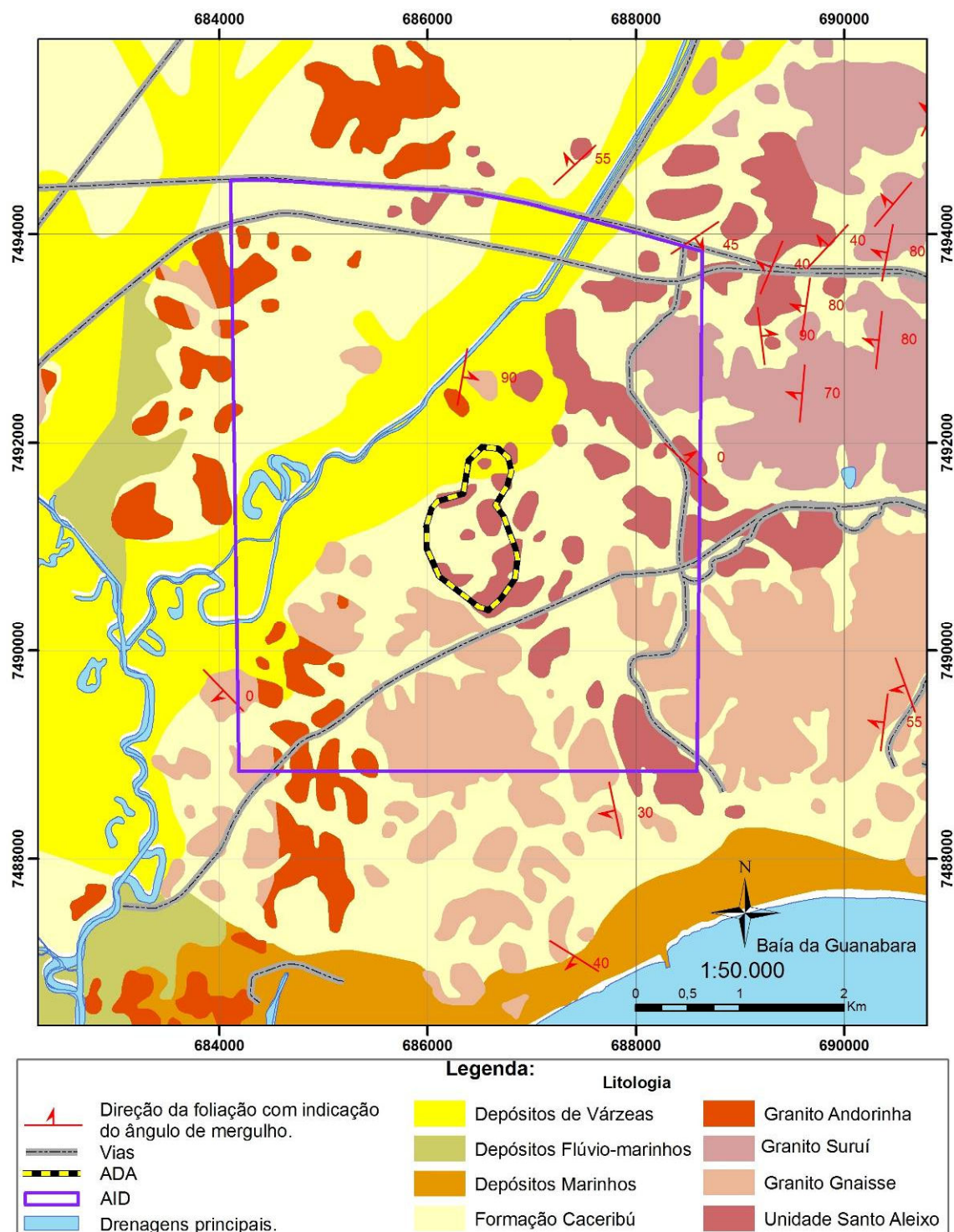


Figura 8.1.1.2-1. Mapa geológico dos arredores do empreendimento. Fonte de dados: DRM-RJ.

Granito Andorinha: biotita granito de granulação média a fina, tendência porfirítica ou não, cor cinza-azulada, pórfiros milimétricos a centimétricos de microclina em matriz granodiorítica, formando corpos tabulares, diques e apófises. Variação composicional

subordinada. Presença de xenólitos em zona de contato. Contatos intrusivos ou tectônicos com demais unidades.

Granito Suruí: róseo, granulação grosseira até pegmatóide, megacristais centimétricos de microclina em matriz quartzodiorítica de granulação média.

Granito Gnaiss: Gnaiss granítico a granodiorítico, de grãos médios, cor clara, rosada, dobrados isoclinalmente. Foliação dada pelo alinhamento de aglomerados máficos.

Unidade Santo Aleixo: Predominam migmatitos com estrutura estromática dobrada; Localmente schollen, agmática. Constituídos por leucossoma granítico a leptinitico e melanossoma variando de biotita xistos a anfibolitos. Litologicamente são quartzo-plagioclásio-biotita gnaisses mesocráticos de composição quartzo diorítica a diorítica, intensamente deformados e migmatizados, de aspecto geralmente bandado; ortoclásio (microclina)-quartzo gnaisses acinzentados de composição granodiorítica.

Durante o mapeamento de campo não foram identificados afloramentos rochosos dentro da ADA do empreendimento. As unidades geológicas identificadas na ADA foram depósitos relacionados a sedimentos da Formação Macacu e depósitos recentes (Quaternário). Na AID foram identificadas rochas gnáissicas da Unidade Santo Aleixo e granito gnaiss. O mapa geológico de campo (MAPA 8.1.1-1, Anexo III) foi um detalhamento do mapa do DRM-RJ, uma vez que as unidades encontradas foram às mesmas.

As rochas do embasamento cristalino da área do empreendimento estão alteradas, transformadas em solos residuais maduros. Os locais destes solos sobressaem no relevo ondulado, como colinas com gradientes suaves. Em apenas um local foi identificada rocha aflorante (Figura 8.1.1.2-2).

A rocha acima indicada trata-se de um granito gnaiss de granulometria média a grossa que aflora como blocos métricos arredondados numa área muito localizada numa estrada de terra dentro da AID.

Outros afloramentos rochosos foram identificados na AID e nas proximidades externas. Tratam-se de rochas gnáissicas de granulometria grossa, bandadas, alteradas, representante da unidade Santo Aleixo (Figura 8.1.1.2-3), com fraturas de alívio e fraturas subverticais com direção quase leste/oeste.



Figura 8.1.1.2-2. Foto de rocha granítica aflorando em via na AID (UTM 686373/7492252).



Figura 8.1.1.2-3. Foto de rocha gnaíssica aflorando em via externa a AID (UTM 687950/7492830).

A Formação Caceribú é descrita como deposição de fácies colúvio aluvial, aluvial, conglomerática e de cone aluvial, que testemunhariam a condição de transporte torrencial, controladas por um padrão de clima semi-árido.

O processo de afogamento da bacia fluvial pleistocênica (Fm. Caceribu) pela água do mar, processos de regressão e transgressão foram responsáveis pela deposição de níveis de terraços arenosos. Esta Formação foi possível identificar no campo pela presença de terraços, ou parte deles, beirando as rochas gnáissicas e graníticas alteradas da AID e da ADA. Geomorfologicamente se apresentam como pequenos terraços e podem ser mapeados por apresentarem terrenos semiplanos com cores acinzentadas localizados nas bordas das colinas compostas por solos residuais avermelhados, e geralmente finalizam com uma quebra na morfologia deste terraço onde cerca de 1 a 1,5 metros topograficamente abaixo se encontra uma planície composta por sedimentos recentes aluvionares.

Localmente a Formação Caceribú apresenta concreções ferruginosas (Figura 8.1.1.2-4) provavelmente gerada pela lixiviação do ferro das camadas superiores e percolação de água, em alternância com períodos úmidos e secos, e aprisionamento desta em camada impermeável.



Figura 8.1.1.2-4. Foto de concreção ferruginosa na AID (UTM 687075/ 7492996).

Os sedimentos aluvionares são arenosos claros a areno argilosos e estão localizados numa extensa planície com cobertura superficial com matéria orgânica.

A geologia nas áreas que apresentam as rochas gnáissicas e graníticas não apresenta impeditivos ambientais desde que sejam realizadas impermeabilizações efetivas para evitar a percolação de fluídos para as camadas fraturadas que por ventura existam na área.

Regionalmente as direções das estruturas podem ser visualizadas através dos grandes lineamentos de extensões quilométricas (Figura 8.1.1.2-5). Estes lineamentos correspondem a estruturas geradas durante os eventos tectônicos. A cobertura vegetal e de solos transportados impediu uma completa análise da geologia estrutural do empreendimento (ADA), assim sendo falhas e fraturas não foram encontradas.

No entanto não se exime a possibilidade de presença de estruturas geológicas representadas por descontinuidades nos terrenos da ADA e AID. Pela figura abaixo, podem ser identificados lineamentos estruturais, onde as drenagens estão encaixadas, que estão direcionados para os arredores da AID. O fato de não estarem direcionados para a AID, não necessariamente exclui a possibilidade da existência deles, uma vez que estruturas paralelas podem ser desenvolvidas, tanto que aos arredores e na própria AID foram encontradas fraturas nas rochas e solos residuais. No entanto, atenção especial deve ser dada aos terrenos com coberturas quaternárias porosas e por apresentarem solos moles. As intervenções para a realização dos aterros deverão ter o cuidado de retirar a capa superior, drenagens, e espessura apropriada de aterro e compactação.

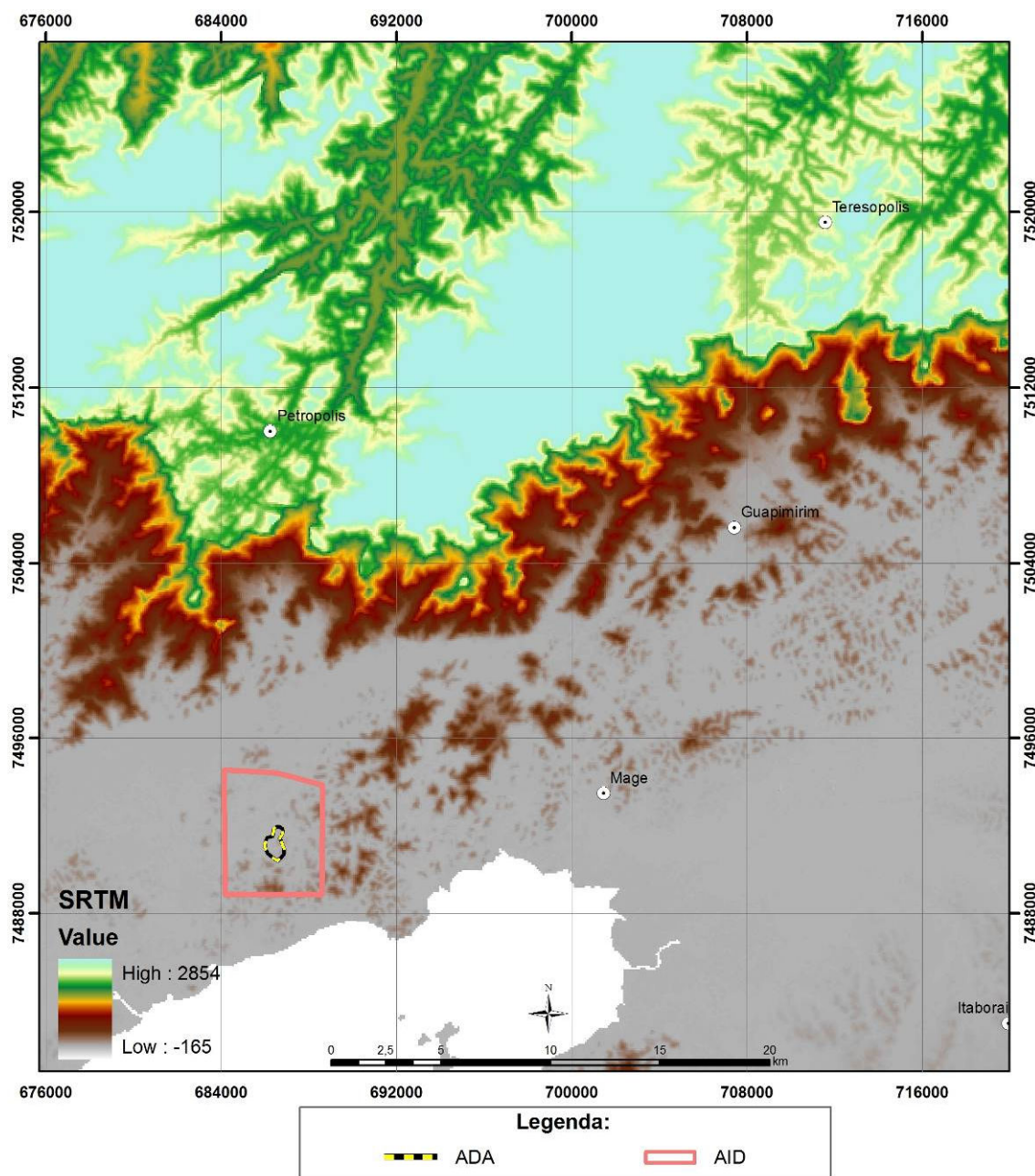


Figura 8.1.1.2-5. Imagem SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) com lineamentos estruturais na região Serrana, ao norte da Imagem.

8.1.2. GEOMORFOLOGIA

O mapeamento da geomorfologia no Brasil teve grande impulso com os levantamentos realizados pelo projeto Radam Brasil. No entanto, os mapas produzidos estavam em escala incompatível com as necessidades de informações mais detalhadas que órgãos públicos necessitavam para gerenciar o território.

No estado do Rio de Janeiro foi publicado no ano 2000 uma coletânea de informações sobre geologia, solos, geomorfologia, clima e outros temas na escala de 1:500.000. Com este mapa já foi possível fazer considerações a respeito da dinâmica da paisagem, mas ainda é necessário fazer estudos de maior detalhe.

O mapeamento de Dantas (2000) teve como objetivo apresentar o mapa geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro na escala de 1:500.000. No mapa são individualizadas as áreas de degradação e de agradação. Sendo estas últimas separadas em agradação fluvial, flúvio-marinha e/ou marinha.

Na Figura 8.1.2-1 é apresentado o Mapa Geomorfológico Regional compilado de Dantas (2000). No recorte utilizado podem ser observados três tipos de relevo de degradação e quatro tipos de relevo de agradação.

Os relevos de degradação são: Colinas Isoladas, Morrotes e Morros Baixos e Escarpas Serranas. As Colinas Isoladas a relevos de degradação entremeados na baixada. São formas de relevo residuais, com vertentes convexas e topos arredondados ou alongados, com sedimentação de colúvios, remanescentes do afogamento generalizado do relevo produzido pela sedimentação flúvio-marinha que caracteriza as baixadas litorâneas. Densidade de drenagem muito baixa com padrão de drenagem dendrítico e drenagem imperfeita nos fundos de vales afogados. Predomínio de amplitudes topográficas inferiores a 100m e gradientes suaves.

Os Morrotes e Morros Baixos Isolados são construídos por um antigo bloco montanhoso, desfeito em um relevo amorreado, profundamente desgastado. Os gradientes são elevados e os topos arredondados. Apresenta densidade de drenagem média e padrão predominantemente dendrítico, tornando-se meandrante e divagante, conforme se aproxima dos fundos de vales afogados pela sedimentação flúvio-marinha. A unidade, que não ocorre na AID deste empreendimento apresenta um médio potencial de vulnerabilidade a eventos de erosão e movimentos de massa, devido a seu relevo menos expressivo e acentuado pela relativa preservação da cobertura florestal remanescente no maciço.

O relevo constituído pelas Escarpas Serranas está localizado em uma pequena parte no mapa de unidades geomorfológicas. Esta unidade apresenta relevo montanhoso e extremamente acidentado, com densidade de drenagem muito alta com padrão de drenagem variável, de paralelo a dendrítico, ou treliça a retangular. Predomínio de

amplitudes topográficas superiores a 500m e gradientes muito elevados, com ocorrência de colúvios e depósitos de tálus, solos rasos e afloramentos de rocha. Cabe ressaltar aqui, que esta descrição somente foi incluída devido sua presença em uma pequena parte no mapa da Figura 8.1.2-1.

Os relevos de agradação são formados pelas seguintes unidades: Planícies Aluviais, Planícies Costeiras, Planícies Colúvio-Alúvio e Planícies Flúvio-Lagunar.

As Planícies Aluviais, compreendidas em Planícies de Inundação, Terraços Fluviais e Leques Alúvio-Coluviais, são superfícies sub-horizontais, com gradientes extremamente suaves e convergentes em direção aos canais-tronco. Todos os sedimentos nesta unidade são de origem continental.

As Planícies Costeiras são formadas por Terrenos Arenosos de Terraços Marinhos, Cordões Arenosos e Campos de Dunas. São superfícies sub-horizontais, com microrrelevo ondulado de amplitudes topográficas inferiores a 20 m, geradas por processos de sedimentação marinha.

As Planícies Colúvio-Alúvio-Marinhas são formadas por Terrenos Argilo-Arenosos das Baixadas. São superfícies sub-horizontais, com gradientes extremamente suaves e convergentes à linha de costa, de interface com os Sistemas Depositionais Continentais (processos fluviais e de encosta) e Marinhos. São terrenos mal drenados com padrão de canais meandrante e divagante. Presença de superfícies de aplainamento e pequenas colinas ajustadas ao nível de base das Baixadas.

As Planícies Flúvio-Marinhas são formadas por Terrenos Argilosos Orgânicos de Fundo de Baías ou Enseadas, ou Deltas dominados por Maré. Correspondem a superfícies planas, de interface com os Sistemas Depositionais Continentais e Marinhos. Correspondem a terrenos muito mal drenados com padrão de canais bastante meandrante e divagantes, sob influência de refluxo de marés.

Finalmente as Planícies Flúvio-Lagunares são formadas por Terrenos Argilosos Orgânicos de Paleolagunas Colmatadas. Na região do entorno da Baía de Guanabara, são formadas por ambientes que foram colmatados pelos sedimentos transportados pelos rios que descem da serra. Assim, correspondem a superfícies planas, de interface com os Sistemas Depositionais Continentais e Lagunares. Os terrenos desta unidade geomorfológica são muito mal drenados, com lençol freático subaflorante.

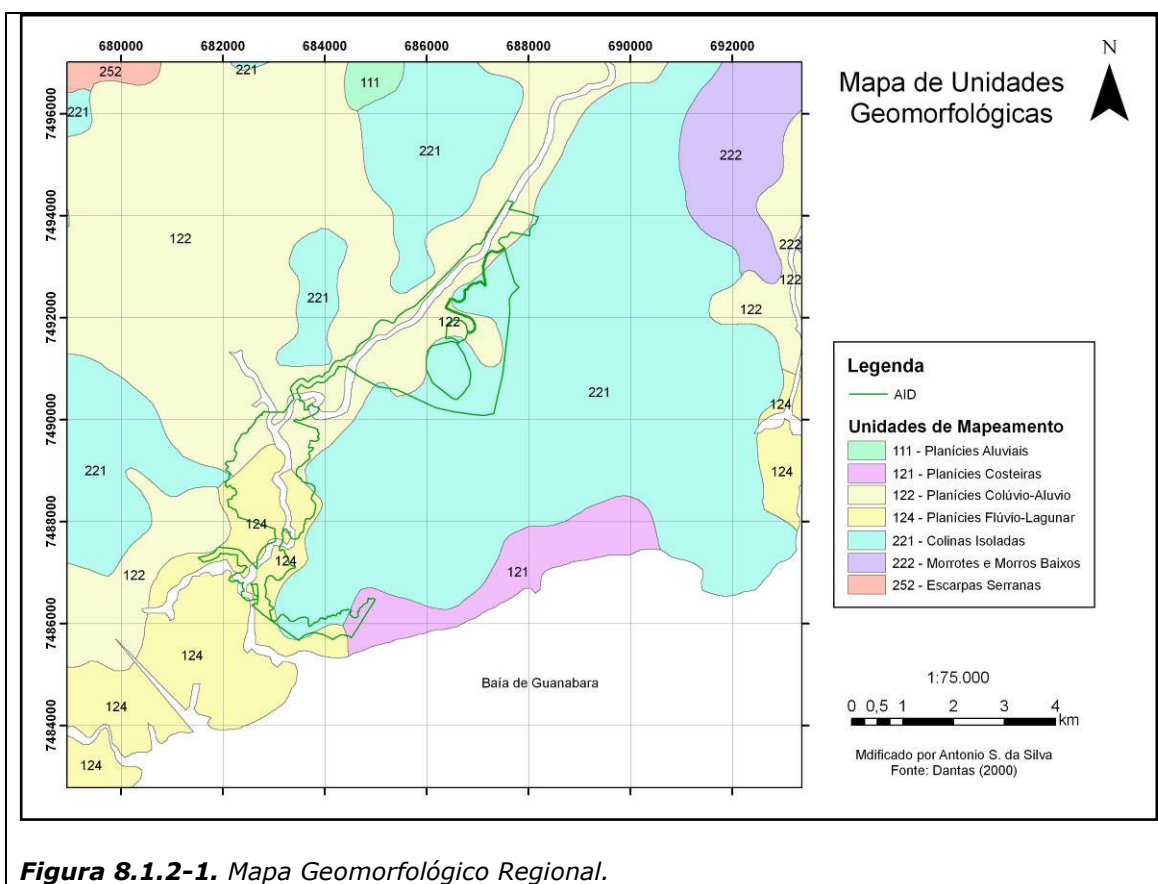


Figura 8.1.2-1. Mapa Geomorfológico Regional.

8.1.2.1. GEOMORFOLOGIA DA AID

A Figura 8.1.2.1-1 apresenta o Mapa de Unidades Geomorfológicas para AID e entorno. O mapa realizado a partir de fotointerpretação de fotografias aéreas reflete a Geomorfologia Regional (MAPA 8.1.2-1, Anexo III). Foram mapeadas três unidades: Colinas, Terraços e a planície de inundação.

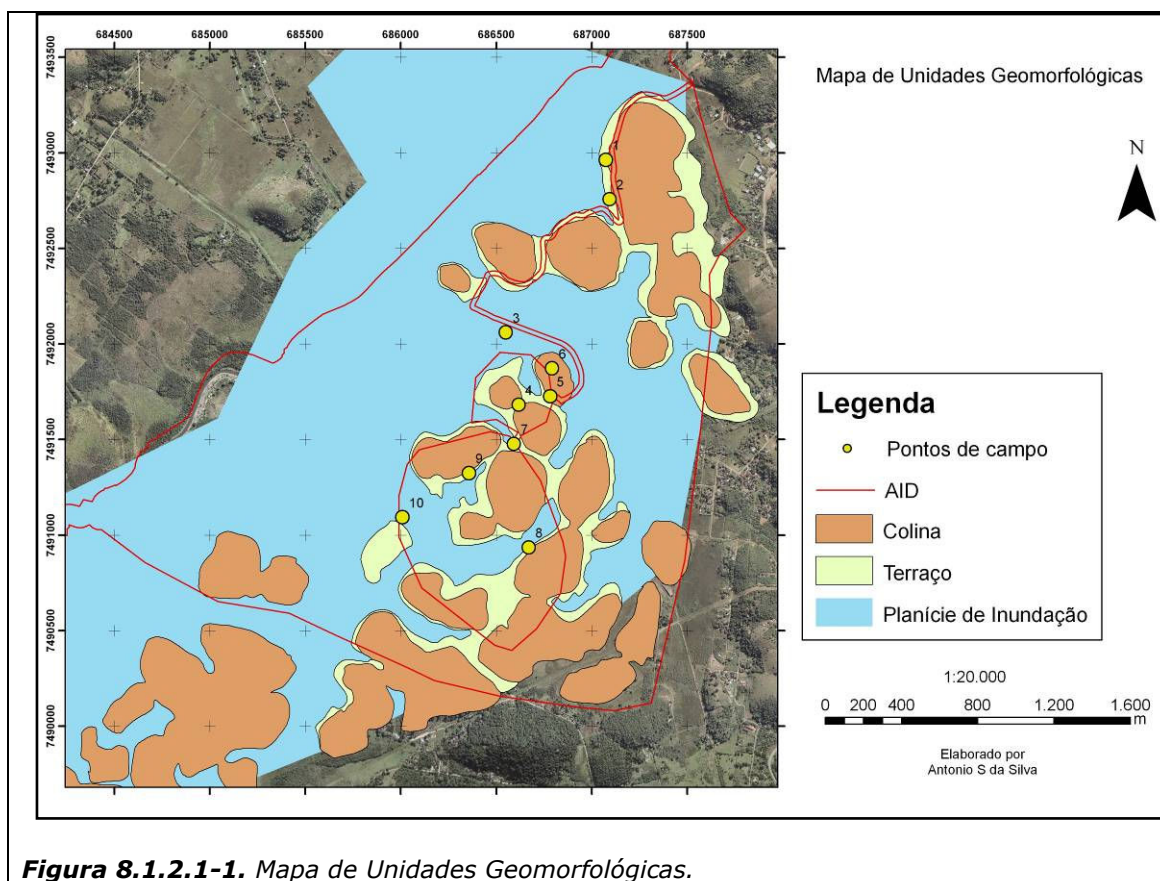


Figura 8.1.2.1-1. Mapa de Unidades Geomorfológicas.

As Colinas correspondem no mapa Geológico as Unidades Santo Aleixo e a unidade denominada de Granito Gnaiss. São colinas formadas por material de alteração profunda, correspondendo no mapa de solos aos Latossolos. Possuem formato convexo, similar as meias laranjas e suavemente côncavo quando ocorre a transição para os terraços. Risco à erosão nas colinas é muito pequeno, pois predominam processos de infiltração. Apesar de argiloso, a porosidade dos solos é muito elevada. O risco à erosão é maior na mudança da forma do relevo, quando passa de convexo para côncavo (Figura 8.1.2.1-2).



Figura 8.1.2.1-2. Colina no formato de meia laranja (convexo) onde predominam processos de infiltração e se desenvolvem Latossolos.

Os Terraços são áreas de transição entre as Colinas e a Planície de Inundação (Figura 8.1.2.1-3). Estes terraços possuem sua origem relacionada a situação de nível do mar mais elevado do que o atual e clima em condições de semi-aridez. Possuem camada superficial essencialmente arenosa. As evidências da influência do mar na formação destes terraços podem ser comprovadas pela presença de restos de conchas e outras estruturas biogênicas marinhas. Atualmente pode apresentar localmente indicativos de oxidação do ferro, demonstrando que não há mais a chegada da água nestes terraços.

A atual Planície de Inundação ocupa a maior parte da área mapeada. São sedimentos argilosos intercalados com material mais grosseiro, onde frequentemente ocorre afloramento do lençol freático. Esta planície corresponde no mapa de solos aos Gleissolos e no mapa Geológico aos sedimentos do Quaternário.



Figura 8.1.2.1-3. Terraço flúvio marinho com indicações de estruturas biogênicas (próximo ao cabo do martelo).

A Planície de Inundação ocupa a maior parte da AID (Figura 8.1.2.1-4). Esta unidade geomorfológica corresponde a atual planície de inundação onde em vários locais o lençol freático é subaflorante. Na estação seca o lençol estava em alguns pontos a 40 cm de profundidade. Esta planície corresponde a atual planície flúvio-marinha sendo fortemente influenciada pela maré. O teor de sódio é de 238 mg kg^{-1} a 20 cm de profundidade na Planície de Inundação. Apenas para efeito de comparação, na mesma profundidade na Unidade Geomorfológica Colinas, o teor de sódio é de 60 mg kg^{-1} .



Figura 8.1.2.1-4. Planície de Inundação na AID. Percebe-se nesta foto a área de transição de Terraços entre as Colinas, à esquerda, e a Planície de Inundação, à direita.

8.1.3. PEDOLOGIA

Os solos da região do recôncavo da Baía de Guanabara apresentam características muito contrastantes. A Baía é circundada por maciços que influenciam diretamente no regime de chuvas e consequentemente nos solos que pode ser encontrados. Além disso, a própria evolução geológica da região influenciou nas características dos solos. Nos ambientes de serra predominam solos mais intemperizados nos sopés das serras, tais como os Latossolos e alguns poucos Argissolos, enquanto que no alto das serras predominam solos mais rasos e menos intemperizados, tais como Cambissolos e Neossolos Litólicos. Na área rebaixada distinguem-se duas feições geomorfológicas: as colinas isoladas e a planície propriamente dita. As colinas são formadas por Latossolos enquanto que as áreas deprimidas são formadas por Gleissolos e Solos Indiscriminados de Mangue.

Serão apresentados inicialmente os solos segundo o mapeamento executado pela EMBRAPA Solos (Carvalho Filho et al., 2000) e logo a seguir serão apresentados os solos segundo a descrição feita em campo e se aterá a AID.

8.1.3.1. PEDOLOGIA REGIONAL

O levantamento de solo em escala que permita uma breve descrição da área foi executado pela EMBRAPA, tendo sido publicado na escala de 1:500.000. Este mapa (Figura 7.x3) mostra que a área é muito plana e com amplo predomínio de solos hidromórficos, representados no mapa pelas seguintes unidades:

- Ca6: associação de Cambissolo Háplico distrófico + Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico + Latossolo Vermelho-Amarelo pouco profundo distrófico;
- LVa3: Latossolo Vermelho-Amarelo álico ou distrófico;
- LVa4: Latossolo Vermelho-Amarelo álico;
- LVa14: associação de Latossolo Vermelho-Amarelo álico + Cambissolo Háplico ou Distrófico;
- GPa2: associação de Gleissolo Háplico + Glei Melânico ou Distrófico;
- GHT: Gleissolo Tiomórfico Húmico ou não + Gleissolo Háplico Salino ou não;
- SM: Solos Indiscriminados de Mangue

Como pode ser observado na Figura 8.1.3.1-1, dois tipos de solos predominam regionalmente: os Latossolos e os Gleissolos. Os Gleissolos e demais solos hidromórficos ocupam os baixos cursos dos vários rios que deságuam na Baía de Guanabara. Estão presentes nas áreas de manguezal e em todas as demais áreas onde aflora o lençol freático. Por sua vez, os Latossolos ocupam toda a área de colinas, que são remanescentes do recuo paralelo da Serra do Mar. Pode-se assim dizer que os Latossolos são solos residuais (Figura 8.1.3.1-1).

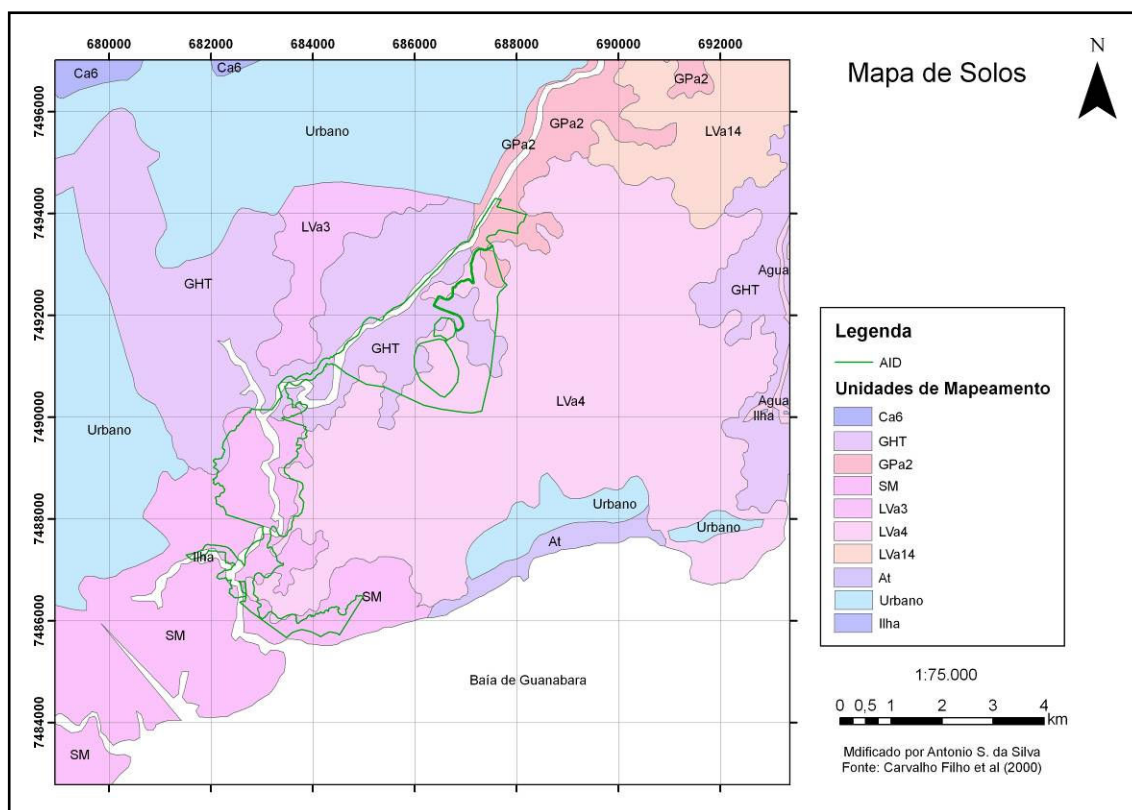


Figura 8.1.3.1-1. Mapa de Solos Regional (Fonte: Carvalho Filho et al., 2000).

8.1.3.1.1. CAMBISSOLOS

Essa classe compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B incipiente subjacente a horizonte A de qualquer tipo, excluído o A Chernozêmico quando a argila do horizonte Bi for de atividade alta. São solos pouco evoluídos, de características bastante variáveis, mas em geral pouco profundos ou rasos e com teores de silte relativamente elevados. Apresentam sequência de horizontes do tipo A-Bi-C, com modesta diferenciação entre eles. São os solos dominantes nas regiões serranas do estado, por isso aparecem em tão pouca área no mapa regional.

8.1.3.1.2. LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO

Os solos dessa classe apresentam horizonte Bw, virtualmente sem atração magnética, com cores no matiz 4YR ou mais amarelas, associadas a teores de Fe_2O_3 relativamente baixos, normalmente entre 70 e 110g/kg, e índice Ki inferior a 1,5. De grande expressão geográfica, esses solos distribuem-se por todo o Estado do Rio de

Janeiro, em condições climáticas bastante distintas, desde as áreas mais secas e quentes do Norte Fluminense às de temperaturas amenas e chuvosas das regiões serranas e de sopé de serras. Embora não se constitua uma regra geral, observa-se a tendência de os solos das regiões mais úmidas apresentarem menores teores de bases e saturação com alumínio mais elevada.

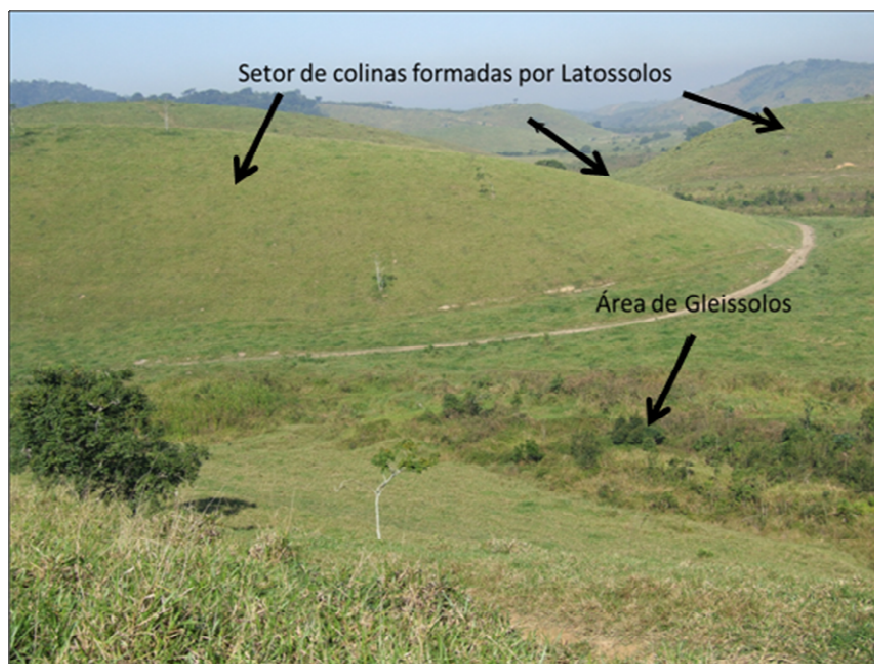


Figura 8.1.3.1.2-1. Setor de colinas onde se desenvolvem os Latossolos. Logo abaixo as áreas onde ocorrem os Gleissolos.

8.1.3.1.3. GLEISSOLOS

Compreende solos minerais, hidromórficos, com horizonte A ou H seguido de horizonte glei, desde que não simultâneo com B textural, B nátrico ou plíntico, excluídos também aqueles com caráter vértico ou com textura arenosa, e ausência de horizonte E. São solos relativamente recentes, pouco evoluídos, e originados de sedimentos de idade quaternária, apresentando, portanto, grande variabilidade espacial. São subdivididos de acordo com o tipo de horizonte superficial.

8.1.3.1.3.1. GLEISSOLO MELÂNICO

Os solos dessa classe distinguem-se por apresentar horizonte superficial mais desenvolvido, do tipo A Chernozêmico, proeminente ou húmico, ou ainda horizonte turfoso. São solos em geral mal ou muito mal drenados, com lençol freático elevado na maior parte do ano, e sequência de horizontes do tipo A-Cg ou H-Cg. Ocorrem em áreas de várzea, distribuídas por todo o estado, mas principalmente nas grandes baixadas, que se estendem dos contrafortes da Serra do Mar até o litoral. Originalmente, esses solos encontravam-se recobertos por vegetação de campo ou floresta de várzea, hoje preservados apenas em poucos locais. Atualmente, são utilizados principalmente com pastagens e alguma olericultura em áreas menores. Apresentam características bastante diversificadas, com ocorrência de solos distróficos, eutróficos ou mesmo álicos, e argilas de baixa ou alta atividade. A composição textural é também bastante variada, em razão da própria natureza dos sedimentos dos quais se desenvolvem. Nas áreas de influência marinha mais próximas à costa, verifica-se também a ocorrência de camadas com caráter solódico e até salino, além de alguns solos apresentarem horizonte sulfúrico, razão pela qual são algumas vezes denominados Gleissolos Tiomórficos.

8.1.3.2. PEDOLOGIA AID

8.1.3.2.1. METODOLOGIA

A metodologia de descrição de solos seguiu o Manual de Descrição de Solo no Campo (Lemos e Santos, 2006). Foram identificados 10 pontos, que tinham como objetivo checar a ocorrência dos solos e/ou coletar amostras para análises físicas e químicas. Na Tabela 8.1.3.2.1-1 são apresentados os pontos, suas coordenadas e o objetivo da descrição.

O mapa de solos da AID foi preparado na escala de 1:5.000 (MAPA 8.1.3-1, Anexo III). Assim foi possível individualizar uma classe de solo que está localizada em um nível topográfico acima da atual planície de inundação. Gemorfológicamente corresponde a um nível de terraço que sofre influência de coluvionamento e que foi denominado de Planossolo.

Tabela 8.1.3.2.1-1. Pontos de amostragem e de identificação de solos e unidades geomorfológicas.

| Ponto | Localização (UTM) | Objetivo |
|-------|-------------------|---|
| 1 | 0687073/7492963 | Confirmação de Latossolo em área de colina residual e Gleissolo na área plana adjacente. |
| 2 | 0687093/7492758 | Área de terraço (geomorfologia) – Planossolo (Pedologia) |
| 3 | 0686551/7492061 | Planície de inundação (Gleissolo) |
| 4 | 0686618/7491683 | Área de transição entre duas colinas, com solos residuais em transição para colúvio |
| 5 | 0686782/7491726 | Perfil de Latossolo – coleta de amostra dos horizontes A e Bw. |
| 6 | 0686793/7491873 | Topo da colina com Latossolo |
| 7 | 0686593/7491478 | Área de terraço |
| 8 | 0686670/7490936 | Perfil de Latossolo em sopé de encosta. Foram encontradas no perfil algumas pedras, podendo indicar possível coluvionamento. |
| 9 | 0686357/7491325 | Área de terraço e planície de inundação adjacente |
| 10 | 0686009/7491094 | Área de Gleissolo com coleta de amostra com trado holandês. O lençol freático foi encontrado na profundidade de 40 cm no dia 03 de julho de 2012. |

8.1.3.2.1.1. PONTOS IDENTIFICADOS E DESCRITOS

Cabe salientar que dos 10 pontos amostrais definidos para a Pedologia, apenas em 3 pontos (5, 8 e 10) foram coletados amostras de solos para análise. Tal fato se deve a homogeneidade da área para os tipos de solos identificados. O ponto 5 está localizado na área do aterro de Classe I. Já os pontos 8 e 10 estão localizados na área do aterro Classe II (Figura 8.1.3.2.1.1-1).

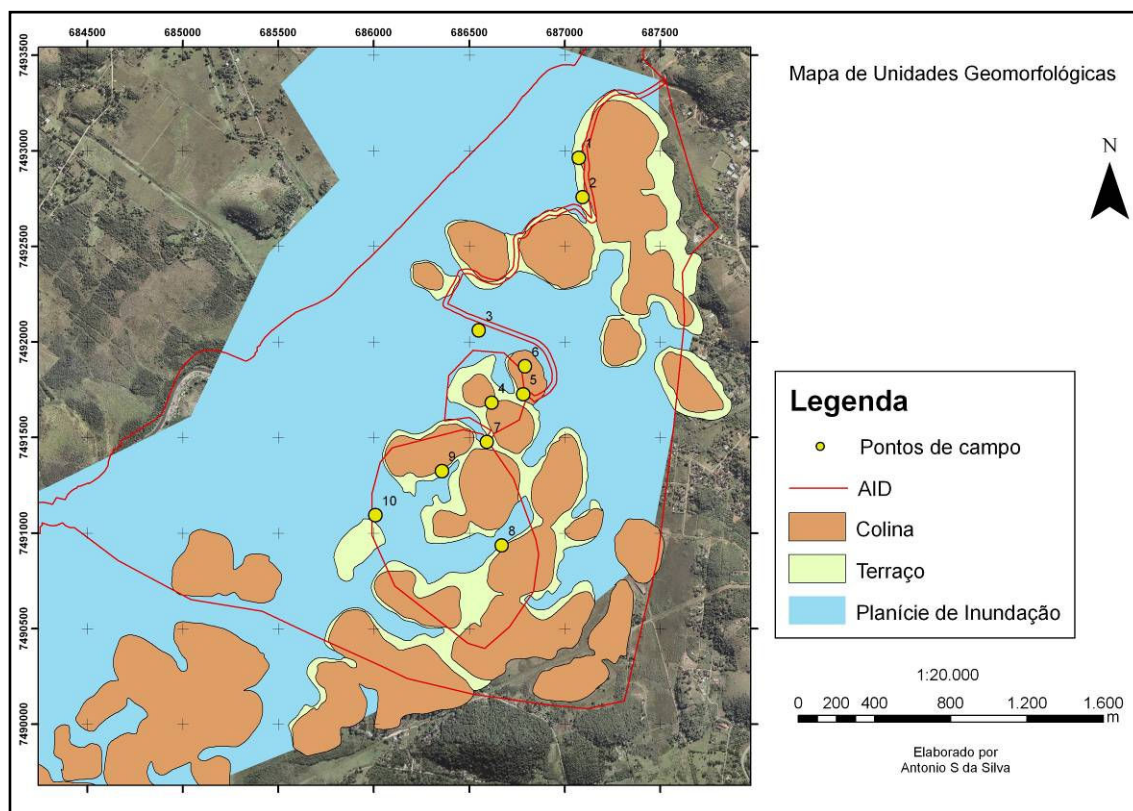


Figura 8.1.3.2.1.1-1. Mapa dos pontos amostrais definidos para a Pedologia.

Ponto 5 – Latossolo Vermelho-Amarelo

Perfil localizado na meia encosta em área de colina. Foi aproveitado um corte de barranco. O perfil foi descrito até a profundidade de 100 cm. Foram descritos dois horizontes. O primeiro denominado de A, com aproximadamente 50 cm de espessura, coloração ligeiramente escura, indicando conteúdo de matéria orgânica em torno de 2,5 a 3,0%. Estrutura granular/grumosa, que se quebra com facilidade quando úmido e ligeiramente dura quando seco. As raízes são abundantes, com diâmetro de até 1 mm. Estão presentes poros de origem biológica, com diâmetro de até 1 cm.

O segundo horizonte (Bw) apresenta espessura de 50 a 100 cm, sendo o limite inferior correspondente a base do corte. A espessura total do solo é maior que 1 metro. Este horizonte apresenta coloração vermelho-amarelada, estrutura granular (micro-agregada) de tamanho pequeno. São formados agregados com diâmetro próximo a 1 cm, mas que se quebram em pequenos grânulos. A porosidade é abundante e sempre inferiores a 1 mm.

O perfil de solo como um todo não apresenta restrições à percolação da água. Ainda que a textura seja média, a porosidade do Latossolo é bastante funcional e facilita a circulação vertical da água.

Ponto 8 – Latossolo Vermelho-Amarelo

Este perfil de solo não apresenta um horizonte A muito desenvolvido. Este fato pode estar relacionado a um transporte recente e não houve tempo suficiente para formar um horizonte A. O perfil possui aproximadamente 200 cm de profundidade. Foi coletada uma amostra entre as profundidades de 10 e 20 cm e entre 110 e 120 cm. Ambas as amostras possuem características similares. Coloração avermelhada, ainda que a amostra mais profunda seja mais vermelha. Textura de campo argilosa e estrutura granular. Diferentemente do Latossolo do ponto 6, este perfil não apresentou na morfologia de campo uma porosidade tão funcional. No perfil foram identificados fragmentos de rocha que indicam transporte de matéria ao longo da encosta (Figura 8.1.3.2.1.1-2).

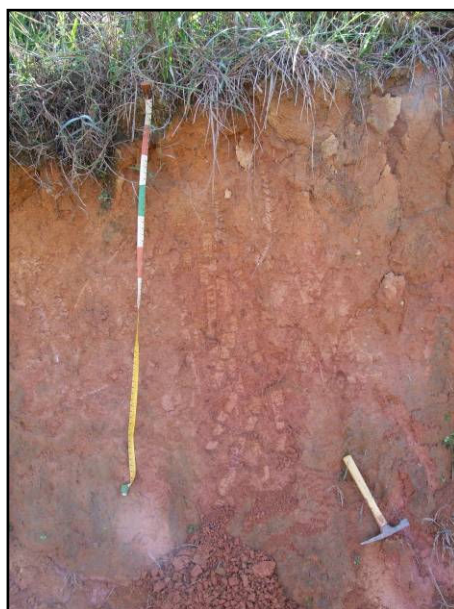


Figura 8.1.3.2.1.1-2. Perfil de Latossolo localizado em área de coluvionamento.

Ponto 10 – Gleissolo Melânico

Este ponto foi coletado em área de planície onde periodicamente o lençol freático atinge a superfície (Figura 8.1.3.2.1.1-3). A tradagem neste ponto teve como objetivo amostrar o solo da área inundável e verificar o nível do lençol na data do trabalho de campo. A amostragem foi feita até a profundidade de 45 cm, quando foi encontrado o horizonte glei. O lençol freático foi encontrado na profundidade de 35 cm. O horizonte A húmico possui cerca de 30 cm de profundidade. É muito escuro indicando elevados teores de matéria orgânica. O horizonte glei apresenta coloração acinzentada, associada à hidromorfia. Não foram encontrados sinais de oxidação do ferro.



Figura 8.1.3.2.1.1-3. A área a direita na foto corresponde aos Gleissolos Melânicos. Alguns destes Gleissolos podem apresentar tiomorfismo devido influência da maré.

Os resultados da análise granulométrica permitem afirmar que os solos do ambiente colinoso apresentam textura média no horizonte A e textura argilosa no horizonte B. Conforme afirmado anteriormente, estes solos não apresentam restrições à percolação

de água. Assim, a geração de fluxos superficiais que possam vir causar erosão são minimizados. Além disso, a textura argilosa aliada a grande profundidade dos solos pode indicar uma boa fonte de material para recobrir as células de resíduos.

Com relação aos solos da baixada, os resultados indicam que a textura varia de argilosa, na superfície a muito argilosa no horizonte glei. O teor de silte é ligeiramente elevado, mas isso se deve à fonte de material flúvio-marinho que forma estes solos.

Tabela 8.1.3.2.1.1-1. Análise granulométrica (resultados em g/kg).

| Hz / Camada | Areia Total | Areia Grossa | Areia Fina | Silte | Argila | Classe Textural |
|----------------|-------------|--------------|------------|-------|--------|-----------------|
| | Ponto 5 | | | | | |
| A | 602 | 540 | 62 | 111 | 287 | Média |
| B | 398 | 312 | 85 | 116 | 486 | Argilosa |
| | Ponto 8 | | | | | |
| AB | 357 | 265 | 92 | 167 | 476 | Argilosa |
| B | 547 | 474 | 73 | 101 | 352 | Argilosa |
| | Ponto 10 | | | | | |
| 0-20 cm | 205 | 197 | 8 | 374 | 421 | Argilosa |
| 35-45 cm | 35 | 27 | 7 | 353 | 612 | Muito Argilosa |

A Figura 8.1.3.2.1.1-4 corresponde ao mapa de solos detalhado da AID. Nela pode ser percebido que entre o Latossolo, não hidromórfico, e os Gleissolos existe uma transição na forma de rampa onde os solos sofrem influência parcial do lençol freático. Estes solos classificados como Planossolos são originados dos materiais depositados pelos rios em algum momento onde o nível do mar estava mais alto que o atual. Foram observadas fragmentos de conchas indicando uma origem flúvio-marinha para estes materiais. Atualmente, estão em posição onde ainda alguma influência do lençol freático, caracterizando a hidromorfia temporária ou parcial, principalmente quando da estação mais chuvosa.

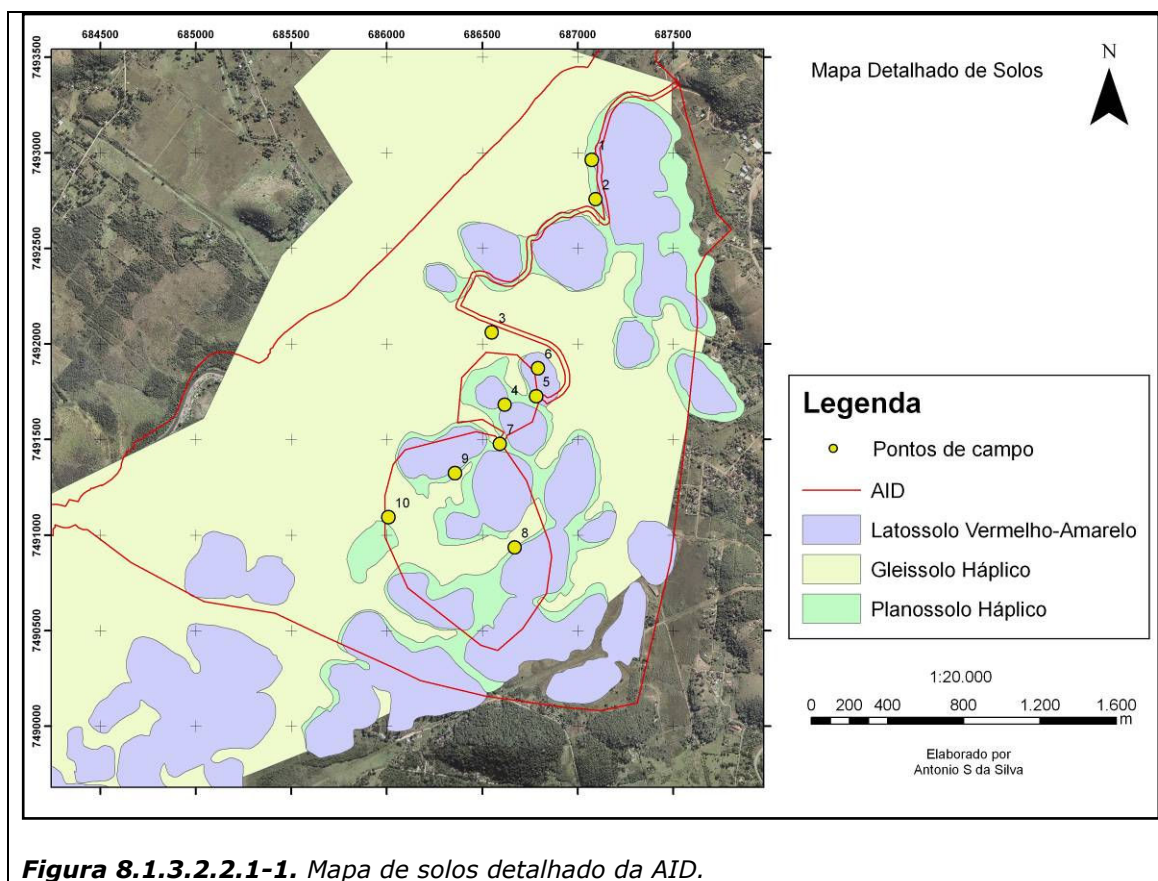
8.1.3.2.2. RESULTADOS

8.1.3.2.2.1. PROCESSOS EROSIVOS

Não foram detectados sinais de erosão acelerada na área. Ainda que o uso do solo seja pastagem bovina o solo resiste bem ao pastoreio extensivo. A explicação para este fato está na reduzida suscetibilidade à erosão dos Latossolos (MAPA 8.1.3-2, Anexo III). Conforme mencionado no item 8.1.3.2 os solos são muito porosos e não há impedimentos à circulação vertical da água. Assim, há pouca geração de fluxos superficiais.

Com relação à sedimentação, este ambiente vem sendo preenchido por sedimentos desde a elevação da Serra do Mar. O recôncavo da Baía de Guanabara é um ambiente que recebe todos os sedimentos que são transportados pelos rios que descem da serra. Quando o nível do mar esteve mais elevado a área de sedimentação correspondiam ao que foi chamado aqui como áreas de Planossolos e no item Geomorfologia, aos terraços.

Quanto à estabilidade dos solos, sabe-se que os Latossolos são estáveis, pois os seus agregados possuem boa resistência mecânica. No entanto, o mesmo não se pode dizer dos Gleissolos. Na área o Gleissolo Melânico apresenta um horizonte A com elevado conteúdo de matéria orgânica, o que na *Soil Taxonomy* é denominado como solos moles ou compressíveis. Estes solos necessitam de muita atenção, pois tendem a se deformar e função das cargas aplicadas na superfície.



8.1.3.2.2.2. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS SOLOS

Os resultados analíticos mostram que quase todos os parâmetros avaliados estão de acordo com a resolução 420 de 30 de dezembro de 2009 do Conama. Apenas alguns elementos possuem concentrações ligeiramente acima dos limites estipulados pelo CONAMA. Na sondagem Sg6 na profundidade de 10 m, o teor de chumbo está ligeiramente acima dos valores de intervenção, mas muito abaixo dos limites de investigação para uma área industrial.

Nas amostras de solo, o teor de Bário está ligeiramente acima no horizonte A do Latossolo, quando considerado os valores de intervenção, mas muito abaixo para os limites de investigação de uma área industrial. No horizonte B do Latossolo o teor de Cromo no horizonte B está ligeiramente aumentado, mas mesmo assim abaixo dos limites de intervenção para áreas industriais.

Das amostras enviadas para análise da Capacidade de Troca Catiônica, apenas o Gleissolo apresentou valores elevados. Isso se deve ao maior quantidade de matéria orgânica que disponibiliza maior quantidade de cátions para troca.

De modo geral o background da área apresentou-se dentro dos limites estipulados pela legislação vigente para uma área industrial.

Tabela 8.1.3.2.2.2-1. Análises Físico-químicas dos solos.

| Substâncias | Prevenção | Invest. Industrial | Solo | | | |
|-------------|-----------|-----------------------|-------------------|--------|-------------------|---------|
| | | | Latossolo Valores | | Gleissolo Valores | |
| | | | Hz A | Hz B | Hz A | Hz Glei |
| Alumínio | - | - | 73929 | 106330 | 96726 | 119910 |
| Antimônio | 2 | 25 | 0,4 | 2,4 | nd | 2,3 |
| Arsênio | 15 | 150 | 4 | 4 | 7 | 7 |
| Bário | 150 | 750 | 153 | 133 | 90 | 113 |
| Cádmio | 1,3 | 20 | 0,4 | 0,7 | 0,3 | 0,3 |
| Cálcio | - | - | 85 | 64 | 377 | 375 |
| Chumbo | 72 | 900 | 22 | 11 | 30 | 28 |
| Cobalto | 25 | 90 | 0,9 | 1,7 | 2,0 | 2,8 |
| Cobre | 60 | 600 | 2,7 | 7,1 | 9,7 | 11,7 |
| Cromo | 75 | 400 | 23,2 | 100,3 | 40,2 | 56,1 |
| Ferro | - | - | 18988 | 40452 | 13026 | 22659 |
| Magnésio | - | - | 177 | 182 | 1754 | 3120 |
| Manganês | - | - | 161 | 22 | 29 | 47 |
| Mercúrio | 0,5 | 70 | <0,05 | 0,06 | 0,12 | 0,14 |
| Molibdênio | 30 | 120 | 4 | 2 | 6 | 6 |
| Níquel | 30 | 130 | 2 | 11 | 8 | 9 |
| Potássio | - | - | 213 | 256 | 1874 | 2901 |
| Prata | 2 | 100 | nd | 0,7 | nd | nd |
| Selênio | 5 | - | nd | nd | nd | nd |
| Sódio | - | - | 60 | 33 | 238 | 172 |
| Vanádio | - | 1000 | 26 | 74 | 38 | 43 |
| Zinco | 300 | 2.000 | 12 | 14 | 36 | 40 |

| Solos | | | | |
|---------------------------------------|-----------|--------|-----------|---------|
| Parâmetros | Latossolo | | Gleissolo | |
| | Hz A | Hz B | Hz A | Hz Glei |
| Capacidade de Troca Catiônica (mg/kg) | 109 | 89 | 410 | 385 |
| Cianeto Total (mg/kg) | nd | nd | nd | nd |
| Cloreto (mg/kg) | nd | <300 | nd | nd |
| Matéria Orgânica (mg/kg) | 23253 | 9844 | 42382 | 34841 |
| Óxido de Alumínio (mg/kg) | 139689 | 200910 | 182763 | 226571 |
| Óxido de Ferro (mg/kg) | 27148 | 57835 | 18623 | 32395 |
| Óxido de Manganês (mg/kg) | 254,8 | 34,8 | 45,9 | 74,3 |
| pH | 3,72 | 4,23 | 4,14 | 4,02 |
| Potencial Redox | 428,7 | 396,4 | 439,9 | 462,6 |
| Resíduo Volátil | 8,94 | 10,0 | 37,62 | 20,97 |

| Substâncias | Sondagens | | | |
|-------------|-----------|--------------------|-------------|-------------|
| | Prevenção | Invest. Industrial | Sg1 (mg/kg) | Sg6 (mg/kg) |
| | | | 6m prof. | 10m prof. |
| Alumínio | - | - | 10125 | 45995 |
| Antimônio | 2 | 25 | nd | 0,9 |
| Arsênio | 15 | 150 | nd | <2 |
| Bário | 150 | 750 | 32 | 211 |
| Cádmio | 1,3 | 20 | <0,2 | <0,2 |
| Cálcio | - | - | 204 | 123 |
| Chumbo | 72 | 900 | 10 | 84 |
| Cobalto | 25 | 90 | 4,6 | 1,9 |
| Cobre | 60 | 600 | 2,6 | 6,7 |
| Cromo | 75 | 400 | 5,3 | 50,1 |
| Ferro | - | - | 1386 | 4931 |
| Magnésio | - | - | 183 | 43 |
| Manganês | - | - | 18 | 24 |
| Mercúrio | 0,5 | 70 | 0,07 | 0,06 |
| Molibdênio | 30 | 120 | nd | nd |
| Níquel | 30 | 130 | 3 | 6 |
| Potássio | - | - | 136 | 115 |

| Substâncias | Sondagens | | | |
|-------------|-----------|--------------------|-------------|-------------|
| | Prevenção | Invest. Industrial | Sg1 (mg/kg) | Sg6 (mg/kg) |
| | | | 6m prof. | 10m prof. |
| Prata | 2 | 100 | nd | nd |
| Selênio | 5 | - | nd | nd |
| Sódio | - | - | 149 | 521 |
| Vanádio | - | 1000 | 4 | 14 |
| Zinco | 300 | 2.000 | 21 | 7 |

| Parâmetro | Sondagens | |
|---------------------------------------|----------------|-----------------|
| | Sg1 (6m prof.) | Sg6 (10m prof.) |
| Capacidade de Troca Catiônica (mg/kg) | 27 | 78 |
| Cianeto Total (mg/kg) | nd | nd |
| Cloreto (mg/kg) | <300 | 309 |
| Matéria Orgânica (mg/kg) | nd | nd |
| Óxido de Alumínio (mg/kg) | 19130 | 86907 |
| Óxido de Ferro (mg/kg) | 1981 | 302 |
| Óxido de Manganês (mg/kg) | 28 | 37 |
| pH | 3,0 | 4,6 |
| Potencial Redox | 394 | 473 |

8.1.4. LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

A área do projeto apresenta uma topografia caracteristicamente plana (MAPA 8.1.4-1, Anexo III), com variações de relevo entre 0 e 2,5 metros e outras entre 0 e 50 metros de altura. Em sua grande parte, a área do empreendimento apresenta grau de declividade variando entre 0 e 30°. Em poucos pontos esparsos, o grau de declividade entre 31 e 45°.

8.1.5. HIDROGEOLOGIA

Visando a caracterização hidrogeológica e o conhecimento das redes de fluxos subterrâneos do aquífero freático, foi realizado um estudo específico com o objetivo de determinar as condutividades hidráulicas (k) da zona não-saturada do aquífero

freático nas adjacências área destinada à Central de Tratamento de Resíduos CTR Terra Ambiental.

Os resultados obtidos no estudo de caracterização promovem o conhecimento dos fatores que condicionam o fluxo de subsuperfície e das características dos materiais disponíveis visando sua aplicação na construção do sistema de disposição final de resíduos sólidos.

8.1.5.1. METODOLOGIA

Para a determinação das condutividades hidráulicas (k) das zonas saturada do aquífero freático nas adjacências do centro de tratamento de resíduo foram realizados ensaios de Slug (*Slug Tests*) em poços de monitoramento (piezômetros) pré-existente. A identificação e localização dos pontos avaliados são apresentadas no Quadro 8.1.5.1-1 e na Figura 8.1.5.1-1.

Quadro 8.1.5.1-1. Localização dos pontos submetidos ao *Slug Test*.

| LOCALIZAÇÃO DAS SONDAGENS/PM | | |
|------------------------------|--------------------------------|----------------|
| SG/PM | UTM – DATUM: WGS84 – FUSO: 23K | |
| | Longitude Este | Latitude Norte |
| SG/PM-01 | 686037 | 7491127 |
| SG/PM-02 | 686721 | 7491624 |
| SG/PM-04 | 686537 | 7492038 |
| SG/PM-05 | 686676 | 7490317 |
| SG/PM-06 | 686976 | 7491013 |

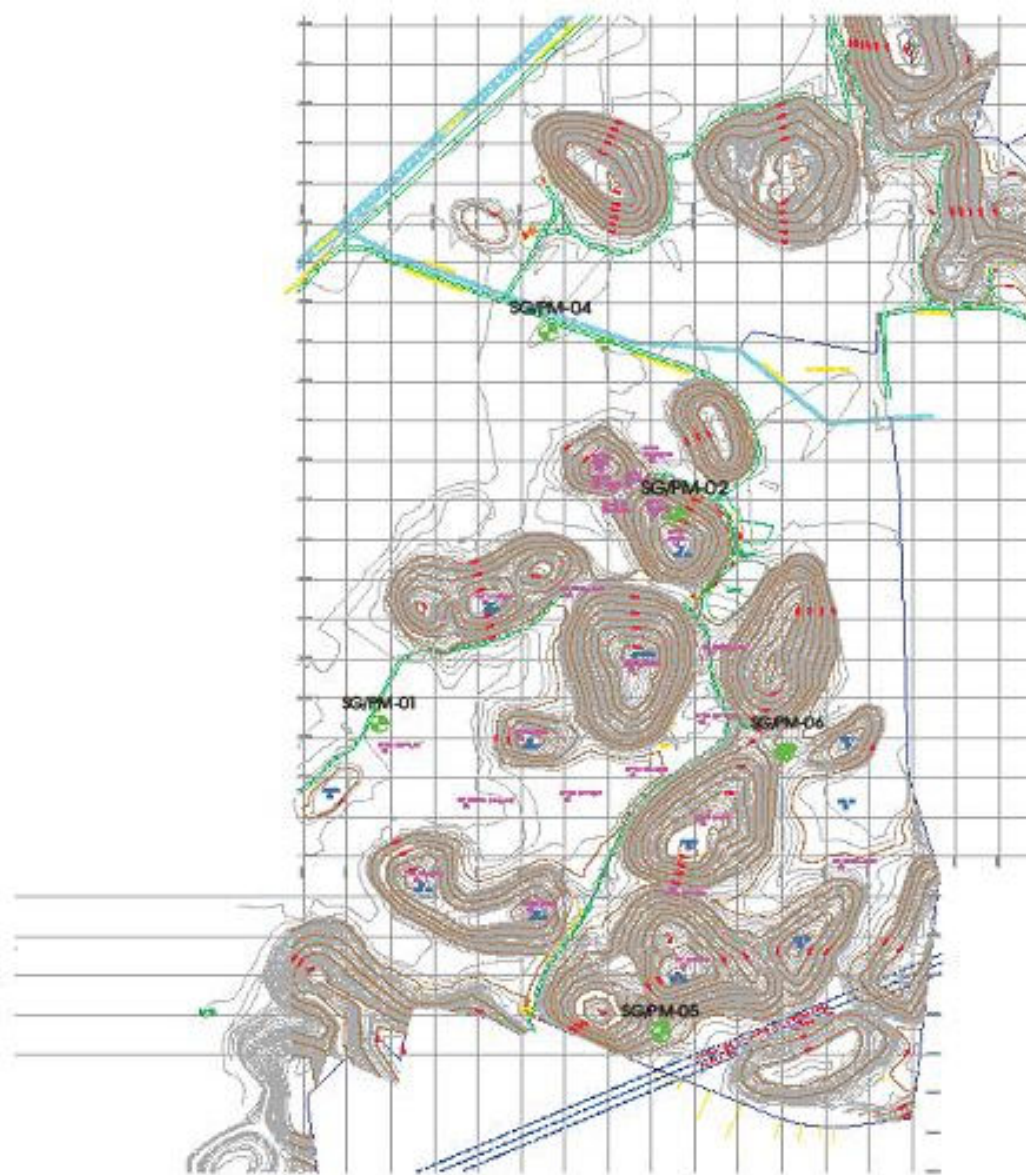


Figura 8.1.5.1-1. Representação gráfica da localização dos pontos submetidos ao Slug Test.

Fonte: Desenho de projeto 01-VRD-DES-CTRТА-TOP-001 – TOPOGRAFIA E LOCAÇÃO DAS SONDAGENS – PLANTA.

8.1.5.1.1. DETERMINAÇÃO DA CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA / PERMEABILIDADE

O solo é constituído de uma fase sólida e de uma fase fluida (água e/ou ar). A fase fluida ocupa vazios deixados pelas partículas sólidas que compõem o arcabouço do solo. Em se tratando de água, podemos dizer que ela pode estar presente no solo sob as mais variadas formas. Nos solos grossos, onde as forças de superfície são inexpressivas, essa água se encontra livre entre as partículas sólidas, podendo estar sob equilíbrio hidrostático ou podendo fluir sob a ação da gravidade, desde que haja carga hidráulica. Para os sólidos finos, a situação se torna mais complexa, uma vez que passam a atuar forças de superfície de grande intensidade. Assim, nestes solos, existe uma camada de água adsorvida, a qual pode estar sujeita a pressões muito altas, devido às forças de atração existente entre as partículas. Essa água próxima as partículas pode se encontrada solidificada, mesmo á temperatura ambiente. O restante de água existente nesse solos finos se encontra livre, podendo fluir por entre as partículas, desde que haja um potencial hidráulico para tal.

A permeabilidade de um solo está relacionada à maior ou menor facilidade que a água possui para fluir pela por toda sua estrutura, ou seja, permeabilidade é a propriedade do solo de permitir o fluxo de água por entre seus vazios.

Portanto, os mais graves problemas de construção estão relacionados com a presença da água. O conhecimento da permeabilidade e de sua variação é necessário para a resolução desses problemas.

A avaliação da permeabilidade é realizada através do coeficiente de permeabilidade. O coeficiente de permeabilidade é a velocidade de descarga de um fluído que atravessa uma seção unitária de solo, quando sujeita a um gradiente unitário, portanto, o valor da permeabilidade depende das características do fluido e do solo, além de outros fatores.

Para a determinação deste parâmetro, existem métodos diretos e métodos indiretos. Nos métodos diretos, o coeficiente de permeabilidade é determinado através de ensaios de campo e de laboratório. Nos métodos indiretos, o coeficiente de permeabilidade é determinado através de correlações empíricas.

O coeficiente de permeabilidade pode ser determinado através de ensaios de laboratório em amostras indeformadas ou de ensaios "*in situ*".

A Tabela 8.1.5.1.1-1 apresenta valores típicos do coeficiente de permeabilidade (médios) em função dos materiais (solos arenosos e argilosos). Consideram-se solos permeáveis, ou que apresentam drenagem livre, são aqueles que têm permeabilidade superior a 10^{-7} m/s. Os demais são solos impermeáveis ou com drenagem impedida.

Tabela 8.1.5.1.1-1. Valores típicos do coeficiente de permeabilidade.

| Permeabilidade | | Tipo de solo | k (cm/s) |
|--------------------|-------------|------------------|-----------------------|
| Solos permeáveis | Alta | Pedregulho | $> 10^{-3}$ |
| | Alta | Areias | 10^{-3} a 10^{-5} |
| | Baixa | Siltes e argilas | 10^{-5} a 10^{-7} |
| Solos impermeáveis | Muito baixa | Argila | 10^{-7} a 10^{-9} |
| | Baixíssimo | Argila | $< 10^{-9}$ |

8.1.5.1.2. TESTE DE PERMEABILIDADE (*SLUG TEST*)

Os testes de permeabilidade ou *Slug Test* são realizados para medir a capacidade do aquífero em permitir o fluxo de água. Esse teste foi classificado como ensaio em nível variável, pois o nível natural da água do aquífero foi alterado para uma posição denominada nível inicial do ensaio e a capacidade do nível da água voltar à posição inicial foi acompanhada e medida ao longo do tempo de ensaio.

Foram determinadas as condutividades hidráulicas (k) das zonas saturadas. Nos poços foram realizados testes de *Slug*, os quais são utilizados para se determinar a condutividade hidráulica (k) da zona saturada. O *Slug test* é uma metodologia de fácil e rápida realização, de baixo custo e dispensa o bombeamento de água do poço.

O ensaio consiste em introduzir ou retirar um sólido (*slug*) de dentro do poço, de forma que o nível d'água no poço seja elevado ou rebaixado instantaneamente. Este volume deslocado equivale à adição ou à retirada instantânea de água do aquífero. Monitorando o posicionamento do nível d'água, obtém-se uma curva de abaixamento do nível d'água com tempo. Desta curva são extraídos os parâmetros que, juntamente com as características geométricas do poço, fornecem o valor de condutividade hidráulica (k). Optou-se por utilizar para interpretação dos dados do ensaio de *Slug Test* dois métodos, obtendo assim uma média para o resultado final.

Para se interpretar os dados de testes de *slug* foi utilizada a metodologia de Hvorslev (1951) e Bouwer & Rice (1976) (Tabela 8.1.5.1.2-1).

Tabela 8.1.5.1.2-1. Metodologias utilizadas.

| EQUAÇÃO PROPOSTA POR HVORSLEV (1951) | EQUAÇÃO PROPOSTA POR BOUWER&RICE (1976) |
|--|--|
| $K = [r^2 \ln (L/R)] / (2 L TL)$ <p>Onde:</p> <p>K = Condutividade hidráulica (m/min)</p> <p>R = Raio efetivo do poço, excluindo o pré-filtro (m)</p> <p>L = Comprimento da seção filtrante (m)</p> <p>r = raio do revestimento (m)</p> <p>TL = Intervalo de tempo quando $h_t/h_o = 0,37$ (min)</p> <p>Ht = Rebaixamento em função do tempo (m)</p> <p>ho = Rebaixamento inicial (m)</p> | $K = (r^2 \ln(Re/R) / 2Le) \frac{1}{t \ln (H_0/H_t)}$ <p>Onde:</p> <p>K = condutividade hidráulica (cm/s);</p> <p>r = raio do revestimento (cm)</p> <p>R = raio do poço (cm)</p> <p>Le = comprimento do filtro (cm)</p> <p>Re = distancia radial efetiva dentro da qual a carga é dissipada (cm)</p> <p>H0 = rebaixamento no tempo t=0 (min)</p> <p>Ht = rebaixamento no tempo t=t (min)</p> <p>t = tempo passado desde H=H0 (seg)</p> |

8.1.5.1.3. MEDIÇÕES DOS NÍVEIS D'ÁGUA

A medição do nível d'água foi utilizada para avaliar o nível estático da água antes dos testes de permeabilidade e foram utilizados na interpretação dos testes permeabilidade dos aquíferos.

A metodologia de medição do nível d'água consiste em inserir um cabo com um indicador sonoro contínuo composto por cigarra piezoelétrica que é acionada quando o equipamento toca o nível d'água. Este medidor é formado por um cabo elétrico revestido por uma trena com marcação milimétrica, e um sensor de aço inox que se localiza na extremidade inferior da trena.

Como procedimento usual, após cada medição, o cabo e o sensor foram descontaminados com detergente não fosfatado , diluído a 3%, e com solução de água destilada para evitar eventuais contaminações de um poço para outro, durante as atividades de campo.

8.1.5.1.4. MEDIÇÕES DE NÍVEL POTENCIOMÉTRICO

Para a confecção da superfície potenciométrica foram feitas medidas, do nível estático da água subterrânea nos poços instalados. Para efetuar a simulação do fluxo subterrâneo em 2D, calculou-se a carga hidráulica, em cada poço, a partir da diferença de cota topográfica onde se encontra o poço e o nível estático (Figura 8.1.5.1.3-1).

As curvas isopotenciométricas foram obtidas por meio do *software SURFER 8*, utilizando o interpolador krigagem.

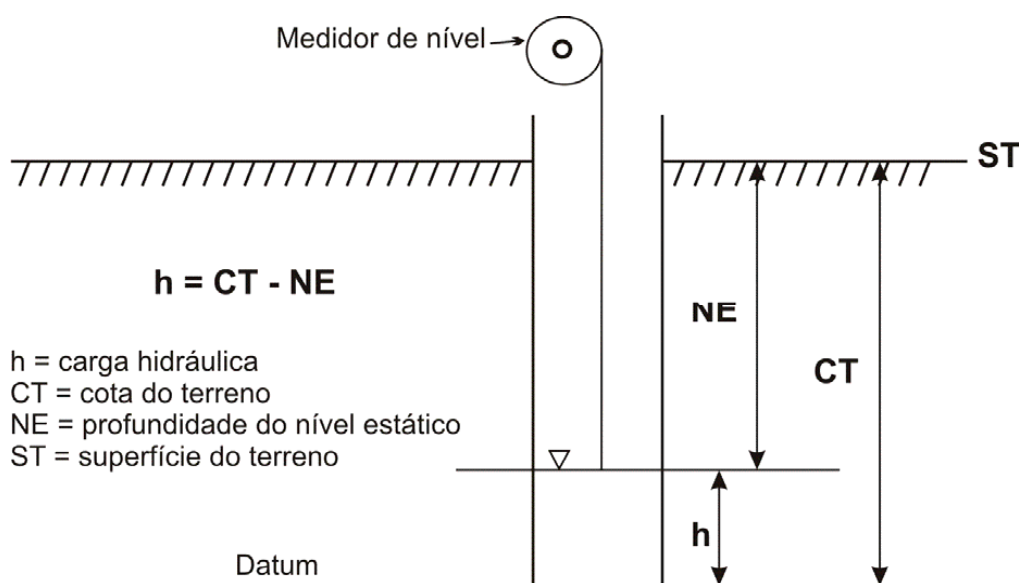


Figura 8.1.5.1.3-1. Esquema para medição de nível potenciométrico.

A superfície potenciométrica do aquífero freático na área de influência do empreendimento foi delineada tomando como base a elevação dos níveis da água em relação às cotas topográficas de cada um dos cinco poços de monitoramento instalado.

A partir das cargas hidráulicas correspondentes aos furos de sondagem e da respectiva interpolação destes valores, foi possível a confecção do mapa potenciométrico local, referente a 13 de setembro 2012.

8.1.5.2. RESULTADOS

8.1.5.2.1. CARACTERIZAÇÃO DA OCORRÊNCIA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Na área estudada existe somente uma forma de ocorrência de água subterrânea: o aquífero freático.

O aquífero freático, aqui, é composto por camadas de solo e rocha alterada oriundas da alteração de rochas graníticas, possuindo características geológicas de sedimentos arenosiltoso, sendo geralmente pouco espesso e com baixa profundidade do nível saturado. Este aquífero possui características essenciais de aquífero livre ou não-confinado. Dessa forma, a recarga se dá diretamente a partir de águas pluviais nas áreas mais elevadas topograficamente. Esse aquífero pode ter sua área de descarga no Rio Inhomirim e na drenagem superficial existente (fluxo de base).

8.1.5.2.2. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

8.1.5.2.2.1. MAPA POTENCIOMÉTRICO

Para determinação do fluxo da água subterrânea, foi utilizada uma rede de observação com base na distribuição espacial dos cinco poços instalados. Depois de selecionados os pontos, foi realizado o nivelamento planialtimétrico expedido utilizando leituras de GPS marca Garmin Modelo Etrex Ventura HC para determinação da cota altimétrica desses pontos (boca do poço de monitoramento), sendo também medido o nível d'água estático desses pontos, com o objetivo de se obter o valor das cargas hidráulicas (H) do aquífero (Figura 8.1.5.2.2.1-1).

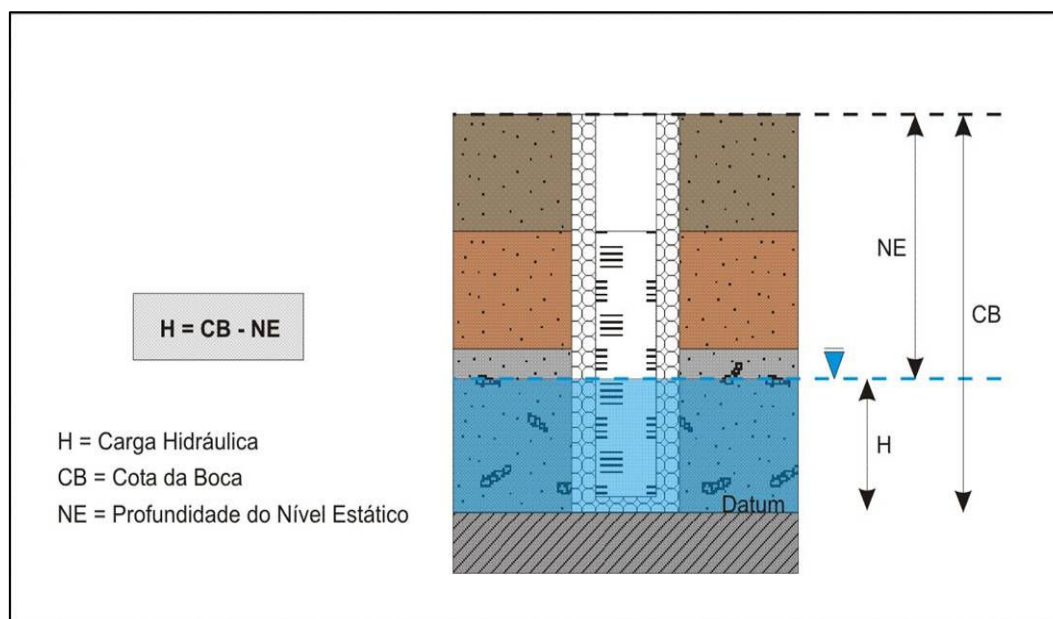


Figura 8.1.5.2.2.1-1. Procedimento para obtenção da carga hidráulica.

O levantamento planialtimétrico executado possibilitou a elaboração de um mapa potenciométrico da área investigada. O resultado do levantamento encontra-se na Tabela 8.1.5.2.2.1-1.

Tabela 8.1.5.2.2.1-1. Profundidade, Nível Estático e carga hidráulica nos poços instalados.

| LOCAL | PROFUNDIDADE (m) | COTA (m) | NA (m) | CARGA HIDRÁULICA (m) |
|-----------|------------------|----------|--------|----------------------|
| SG/PM-01 | 11,93 | 11,76 | 1,03 | 10,73 |
| SG/PM -02 | 28,71 | 30,68 | 17,21 | 13,47 |
| SG/PM -04 | 6,54 | 9,4 | 0,2 | 9,2 |
| SG/PM -05 | 27,78 | 26,7 | 6,96 | 19,74 |
| SG/PM -06 | 22,15 | 15,69 | 4,21 | 11,48 |

As cargas hidráulicas calculadas nos pontos de observação foram plotadas em mapa, sendo, então, traçadas as isolinhas potenciométricas entre esses pontos. O fluxo subterrâneo é determinado a partir dessas isolinhas, sendo ortogonal a elas no sentido do maior potencial (h) para o menor. (Figura 8.1.5.2.2.1-2)

Com bases na planialtimetria realizada no local pôde-se confeccionar o mapa potenciométrico, e, através deste, pode-se observar a direção e sentido do fluxo das águas subterrâneas, que é predominantemente de sudeste para noroeste em direção ao Rio Inhomirim, que é a zona de descarga local. O mapa potenciométrico da área de influência do terreno encontra-se representado na Figura 8.1.5.2.2.1-3.

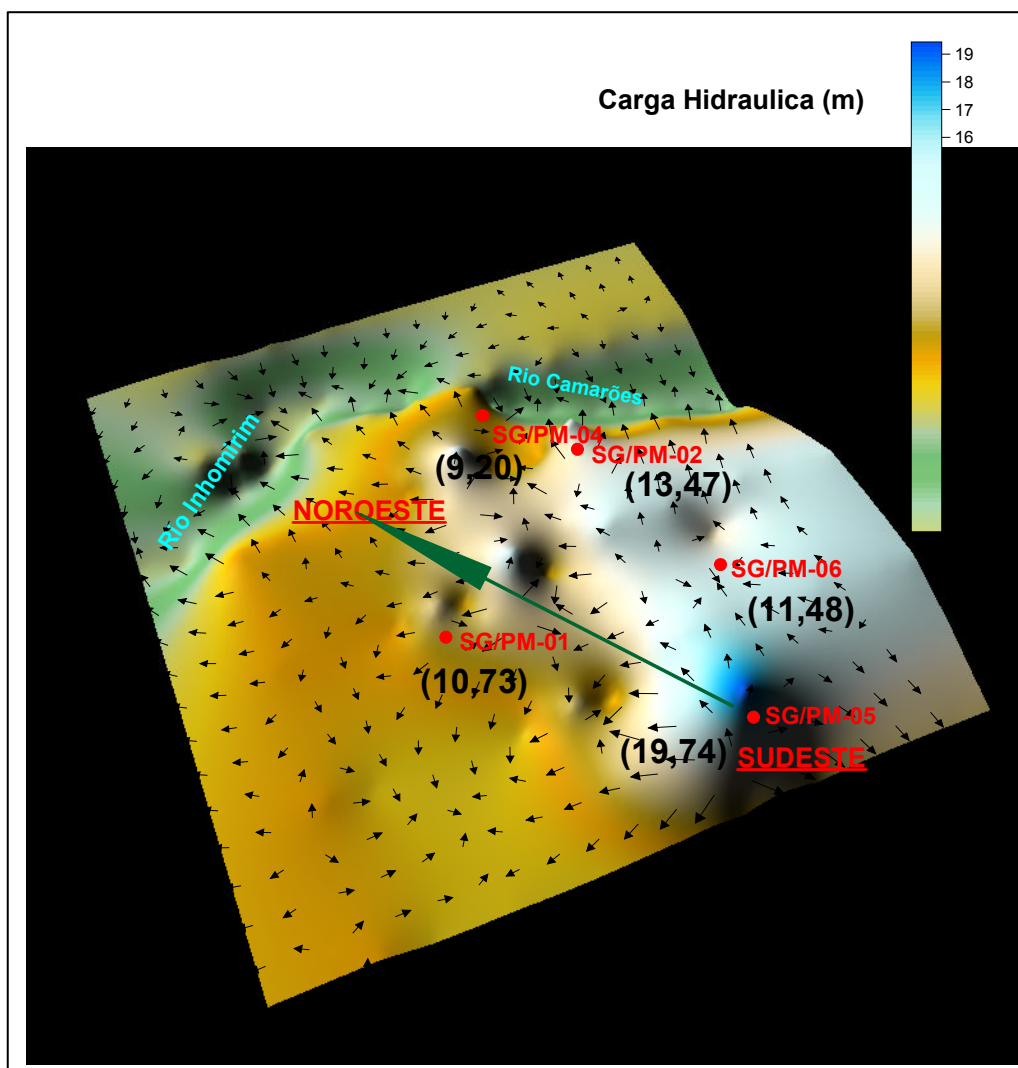


Figura 8.1.5.2.2.1-2. As curvas isopotenciométricas - obtidas por meio do software SURFER 8, utilizando o interpolador krigagem.

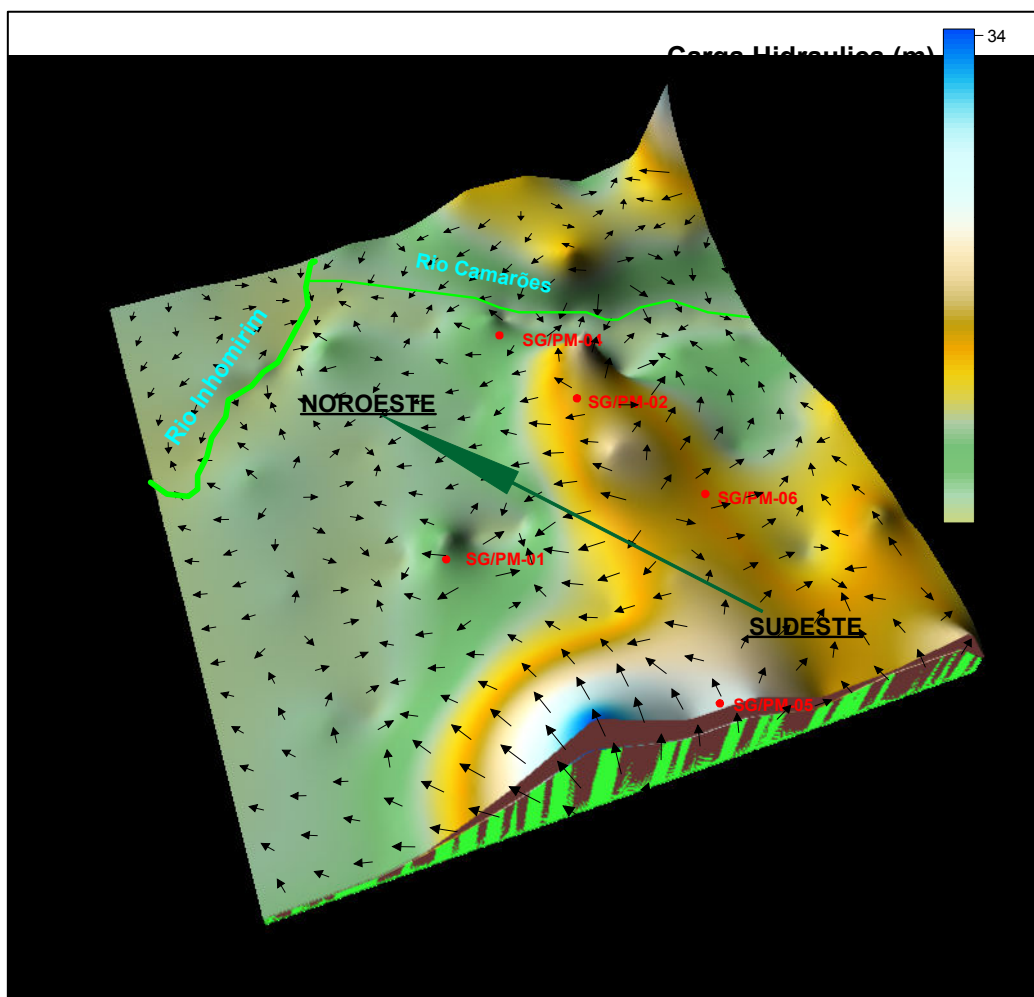


Figura 8.1.5.2.2.1-3. Aquífero Livre ou não-confinado da área da CTR Terra Ambiental.

8.1.5.1.2.2.2. PERMEABILIDADE DO AQUÍFERO

Os testes de permeabilidade são realizados para medir a capacidade do aquífero em permitir o fluxo de água. Esse teste foi classificado como ensaio em nível variável, pois o nível natural da água do aquífero foi alterado para uma posição denominada nível inicial do ensaio e a capacidade do nível da água voltar à posição inicial foi acompanhada e medida ao longo do tempo de ensaio.

A condutividade hidráulica foi determinada através de realização de dois ensaios em cada poço/piezômetro um de recuperação e o outro de infiltração ensaios do tipo carga variável “*Bail Test*” (FREEZE E CHERRY, 1979) em poços de monitoramento.

A execução do primeiro ensaio foi realizada através do ensaio de rebaixamento, onde se rebaixa o nível do poço até uma determinada cota. Interrompe-se o rebaixamento d'água na cota pré-determinada, tomando-se este instante como zero, e a intervalos de tempos curtos no início e mais longos em seguida, por exemplo, 15", 30", 1', 2', 3', 4', 5', etc., acompanha-se a recuperação do nível d'água no furo. As medidas são efetuadas com o uso de medidor elétrico com precisão de 0,1cm. Para o término do ensaio, recomenda-se que o ensaio seja dado por concluído quando a recuperação atingir 37% da carga inicial ou 30 minutos de ensaio. Para realização do rebaixamento instantâneo do nível do poço utilizou-se de bailer descartável.

A execução do segundo ensaio foi realizada através do ensaio de infiltração. O método de execução do slug test na área consistiu em aplicar uma carga de peso, através da introdução repentina de um volume sólido constituído por um tubo de aço inox 304 1,5" de diâmetro e 1m de comprimento, preenchido totalmente com água destilada e selado hermeticamente. Este sólido provocou uma elevação instantânea do nível d'água. Segundo Lage (2005), a taxa com a qual o nível d'água no poço rebaixa é medida e aplica-se o método apropriado para sua análise. A estabilização do nível d'água após a inserção do sólido no piezômetro foi monitorada com o uso de medidor elétrico com precisão de 0,1cm.

O resultado obtido no monitoramento da posição do nível d'água é uma curva de rebaixamento ou recuperação do nível d'água versus o tempo. Desta curva são extraídos os parâmetros que juntamente com as características geométricas do piezômetro, fornecem o valor da condutividade hidráulica (DAWSON E JONATHAN *apud* LAGE, 2005). As planilhas com as informações da permeabilidade obtidas em campo são apresentadas no Anexo 3.

Segundo Fetter (2001), os métodos de interpretação mais usados para *Slug Tests* são os métodos de Hvorslev (1951) e de Bouwer & Rice (1976), pois esses métodos são usados para interpretar dados gerados através de ensaios em aquíferos livres e no caso de aquíferos com respostas não oscilatórias, sendo assim, estes foram também métodos utilizados no presente estudo para análise da permeabilidade.

Método Hvorslev (1951)

O método Hvorslev (1951) é aplicado em aquíferos livres onde seus poços ou piezômetros não são penetrantes. Esse método determina a condutividade hidráulica do material aquífero circundante ao filtro do piezômetro. A Figura 8.1.5.2.2-1 apresenta a geometria do poço utilizado no método Hvorslev. Lage (2005) o poço representado a direita caracteriza que um poço instalado em uma camada de baixa permeabilidade, o raio **R** engloba a porção pré-filtro, ou seja, a zona mais permeável, e **L** é o comprimento da porção preenchida com pré-filtro. O poço representado a esquerda instalado em uma formação permeável, apenas são consideradas as medidas do filtro ranhurado.

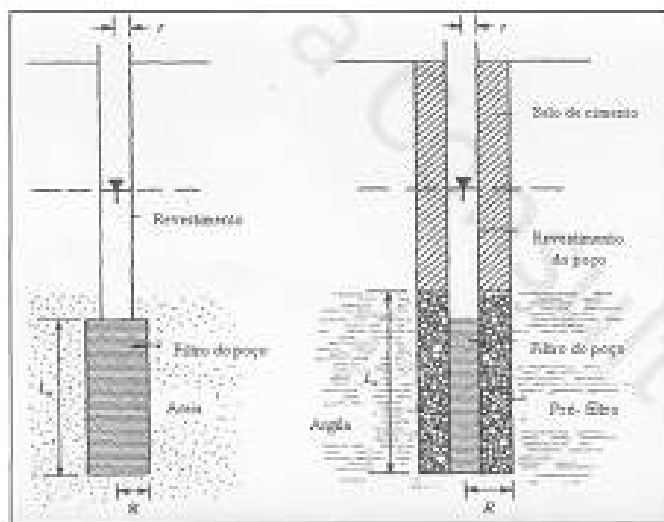


Figura 8.1.5.2.2-1. Geometria do poço (FETTER,1994)

De acordo com Lage (2005), esse método é aplicado abaixo do nível d'água, podendo ser executado através da introdução ou retirada de água do poço, bem como através da introdução de um abjeto sólido de volume conhecido. O nível d'água estático é medido antes da perturbação e logo após a perturbação. Lage (2005) ainda determina que o nível medido logo após o rebaixamento ou elevação do nível d'água é denomina-se **h_o** logo após várias medidas são feitas, em intervalos regulares, até que 37% do nível inicial seja recuperado. A altura **h** é aquela acima ou abaixo do nível

estático, depois de um tempo t . Os dados são analisados e a razão h/h_0 versus tempo t é representado em um gráfico semi-logarítmico. (Figura 8.1.5.2.2.2-2)

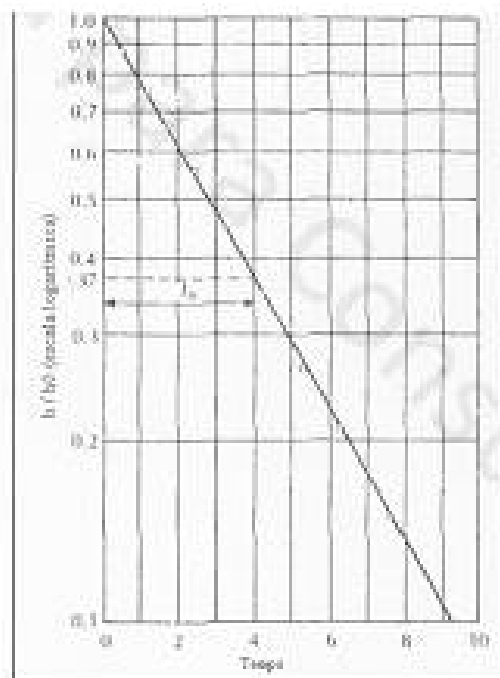


Figura 8.1.5.2.2.2-2. Gráfico de h/h_0 versus tempo (FETTER, 1994)

Método Bouwer e Rice (1976)

O método Bouwer & Rice pode ser executado tanto em sondagem sem revestimento quanto em poços instalados. Esse método é utilizado para aquíferos livres e confinados, podendo ser os poços totalmente ou parcialmente penetrantes nesses aquíferos.

A Figura 10 é representada a geometria da sondagem para o método Bouwer e Rice. Observe que r_c é o raio do revestimento do poço dentro do qual há a variação do nível d'água, e R é o raio do pacote de pré filtro ou área de desenvolvimento ao redor do filtro do poço

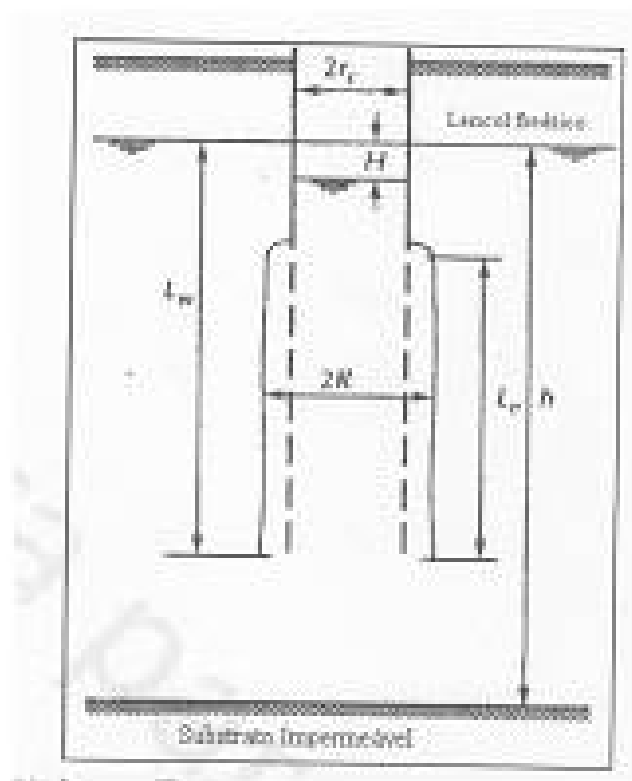


Figura 8.1.5.2.2.2-3. Geometria do poço (FETTER, 2001)

Devido a incerteza dos dados das sondagens e instalações dos poços/piezômetros optou-se por utilizar para interpretação dos dados do ensaio de *Slug Test* os dois métodos, obtendo assim uma média para o resultado final.

Método de Hvorslev (1951)

O método analítico para tratamento dos dados e determinação da condutividade hidráulica pelo método de Hvorslev (1951) é obtido através da seguinte fórmula:

$$K = r^2 \ln(Le/R) / 2LeTo$$

Onde:

K = condutividade hidráulica (cm/s);

r = raio do revestimento (cm)

R = raio do poço (cm)

Le = comprimento do filtro (cm)

To = tempo que leva para o nível da água recuperar a 37% da posição inicial (s)

O método foi aplicado com a utilização do software, que possibilita ao usuário definir características geométricas do poço e do aquífero, permitindo também o ajuste manual da reta aos dados de campo, obtendo-se assim o valor da condutividade hidráulica.

Com base nos resultados obtidos no ensaio de permeabilidade *in situ* realizado, foi possível calcular os valores dos coeficientes de permeabilidade, cujos resultados estão relacionados na Tabela 8.1.5.2.2.2-1. As cálculos detalhados encontram-se no Anexo 3.

Tabela 8.1.5.2.2.2-1. Coeficientes de permeabilidade, segundo método Hvorslev.

| DATA 13/09/2012 | LOCAL CTR TERRA AMBIENTAL | | | | |
|--|------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE K - SATURADO | | | | | |
| SG/PM | K (m/seg) | | K (cm/seg) | | SOLO PREDOMINANTE |
| | Infiltração | Recuperação | Infiltração | Recuperação | |
| SG/PM-01 | | 2,61 X 10 ⁻⁴ | | 2,61 X 10 ⁻² | Arenosiltoso - rocha alterada |
| SG/PM-02 | 4,42 X 10 ⁻⁵ | 5,33 X 10 ⁻⁵ | 4,42 X 10 ⁻³ | 5,33 X 10 ⁻³ | Arenosiltoso - rocha alterada |
| SG/PM-04 | | 5,42 X 10 ⁻⁶ | | 5,42 X 10 ⁻⁴ | Arenoargiloso |
| SG/PM-05 | 1,70 X 10 ⁻⁴ | 1,44 X 10 ⁻⁴ | 1,70 X 10 ⁻² | 1,44 X 10 ⁻² | Arenosiltoso - rocha alterada |
| SG/PM-06 | 1,13 X 10 ⁻⁴ | 4,90 X 10 ⁻⁵ | 1,13 X 10 ⁻² | 4, 90 X 10 ⁻³ | Arenosiltoso - rocha alterada |
| MÉDIA Método Hvorslev | | | COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE (k) | | |
| | | | K (cm/seg) | | SOLO PREDOMINANTE |
| | | | 1,05 x 10 ⁻² | | Arenosiltoso-rocha alterada |

Método de Bouwer & Rice (1976)

O método analítico para tratamento dos dados e determinação da condutividade hidráulica pelo método de Bouwer & Rice obtida através da seguinte fórmula:

$$K = (r^2 \ln(Re/R) / 2Le) \cdot 1/t \ln(H_0/H_t)$$

Onde:

K = condutividade hidráulica (cm/s);

r = raio do revestimento (cm)

R = raio do poço (cm)

Le = comprimento do filtro (cm)

Re = distância radial efetiva dentro da qual a carga é dissipada (cm)

H₀ = rebaixamento no tempo t=0 (min)

H_t = rebaixamento no tempo t=t (min)

t = tempo passado desde H=H₀ (seg)

Para determinar o valor de Re o método apresenta as seguintes soluções, sendo L_w a distância da superfície da água à base do filtro (cm):

$$\ln(Re/R) = (1.1/\ln(lw/R)) + A+B \ln((h-lw)/R) \text{ para } L_w < h$$

Ou

$$\ln(Re/R) = (1.1/\ln(lw/R)) + C/(Le/R) \text{ para } L_w = h$$

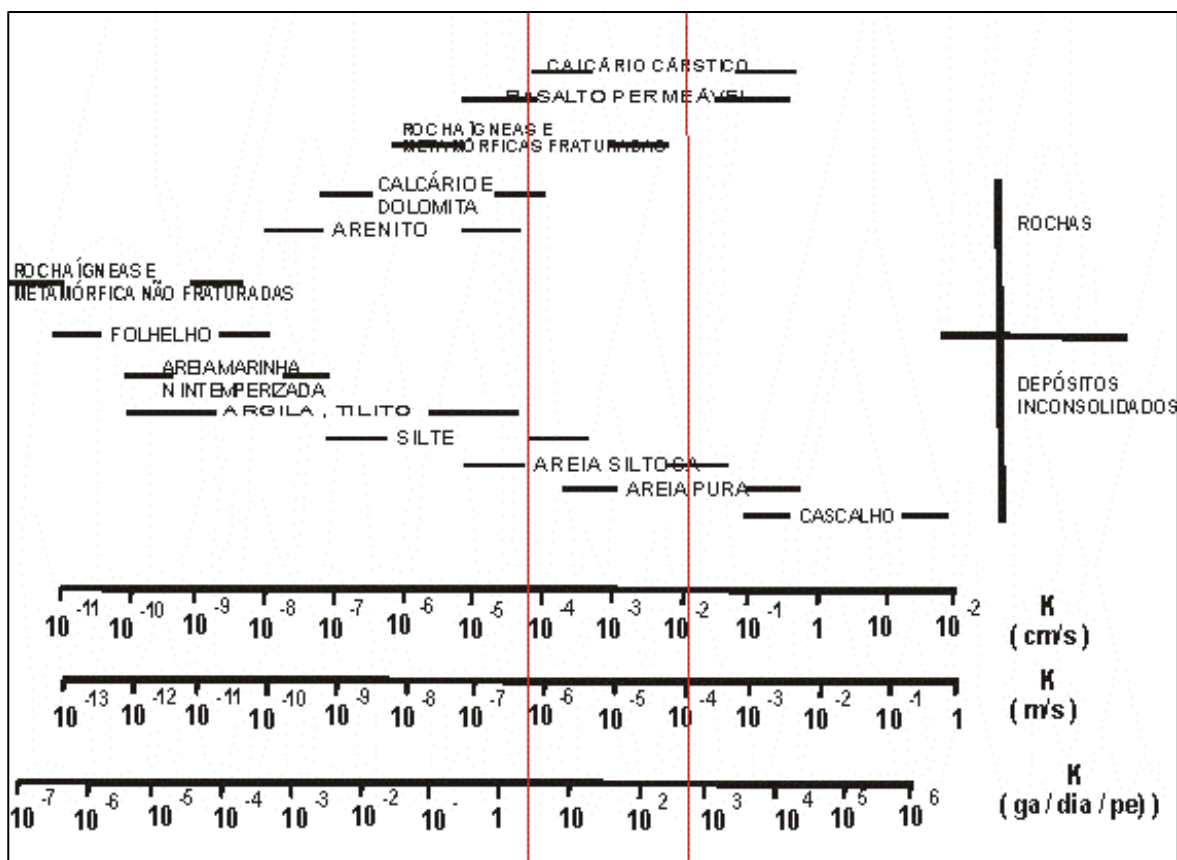
Com base nos resultados obtidos no ensaio de permeabilidade *in situ* realizado, foi possível calcular os valores dos coeficientes de permeabilidade, cujos resultados estão relacionados na Tabela 8.1.5.2.2.2-2.

Tabela 8.1.5.2.2.2-2: Coeficientes de permeabilidade, segundo método Bouwer & Rice.

| DATA 18/09/2012 | | LOCAL CTR TERRA AMBIENTAL | | | | | | |
|--|--|--------------------------------------|------------------------------------|--|---|---|---------------------------|------------------|
| PARAMETROS PARA IN-PUT NA CALCULO PERMEABILIDADE BOUWER e RICE | | | | | | | | |
| ID | PT- PROFUNDIDADE TOTAL DO POÇO (cm) | L - COMPRIMENTO DO FILTRO (cm) | NA (DT) – INSTABILIZADO (cm) | TDB- Espessura zona saturada + não saturada (cm) | TQS=PT-L comprimento de revestimento | D=DTD-NA (DT) Espessura saturada do aqüífero (cm) | Dia perfuração (in) | Dia poço (in) |
| SG/PM-01 | 1193 | 100 | 127 | 1500 | 1093 | 1373 | 4 | 2 |
| SG/PM-02 | 2871 | 100 | 1758 | 3200 | 2771 | 1442 | 4 | 2 |
| SG/PM-04 | 654 | 100 | 80 | 700 | 554 | 620 | 4 | 2 |
| SG/PM-05 | 2778 | 100 | 728 | 2850 | 2678 | 2122 | 4 | 2 |
| SG/PM-06 | 2215 | 100 | 467 | 2300 | 2115 | 1833 | 4 | 2 |
| MÉDIA Método Bouwer e Rice | | | | COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE (k) | | | | |
| | | | | K (cm/seg) | | SOLO PREDOMINANTE | | |
| | | | | 1,3 x 10 ⁻³ | | Arenoargiloso-rocha alterada | | |

De acordo com a Tabela 8.1.5.2.2.2-3, os valores de condutividade hidráulica detectada nos testes de campo (grandeza 10⁻², 10⁻³ e 10⁻⁴) são característicos de camadas aquíferas formadas por sedimentos areno siltoso. Os ensaios de permeabilidade encontram-se no Anexo 3.

Tabela 8.1.5.2.2.2-3. Caracterização das camadas aquíferas de acordo com a condutividade hidráulica.



Fonte: Freeze e Cherry, 1979.

8.1.5.2.2.3. VELOCIDADE REAL E APARENTE DO FLUXO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

A água subterrânea pode mover-se pelos poros ou vazios originais da rocha (porosidade primária) ou nas fissuras e cavidades de dissolução, desenvolvidas após a sua formação (porosidade secundária).

A porosidade primária ocorre geralmente nas rochas sedimentares, dando origem aos aquíferos porosos. A porosidade secundária está associada aos chamados meios anisotrópicos, originando o aquífero fissural, no caso de fraturas e fissuras em rochas cristalinas (principalmente ígneas e metamórficas), e o aquífero cárstico, no caso da dissolução de rochas carbonáticas. O presente estudo trata do movimento da água subterrânea apenas nos aquíferos porosos, representados por sedimentos inconsolidados.

A porosidade total ou simplesmente a porosidade de um solo ou rocha pode ser definida como a relação entre o volume de vazios e o volume total. A porosidade depende do tamanho dos grãos. Se os grãos são de tamanho variado, a porosidade tende a ser menor do que no caso de grãos uniformes, porque os grãos pequenos ocupam os espaços vazios entre os maiores.

Lei de Darcy

Em 1856, Henry Darcy, engenheiro hidráulico francês, pesquisava o escoamento de água em um filtro de areia. Darcy concluiu que a vazão do escoamento (volume por unidade de tempo) era:

- Proporcional à seção transversal do filtro;
- Proporcional à diferença de cargas hidráulicas;
- Inversamente proporcional à distância (L) entre os piezômetros

A fórmula de Darcy pode ser escrita como:

$$Q = KA \frac{(H1-H2)}{L}$$

Onde:

K = coeficiente de permeabilidade

L = distância entre os PM's

Q = vazão constante

A = área de seção transversal

H1 = carga hidráulica no ponto 01

H2 = carga hidráulica no ponto 02

Velocidade de Darcy

A velocidade de Darcy (q), também chamada de velocidade aparente ou descarga específica pode ser definida como a vazão (Q) por unidade de área (A).

$$\text{Velocidade } (q) = \underline{Q} = K (H_1 - H_2)$$

A velocidade real de escoamento do fluxo de água subterrâneo pode ser determinada com a modificação da velocidade de Darcy, em função da porosidade do meio, o que permitiria calcular o deslocamento de poluente com maior mobilidade geoquímica através das águas subterrâneas (FETTER, 1994)

$$V_r = V_a / n$$

Onde:

V_r = velocidade real

n = porosidade efetiva

V_a = velocidade aparente

Os resultados obtidos através da aplicação da fórmula da velocidade de Darcy (q), também chamada de velocidade aparente ou descarga específica foram determinados com o valor do coeficiente de permeabilidade (K) como sendo a média dos valores de permeabilidade nos PMs/piezômetros, porosidade efetiva considerada foi 21% . A média dos valores está na Tabela 8.1.5.2.2.3-1.

Tabela 8.1.5.2.2.3-1. Velocidade do fluxo de água subterrânea.

| PONTO INICIAL | | PONTO FINAL | | DISTÂNCIA | VELOCIDADE |
|---------------|-----------|---------------|-----------|--------------|--|
| ID | Carga (m) | ID | Carga (m) | (m) | m/ano |
| SG/PM-01 | 10,73 | Rio Inhomirim | 9 | 986 | $6,89 \times 10^{+1}$ |
| SG/PM-02 | 13,47 | SG/PM-04 | 9,2 | 492 | $5,75 \times 10^{+1}$ |
| SG/PM-04 | 9,2 | Rio Inhomirim | 9 | 31 | $5,25 \times 10^0$ |
| SG/PM-05 | 19,74 | SG/PM-01 | 10,73 | 1098 | $2,09 \times 10^{+1}$ |
| SG/PM-06 | 11,48 | SG/PM-04 | 9,2 | 1035 | $3,75 \times 10^{+1}$ |
| | | | | MÉDIA | $38,06 \times 10^{+1}$ |

| | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------|-------|---------------|
| Local | CTR - TERRA AMBIENTAL | | | |
| SG/PM-01 | | | | |
| CÁLCULO DE VELOCIDADE | | | | |
| K(m/s) | 2,61E-04 | | | PM |
| K(cm/s) | 2,61E-02 | Pot. max | 10,73 | SG-01 |
| Grad. Hidr. (i) | 0,0018 | Pot. min | 9,00 | Rio Inhomirim |
| porosidade (n_e) | 0,21 | Distância | 986,0 | |
| V (cm/s)= | 2,18E-04 | | | |
| V (m/ano)= | 6,88E+01 | | | |

| | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------|-------|-------|
| Local | CTR - TERRA AMBIENTAL | | | |
| SG/PM-02 | | | | |
| CÁLCULO DE VELOCIDADE | | | | |
| K(m/s) | 4,42E-05 | | | PM |
| K(cm/s) | 4,42E-03 | Pot. max | 13,47 | SG-02 |
| Grad. Hidr. (i) | 0,0087 | Pot. min | 9,20 | SG-04 |
| porosidade (n_e) | 0,21 | Distância | 492,0 | |
| V (cm/s)= | 1,82E-04 | | | |
| V (m/ano)= | 5,75E+01 | | | |

| | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------|------|-------------|
| Local | CTR - TERRA AMBIENTAL | | | |
| SG/PM-04 | | | | |
| CÁLCULO DE VELOCIDADE | | | | |
| K(m/s) | 5,42E-06 | | | PM |
| K(cm/s) | 5,42E-04 | Pot. max | 9,20 | SG-04 |
| Grad. Hidr. (i) | 0,0065 | Pot. min | 9,00 | Rio camarão |
| porosidade (n_e) | 0,21 | Distância | 31,0 | |
| V (cm/s)= | 1,67E-05 | | | |
| V (m/ano)= | 5,25E+00 | | | |

| | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------|--------|-------|
| Local | CTR - TERRA AMBIENTAL | | | |
| SG/PM-05 | | | | |
| CÁLCULO DE VELOCIDADE | | | | |
| K(m/s) | 1,70E-04 | | | PM |
| K(cm/s) | 1,70E-02 | Pot. max | 19,74 | SG-05 |
| Grad. Hidr. (i) | 0,0082 | Pot. min | 10,73 | SG-01 |
| porosidade (n_e) | 0,21 | Distância | 1098,0 | |
| V (cm/s)= | 6,64E-04 | | | |
| V (m/ano)= | 2,09E+02 | | | |

| | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------|--------|-------|
| Local | CTR - TERRA AMBIENTAL | | | |
| SG/PM-06 | | | | |
| CÁLCULO DE VELOCIDADE | | | | |
| K(m/s) | 1,13E-04 | | | PM |
| K(cm/s) | 1,13E-02 | Pot. max | 11,48 | SG-06 |
| Grad. Hidr. (i) | 0,0022 | Pot. min | 9,20 | SG-04 |
| porosidade (n_e) | 0,21 | Distância | 1035,0 | |
| V (cm/s)= | 1,19E-04 | | | |
| V (m/ano)= | 3,75E+01 | | | |

| Classificação do Solo | Coeficiente de Permeabilidade K (m/s) | Porosidade efetiva α_e (%) |
|-------------------------|--|--------------------------------------|
| | Pinto, C.S. (2000) | Fetter (1994) |
| Argilas | 1,00E-09 | 0,02 |
| Siltes | ENTRE 10-6 E -9 | 0,018 |
| Areias Argilosas | 1,00E-07 | 0,07 |
| Areias Finas | 1,00E-05 | 0,21 |
| Areias Médias | 1,00E-04 | 0,26 |
| Areias Grossas | 1,00E-03 | 0,27 |

$$\text{Velocidade média } (q) = \underline{Q} = K \underline{(H_1 - H_2)} = V_a / n = 38,06 \text{ E}+01 \text{ m/ano}$$

8.1.5.2.2.4. ZONA DE RECARGA E DESCARGA

Foi considerado nesse estudo que o aquífero é granular e livre. O reabastecimento ou recarga local ocorre basicamente a partir da infiltração de água das chuvas. A área de recarga local está situada nos morretes, a área de estudo está localizada dentro desta área. A descarga local segue o fluxo da água subterrânea que é na direção ao Rio Inhomirim. A descarga regional segue na direção da Baía de Guanabara, que é o nível de base da região (Figura 8.1.5.2.2.4-1).



Figura 8.1.5.2.2.4-1. Zonas de recarga e descarga.

8.1.5.3. CONSIDERAÇÕES

Com base no estudo realizado pode-se concluir que o aquífero existente na área do CTR trata-se de aquífero livre. Foi possível confeccionar o mapa potenciométrico que indicou direção e o sentido do fluxo local das águas subterrâneas que é predominantemente de Sudeste (SE) para Noroeste (NO), que é a zona de descarga local.

A permeabilidade foi calculada por meio de ensaios “*in situ*”, através de dois métodos de Slugtest e interpretados por, também, dois métodos, sendo eles: Hvorslev (1951) e Bouwer e Rice (1976) revelando um valor de permeabilidade na zona saturada na área do empreendimento de 10^{-2} cm/s, e 10^{-3} cm/s respectivamente, estando de acordo com as tabelas de referência, situando estes valores com sendo areias médias a grossa com presença de silte, e estando compatível com litologia descrita apresentada nos perfis de sondagem executados pela GRD Sondagens e Perfuração Ltda.

O presente estudo constatou que a velocidade média do escoamento subsuperficial das águas subterrâneas em 38,06 E+01 m/ano.

8.1.5.4. VULNERABILIDADE

De acordo com FOSTER *et al.*, 2002, o método de mapeamento da vulnerabilidade natural à poluição de aquíferos consiste na hierarquização de índices relativos à maior ou menor sensibilidade a poluir a zona não saturada (zona vadosa ou de aeração) do perfil pedológico. Normalmente esse tipo de mapeamento é o primeiro passo na avaliação do risco à poluição do recurso hídrico subterrâneo. Os mapas de vulnerabilidade natural à poluição combinam diferentes categorias de informações, que por sua vez, consideram as propriedades e/ou capacidade de proteção que cada tipo de material geológico apresenta ante os diversos tipos de poluentes. Por exemplo, podem-se considerar as propriedades protetoras do solo sobre um aquífero, como sorção, filtrabilidade, decomposição, condutividade hidráulica e relacioná-las com um poluente específico. Em outras palavras, as classes de vulnerabilidade são unidades que mensuram, de forma comparativa e relativa, a capacidade atenuadora dos estratos sobrepostos ao nível d'água.

O mapeamento da vulnerabilidade pode ser desenvolvido em diversas escalas de interesse (regional, estadual e/ou municipal), de acordo com o tipo de aplicação que será dado para o documento cartográfico.

Essa escala de trabalho permite que o mapa de vulnerabilidade contribua para o planejamento das áreas em que funcionarão as atividades do aterro sanitário, auxiliando e disciplinando as diversas formas de intervenção antrópica no meio físico.

O método de mapeamento da vulnerabilidade natural desenvolvido por Foster e Hirata (1988) e aprimorado por FOSTER *et al.*, (2002) se fundamenta nos mecanismos de recarga da água subterrânea e na capacidade natural de atenuação de fluidos, podendo variar em função das condições geológicas superficiais e das profundidades do nível d'água.

Esses últimos autores sugerem que o mapeamento deve ser elaborado a partir das características intrínsecas dos materiais naturais. Assim, ao invés de aplicar um controle universal sobre a potencialidade à poluição por diferentes usos e ocupação do solo e descarte de efluentes, que demanda maior custo efetivo, sugerem-se adotar a avaliação do risco de poluição específica para o tipo de fonte potencial (tanques sépticos, disposição de resíduos sólidos e líquidos, áreas de cultivo, entre outras) e adotar tipo e nível de controle de acordo com a capacidade de atenuação da zona não

saturada. Essas são as premissas básicas do conceito da vulnerabilidade à poluição de aquíferos.

Tendo em vista a complexidade dos fatores que governam o transporte de poluentes nesses aquíferos, em qualquer situação, tornam-se necessárias algumas considerações: As condições hidrogeológicas são muito complexas para serem limitadas por mapas (sistema de avaliação da vulnerabilidade natural de aquíferos); Seria mais lógico tratar cada atividade poluente individualmente e avaliá-la independentemente do risco à poluição gerado.

O método de mapeamento da vulnerabilidade natural de aquíferos não deve ser entendido como um manual de consulta que estabelece todas as variáveis existentes para manejar as atividades potencialmente poluidoras e as diversas e complexas condições hidrogeológicas. Entretanto os mapas de vulnerabilidade são instrumentos preventivos e orientativos para auxiliar no planejamento do uso e ocupação do solo, na medida em que neles são definidas áreas de maior e/ou menor susceptibilidade à poluição para disposição de resíduos específicos ou a adoção de medidas construtivas de engenharia para a proteção total dos aquíferos.

Em hidrogeologia o termo vulnerabilidade começou a ser utilizado intuitivamente nos anos 70 na França (ALBINET e MARGAT, 1970) e mais amplamente nos anos 80 (HAERTTE, 1983; ALLER et al., 1987; FOSTER e HIRATA, 1988; apud FOSTER et al., 2002). A aplicação do termo era relacionada à suscetibilidade à poluição antrópica de aquíferos, entretanto, não havia uma definição formal.

Uma útil e consistente definição para vulnerabilidade à poluição do aquífero foi à análise das características intrínsecas dos estratos que separam a zona saturada do aquífero da zona não saturada (zona vadosa ou de aeração), determinando a sensibilidade desta última frente aos efeitos adversos da carga poluente aplicada na superfície (FOSTER et al., 1987). O conceito e aplicação do método podem ser expressos por dois fatores hidrogeológicos que controlam a vulnerabilidade.

A Tabela 8.1.5.4-1 resume os principais fatores aplicados ao método de Foster et al., (2002). Outro fator que deve ser considerado e incluído no conceito da vulnerabilidade é a mobilidade natural e a persistência do poluente na zona não saturada. Entretanto, este fator não aparece no mapeamento da vulnerabilidade, pois é determinado pela estrutura de planejamento e controle das atividades antrópicas na ocupação do solo.

Tabela 8.1.5.4-1: Fatores hidrogeológicos que controlam a vulnerabilidade à poluição do aquífero

| Componentes da vulnerabilidade | Dados hidrogeológicos | | |
|--|--|--|--|
| | Informações ideais requeridas | Informações normalmente disponíveis | Informações disponíveis na presente pesquisa |
| Inacessibilidade hidráulica da zona não saturada, para a penetração de poluentes. | Grau de confinamento do aquífero | Tipo de confinamento da água | Delimitação da superfície superior do aquífero livre, através de poços escavados e sondagens de simples reconhecimento. |
| | Profundidade do N. A. ou superfície freática | Profundidade do nível d'água ou topo do aquífero confinado | Profundidade do N. A. e elaboração do mapa da superfície de tendência do N.A. |
| | Umidade da zona não-saturada e condutividade hidráulica vertical do estrato na zona não-saturada ou camadas confinadas | | |
| Capacidade de atenuação da zona não saturada, resultando na retenção e/ou reação físico-química dos poluentes. | Granulometria e distribuição das fissuras no estrato da zona não saturada ou camadas confinadas | Grau de consolidação/fissuras no estrato | Mapeamento geológico: caracterização mineralógica da zona não saturada e elaboração de critérios de campo para diferenciar os tipos de coberturas. |
| | Mineralogia do estrato da zona não-saturada ou camadas confinantes | Características litológicas deste estrato | Análises difratométricas de Raios-X (preliminar) para obter relação do tipo de argilo-mineral e capacidade de atenuação de fluidos. |

O método de mapeamento da vulnerabilidade natural de aquíferos possui a denominação na língua inglesa de GOD (Groundwater hydraulic confinement= **G**; Overlaying strata= **O**; Depth to groundwater table= **D**). Na língua portuguesa pode-se entender que a sigla corresponde: **G**= grau de confinamento hidráulico da água subterrânea; **O**= ocorrência de estratos geológicos e grau de consolidação da zona não saturada ou camadas confinadas; **D**= profundidade do nível d'água subterrâneo.

A Figura 8.1.5.4-1 ilustra a espacialização dos atributos mencionados que compõem o método GOD.

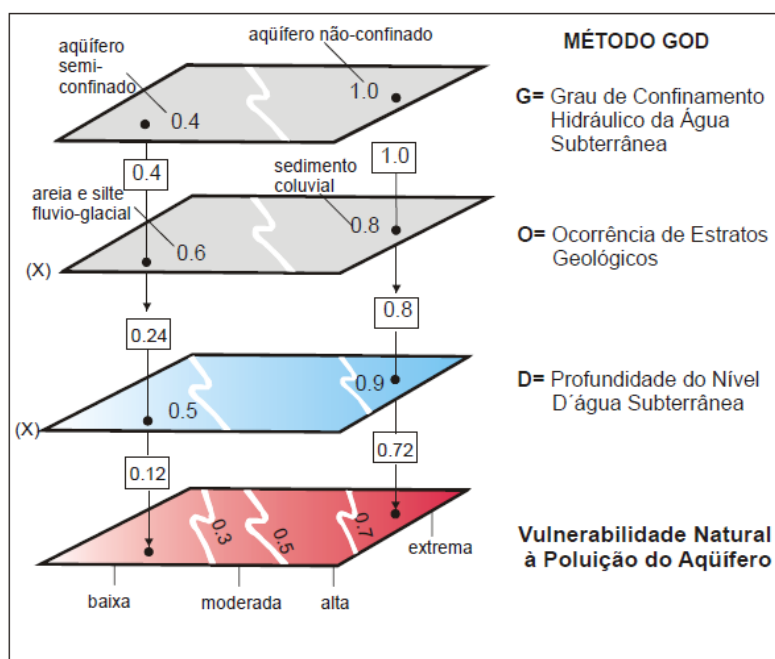


Figura 8.1.5.4-1: Confecção do mapa de vulnerabilidade à poluição do aquífero usando o Método GOD.

A Tabela 8.1.5.4-2 apresenta uma definição prática para cada classe de vulnerabilidade natural de aquíferos. Elas variam de desprezível à extrema. A nomenclatura de cada classe possui caráter restritivo, refletindo a sensibilidade natural das características dos estratos geológicos na zona não saturada e das condições hidrogeológicas do aquífero (ocorrência e profundidade do nível d'água subterrâneo).

Tabela 8.1.5.4-2: As classes de vulnerabilidade natural de aquíferos e definições correspondentes (modificado de Foster et al. 2002).

| Classes de Vulnerabilidade | Definição Correspondente |
|----------------------------|--|
| Extrema | Vulnerável à maioria dos poluentes de rápido impacto na água. Aplicável em inúmeros cenários de poluição. Imprescindível à realização de estudos qualitativos e quantitativos de detalhe (ensaio laboratoriais e geofísicos) para todas as instalações de empreendimentos potenciais à poluição do solo e da água. |
| Alta | Vulnerável a vários poluentes (exceção para os fortemente absorvidos) em muitos cenários de poluição. Necessário realizar estudos qualitativos e quantitativos (geofísicos) que identifiquem as condições hidrogeológicas locais. |
| Moderada | Vulnerável para alguns poluentes. Apresenta capacidade atenuadora mais eficaz que as classes alta e extrema. Resíduos e/ou efluentes resultam em risco de contaminação quando são continuamente descartados ou em situação de vazamento. Necessário realizar estudos de detalhe qualitativos e específicos para cada tipo de empreendimento. |
| Baixa | Somente vulnerável para poluentes conservativos (baixa mobilidade), quando continuamente e largamente descartados ou em situação de vazamento. Necessários estudos de detalhe qualitativos para cada tipo de empreendimento. |
| Desprezível | Presente em camadas confinadas com insignificante fluxo subterrâneo vertical. |

A Figura 8.1.5.4-3 apresenta o Método GOD (FOSTER et al., 2002), ilustrando o sistema de avaliação do índice de vulnerabilidade natural do aquífero. Este sistema é subdividido em três fases interligadas e sucessivas:

1ª Fase: identificação do tipo e grau de confinamento hidráulico da água subterrânea, apresentada num intervalo de 0-1;

2ª Fase: consiste na ocorrência e caracterização geológica da zona não saturada, representada numa escala de 0,4-1;

3ª Fase: determinação da profundidade do nível d'água, exibido numa escala 0,6-1;

Produto das Fases: o produto dos três parâmetros é o índice de vulnerabilidade natural à poluição do aquífero, expresso numa escala de 0,1 - 1, em termos relativos.

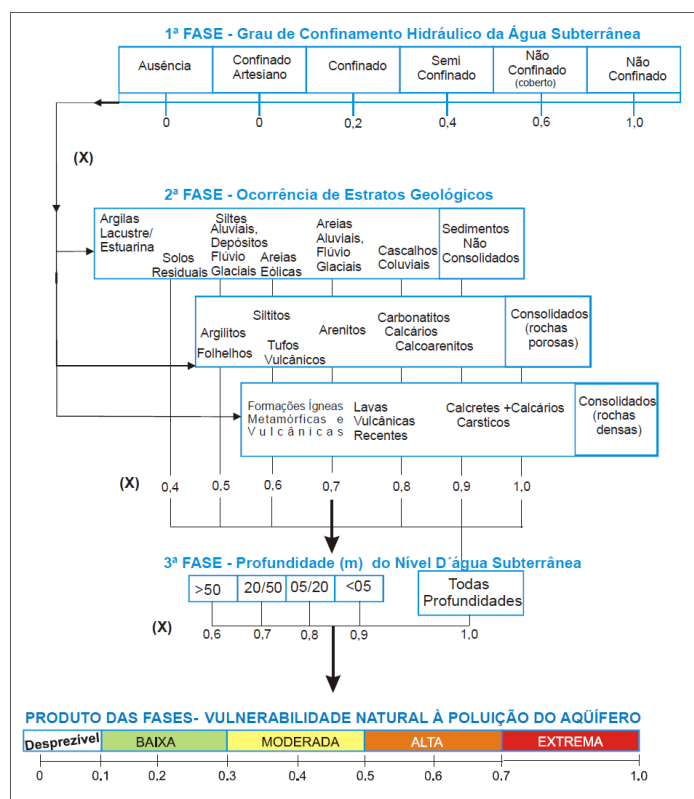


Figura 8.1.5.4-3: Sistema de avaliação do índice de vulnerabilidade natural à poluição do aquífero

8.1.5.4.1. RESULTADOS

Os resultados obtidos nesta fase do desenvolvimento da pesquisa permitiram determinar os índices de vulnerabilidade natural à poluição do aquífero livre da área onde se situará a Central de Tratamentos de Resíduos Terra Ambiental, na escala 1:50000, utilizando a metodologia proposta por Foster et al. (2002). O Quadro 8.1.5.4.1-1 apresenta os principais atributos do método GOD para caracterizar a área estudada. O produto final dessa pesquisa, o mapa de vulnerabilidade natural (MAPA 8.1.5-1, Anexo III) à poluição dos recursos hídricos subterrâneos da área de Magé, é o documento cartográfico que reúne um conjunto de informações capazes de subsidiar todo tipo de intervenção antrópica no meio físico, contribuindo para as tomadas de decisões, otimizando recursos financeiros e norteando a elaboração de programas de políticas para predição e minimização dos impactos que podem ser gerados a partir da implantação da CTR Terra Ambiental.

Quadro 8.1.5.4.1-1. Principais atributos do método GOD para caracterizar a área estudada

| Ocorrência da Água Subterrânea (tipo de aquífero) | Caracterização Geológica da Zona Não-Saturada (unidade geológica) | Profundidade da Água Subterrânea (N.A.). | Índice de Vulnerabilidade (classe) | Informações Complementares |
|---|---|--|------------------------------------|---|
| Cobertura Cenozóica (quaternário), aquífero livre ou não confinado. | Rocha granitoide, alterada, coesa areno-silto-argilosa K=10-2 | Aflorante, todas as profundidade do nível d'água | Extrema | Área de dos vales alagados com nível d'água aflorante |
| Aquífero livre ou não confinado. | Rocha granitoide, alterada, coesa, areno-silto-argilosa k=10-2 a 10-3 | > 10 metros | Alto | Área de encosta e de morrotes que com profundidade do nível d'água superior a 10 metros |

8.1.5.4.2. CONSIDERAÇÕES

Fundamentado no objetivo fixado na etapa inicial da pesquisa, pode-se constatar que foi possível atingir com êxito a elaboração do documento cartográfico temático, ou seja, o mapa de vulnerabilidade natural à poluição dos recursos hídricos subterrâneos da área do CTR Terra Ambiental.

Conclui-se: o método de mapeamento da vulnerabilidade natural de aquíferos mostrou-se eficaz para a área estudada e pode ser perfeitamente aplicado em outras áreas que mantenham as semelhanças geológicas e hidrogeológicas. Trata-se de uma ferramenta de análise qualitativa de caráter preventivo e orientativo e pode subsidiar as tomadas de decisões no planejamento de uso e ocupação do solo; os sedimentos quaternários pertencentes a área alagada do CTR Terra Ambiental (vulnerabilidade extrema) requerem a implantação de medidas e ações de engenharia que assegurem que a implantação de atividades potencialmente poluidoras não venham atingir o aquífero freático.

A partir das informações apresentadas com base nos resultados do mapeamento geológico e hidrogeológico da área do CTR Terra Ambiental é possível elaborar um mapa de vulnerabilidade natural à poluição dos recursos hídricos subterrâneos, contemplando as zonas de áreas classificadas com extrema e alta.

8.1.6. CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA

8.1.6.1. INTRODUÇÃO

A CTR Terra Ambiental está sendo projetada para ocupar uma área cuja drenagem contribui para o Rio Inhomirim, principal afluente da margem esquerda do Rio Estrela, no município de Magé, cujas águas alcançam a Baía da Guanabara em sua porção Noroeste.

O MAPA 8.1.6-1 (Anexo III) apresenta trecho da carta do IBGE 1:50.000 onde se tem o esboço do traçado da Bacia Hidrográfica do Rio Inhomirim, podendo-se visualizar a localização da área pretendida para a CTR Terra Ambiental em relação à bacia hidrográfica onde está inserido.

Para a avaliação dos efeitos da implantação deste empreendimento sobre os recursos hídricos regionais foi considerada como Área de Influência Direta – AID o trecho do Rio Inhomirim desde a afluência do Valão da Olaria até sua confluência com o Rio Estrela e daí até a foz deste na Baía de Guanabara, cuja porção Noroeste do espelho d'água foi considerada como Área de Influência Indireta – AII.

Estas definições partem da premissa de que este empreendimento não exerce nenhum tipo de influência nos recursos hídricos superficiais a montante da ADA, seja qualitativa ou quantitativamente. Entretanto este tem um potencial poder de poluição para jusante, na hipótese de falha nos dispositivos de segurança e controle dos efluentes líquidos.

A avaliação dos possíveis impactos da implantação deste tipo de empreendimento sobre os recursos hídricos da região é dependente da correta compreensão da integração entre a Gestão dos Resíduos Sólidos e a Gestão de Recursos Hídricos.

É fato que o lixo é um problema relevante para a contaminação da água. Em todo o mundo a produção mundial de lixo da sociedade consumidora é alarmante. O lixo muitas vezes é jogado nos rios e contamina a água e as nascentes, minimizando a sua potencialidade de uso, assim a qualidade da água fica comprometida. Caso o lixo não tenha um tratamento adequado, ele pode causar sérios danos aos recursos hídricos, como alteração das características do ambiente aquático, através da percolação do líquido gerado pela decomposição da matéria orgânica, associado com as águas pluviais e nascentes existentes nos locais de descarga dos resíduos. Uma

consequência do não tratamento do resíduo é a poluição que pode ter caráter local, regional ou global (Vereda, 2011; Braga et al., 2002).

Antecipando algumas das conclusões deste estudo, a implantação da CTR Terra Ambiental pouca ou nenhuma interferência terá nas vazões máximas dos cursos d'água da região, entretanto deve-se ter especial atenção em relação às vazões mínimas, pois estas são mais suscetíveis a alteração da qualidade da água quando do lançamento de efluentes em condições inadequadas, apesar do projeto em análise prever um sistema de tratamento de efluentes com alta eficiência, reduzindo ao máximo a carga orgânica antes de seu lançamento em corpo hídrico receptor.

8.1.6.2. GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS X RESÍDUOS SÓLIDOS

A degradação que a má gestão dos resíduos sólidos pode causar sobre os recursos hídricos, tanto superficiais quanto subsuperficiais, faz com que a caracterização hidrológica das áreas previstas para implantação de empreendimentos relacionados com a destinação de lixo tenha especial importância.

A Política Nacional de Recursos Hídricos, implantada pela Lei Federal nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997, apresenta como duas de suas diretrizes a integração da Gestão dos Recursos Hídricos com a Gestão Ambiental e a do Uso do Solo. Este vínculo é ainda reforçado com a promulgação da Lei Federal 12.305/2010, que definiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos e sua integração com as políticas de Meio Ambiente e Saneamento Básico.

A Lei 9.433/07, que tem como um de seus objetivos explícitos *"assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos"*, define como um de seus fundamentos que a bacia hidrográfica deve ser adotada como unidade de planejamento de políticas públicas, numa clara alusão ao fato de que a poluição hídrica, assim como eventos hidrológicos extremos (secas e cheias), não respeitam fronteiras políticas e sim os limites físicos impostos pelas leis da Natureza, ou seja, as regiões mais abaixo em um curso d'água sofrem as consequências das ações praticadas nas áreas mais elevadas.

Considerando que no presente estudo o conceito de Bacia Hidrográfica é bastante explorado, é importante que esteja bem fixado, devendo ser entendido como a área

delimitada por uma linha imaginária que interliga os pontos de maiores cotas do relevo, também chamada de “linha de cumeada” ou de “divisor de águas”, visto que esta linha define o ponto exato em que ocorre a divisão da água precipitada para um lado ou para outro deste relevo. A Figura 8.1.6.2-1 permite a visualização desta definição.



Figura 8.1.6.2-1: Delimitação de uma Bacia Hidrográfica hipotética. Fonte: MMA, 2012.

Este conceito deve ser aplicado tomando-se como referência um determinado ponto do curso principal do rio estudado, que chamamos de “seção de fechamento” ou enxutório. Assim este conceito pode ser aplicado a qualquer ponto de interesse do curso d’água, correspondendo à totalidade da área do curso d’água quando este ponto corresponde a sua desembocadura em outro rio ou sua foz no oceano.

A área então definida será chamada de área de drenagem ou de contribuição e sua conformação geométrica, assim como o tipo de cobertura/ocupação de seu solo, serão fatores determinantes na forma com que a chuva precipitada irá alcançar a seção de fechamento.

Desta forma, torna-se importante a caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Inhomirim para o tema Recursos Hídricos.

Cumprе ainda esclarecer que a Constituição Federal em seus artigos 20 e 26 definem a dominialidade das águas. Considerando que na área do presente estudo todos os

cursos d'água são de domínio estadual, e portanto, geridos pelo Instituto Estadual do Ambiente - INEA, órgão vinculado à Secretaria de Estado do Ambiente, do Governo do Rio de Janeiro, este projeto deve atender aos preceitos da Lei Estadual 3.239/99, que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos.

Ainda considerando linhas gerais para a abordagem inicial do tema principal do estudo, é importante ressaltar que como a atividade de tratamento de resíduo não representa consumo significativo de água, torna-se desnecessária a avaliação de disponibilidade hídrica e a identificação de usuários da água que possam interagir no aspecto quantitativo do Rio Inhomirim, devendo-se, como já antecipado, dar ênfase aos aspectos qualitativos da gestão das águas superficiais à jusante do empreendimento.

8.1.6.3. COMITÊ GESTOR DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA BAÍA DE GUANABARA E DOS SISTEMAS LAGUNARES DE MARICÁ E JACAREPAGUÁ

Quando da promulgação da Lei Federal 9.433/97 foi instituído o Sistema Nacional de Recursos Hídricos, que oferece uma eficiente legislação sobre o gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil. Um dos instrumentos criados pela Lei 9.433 (replicado na Lei Estadual 3.239/99) foi o Comitê de Bacia Hidrográfica, órgão colegiado que atua como um "parlamento das águas" constituído por membros eleitos entre os segmentos representantes do Poder Público (Federal, Estadual e Municipal), da sociedade civil organizada (ONGs, instituições de ensino e pesquisa, associações de classe etc.) e dos usuários das águas. Os comitês são formas democratizadas e descentralizadas para discutir os problemas e apontar as soluções ambientais, permitindo gerenciar cada bacia hidrográfica conforme suas peculiaridades, devendo ser consultado sobre a implantação de empreendimentos com potencial impacto ambiental em sua área de abrangência.

Em 2005 foi criado o **Comitê da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara e dos Sistemas Lagunares de Maricá e de Jacarepaguá**, por meio do Decreto Nº 38.260, com o objetivo de atuar como instrumento de gestão não só para as bacias contribuintes à Baía de Guanabara, mas também dos sistemas lagunares adjacentes. Segundo o Instituto Baía de Guanabara - IBG, organização não governamental bastante atuante no comitê, a região integra, total ou parcialmente, as áreas de 17

municípios: Rio de Janeiro, Duque de Caxias, Nilópolis, São João de Meriti, Mesquita, Belford Roxo, Nova Iguaçu, Petrópolis, Magé, Guapimirim, Cachoeiras de Macacu, Itaboraí, Tanguá, Rio Bonito, São Gonçalo, Niterói e Maricá.

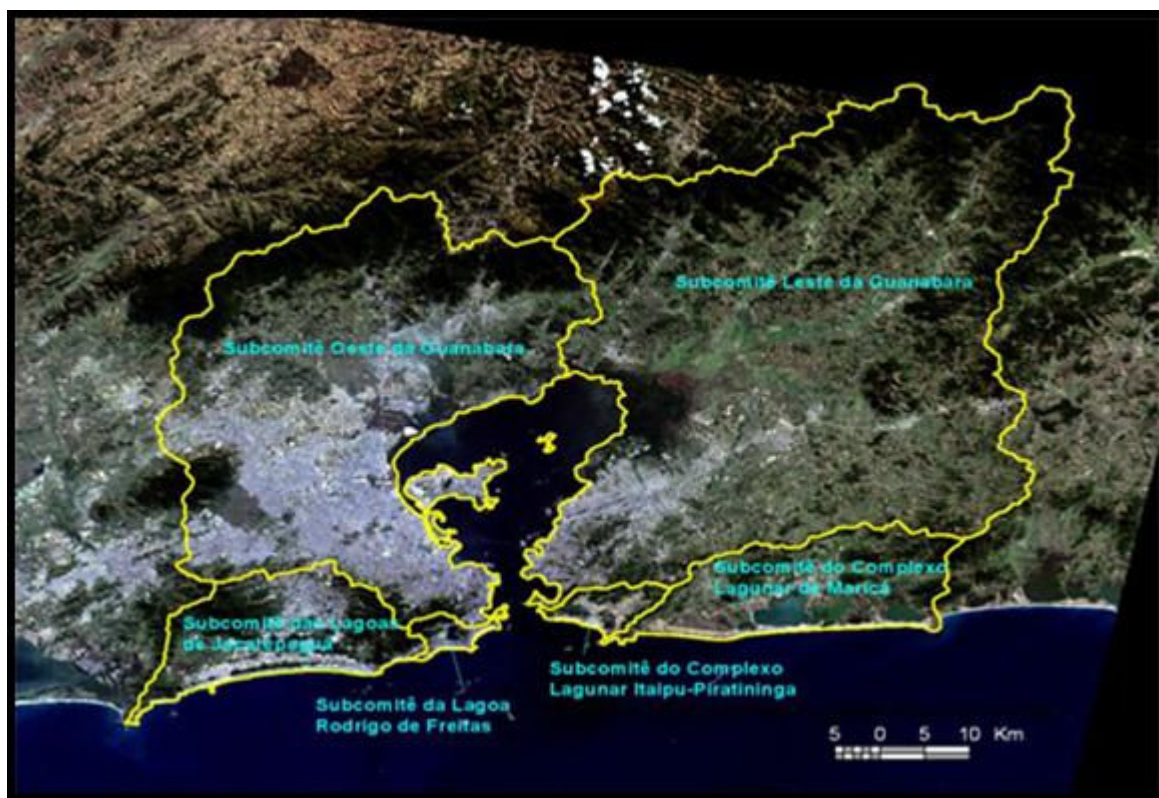


Figura 8.1.6.3-1. Área de atuação do Comitê da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara e dos Sistemas Lagunares de Maricá e de Jacarepaguá. Fonte: sítio eletrônico do IBG.

8.1.6.4. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA BAÍA DE GUANABARA - RHBG

A Região Hidrográfica da Baía de Guanabara - RHBG possui uma população que ultrapassa os 10 milhões de habitantes. Este fato associado ao grande interesse turístico e a influência que sua paisagem exerce sobre a população carioca, a RHBG já foi foco de muitos estudos, tanto de cunho acadêmico quanto aplicado, donde deve ser destacado o "Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara - PDRH-BG", concluído em 2005.

Apesar da dinâmica da ocupação e das atividades humanas nesta região, enquanto a revisão deste estudo não estiver aprovada pelo órgão ambiental do Rio de Janeiro, o

Pela Deliberação Nº 804 da Comissão Estadual de Controle Ambiental (CECA), é subdividida em 39 bacias hidrográficas e regiões de contribuição direta de pequenos cursos d'água onde destacamos as bacias dos rios Guaxindiba, Emboçu, Caceribu, Guapiaçu-Macacu, Roncador, Suruí, Estrela/Inhomirim, Iguaçu, São João de Meriti, Irajá, Canal do Cunha e Canal do Mangue, cujas bacias hidrográficas podem ser visualizadas na Figura 8.1.6.4-1.

Está limitada ao norte pela linha de cumeeira da Serra do Mar, com altitudes que ultrapassam os 2.000 metros em alguns trechos, e que faz a divisão com a Bacia do Rio Paraíba do Sul (Bacia 58 pelo DNAEE). O Quadro 8.1.6.4-1 apresenta a área de drenagem dos principais contribuintes à Baía de Guanabara.

Quadro 8.1.6.4-1: Principais contribuintes da Baía de Guanabara. Observar o Rio Estrela, que recebe as águas do Rio Inhomirim. Fonte: PDRH-BG.

| CÓDIGO | | NOME | ÁREA km ² |
|--------|----|-----------------|-------------------------|
| 5312 | 2 | Canal do Mangue | 44,61 |
| 5314 | 4 | Canal do Cunha | 63,09 |
| 5316 | 6 | Irajá | 17,44 |
| 5318 | 8 | S. J. Meriti | 167,07 |
| 5332 | 10 | Iguaçu | 699,40 |
| 5336 | 14 | Estrela | 349,85 |
| 5352 | 16 | Suruí | 75,17 |
| 5356 | 20 | Roncador | 111,25 |
| 5372 | 24 | Guapi-Macacu | 1.250,78 |
| 5376 | 28 | Caceribu | 822,38 |
| 5378 | 30 | Guaxindiba | 142,72 |
| 5392 | 32 | Imboçu | 29,09 |
| TOTAL | | | 3.772,84 |

Os rios que nascem na Serra do Mar têm muitas semelhanças em suas características hidrográficas. Seu alto curso é caracterizado por declividade bastante acentuado, o que faz com que as águas precipitadas atinjam a parte baixa da bacia de forma rápida

e com altas velocidades. Como praticamente inexiste médio curso, não há amortecimento da vazão antes que esta alcance o baixo curso, caracterizado pela morfologia de baixada, com curso sinuoso, baixas velocidades e forte influência de maré. (Bourchaid, 2007). Além disto, os trechos de baixo curso de muitos rios vêm sendo modificados, desde o final do Século XIX e início do XX, por obras de drenagem executadas por órgãos públicos federal, estadual e municipal. (MINERAL, 2008).

A associação entre fatores morfológicos e os altos índices pluviométricos da Serra do Mar fazem com que o trecho de baixada sofra freqüentes alagamentos, em especial no período de verão, quando ocorrem as chuvas de maior intensidade, tendo sido a maior delas a registrada na estação pluviográfica do Posto Garrafão, operado pela antiga Superintendência de Rios e Lagoas – SERLA e situado na pista de subida para Teresópolis, em 03 de dezembro de 1981, quando foi registrada uma chuva com mais de 280 mm em apenas 12 horas. Este evento provocou diversos deslizamentos e a interrupção da pista da BR-116, com várias vítimas fatais.

Os contribuintes da Baía de Guanabara cujas fozes estão mais próximas da embocadura com o Oceano Atlântico têm suas nascentes nos maciços costeiros, tendo a maior parte de seus cursos em região urbana. (Bourchaid, 2007).

Tomando como base o sentido Oeste-Leste, pode-se observar que os divisores de águas têm início no Pão de Açúcar e prosseguem pelas cristas da Serra da Carioca, dos Maciços da Tijuca e Pedra Branca e pelas Serras de Madureira-Mendanha, Tinguá, do Couto, da Estrela, dos Órgãos, Macaé de Cima, Santana, Botija, Sambê, Barro de Ouro, Sapucaia, Caçorotiba, Tiririca e Grande, tendo seu trecho final no Morro da Viração, em Niterói, nas proximidades da Fortaleza de Santa Cruz. (SEMADS/GTZ, 2001).

A RHBG limita-se a Sudoeste com as bacias hidrográficas da baixada de Jacarepaguá e da Lagoa Rodrigo de Freitas; a Oeste com a bacia da Baía de Sepetiba; ao Norte com a bacia do rio Paraíba do Sul (rios Piabanha e Dois Rios); a Leste com as bacias dos rios Macaé e São João, e a Sudoeste com as bacias das lagunas de Piratininga, Itaipu e Maricá. (SEMADS/GTZ, 2001).

Amador (1997) descreveu a configuração morfológica atual da Baía de Guanabara como sendo resultado de um processo evolutivo que teve origem na Transgressão Guanabarina, iniciada há aproximadamente 18.000 anos, entre o Pleistoceno e o

Holoceno, relacionada ao aquecimento global e responsável pelo afogamento do paleo-rio-Guanabara. O resultado deste trabalho ao longo do tempo geológico foi a construção da Baía e da Bacia da Guanabara, onde se destaca um sistema estuarino magnífico que apresenta um complexo e variado ecossistema que incluía a mata atlântica, campos de altitude, manguezais, brejos, alagados, pântanos, lagunas, restingas, dunas, praias, enseadas, sacos, gamboas, ilhas, lajes, coroas, costões e pontões rochosos, falésias e feições parecidas a escombros (Amador, op. cit.). Esta região está totalmente localizada na zona intertropical, apresentando um clima atual predominantemente quente e chuvoso, possuindo ainda hoje uma grande variedade de espécies de fauna e flora, com destaque para os manguezais e a mata atlântica.

8.1.6.5. ENQUADRAMENTO DOS CORPOS HÍDRICOS

O enquadramento dos corpos hídricos em função de suas classes de uso é tido como um dos principais instrumentos da gestão de recursos hídricos, estando preconizado tanto na Lei Federal 9.433/97 quanto na Lei Estadual 3.239/99, ambas definindo a política de recursos hídricos em cada uma das duas esferas.

Ele define a qualidade da água desejada para cada curso d'água, de forma compatível com seu uso, independente do estado atual da qualidade das águas. Como resultado pretende-se que, quanto mais exigentes forem as condições qualitativas para o uso da água, maiores serão as restrições para lançamento de cargas potencialmente poluidoras e maiores deverão ser as medidas preventivas de combate à poluição.

O Plano Diretor de Recursos Hídricos da RHBG publicado em 2005 apresentou uma proposta para o enquadramento quase da totalidade dos contribuintes da Baía de Guanabara, porém esta não foi validada pelos gestores públicos

Desta forma, a ausência de uma regulamentação mais específica, o enquadramento do Rio Inhomirim fica definido pelo art. 42 da Resolução CONAMA 357, conforme transcrito a seguir:

"Art. 42. Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem

melhores, o que determinará aplicação da classe mais rigorosa correspondente.”

8.1.6.6. ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA

8.1.6.6.1. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ESTRELA / INHOMIRIM

Conforme definido no item 8.1.6.1, o trecho do Rio Inhomirim à jusante da BR-116 está sendo considerado como AID, requerendo, portanto, maior atenção.

O Rio Inhomirim é o principal afluente da margem esquerda do Rio Estrela, um dos principais contribuintes da porção Oeste da RHGB, que pela margem direita recebe as águas do Rio Saracuruna. Como o Rio Estrela recebe este nome após a confluência destes dois afluentes, por vezes ele é citado como Estrela/Inhomirim ou Estrela/Saracuruna.

O Inhomirim e o Saracuruna apresentam características físicas muito semelhantes ao próprio Estrela, o qual alcançam seu curso principal já em seu trecho de baixada, a poucos quilômetros de sua foz.

A área de drenagem do Estrela é de cerca de 350 Km², o que corresponde a cerca de 9% da área total de contribuição da RHGB. Ele nasce nas escarpas da Serra da Estrela, no município de Petrópolis, tendo seu curso principal um comprimento de cerca de 29 Km, recebendo águas também de parte dos municípios de Magé e Duque de Caxias, encaminhando-se em sentido NE-SW, fazendo uma curva em seu trecho final no sentido Sul. O formato de sua bacia pode ser considerado intermediário entre o alongado e o arredondado,

O padrão meândrico se restringe às proximidades da baía, onde há presença de manguezais apenas junto as suas desembocaduras, uma vez que a ocupação na planície e obras de drenagem dissecaram as pequenas extensões estuarinas antigamente observadas.

Na região das nascentes do Rio Estrela encontra-se um núcleo urbano pertencente ao município de Petrópolis, conhecido como Meio da Serra, exatamente por se encontrar à meia encosta da subida da Serra da Estrela, antigo acesso à cidade de Petrópolis, passando por Piabetá.

Entretanto o processo de urbanização ocorre principalmente nas áreas da parte média da bacia, mas também nas áreas mais baixas, onde os aterros estão cedendo lugar a uma crescente ocupação humana. Estima-se que cerca de 600 mil pessoas vivam na área da bacia do Rio Estrela, principalmente nos núcleos urbanos de Inhomirim, Fragoso, Piabetá, Imbariê, Campos Elíseos, Pau Grande e Saracuruna. Algumas empresas instaladas na região são responsáveis por atividades potencialmente poluidoras na área da bacia do Estrela/Inhomirim.

Seu principal afluente da margem direita, o Rio Saracuruna, tem aproximadamente 6 km a mais e suas nascentes se encontram na encosta da Serra do Mar, no Município de Duque de Caxias, próximo à divisa com Petrópolis, município de onde recebe contribuição. Logo no sopé da encosta cruza com a localidade de Xerém onde, apesar da condição de relativa preservação florestal, já recebe contribuição de esgoto doméstico (Figura 8.1.6.6.1-1).

Pouco à montante da comunidade, a Companhia de Água e Esgoto do Estado do Rio de Janeiro - CEDAE mantém uma captação para abastecimento público. Há também uma antiga represa, hoje abandonada, que servia de regularização para abastecimento da REDUC, antes desta ser abastecida pelo sistema Guandu.

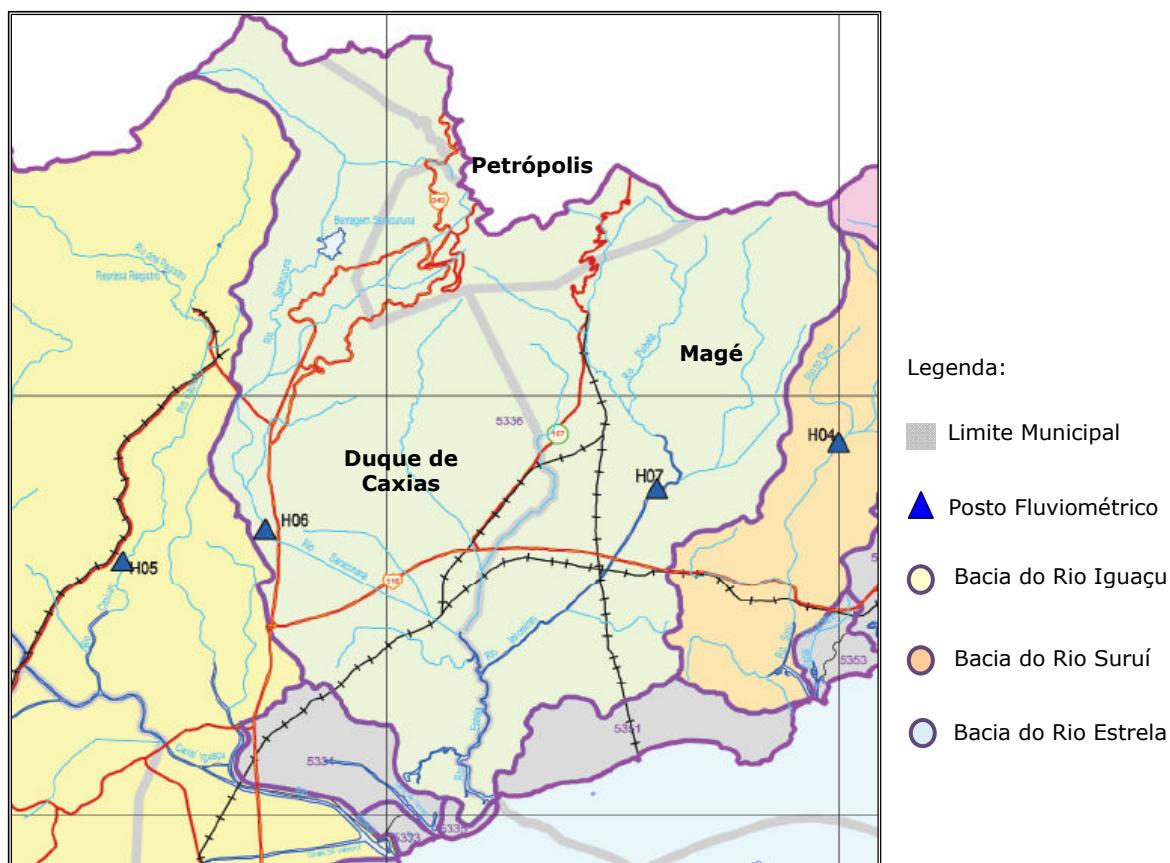


Figura 8.1.6.6.1-1: Bacia do Rio Estrela. (PDRH-BG, 2006), (Bourchaid, 2007).

Seu principal afluente pela margem esquerda, o Rio Inhomirim, tem suas nascentes nos contrafortes da Serra das Araras, no município de Magé, sob o nome de Rio da Cachoeira e tem o Rio Piabetá, que cruza distrito urbano com mesmo nome, como seu principal contribuinte. Apesar da boa vazão disponível, esta não é suficiente para diluir os esgotos domésticos lançados sem tratamento nesta comunidade.

A parte superior de seu curso apresenta alta densidade de drenagem, sendo que as cabeceiras mais altas estão acima de cotas de 1.100 metros e seu maior percurso tem cerca de 24 Km. Sua área tem cerca de 140 Km², sendo que os sistemas são classificados de forma variável entre dendrítico a paralelo ou retangular a treliça.

O médio curso do Inhomirim se estabeleceu sobre um relevo colinoso com rede de drenagem com baixa densidade, com características dendríticas e vales afogados dando um aspecto irregular à rede de drenagem.

O baixo curso é caracterizado por baixas velocidades, que proporcionam a formação de meandros ao longo do curso principal. Muitos destes foram retificados por antigas obras de drenagem, que também descaracterizaram a rede de drenagem da região.

8.1.6.6.1.1. VAZÕES MÍNIMAS PARA O RIO INHOMIRIM

Um dos maiores desafios da gestão de recursos hídricos é conhecer as disponibilidades hídricas de forma confiável, sendo o plano diretor ou o plano de bacia a ferramenta adequada para esta função. Foi assim que o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Baía de Guanabara apresentou as vazões mínimas para vários rios da região, dentre os quais o Estrela/Inhomirim.

A vazão mínima adotada no Estado do Rio de Janeiro é a $Q_{7,10}$, que corresponde aos menores valores de vazão persistente durante sete dias consecutivos em um período de dez anos. Além desta, o PDRH-BG apresentou também os valores de Média de Longo Termo – MLT. Estes vazões encontram-se dispostas na Tabela 8.1.6.6.1.1-1 do presente estudo.

Tabela 8.1.6.6.1.1-1. Vazões médias e mínimas Rio Inhomirim.

| CORPO HÍDRICO | ÁREA (Km ²) | VAZÃO (m ³ /s) | |
|-------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------|
| | | Q _{MLT} | Q _{7,10} |
| Rio Inhomirim | 139,70 | 5,59 | 0,946 |
| Rio Estrela - foz | 349,86 | 14,0 | 2,406 |

Fonte: PDRH-BG, 2006.

8.1.6.6.1.2. VAZÕES MÁXIMAS PARA O RIO INHOMIRIM

Em relação às vazões máximas do Rio Inhomirim, foram estudadas apenas as vazões para a sua foz, visto serem estas as mais restritivas. Os valores encontrados estão apresentados na Tabela 8.1.6.6.1.2-1.

Nestes cálculos foram considerados os valores e equações de chuvas intensas do estudo do eng. Otto Pfafstetter elaborados para a estação meteorológica de Niterói,

em função da correlação pelas isoietas totais anuais. Foi também considerada cobertura do solo por pasto em cerca de 50 % da área de contribuição da bacia do Rio Inhomirim.

Tabela 8.1.6.6.1.2-1. Vazões máximas estimadas para a foz do Rio Inhomirim para diferentes tempos de recorrência.

| TEMPO DE RECORRÊNCIA (TR) | VAZÃO MÁXIMA (m ³ /s) | TEMPO UNITÁRIO (MINUTOS) | VAZÃO MAX. ESPECÍFICA (m ³ /seg.km ²) | COEFICIENTE DE ESCOAMENTO (C) | TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (MINUTOS) |
|---------------------------|----------------------------------|--------------------------|--|-------------------------------|---------------------------------|
| 10 | 216 | 45 | 1,53 | 0,33 | 202 |
| 20 | 258 | 45 | 1,83 | 0,34 | 202 |
| 50 | 321 | 45 | 2,28 | 0,37 | 244 |
| 100 | 376 | 45 | 2,67 | 0,38 | 247 |

8.1.6.6.1.3. VALÃO DA OLARIA

O Valão da Olaria é um curso d'água que teve trecho final retificado em cerca de 1.200 metros. Ele drena as águas pluviais da região da Estrada Nova de Mauá, recebendo também boa parte dos esgotos domésticos da região.

Apesar de não pertencer à Área Diretamente Afetada pelo CTR, o principal acesso planejado para o empreendimento margeia este córrego por cerca de 600 metros, onde hoje existe uma estrada de terra. A Figura 8.1.6.6.1.3-1 apresenta uma vista panorâmica do trecho final do Valão da Olaria, completamente coberto por plantas aquáticas, demonstrando o alto grau de eutrofização ao qual foi submetido (Figuras 8.1.6.6.1.3-1 a 8.1.6.6.1.3-5).

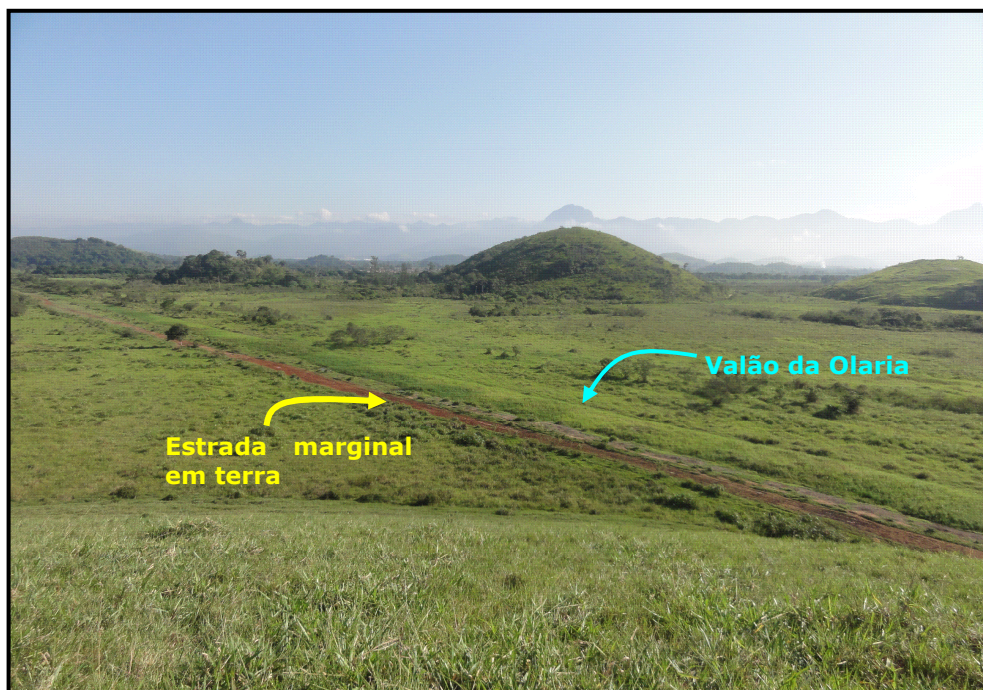


Figura 8.1.6.6.1.3-1: Vista para jusante do Valão da Olaria. Observar a estrada de serviço ao lado do curso retificado e sua superfície completamente tomada por plantas aquáticas.

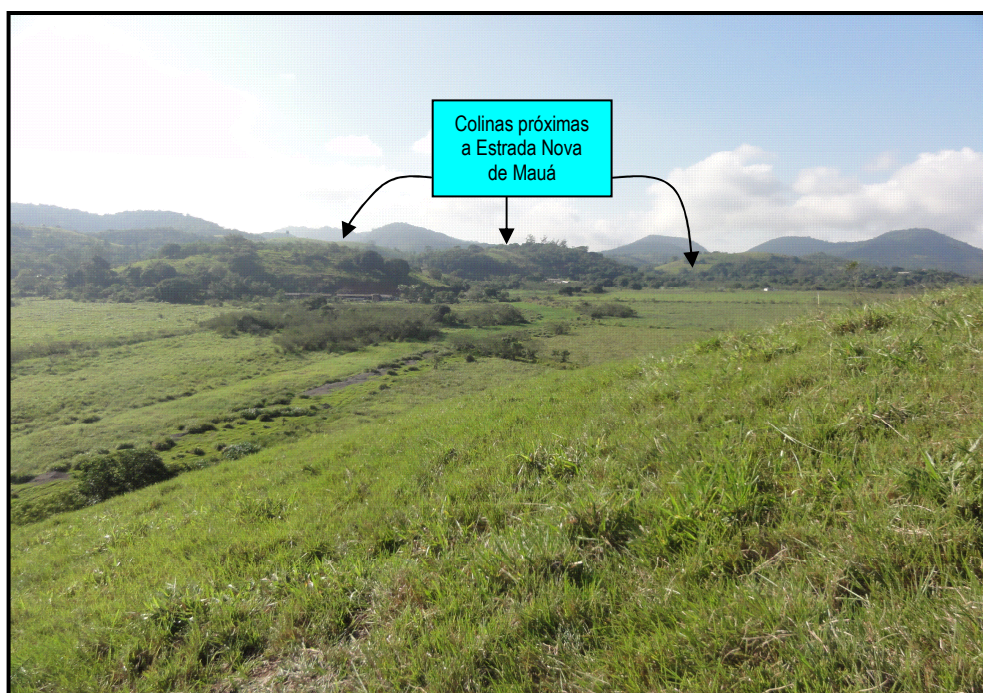


Figura 8.1.6.6.1.3-2: Vista para montante do Valão da Olaria. Observar ao fundo as pequenas colinas próximas a Estrada Nova de Mauá, que contém suas nascentes.



Figura 8.1.6.6.1.3-3: Vista para montante da margem esquerda do Valão da Olaria, onde existe uma estrada de serviço. Observar total ausência de mata ciliar e pequenos montes de terra acumulados, possivelmente por mau manejo de material dragado do valão.



Figura 8.1.6.6.1.3-4: Vista para montante do trecho final do Valão da Olaria.



Figura 8.1.6.6.1.3-5: Vista da chegada do Valão da Olaria ao Rio Inhomirim.

8.1.6.7. ÁREA DIRETAMENTE AFETADA – ADA

A área onde se pretende instalar a CTR Terra Ambiental é composta fundamentalmente por planície e pequenos morros (ou morrotes). Existem alguns talvegues drenando os pequenos vales formados entre os morrotes, mas estes se descaracterizam quando atingem a planície, provocando o espraiamento da água que, como consequência acaba empoçando em função da ausência de um caminho definido para o escoamento.

Esta conformação, associada às diversas e antigas interferências na drenagem local, tais como abertura de acessos, açudes e de valas, hoje inoperantes, proporcionaram a formação de charcos ao longo do terreno.

A Figura 8.1.6.7-1 mostra um fragmento da carta do IBGE escala 1:50.000, intitulada "PETRÓPOLIS" (folha SF-23-Z-B-IV-2), onde se é possível visualizar a meso drenagem da ADA. Deve-se considerar que esta carta foi elaborada com base em aerofotogrametria de 1966, portanto, as alterações na drenagem ocorridas após este

vão não estão consideradas na imagem, razão pela qual se faz necessários alguns comentários.

Em passado recente, a área da ADA foi utilizada como fazenda de gado, tendo sido construído alguns açudes, tanto para função paisagística, quanto para dessedentação animal. Estes últimos foram desativados, devendo o maior lago ser preservado junto à sede do futuro CTR.

Ainda na Figura 8.1.6.7-1 encontra-se destacadas duas drenagens, chamadas de **A** e **B**, as quais já não apresentam em campo os mesmos traçados. A drenagem **A** descarrega suas águas na planície, tendo sido identificada apenas uma conexão com o Valão da Olaria, ainda assim, esta se encontrava obstruída em sua passagem sob a estrada de terra marginal a este curso d'água, que ocorre a pelo menos 500 metros a montante do ponto observado na carta do IBGE. A perda da função desta linha de drenagem ocasiona o encharcamento do solo na planície recebedora destas águas.

Já a linha de drenagem **B** sofreu a intervenção de dois barramentos para acumulação de água, sendo que o mais a montante ainda está preservado (açude junto à sede da fazenda), enquanto que o outro açude, pouco à jusante do primeiro, foi desativado, porém a não retirada de forma completa da terra desta obra fez com que não houvesse um ordenamento do caminho das águas, com conseqüente encharcamento do solo ao longo desta planície.

Pretende-se com a instalação da CTR Terra Ambiental, promover um reordenamento destas duas linhas de drenagem, o mais próximo possível da situação observada na imagem do IBGE, dimensionando-as também para receberem as águas pluviais do novo empreendimento.

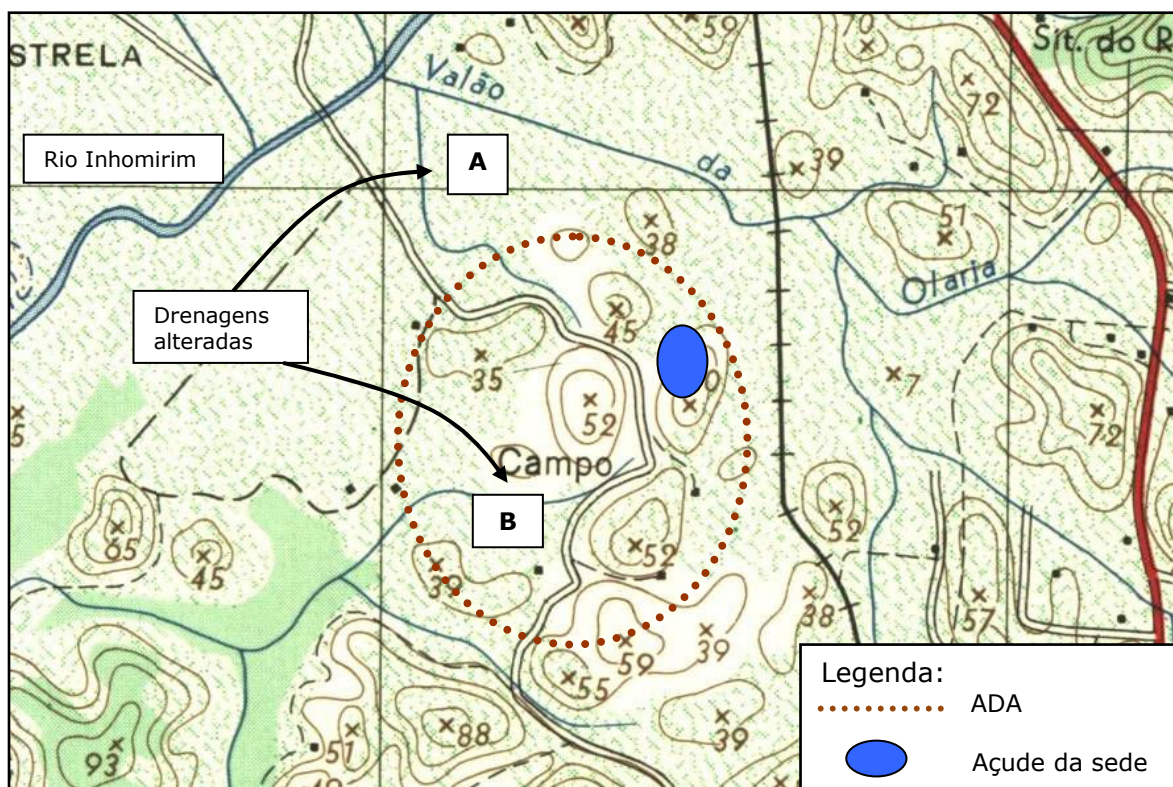


Figura 8.1.6.7-1: Fragmento da Carta 1:50.000 do IBGE, intitulada "PETRÓPOLIS" (folha SF-23-Z-B-IV-2), com a demarcação aproximada da ADA e os antigos traçados da drenagem local.

A Figura 8.1.6.7-2 apresenta uma visualização de imagem por satélite do software Google Earth aonde é possível visualizar a área da ADA e a configuração da drenagem local de forma mais atualizada.

Percebe-se que, em algum tempo passado, a drenagem A foi deslocada para afluir diretamente para o Rio Inhomirim. Não é possível afirmar, mas uma das hipóteses levantadas é de que isto tenha ocorrido quando da reordenação das vias internas da antiga fazenda, quando se implantou o acesso marginal ao Valão da Olaria.

O mesmo pode se dizer da drenagem B, cujo desenho atual encaminha as águas em linha reta para o Rio Inhomirim, ao passo que no passado a drenagem seguia no sentido da foz deste no Rio Estrela.

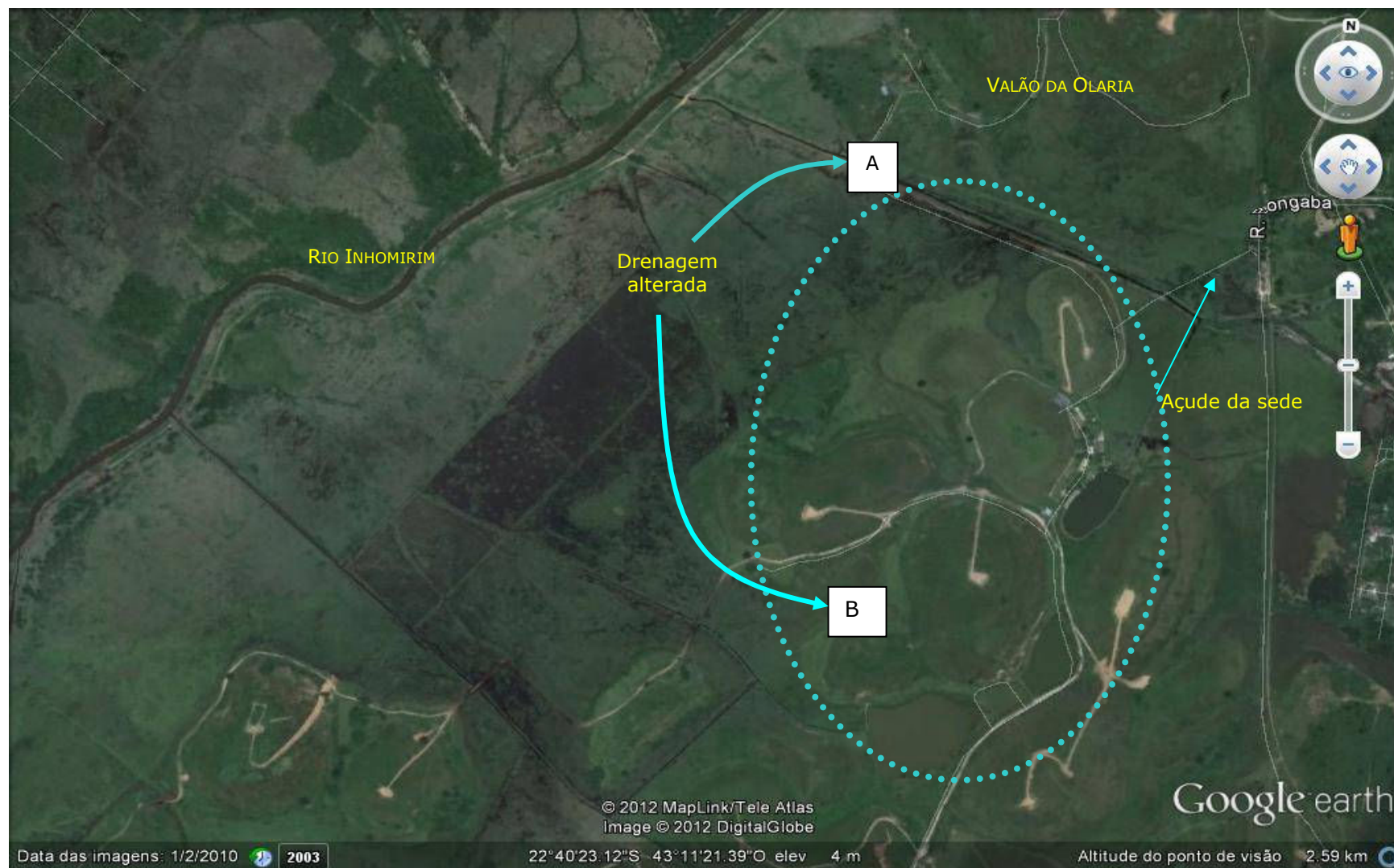


Figura 8.1.6.7-2. Visualização por satélite do software Google Earth: área da ADA e configuração da drenagem local de forma mais atualizada.

8.1.7. QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SEDIMENTOS

O presente documento objetiva realizar uma avaliação da qualidade das águas superficiais e sedimentos na área de influência direta (AID) do empreendimento. Os padrões de qualidade hídrica usados como diretriz de análise foram os estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 modificada pela Resolução CONAMA 397/08 para águas superficiais. Já para os sedimentos, cabe salientar, que não existe legislação específica em vigor com diretrizes de análise deste compartimento. Entretanto, foi tomado como referência e a título de comparação o estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04, a qual dá as diretrizes gerais e procedimentos mínimos para avaliação de material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras.

8.1.7.1. REGIÃO DE ESTUDO

A concepção da CTR Terra Ambiental propõe o recebimento, o tratamento e a disposição de resíduos Classe I e Classe II, prevendo uma vida útil mínima de 20 anos, com capacidade média estimada, respectivamente, em 20t/dia e em 3.200 t/dia. A CTR contará com unidades de recebimento/triagem, de tratamento e de disposição final de resíduos, além de unidades de apoio à operação, tais como administrativo, vestiário, refeitório e oficina.

A região de estudo está localizada no município de Magé, RJ, situada sob as coordenadas 22°40'33"S e 43°11'05"O e apresenta aproximadamente 3 milhões m².

Na avaliação da macrodrenagem, verifica-se a presença dos seguintes corpos hídricos: [1] rio Inhomirim – localizado a noroeste a 800m da área de implantação da CTR; [2] rio Estrela como limite sudoeste do empreendimento e [3] um canal não identificado que corta o terreno transversalmente, a uma distância de 250 metros da área de efetiva implantação do aterro.

Conforme descrito acima, há corpos d'água significantes na área, os quais terão suas respectivas Áreas de Proteção Permanente – APP – demarcadas, sendo a do rio Inhomirim considerada 50m e a do canal sem identificação de 30 metros.

Na área do empreendimento há presença de afloramentos de água identificados como sendo intermitentes, que recebe e conduz as águas pluviais em períodos de chuva.

Não foi constatada a presença de lagoas ou lagos naturais na área do empreendimento, entretanto na localidade da administração encontra-se uma lagoa artificial contemplando aproximadamente 1,17 hectares. A área do projeto apresenta uma topografia caracteristicamente plana, com variações de relevo entre 0 e 2,5 metros e outras entre 0 e 50 metros de altura. Em sua grande parte, a área do empreendimento apresenta grau de declividade variando entre 0 e 30°. Em poucos pontos esparsos, o grau de declividade entre 31 e 45°, indicando que as regiões destinadas à conservação de acordo com a legislação ambiental, são inexistentes.

A caracterização ambiental identificou 6 (seis) Unidades de Conservação na região do município de Magé, RJ, localizadas na Área de Influência Indireta do empreendimento. São elas: Área de Preservação Ambiental de Petrópolis (APA de Petrópolis), APA Federal de Guapimirim, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Reserva Particular do Patrimônio Natural Campo Escoteiro Geraldo Hugo Nunes, RPPN El Nagual e RPPN Querência. Na área de Influência Direta, foi identificada a APA do rio Estrela.

A área da Central de Tratamento de Resíduos Terra Ambiental, localizada no município de Magé, apresenta aproximadamente 108,6 ha de superfície e está situada próxima ao Parque Industrial de Campos Elíseos, no segundo distrito de Duque de Caxias, onde há presença de outras grandes empresas como a UN-REDUC, a BR-Distribuidora, a Rio Polímeros, a Termo Rio e a Suzano Petroquímica.

Segundo o Plano Diretor do Município de Magé, o empreendimento está de acordo com o uso do solo da região onde será instalado, onde vigora na Legislação Municipal como Zona de Uso Predominante Industrial.

8.1.7.2. METODOLOGIA

Para caracterizar a qualidade de água e sedimentos, as campanhas foram realizadas nos dias 3 e 4 de maio de 2012. A coleta foi realizada dentro da AID nos pontos situados no rio Inhomirim, rio Estrela e foz do rio Estrela.

8.1.7.2.1. PONTOS DE LEVANTAMENTO

Os locais de amostragem estão alocados dentro da Área de Influência do projeto, o qual inclui um trecho da bacia do rio Inhomirim, confluyente com o rio Estrela até a foz da Baía de Guanabara.

Foram definidos 7 (sete) pontos de coleta para a amostragem da água superficial e sedimento na Área de Influência do empreendimento (Figura 8.1.7.2.1-1, MAPA 8.1.7-1, Anexo III): 1) Ponto 1: rio Inhomirim próximo à rodovia Rio-Teresópolis; 2) Ponto 2: rio Inhomirim à montante do aterro; 3) Ponto 3: rio Inhomirim próximo ao um canal, sem identificação, dragado artificialmente; 4) Ponto 4: rio Inhomirim próximo ao Areal; 5) Ponto 5: rio Inhomirim à jusante do aterro; 6) Ponto 6: rio Estrela após junção com Inhomirim e 7) Ponto 7: foz do rio Estrela.

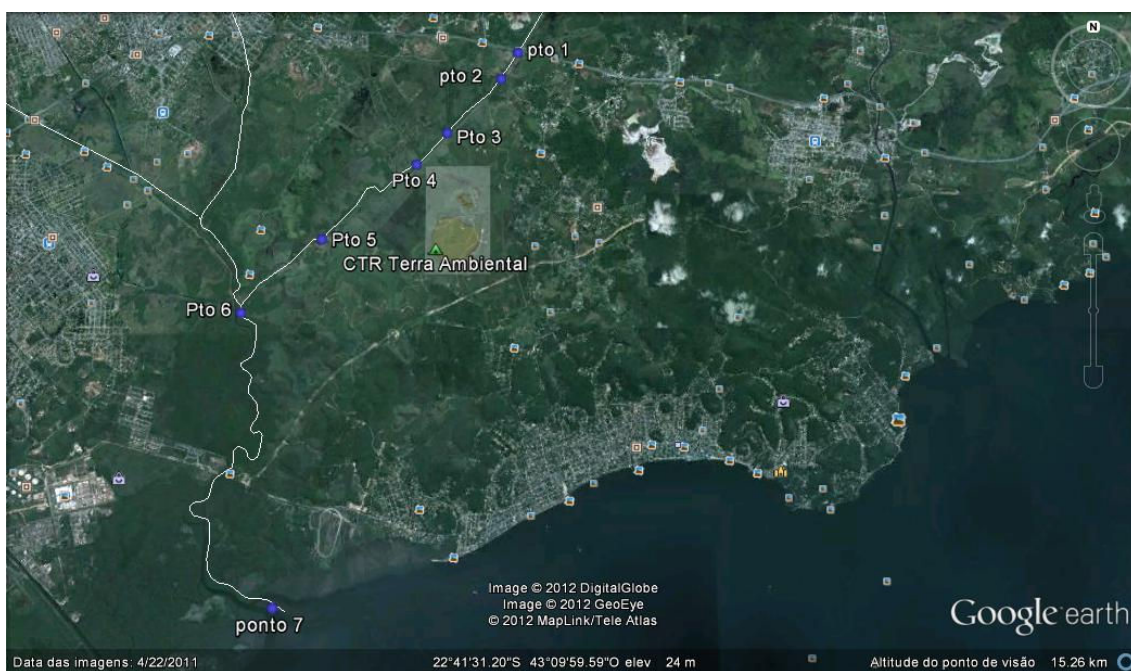
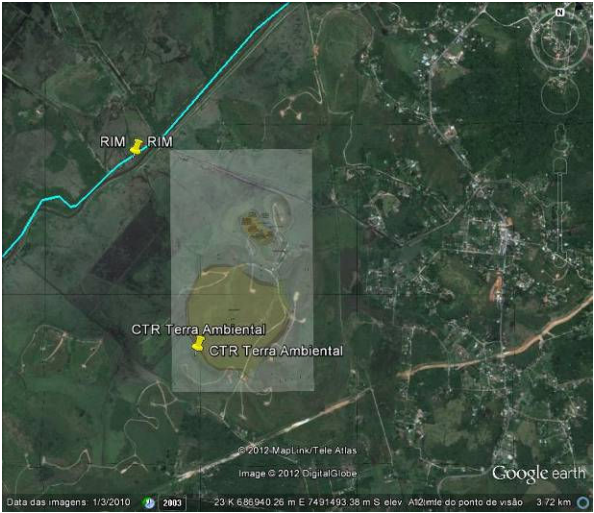
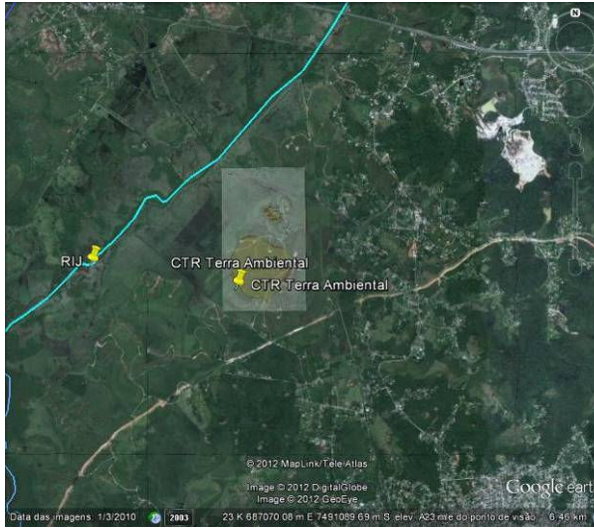
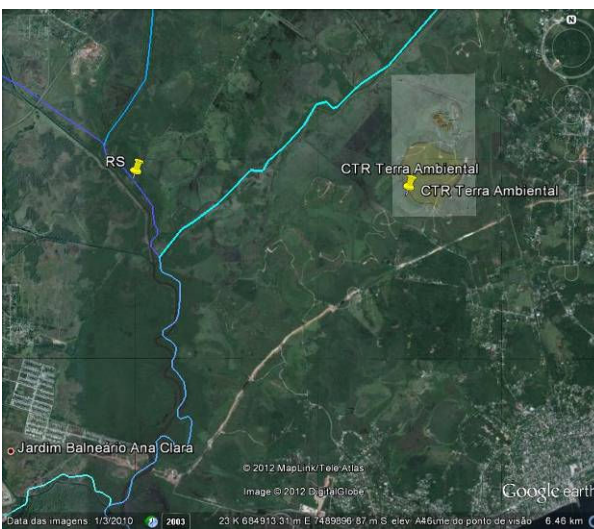


Figura 8.1.7.2.1-1: Localização dos Pontos de Levantamento na área do empreendimento.

As condições climáticas do primeiro dia de coleta foram de sol com presença de nuvens, enquanto o segundo dia encontrou-se predominantemente nublado, sem ocorrência de chuvas. O Quadro 8.1.7.2.1-1 mostra as características dos pontos amostrais avaliados.

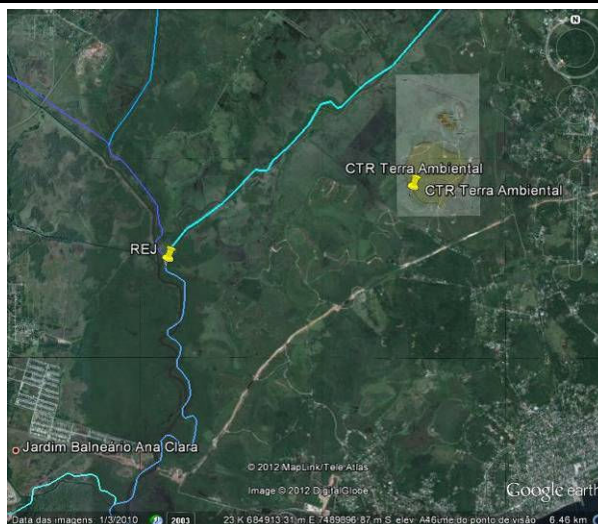
Quadro 8.1.7.2.1-1: Identificação dos pontos de amostragem

| | | |
|----------------|--|--|
| Ponto 1 | <p><i>Rio Inhomirim próximo à rodovia Rio Teresópolis</i> 687458 E/7494140S 15h05min/15h42min Coleta 03/05 0,96m de transparência 1,6m de profundidade</p> <p>Sol com presença de nuvens, vento fraco e correnteza fraca. Presença de animais (bovinos), ausência de mata ciliar e presença de resíduos de origem humana nas margens. Água límpida de cor barrenta, com material suspenso e nata gordurosa, isenta de odor.</p> |  |
| Ponto 2 | <p><i>Rio Inhomirim à montante do aterro</i> 687310 E/7493579S 15h45min/16h14min Coleta 03/05 0,9m de transparência 1,18m de profundidade</p> <p>Sol com presença de nuvens, vento fraco e correnteza fraca. Presença de mata ciliar e de resíduos de origem humana nas margens. Observação de larvas de inseto no local. Água límpida de cor barrenta, com material suspenso e nata gordurosa, isenta de odor.</p> |  |
| Ponto 3 | <p><i>Rio Inhomirim próximo ao um canal, sem identificação, dragado artificialmente</i> 686423 E/7492829 S 16h25min/16h55min Coleta 03/05 0,76m de transparência 1,5m de profundidade</p> <p>Sol com presença de nuvens, vento fraco e correnteza fraca. Ponto com assoreamento intensificado. Presença de mata ciliar em apenas uma margem. Água levemente turva e de cor barrenta, com material suspenso e isenta de odor.</p> |  |

Rio Inhomirim próximo ao Areal
685935 E/7492300 S
Coleta 04/05
12h19min/12h49min
0,4m de transparência
1,3m de profundidade

Ponto 4

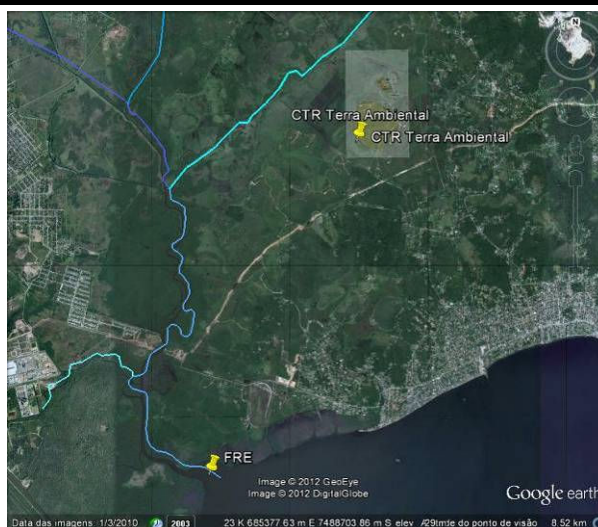
Tempo nublado, ausência de vento e correnteza fraca. Presença de animais (bovinos) e mata ciliar escassa. Água turva e de cor barrenta, com material suspenso e nata gordurosa, isenta de odor.



Rio Inhomirim à jusante do aterro
684447 E/7490966 S
Coleta 04/05
12h55min/13h24min
1,04m de transparência
2,9m de profundidade

Ponto 5

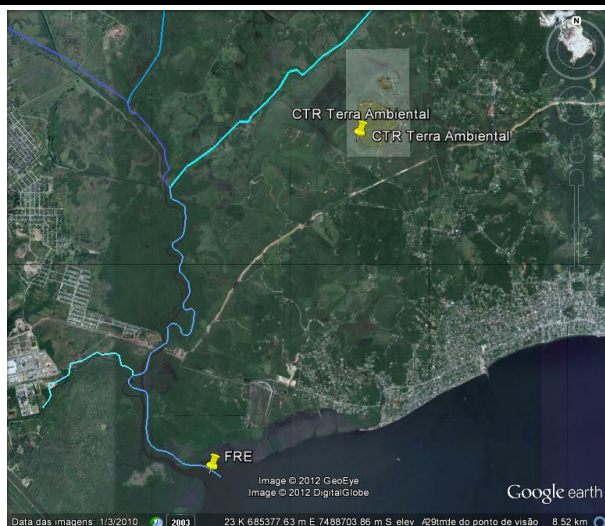
Tempo nublado, ausência de vento e correnteza fraca. Mata ciliar escassa e sedimento arenoso. Água turva e de cor barrenta, com material particulado em suspensão e presença de espuma.



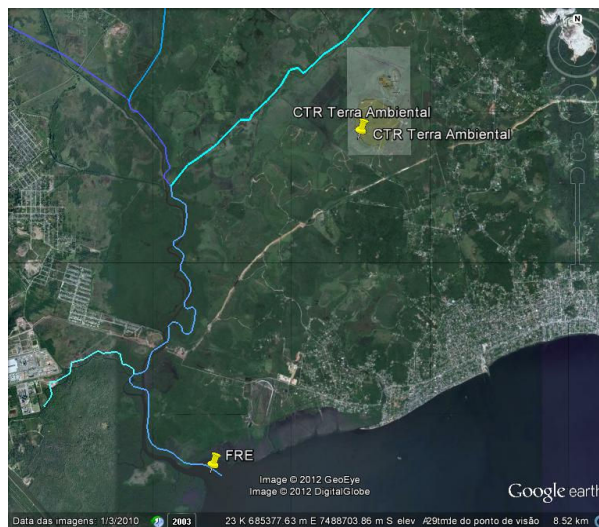
Rio Estrela após junção com Inhomirim
683189 E/7489883 S
Coleta 04/05
13h35min/14h
0,82m de transparência
5,19m de profundidade

Ponto 6

Tempo nublado, ausência de vento e correnteza fraca. Mata ciliar escassa. Água turva e de cor barrenta, com material particulado em suspensão e presença de espuma, macrófitas e partículas sobrenadantes. Isenta de odor. Sedimento com forte odor.



Rio Estrela após junção com Inhomirim
683756 E/7485343 S
Coleta 04/05
14h22min/14h51min
1,1m de transparência
2,57m de profundidade
Ponto 7 Sol com presença de nuvens, vento fraco e correnteza moderada. Vegetação de mangue. Água límpida de coloração esverdeada, com material particulado em suspensão e presença de espuma, macrófitas e partículas sobrenadantes. Isenta de odor. Sedimento do tipo lamoso com odor e presença de gastrópodes e bivalves.



8.1.7.2.2. AMOSTRAGEM

As amostras de águas superficiais foram coletadas na parte central de cada um dos corpos de água por meio de um coletor com refratário na extremidade e extensor em inox. As amostras acondicionadas em frascos específicos foram preservadas em caixas isotérmicas com gelo e transportadas ao laboratório para análise. No momento da coleta, os recipientes coletores e os frascos foram *rinsados* previamente com água específica do local, à exceção dos frascos que continham preservantes. A coleta de amostras das águas superficiais foi executada segundo o Planejamento exigido pela norma ABNT NBR 9897 e pelas diretrizes de preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores fixadas pela NBR 9898. Para preservação e acondicionamento das amostras, foram usados recipientes que atendem ao estabelecido no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 21ª ed., 2005.

As amostras de sedimento foram coletadas em triplicata no mesmo local da coleta de água, através de um busca fundo de *Petersen* com capacidade nominal de 3 L. Posteriormente as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos para análise laboratorial. Etapas das coletas são apresentadas nas figuras 8.1.7.2.2-1 a 8.1.7.2.2-7.

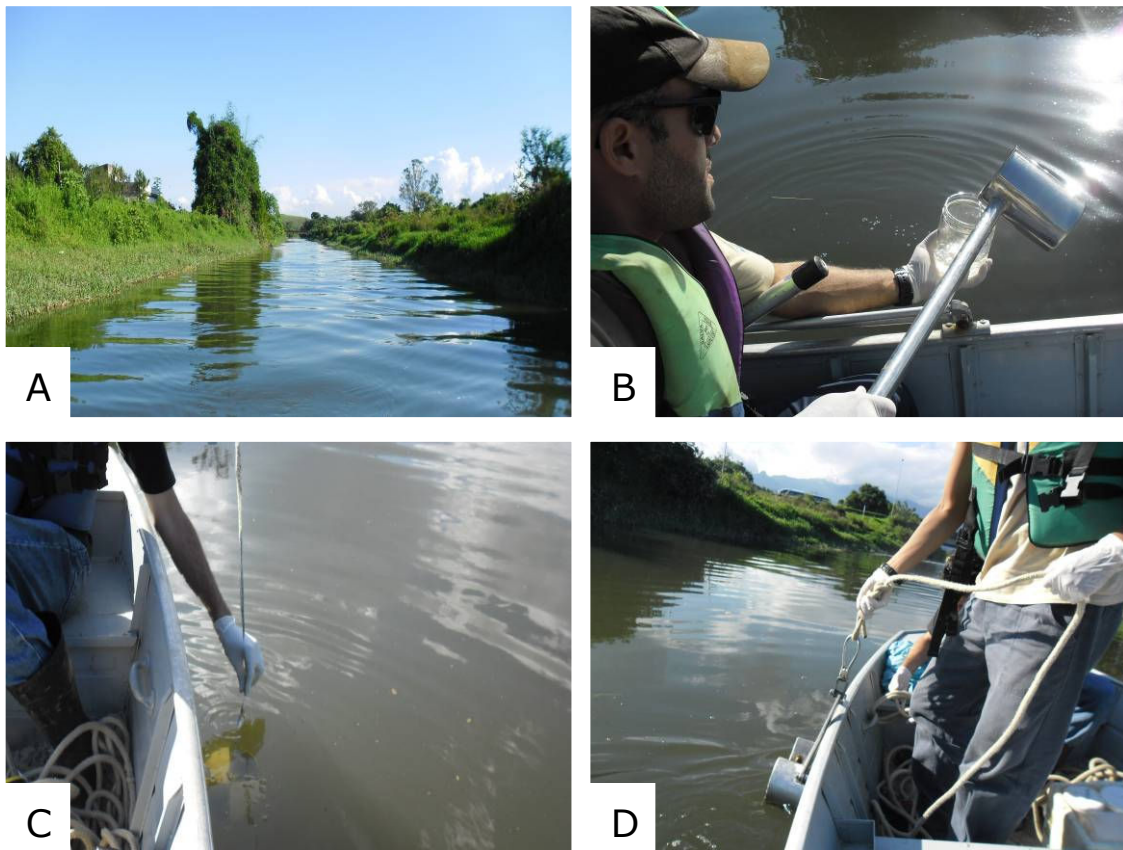


Figura 8.1.7.2.2-1: Ponto 1 (A) Local de coleta; (B) Coleta de água; (C) Medição da transparência através do Disco de Secchi; (D) Coleta de sedimento através do busca-fundo de Petersen.



Figura 8.1.7.2.2-2: Ponto 2 (A) Local de coleta; (B) Utilização do multiparâmetro para medição.



Figura 8.1.7.2.2-3: Ponto 3 (A) Presença de muito material em suspensão e água de cor barrenta; (B) Utilização de multiparâmetro para medição; (C) Ausência de mata ciliar em uma margem e ponto bastante assoreado; (D) Sedimento coletado acondicionado em saco plástico.



Figura 8.1.7.2.2-4: Ponto 4 (A) Ponto de coleta; (B) Coleta de água; (C) Utilização de multiparâmetro para medição.



Figura 8.1.7.2.2-5: Ponto 5 (A) Ponto de coleta; (B) Coleta de água; (C) Presença de macrófitas.



Figura 8.1.7.2.2-6: Ponto 6 (A) Ponto de coleta; (B) Presença de mata ciliar nas margens; (C) Coleta de água.



Figura 8.1.7.2.2-7: Ponto 7 (A) Ponto de coleta; (B) Coleta de água; (C) Utilização de multiparâmetro para medição.

8.1.7.2.3. PARÂMETROS E MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

Os parâmetros físico-químicos de salinidade, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido, temperatura e pH foram medidas *in loco* nos corpos hídricos por meio de uma sonda multiparâmetro da marca Hanna modelo HI9828.

A determinação da qualidade dos corpos hídricos estudados foi realizada por meio da avaliação de 38 parâmetros em águas superficiais e 30 parâmetros em sedimentos. Os parâmetros e os métodos de análise em água e sedimentos superficiais são listados nas tabelas 8.1.7.2.3-1 e 8.1.7.2.3-2, respectivamente. A metodologia analítica dos parâmetros analisados foram indicados pela agência norte-americana de meio Ambiente (USEPA) no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21ª Ed* (SMEWW). A análise granulométrica em sedimentos foi realizada seguindo o indicado na ABNT NBR 6502/95. Os ensaios analíticos foram realizados pelo laboratório de análise QualityLab (CCL INEA nº IN002011). Os laudos laboratoriais seguem apresentados no Anexo III.

Tabela 8.1.7.2.3-1. Parâmetros e métodos analíticos usados na avaliação da Água superficial.

| Parâmetro | Unidade | Limite de Quantificação | Metodologia |
|----------------------------|-------------|-------------------------|-----------------------|
| Temperatura | °C | - | <i>in loco</i> |
| Condutividade | uS/cm | - | <i>in loco</i> |
| Salinidade | mg/L | - | <i>in loco</i> |
| Oxigênio Dissolvido | mg/L | - | <i>in loco</i> |
| Ph | - | - | <i>in loco</i> |
| Turbidez | NTU | - | SMEWW 2130 |
| Nitrogênio Amoniacal | mg/L | 0,4 | SMEWW 4500-N |
| Nitrogênio Kjeldahl | mg/L | 0,5 | SMEWW 4500 |
| Nitrato | mg/L | 0,23 | SMEWW 4110 C |
| Nitrito | mg/L | 0,3 | SMEWW 4110 C |
| Fósforo total | mg/L | 0,05 | SMEWW 3120B |
| cloreto | mg/L | 0,3 | SMEWW 4500-cl B |
| Alcalinidade | mg/L | 20 | SMEWW 2320 B |
| Dureza | mg/L | 0,01 | SMEWW 2340 B |
| RFT | mg/L | 20 | SMEWW 2540 C |
| RNFT | mg/L | 20 | SMEWW 2540 D |
| COT | mg/L | 0,5 | SMEWW 5310 A e 5310 B |
| Óleos e graxas | mg/L | 0,1 | SMEWW 5520B |
| Cor | Mg Pt/L | 2,5 | SMEWW 2120B |
| DBO | mg/L | 2 | SMEWW 5210 |
| DQO | mg/L | 10 | SMEWW 5210 |
| Clorofila a | mg/L | 0,01 | SMEWW 10200 H |
| Feofitina | mg/L | 0,01 | SMEWW 10200 H |
| Alumínio solúvel | mg/L | 0,007 | SMEWW 3120B |
| Cádmio | mg/L | 0,001 | SMEWW 3120B |
| Chumbo | mg/L | 0,01 | SMEWW 3120B |
| Cobre Total | mg/L | 0,001 | SMEWW 3120B |
| Cromo | mg/L | 0,002 | SMEWW 3120B |
| Ferro Total | mg/L | 0,002 | SMEWW 3120B |
| Manganês | mg/L | 0,0002 | SMEWW 3120B |
| Magnésio | mg/L | 0,0004 | SMEWW 3120B |
| Mercúrio | mg/L | 0,0001 | SMEWW 3120B |
| Níquel | mg/L | 0,002 | SMEWW 3120B |
| Potássio | mg/L | 0,002 | SMEWW 3120B |
| Sódio | mg/L | 0,001 | SMEWW 3120 |
| Zinco | mg/L | 0,003 | SMEWW 3120B |
| Coliformes termotolerantes | NMP | - | Tubos múltiplos |
| Coliformes totais | NMP / 100mL | - | Tubos múltiplos |

Tabela 8.1.7.2.3-2. Parâmetros e métodos analíticos usados na avaliação de Sedimentos.

| Parâmetro | Unidade | Limite de Quantificação | Metodologia |
|------------------------------|---------|-------------------------|-------------------------|
| Matéria Orgânica Total | % | 0,9 | IT-LAB IX-011-REV- a |
| Fósforo Total | (mg/Kg) | 6,7 | USEPA 3052, 1996 |
| Fosfato | (mg/Kg) | 2 | USEPA 300-1 |
| Nitrogênio Kjeldhal | (mg/Kg) | 2 | 4500N |
| Cascalho (>2mm) | % | 0,1 | ABNT NBR 650/95 |
| Areia Grossa (2mm a >0,6mm) | % | 0,1 | ABNT NBR 650/95 |
| Areia Média (0,6mm a >0,2mm) | % | 0,1 | ABNT NBR 650/95 |
| Areia Fina (0,2mm a 0,06mm) | % | 0,1 | ABNT NBR 650/95 |
| Silte (0,06mm a >0,002mm) | % | 0,1 | ABNT NBR 650/95 |
| Argila (<0,002mm) | % | 0,1 | ABNT NBR 650/95 |
| Alumínio | (mg/Kg) | 0,5 | USEPA 3052, 1996 |
| Arsênio | (mg/Kg) | 1,3 | USEPA 3052, 1996 |
| Berílio | (mg/Kg) | 0,3 | USEPA 3052, 1996 |
| Bário | (mg/Kg) | 0,3 | USEPA 3052, 1996 |
| Boro | (mg/Kg) | 6,7 | USEPA 3052, 1996 |
| Cálcio | (mg/Kg) | 1 | USEPA 3052, 1996 |
| Cádmio | (mg/Kg) | 0,7 | USEPA 3052, 1996 |
| Chumbo | (mg/Kg) | 2,8 | USEPA 3052, 1996 |
| Cobre | (mg/Kg) | 12 | USEPA 3052, 1996 |
| Cobalto | (mg/Kg) | 0,7 | USEPA 3052, 1996 |
| Cromo total | (mg/Kg) | 0,8 | USEPA 3052, 1996 |
| Estanho | (mg/Kg) | 6,7 | USEPA 3052, 1996 |
| Ferro Total | (mg/Kg) | 0,4 | USEPA 3052, 1996 |
| Lítio | (mg/Kg) | 0,7 | USEPA 3052, 1996 |
| Manganês | (mg/Kg) | 0,1 | USEPA 3052, 1996 |
| Mercúrio | (mg/Kg) | 0,1 | USEPA 3052, 1996 |
| Níquel | (mg/Kg) | 0,7 | USEPA 3052, 1996 |
| Prata | (mg/Kg) | 3,3 | USEPA 3052, 1996 |
| Vanádio | (mg/Kg) | 1,3 | USEPA 3052, 1996 |
| Zinco | (mg/Kg) | 0,5 | USEPA 3052, 1996 |

8.1.7.2.4. ANÁLISE DE DADOS

Para águas superficiais, o padrão de qualidade adotado como referência ambiental foi o estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05, que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água, utilizando-se como valores de referência aqueles estabelecidos

para as águas doces superficiais classe 2. O padrão de qualidade de sedimento adotado como referência ambiental, somente para propósitos de comparação, foi o estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04.

8.1.7.2.4.1. RESULTADOS

Os resultados obtidos das águas superficiais e sedimentos na coleta de maio encontram-se nas tabelas 8.1.7.2.4.1-1 e 8.1.7.2.4.1-2. Os resultados mostram duas características de qualidade. A primeira diz respeito às concentrações de fósforo total sobre os limites ambientais, sendo maior nos pontos com influência do rio Estrela. Estas concentrações de fósforo total são decorrentes da influência do esgoto lançado desde as comunidades.

Tabela 8.1.7.2.4.1-1: Resultados das análises de Água obtidas no rio Inhomirim e rio Estrela - Área de Influência Direta (AID)

| Parâmetro | Unidade | Res. CONAMA 357/05 Águas Doce Classe II | Rio Inhomirim | | | | | Rio Estrela | |
|----------------------|----------|---|---------------|---------|---------|---------|---------|-------------|---------|
| | | | Ponto 1 | Ponto 2 | Ponto 3 | Ponto 4 | Ponto 5 | Ponto 6 | Ponto 7 |
| Temperatura | °C | - | 22,5 | 22,7 | 22,7 | 22,3 | 22,13 | 22,91 | 26,72 |
| Condutividade | | - | 78 | 79 | 101 | 80 | 87 | 235 | 30170 |
| salinidade | mg/L | - | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,11 | 18,65 |
| Oxigênio Dissolvido | mg/L | maior ou igual a 6 | 5,79 | 6,51 | 8,29 | 6,05 | 2,06 | 2,07 | 4,39 |
| Ph | - | 6.0 a 9.0 | 6,6 | 6,5 | 6,31 | 6,48 | 6,42 | 6,62 | 7,87 |
| Turbidez | NTU | 40 | 4,4 | 6,6 | 7,2 | 28 | 11 | 9,5 | 6,9 |
| Nitrogênio Amoniacal | mg/L | 3.7 mg/l | 0,83 | 1,4 | 0,85 | 0,55 | 0,65 | 2,2 | 1,8 |
| Nitrogênio Kjeldahl | mg/L | - | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 | 0,63 | 6 |
| Nitrato | mg/L | 10 mg/l | 0,45 | 0,49 | 0,37 | 0,27 | 0,23 | 0,090 | <0,020 |
| Nitrito | mg/L | 1.0 mg/l | 0,050 | 0,05 | <0,03 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 |
| Fósforo total | mg/L | 0.025 mg/l | 0,070 | 0,085 | 0,090 | 0,12 | 0,078 | 0,24 | 0,23 |
| cloreto | mg/L | 250 mg/l | 7,3 | 6,9 | 7,2 | 9,5 | 9 | 50 | 14798 |
| Alcalinidade | mg/L | - | <2 | 19 | 21 | 24 | 22 | 38 | 99 |
| Dureza | mg/L | - | 84 | 88 | 100 | 100 | 121 | 219 | 4296 |
| RFT | mg/L | - | 111 | 201 | 1373 | 244 | 281 | 348 | 9852 |
| COT | mg/L | - | 8 | 10 | 8 | 10 | 15 | 19 | 13 |
| RNFT | mg/L | - | <20 | <20 | <20 | 27 | <20 | <20 | 31 |
| Óleos e graxas | mg/L | virtualmente ausentes | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente |
| Surfactantes | mg/L LAS | 0,5 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 |
| Cor | mg Pt/L | 75 Mg Pt/L | 50 | 50 | 120 | 60 | 50 | 50 | 50 |
| DBO | mg/L | <5 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |

| Parâmetro | Unidade | Res. CONAMA 357/05 Águas Doce Classe II | Rio Inhomirim | | | | | Rio Estrela | |
|----------------------------|-----------|---|---------------|---------|---------|---------|---------|-------------|---------|
| | | | Ponto 1 | Ponto 2 | Ponto 3 | Ponto 4 | Ponto 5 | Ponto 6 | Ponto 7 |
| DQO | mg/L | - | 78 | 67 | 68 | 79 | 80 | 84 | 158 |
| Alumínio solúvel | mg/L | 0,007 mg/l | 0,24 | 0,24 | 0,37 | 0,49 | 0,26 | 0,26 | 0,24 |
| Cádmio | mg/L | 0.001 mg/l | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 |
| Chumbo | mg/L | 0.01 mg/l | <0,0098 | <0,0098 | <0,0098 | <0,0098 | <0,0098 | <0,0098 | <0,0098 |
| Cobre Total | mg/L | - | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,004 | 0,004 | 0,003 | 0,004 |
| Cromo | mg/L | 0.05 mg/l | <0,0018 | <0,0018 | <0,0018 | <0,0018 | <0,0018 | <0,0018 | <0,0018 |
| Ferro Total | mg/L | 0.3 mg/l | 0,70 | 0,83 | 1 | 1,8 | 1,8 | 1,9 | 1,6 |
| Manganês | mg/L | 0.1 mg/l | 0,052 | 0,053 | 0,060 | 0,064 | 0,076 | 0,12 | 0,069 |
| Mercurio | mg/L | 0.0002 mg/l | <0,0002 | <0,0002 | <0,0002 | <0,0002 | <0,0002 | <0,0002 | <0,0002 |
| Níquel | mg/L | 0.025 mg/l | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 |
| Zinco | mg/L | 0.18 mg/l | 0,008 | 0,006 | 0,006 | 0,009 | 0,010 | 0,008 | 0,009 |
| Coliformes termotolerantes | NMP | 1000/100ml | 2800 | 2300 | 1550 | 2950 | 1750 | 2000 | 500 |
| Coliformes totais | NMP/100ml | - | 3800 | 3000 | 3400 | 4800 | 2450 | 2500 | 1950 |

Tabela 8.1.7.2.4.1-2: Resultados das análises de Sedimento obtidas no rio Inhomirim e rio Estrela - área de influência direta (AID)

| Parâmetro | Unidade | Res. CONAMA 344/04 Valor Alerta (Nível 1) | Rio Inhomirim | | | | | Rio Estrela | |
|-------------|---------|---|---------------|---------|---------|---------|---------|-------------|---------|
| | | | Ponto 1 | Ponto 2 | Ponto 3 | Ponto 4 | Ponto 5 | Ponto 6 | Ponto 7 |
| Alumínio | (mg/Kg) | - | 2762 | 2593 | 16549 | 16000 | 2700 | 12300 | 5600 |
| Arsênio | (mg/Kg) | 5,9 | 11 | 10 | 20 | 20 | 9,7 | 11 | 21 |
| Berílio | (mg/Kg) | - | <0,3 | <0,3 | <0,3 | <0,3 | <0,3 | <0,3 | <0,3 |
| Bário | (mg/Kg) | - | 141 | 142 | 150 | 149 | 110 | 200 | 56 |
| Boro | (mg/Kg) | - | <0,3 | <0,3 | <0,3 | <0,3 | <0,3 | <0,3 | <0,3 |
| Cálcio | (mg/Kg) | - | 4148 | 2761 | 4339 | 5500 | 2300 | 6300 | 2300 |
| Cádmio | (mg/Kg) | 0,6 | <0,6 | <0,6 | <0,6 | <0,6 | <0,6 | <0,6 | <0,6 |
| Chumbo | Mg/Kg) | 35 | 30 | 29 | 57 | 60 | 30 | 38 | 48 |
| Cobre | (mg/Kg) | 35,7 | 4,6 | 3,7 | 6 | 6,3 | 1,6 | 6,9 | 24 |
| Cobalto | (mg/Kg) | - | 6,8 | 6,3 | 2,9 | 11 | <1,3 | 9 | 6,5 |
| Cromo total | (mg/Kg) | 37,3 | 12 | 11 | 13 | 12 | 4,2 | 20 | 28 |
| Estanho | (mg/Kg) | - | <0,4 | <0,4 | <0,4 | <0,4 | <0,4 | <0,4 | <0,4 |
| Ferro Total | (mg/Kg) | - | 7711 | 6884 | 7656 | 7400 | 4700 | 5800 | 6300 |
| Lítio | (mg/Kg) | - | 13 | 12 | 12 | 18 | 5,8 | 18 | 17 |
| Manganês | (mg/Kg) | - | 255 | 175 | 246 | 314 | 65 | 340 | 361 |
| Mercurio | (mg/Kg) | 0,17 | 0,3 | 0,31 | 0,34 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,7 |
| Níquel | (mg/Kg) | 18 | 4,2 | 3,5 | 8 | 7,4 | 1,8 | 8 | 11 |
| Prata | (mg/Kg) | - | <0,3 | <0,3 | <0,3 | <0,3 | <0,3 | <0,3 | <0,3 |
| Vanádio | (mg/Kg) | - | 29 | 25 | 30 | 32 | 9,5 | 36 | 44 |
| Zinco | (mg/Kg) | 123 | 50 | 43 | 40 | 48 | 17 | 140 | 130 |

| Parâmetro | Unidade | Res. CONAMA 344/04 Valor Alerta (Nível 1) | Rio Inhomirim | | | | | Rio Estrela | |
|------------------------------|---------|---|---------------|---------|---------|---------|---------|-------------|---------|
| | | | Ponto 1 | Ponto 2 | Ponto 3 | Ponto 4 | Ponto 5 | Ponto 6 | Ponto 7 |
| Matéria Orgânica Total (COT) | % p/p | 10 | 0,2 | 0,19 | 0,4 | 0,14 | 0,10 | 0,02 | 0,6 |
| Fósforo Total | (mg/Kg) | 2000 | <0,3 | <0,3 | <0,3 | <0,3 | <0,3 | <0,3 | <0,3 |
| Fosfato | (mg/Kg) | - | <2,4 | <2,4 | <2,4 | <2,4 | <2,4 | <2,4 | <2,4 |
| Nitrogênio Kjeldhal | (mg/Kg) | 4800 | 500 | 375 | 1515 | 845 | 259 | 347 | 347 |
| Porcentagem de sólidos | % p/p | - | 76,51 | 74,03 | 70,65 | 76,84 | 73,66 | 69,92 | 67,91 |
| Sílica | % p/p | - | 83 | 84 | 57 | 37 | 19,27 | 12 | 14 |
| Sulfeto | (mg/Kg) | - | 4,2 | 5,8 | 13 | 5,3 | 4,5 | 7,8 | 2,1 |
| Areia muito Grossa | % | 2 a 1mm | 1,73 | 8,96 | 1,16 | 1,86 | 4,58 | 0,04 | 0,2 |
| Areia Grossa | % | 1 a 0,5mm | 7,93 | 20,36 | 12,94 | 15,44 | 53 | 1,48 | 1,94 |
| Areia Média | % | 0,5 a 0,25mm | 75,3 | 57,83 | 30,78 | 67,15 | 39,95 | 48,43 | 21,19 |
| Areia Fina | % | 0,25 a 0,125mm | 12,21 | 10,71 | 34 | 14,35 | 2,05 | 47,52 | 58,78 |
| Areia muito Fina | % | 0,125 a 0,062mm | 1,98 | 1,18 | 12,11 | 0,86 | 0,3 | 2,23 | 14,08 |
| Silte | % | 0,062 a 0,00394mm | 0,83 | 0,91 | 7,97 | 0,3 | 0,1 | 0,28 | 3,51 |

As concentrações de fósforo estão acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 nos pontos amostrados no rio Inhomirim. A quantidade de oxigênio detectada indica a ocorrência de processos de autodepuração neste corpo hídrico, além da baixa concentração de DBO. O número mais provável de Coliformes termotolerantes acima dos padrões permitidos por lei reforça a influência do esgoto das comunidades sobre a qualidade do rio Inhomirim. Indicadores de percolação de chorume, tal como as concentrações de cloreto não mostraram variação entre os pontos avaliados, à exceção do ponto 7 situado em área afetada pela cunha de maré da Baía de Guanabara. Devido a este efeito, além das concentrações de cloretos, observam-se altos níveis de alcalinidade, salinidade, PH e dureza, que resultam no aumento da condutividade e de RNFT observados no ponto 7.

Para a avaliação da qualidade dos sedimentos o perfil de granulometria indica o aporte do rio na bacia de sedimentação na baía de Guanabara. A variação nos níveis de granulometria revela que o maior tamanho encontra-se à montante do rio, diminuindo até chegar à foz. Na baía de Guanabara, o teor da areia muito fina é de 58,78% e possivelmente está relacionado com a matéria orgânica que precipita em conjunto a diferentes metais (Zn, Cu, Mn, Li) por efeito da cunha salina. Dentre os metais detectados, o Arsênio (As), Mercúrio (Hg) e Chumbo (Pb) encontram-se em concentrações no limite e/ou superior ao indicado na Resolução CONAMA 344/04. Estes metais são relevantes pela sua toxicidade e bioconcentração na biota aquática e são decorrentes, principalmente da atividade industrial. Outros metais como manganês, ferro, cálcio e alumínio são micro nutrientes de origem terragênica, e portanto, as altas concentrações observadas podem ser características da geoquímica regional, não sendo relacionadas à emissões industriais ou processos poluentes.

De maneira geral, a qualidade de água do rio Inhomirim encontra-se em melhores condições que a do rio Estrela, ainda que os dois apresentem altas concentrações de coliformes fecais e fósforo total decorrente do lançamento de esgoto *in natura* das comunidades da Baixada Fluminense. Destacam-se que os altos níveis de arsênio, mercúrio e chumbo nos sedimentos de ambos os rios, podem gerar efeitos na biota aquática, especialmente as de valor comercial na região.

8.1.8. QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

O presente documento objetiva realizar uma avaliação da qualidade das águas subterrâneas na área de influência do empreendimento. Os padrões de qualidade hídrica, usados como diretrizes de análise, foram os estabelecidos pela Resolução CONAMA 396/08, a qual *dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências*. Para caracterizar a qualidade de água subterrânea foi realizada uma (1) campanha de amostragem entre os dias 18 e 19 de setembro de 2012.

8.1.8.1. REGIÃO DE ESTUDO

Na área do empreendimento, há a presença de afloramentos de água identificados como sendo intermitentes, que recebe e conduz as águas pluviais em períodos de chuva em direção ao rio Inhomirim localizado a noroeste a 800m da área de implantação da CTR. Não foi constatada a presença de lagoas ou lagos naturais na área do empreendimento, entretanto, na localidade da administração encontra-se uma lagoa artificial contemplando aproximadamente 1,17 hectares. Contudo, o **lençol** de água é subaflorante (aquífero livre) com Nível da Água menor que 1 metro ($NA < 1\text{ m}$).

8.1.8.2. METODOLOGIA

8.1.8.2.1. PONTOS DE LEVANTAMENTO

Quatro (4) pontos foram avaliados na área. Dois (2) deles alocados dentro da Área Diretamente Afetada (PM1 e PM2), e dois (2) na Área de Influência Direta (PM3 e PM4) dentro da do projeto. As referências geográficas, em UTM, estão disponíveis na Figura 8.1.8.2.1-1 e no MAPA 8.1.8-1 (Anexo III).

As informações sobre a qualidade das águas subterrâneas desta rede amostral tiveram o intuito de avaliar a qualidade física e química da água que infiltra, drena e escoamento na área do empreendimento como do seu entorno.

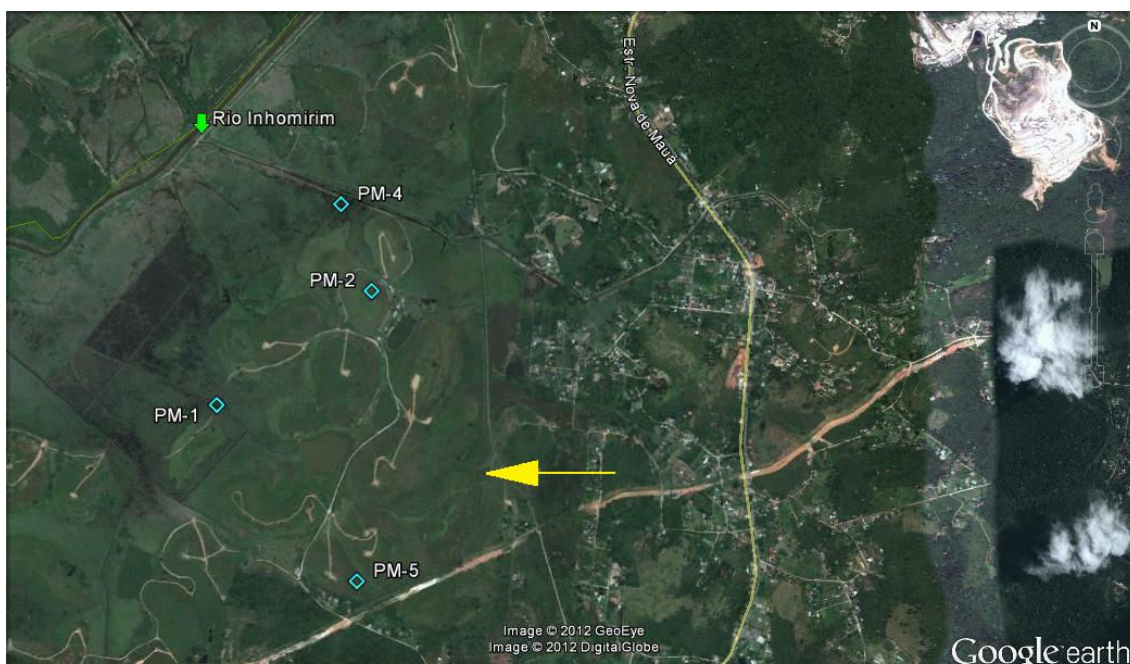


Figura 8.1.8.2.1-1. Localização dos Pontos de Levantamento na área do empreendimento.
Flecha amarela indica direção do lençol.

8.1.8.2.2. AMOSTRAGEM

O procedimento de amostragem foi realizado segundo indicado nas normas ABNT – NBR 15847/2010. Em geral, os piezômetros foram esgotados 24 horas antes da coleta. Após recuperação dos piezômetros, foi realizada a coleta com amostradores tubulares ou *bailers*. As amostras foram etiquetadas, condicionadas e transportadas ao laboratório de ensaio, ver Figura 8.1.8.2.2-2.



Figura 8.1.8.2.2-1. Coleta de água em um dos pontos de amostragem e enchimento dos frascos.

8.1.8.3. PARÂMETROS E MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

Na avaliação de qualidade das águas subterrâneas foram considerados 132 parâmetros, listados na Tabela 7.1.6.8-1, em conjunto aos métodos de análise empregados. Os métodos analíticos utilizados foram os indicados pela agência norte-americana de meio ambiente (USEPA) nos *Methods for the Examination of Water e Wastewater 21ª Ed* (SMEWW). As análises laboratoriais foram realizadas pelo laboratório de ensaio certificado pela CGCRE/INMETRO de acordo com a ABNT NBR ISO/TEC 17025, denominado (LAQAM) LABORATÓRIO DE ANÁLISES QUÍMICAS E AMBIENTAIS LTDA, e supervisionadas pela VEREDA Estudos e Execução de Projetos Ltda.

Tabela 8.1.8.3-1. Parâmetros e métodos analíticos usados na avaliação de água subterrânea.

| Parâmetro | Unidade | Limite de Quantificação | Metodologia |
|----------------------------------|---------|-------------------------|------------------------------------|
| Parâmetros de campo | | | |
| Temperatura da água | °C | 0 A 100 | Multiparâmetro marca Hanna Hi 9828 |
| Oxigênio dissolvido (OD) | mg/L | - | |
| Salinidade | % | - | |
| Sólidos Totais Dissolvidos (STD) | mg/L | - | |
| Condutividade | µS/cm | - | |
| pH | - | 0 A 14 | |
| Elementos (totais/dissolvidos) | | | |
| Alumínio | µg/L | 10,00 | SMEWW 3120 B |
| Arsênio | µg/L | 5,00 | |
| Bário | µg/L | 3,60 | |
| Berílio | µg/L | 4,00 | |
| Boro | µg/L | 50,00 | |
| Cádmio | µg/L | 2,00 | |
| Cálcio | µg/L | 4,00 | |
| Chumbo | µg/L | 9,80 | |
| Cobalto | µg/L | 3,30 | |
| Cobre | µg/L | 2,30 | |
| Cromo | µg/L | 1,80 | |
| Estanho | µg/L | 31,20 | |
| Ferro solúvel | µg/L | 1,80 | |
| Ferro total | µg/L | 3,30 | |
| Fósforo total | µg/L | 30,00 | SMEWW 4500-P C/E |
| Lítio | µg/L | 0,40 | SMEWW 3120 B |
| Manganês | µg/L | 0,20 | |
| Mercurío | µg/L | 0,20 | |
| Níquel | µg/L | 1,50 | |
| Prata | µg/L | 5,00 | |
| Vanádio | µg/L | 3,60 | |

| Parâmetro | Unidade | Limite de Quantificação | Metodologia |
|--|---------|-------------------------|-------------------------|
| Zinco | µg/L | 3,00 | |
| Constituintes inorgânicos não metálicos | | | |
| Cloreto | µg/L | 30 | USEPA 4110B |
| Nitrato (expresso em N) | µg/L | 20 | SMEWW 4110B |
| Nitrito (expresso em N) | µg/L | 30 | SMEWW 4110B |
| Nitrogênio amoniacal | µg/L | 400 | SMEWW 3113B |
| Nitrogênio orgânico | µg/L | 500 | SMEWW 3120 B |
| Sulfato | µg/L | 150 | SMEWW 4110B |
| Físico-químicos e propriedades agregadas | | | |
| Alcalinidade | µg/L | 20.000 | SMEWW 2320 |
| Cor (µH) | µg/L | 2,5 | SMEWW 2120C |
| Dureza | µg/L | 10 | SMEWW 2340B |
| Resíduos Filtráveis totais (RFT) | µg/L | 20.000 | SMEWW 2540-C |
| Resíduos não filtráveis totais (RNFT) | µg/L | 20.000 | SMEWW 2540-D |
| Turbidez | UNT | 0,01 | SMEWW 3120 B |
| Orgânicos agregados | | | |
| Carbono orgânico total (COT) | µg/L | 500 | SMEWW 5310 A/B |
| DBO | µg/L | 2000 | SMEWW 5210B |
| DQO | µg/L | 10000 | SMEWW 5220D |
| Óleos e graxas | µg/L | 20000 | SMEWW 5520B |
| Surfactantes (MBAS) | µg/L | 200 | SMEWW 5540C |
| Orgânicos | | | |
| PCBs | µg/L | 0,01 | USEPA 3510C-8082A-8141B |
| BTEX | | | |
| Benzeno | µg/L | 0,5 | USEPA 8020A |
| Etil benzeno | µg/L | 0,5 | |
| Tolueno | µg/L | 0,5 | |
| o-Xileno | µg/L | 0,5 | |
| m,p-Xileno | µg/L | 1,0 | |
| HPAs | | | |
| Acenafteno | µg/L | 0,02 | USEPA 8270D |
| Acenaftileno | µg/L | 0,02 | |
| Antraceno | µg/L | 0,02 | |
| Benzo(a)antraceno | µg/L | 0,02 | |
| Benzo(b)fluoranteno | µg/L | 0,02 | |
| Benzo(k)fluoranteno | µg/L | 0,02 | |
| Benzo(a)pireno | µg/L | 0,02 | |
| Benzo(g,h,i)perileno | µg/L | 0,02 | |
| Criseno | µg/L | 0,02 | |
| Dibenzo(a,h)antraceno | µg/L | 0,02 | |
| Fluoranteno | µg/L | 0,02 | |
| Fluoreno | µg/L | 0,02 | |
| Indeno(1,2,3-cd)pireno | µg/L | 0,02 | |
| Naftaleno | µg/L | 0,02 | |
| Fenantreno | µg/L | 0,02 | |
| Pireno | µg/L | 0,02 | |
| HPAs totais | µg/L | 0,32 | |
| TPH | | | |
| TPH Faixa Gasolina | µg/L | 7,0 | USEPA 8015B |

| Parâmetro | Unidade | Limite de Quantificação | Metodologia |
|-----------------------------|---------|-------------------------|--------------------|
| TPH Faixa Querosene | µg/L | 4,00 | |
| TPH Diesel | µg/L | 8,00 | |
| TPH Faixa Óleo Lubrificante | µg/L | 27,0 | |
| n-Octano | µg/L | 1,00 | |
| n-Nonano | µg/L | 1,00 | |
| n-Decano | µg/L | 1,00 | |
| n-Undecano | µg/L | 1,00 | |
| n-Dodecano | µg/L | 1,00 | |
| n-Tridecano | µg/L | 1,00 | |
| n-Tetradecano | µg/L | 1,00 | |
| n-Pentadecano | µg/L | 1,00 | |
| n-Hexadecano | µg/L | 1,00 | |
| n-Heptadecano | µg/L | 1,00 | |
| n-Octadecano | µg/L | 1,00 | |
| n-Nonadecano | µg/L | 1,00 | |
| n-Eicosano | µg/L | 1,00 | |
| n-Heneicosano | µg/L | 1,00 | |
| n-Docosano | µg/L | 1,00 | |
| n-Triacosano | µg/L | 1,00 | |
| n-Tetracosano | µg/L | 1,00 | |
| n-Pentacosano | µg/L | 1,00 | |
| n-Hexacosano | µg/L | 1,00 | |
| n-Heptacosano | µg/L | 1,00 | |
| n-Octacosano | µg/L | 1,00 | |
| n-Nonacosano | µg/L | 1,00 | |
| n-Triacontano | µg/L | 1,00 | |
| n-Hentriacontano | µg/L | 1,00 | |
| n-Dotriacontano | µg/L | 1,00 | |
| n-Tritriacontano | µg/L | 1,00 | |
| n-Pentatriacontano | µg/L | 1,00 | |
| n-Hexatriacontano | µg/L | 1,00 | |
| n-Heptatriacontano | µg/L | 1,00 | |
| n-Octatriacontano | µg/L | 1,00 | |
| n-Nonatriacontano | µg/L | 1,00 | |
| n-Tetracontano | µg/L | 1,00 | |
| Pristano | µg/L | 1,00 | |
| Fitano | µg/L | 1,00 | |
| TPH totais | µg/L | 50 | |
| Pesticidas | | | |
| 2,4D | µg/L | 1,0 | USEPA 3510 C-5151 |
| Alaclor | µg/L | 0,05 | USEPA 3510 C-8081B |
| Bentazona | µg/L | 0,05 | USEPA 5151 |

| Parâmetro | Unidade | Limite de Quantificação | Metodologia |
|-------------------------------|-----------|-------------------------|--------------------|
| Aldrin+Dieldrin | µg/L | 0,025 | USEPA 3510 C-8081B |
| Atrazina | µg/L | 0,05 | USEPA 3510 C-8141B |
| Heptacloro e heptacloro epóxi | µg/L | 0,025 | USEPA 3510 C-8081B |
| Hexaclorobenzeno | µg/L | 0,03 | |
| Clordano | µg/L | 0,025 | |
| DDT+DDD+DDE | µg/L | 0,03 | |
| Endossulfan | µg/L | 0,03 | |
| Endrin | µg/L | 0,03 | |
| Glifosato | µg/L | 0,05 | USEPA 3001 |
| Lindano(gama-HCH) | µg/L | 0,03 | USEPA 3510 C-8081B |
| Metoxicloro | µg/L | 0,03 | |
| Metolacoloro | µg/L | 0,05 | |
| Molinato | µg/L | 0,05 | USEPA 3510 C-8141B |
| Pendimetalina | µg/L | 0,05 | USEPA 3510 C-8141B |
| Pentaclorofenol | µg/L | 0,025 | USEPA 3510 C-8041A |
| Permetrina | µg/L | 0,05 | USEPA 3510 C-8081B |
| Propanil | µg/L | 0,05 | |
| SimAzina | µg/L | 0,05 | USEPA 3510 C-8041B |
| Trifluralina | µg/L | 0,05 | USEPA 3510 C-8081B |
| Microorganismos | | | |
| <i>Escherichia coli</i> | | 800/100mL | SMEWW 9223 |
| Coliformes totais | NMP/100mL | - | |

8.1.8.4. ANÁLISE DE DADOS

Para águas subterrâneas, o padrão de qualidade adotado como referência ambiental foi o estabelecido pela Resolução CONAMA 396/08, que dispõe sobre a classificação e qualidade dos corpos d'água subterrâneos, utilizando-se como valores e níveis de referência àqueles estabelecidos para água de consumo humano.

8.1.8.4.1. RESULTADOS

Os resultados obtidos das águas subterrâneas na coleta de setembro encontram-se na Tabela 8.1.8.4.1-1. De maneira geral, dos parâmetros físico-químicos que apresentam limites de referência na Resolução 396/08, poucos estiveram acima do estabelecido. Em destaque os altos níveis de nitrogênio amoniacal e orgânico no piezômetro 4. Outros resultados mostram presença de metais pesados e compostos orgânicos nos piezômetros. Dentre os metais de importância para a saúde humana e ambiental, destaca a presença de arsênio e berílio em todos os piezômetros em níveis acima do recomendado pela resolução 396/08. Já o Cádmio (Cd) foi encontrado em níveis elevados de acordo com a legislação nos piezômetros 2 e 4. A concentração de

alumínio (1130µg/L) foi mais de cinco vezes superior ao limite estabelecido pela referida legislação para o consumo humano (200 µg/L) no ponto PM-1. Além dos já mencionados anteriormente, estão manganês, nos pontos PM-1 e PM-4, fosforo e ferro no ponto PM-4. Com isso, é possível concluir que dentre os poços monitorados, o ponto PM-4 é o que está com valores mais divergentes em relação à referida legislação, inclusive em relação aos parâmetros microbiológicos, uma vez que os valores de *Escherichia coli* e coliformes totais também estiveram acima do preconizado pela Resolução. Com relação à poluição orgânica, todos os piezômetros mostraram presença de hidrocarbonetos derivados do petróleo (TPH). Neste caso, os piezômetros 1 e 5 apresentaram TPHs na faixa de óleo lubrificante, especificamente moléculas com 24, 25, 27, 29, 30 e de 36 átomos de Carbono em sua composição, sendo as moléculas C-30 e C-36 observadas em todos os piezômetros. Destaca-se que o ponto 1 apresentou naftaleno e fluoreno, dois (2) Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos que podem ser considerados de origem antropogênica.

Tabela 8.1.8.4.1-1. Resultado de parâmetros e métodos de análise para águas subterrâneas.

| Parâmetro | Unidade | Res. CONAMA 396/08 Consumo Humano (µg/L) | PM-1 | PM-2 | PM-4 | PM-5 |
|----------------------------|---------|---|-------------|-----------|---------------|-----------|
| Temperatura da água | °C | - | 24,5 | 26,8 | 24 | 24,6 |
| Oxigênio dissolvido | mg/L | - | 1,42 | 1,47 | 1,62 | 1,59 |
| Salinidade | mg/L | - | 0,32 | 0,01 | 1,11 | 0,07 |
| Sólidos totais dissolvidos | mg/L | 1000 mg/L | 335 | 15 | 2830 | 76 |
| Condutividade | µS/cm | - | 670 | 30 | 5700 | 150 |
| pH | - | - | 6,95 | 6,63 | 6,56 | 6,77 |
| Alumínio | µg/L | 200 | 1130 | 63 | 116 | <12 |
| Arsênio | µg/L | 10 | 29 | 50 | 39 | 32 |
| Bário | µg/L | 700 | 91 | 72 | 44 | 49 |
| Berílio | µg/L | 4 | 12 | 10 | 10 | 10 |
| Boro | µg/L | 500 | <50 | <50 | <50 | <50 |
| Cádmio | µg/L | 5 | 2 | 9 | 7 | <2,0 |
| Cálcio | µg/L | - | 20.780 | 2.726 | 57.740 | 8.143 |
| Chumbo | µg/L | 10 | <9,8 | <9,8 | <9,8 | <9,8 |
| Cobalto | µg/L | - | <3,3 | 4 | <3,3 | 8 |
| Cobre | µg/L | 2000 | <2,3 | 6 | 5 | <2,3 |
| Cromo | µg/L | 50 | 5 | 2 | <1,8 | <1,8 |
| Estanho | µg/L | - | <31,2 | <31,2 | <31,2 | <31,2 |
| Ferro solúvel | µg/L | 300 | 79 | <1,8 | 164 | <1,8 |
| Ferro total | µg/L | - | 98 | <3,3 | 178 | <3,3 |
| Fósforo total | µg/L | - | 117 | <30 | 375 | <30 |
| Lítio | µg/L | - | 19 | 11 | 11 | 10 |
| Manganês | µg/L | 100 | 109 | 53 | 393 | 26 |
| Mercurio | µg/L | 1 | <0,20 | 0,23 | <0,20 | 0,2 |
| Níquel | µg/L | 20 | <1,5 | <1,5 | <1,5 | <1,5 |

| | | | | | | |
|--------------------------------|------|--------|---------------|----------|------------------|-----------|
| Prata | µg/L | 100 | 26 | 26 | 25 | 24 |
| Vanádio | µg/L | 50 | <3,6 | <3,6 | <3,6 | <3,6 |
| Zinco | µg/L | 5000 | <3,3 | 35 | <3,3 | 27 |
| Cloreto | µg/L | 250000 | 179.200 | 18.700 | 522.000 | 22.900 |
| Nitrato (expresso em N) | µg/L | 10000 | 3.010 | 2.230 | <20 | <20 |
| Nitrito (expresso em N) | µg/L | 1000 | <30 | <30 | <30 | <30 |
| Nitrogênio amoniacal | µg/L | - | <400 | <400 | 690 | <400 |
| Nitrogênio orgânico | µg/L | - | <500 | <500 | 930 | 1.320 |
| Sulfato | µg/L | 250000 | 30.700 | 6.900 | 135.900 | 12.800 |
| Alcalinidade | µg/L | - | 81.200 | <20.000 | 350.000 | 27.800 |
| Cor | µH | - | 80 | 2,5 | 100 | <2,5 |
| Dureza | µg/L | - | 97.920 | 11.460 | 586.790 | 45.780 |
| Resíduos Filtráveis totais | µg/L | - | 128.000 | 40.000 | 1.282.000 | 66.000 |
| Resíduos não filtráveis totais | µg/L | - | 40.000 | <20.000 | 43.000 | <20.000 |
| Turbidez | UNT | - | 32,4 | 9 | 41 | 6,5 |
| Carbono orgânico total | µg/L | - | 1.200 | 1.300 | <500 | <500 |
| DBO | µg/L | - | <2.000 | <2.000 | <2.000 | <2.000 |
| DQO | µg/L | - | <10.000 | <10.000 | <10.000 | <10.000 |
| Óleos e graxas | µg/L | - | <20.000 | <20.000 | <20.000 | <20.000 |
| Surfactantes (MBAS) | µg/L | - | <200 | <200 | <200 | <200 |
| PCBs | µg/L | 0,5 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| TPH Faixa Gasolina | µg/L | - | <7,0 | <7,0 | <7,0 | <7,0 |
| TPH Faixa Querosene | µg/L | - | <4,0 | <4,0 | <4,0 | <4,0 |
| TPH Diesel | µg/L | - | <8,0 | <8,0 | <8,0 | <8,0 |
| TPH Faixa Óleo Lubrificante | µg/L | - | 45 | <27 | <27 | 30 |
| n-Octano | µg/L | - | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| n-Nonano | µg/L | - | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| n-Decano | µg/L | - | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| n-Undecano | µg/L | - | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| n-Dodecano | µg/L | - | 1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| n-Tridecano | µg/L | - | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| n-Tetradecano | µg/L | - | 1 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| n-Pentadecano | µg/L | - | 2 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| n-Hexadecano | µg/L | - | 1 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| n-Heptadecano | µg/L | - | 1 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| n-Octadecano | µg/L | - | 1 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| n-Nonadecano | µg/L | - | 1 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| n-Eicosano | µg/L | - | <1,0 | <1,0 | 1 | <1,0 |
| n-Heneicosano | µg/L | - | 2 | 1 | <1,0 | 1 |
| n-Docosano | µg/L | - | 2 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| n-Triacosano | µg/L | - | <1,0 | <1,0 | <1,0 | 1 |
| n-Tetracosano | µg/L | - | 4 | 2 | 2 | 1 |
| n-Pentacosano | µg/L | - | 8 | <1,0 | 1 | 1 |
| n-Hexacosano | µg/L | - | <1,0 | <1,0 | <1,0 | 3 |
| n-Heptacosano | µg/L | - | 9 | <1,0 | <1,0 | 3 |
| n-Octacosano | µg/L | - | <1,0 | <1,0 | 4 | 3 |
| n-Nonacosano | µg/L | - | 8 | <1,0 | 4 | 3 |
| n-Triacontano | µg/L | - | 8 | 5 | 4 | 3 |
| n-Hentriacontano | µg/L | - | 1 | 1 | 1 | 3 |
| n-Dotriacontano | µg/L | - | <1,0 | <1,0 | <1,0 | 2 |
| n-Tritriacontano | µg/L | - | <1,0 | <1,0 | 1 | 2 |
| n-Pentatriacontano | µg/L | - | 1 | 1 | 1 | 2 |

| | | | | | | |
|-------------------------------|------|-------------------|--------|--------|--------|--------|
| n-Hexatriacontano | µg/L | - | 2 | 2 | 2 | 2 |
| n-Heptatriacontano | µg/L | - | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| n-Octatriacontano | µg/L | - | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| n-Nonatriacontano | µg/L | - | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| n-Tetracontano | µg/L | - | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| Pristano | µg/L | - | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| Fitano | µg/L | - | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| TPH totais | µg/L | - | 770 | 510 | 460 | 450 |
| Benzeno | µg/L | 5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 0,62 |
| Etil benzeno | µg/L | 200 | <0,5 | <0,5 | 0,78 | <0,5 |
| Tolueno | µg/L | 170 para classe 3 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 |
| o-Xileno | µg/L | - | <0,5 | <0,5 | 2,8 | 0,74 |
| m,p-Xileno | µg/L | - | <1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,4 |
| Acenafteno | µg/L | - | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 |
| Acenaftileno | µg/L | - | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 |
| Antraceno | µg/L | - | <0,02 | 0,035 | <0,02 | <0,02 |
| Benzo(a)antraceno | µg/L | 0,05 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 |
| Benzo(b)fluoranteno | µg/L | 0,05 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 |
| Benzo(k)fluoranteno | µg/L | 0,05 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 |
| Benzo(a)pireno | µg/L | 0,05 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 |
| Benzo(g,h,i)perileno | µg/L | - | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 |
| Criseno | µg/L | 0,05 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 |
| Dibenzo(a,h)antraceno | µg/L | 0,05 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 |
| Fluoranteno | µg/L | - | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 |
| Fluoreno | µg/L | - | 0,32 | <0,02 | <0,02 | <0,02 |
| Indeno(1,2,3-cd)pireno | µg/L | 0,05 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 |
| Naftaleno | µg/L | - | 3 | 0,076 | 0,025 | 0,09 |
| Fenantreno | µg/L | - | 0,16 | 0,033 | <0,02 | <0,02 |
| Pireno | µg/L | - | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 |
| HPAs totais | µg/L | - | 3,48 | <0,32 | <0,32 | <0,32 |
| 2,4D | µg/L | 30 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| Alaclor | µg/L | 20 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Bentazona | µg/L | 300 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Aldrin+Dieldrin | µg/L | 0,03 | <0,025 | <0,025 | <0,025 | <0,025 |
| Atrazina | µg/L | 2 | <0,025 | <0,050 | <0,050 | <0,050 |
| Heptacloro e heptacloro epóxi | µg/L | - | <0,025 | <0,025 | <0,025 | <0,025 |
| Hexaclorobenzeno | µg/L | 1 | <0,025 | <0,025 | <0,025 | <0,025 |
| Clordano | µg/L | 0,2 | <0,025 | <0,025 | <0,025 | <0,025 |
| DDT+DDD+DDE | µg/L | 2 | <0,025 | <0,025 | <0,025 | <0,025 |
| Endossulfan | µg/L | - | <0,025 | <0,025 | <0,025 | <0,025 |
| Endrin | µg/L | 0,6 | <0,025 | <0,025 | <0,025 | <0,025 |
| Glifosato | µg/L | 500 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 |
| Lindano(gama-HCH) | µg/L | 2 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 |
| Metoxicloro | µg/L | 20 | <0,030 | <0,030 | <0,030 | <0,030 |
| Metolacoloro | µg/L | 10 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 |
| Molinato | µg/L | 6 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Pendimetalina | µg/L | 20 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Pentacolorofenol | µg/L | 9 | <0,025 | <0,025 | <0,025 | <0,025 |
| Permetrina | µg/L | 20 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 |
| Propanil | µg/L | 20 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| SimAzina | µg/L | 2 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Trifluralina | µg/L | 20 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |

| | | | | | | |
|-------------------------|-----------|------------------|----|---|-----|---|
| <i>Escherichia coli</i> | | ausente em 100mL | 0 | 0 | 70 | 0 |
| Coliformes totais | NMP/100mL | - | 20 | 0 | 100 | 0 |

8.1.8.4.2. CONSIDERAÇÕES

Os resultados anteriores mostram que os piezômetros 1 e 4 podem ser considerados os mais impactados. O piezômetro 1 por TPHs e HPAs e o piezômetro 4 por metais e eletrólitos. Destaca-se que tais piezômetros se localizam em áreas que alagam constantemente, onde o nível de água (NA) é menor que 2 e 1 metro, respectivamente (lençol raso). Já os piezômetros 2 (topo no morro) e 5 (próximo a um ducto subterrâneo da Petrobrás) apresentam um NA de 15 e 5 metros respectivamente. Os TPHs e HPAs observados no ponto 1 são possivelmente relacionados a combustível e manutenção de veículos. Destaca-se que o piezômetro 4 possa estar sendo influenciado por alagamento do local e pela frequência de animais que ali pastam.

8.1.9. CARACTERIZAÇÃO CLIMATOLÓGICA

A região de empreendimento se localiza entre a Baía da Guanabara e a Serra dos Órgãos. Em uma visão qualitativa, é possível avaliar que:

- O clima é bem demarcado, com estação chuvosa e seca muito bem definidas;
- As temperaturas locais são altas, com valores superiores a 20°C, inclusive para as mínimas mensais;
- A umidade é significativamente alta o ano inteiro, e;
- O excedente hídrico na região é razoavelmente alto, com pequeno déficit nos meses de invernos.
- A direção dos ventos é predominante de leste (SE e NE), onde apresentam os maiores velocidades.

Para avaliar quantitativamente o clima da região em estudo, três estações meteorológicas foram consultadas. A estação do Núcleo São Bento (22°44' S, 43°18' W, 6 m) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizado no município de

Duque de Caxias; a estação do Rio de Janeiro (22°49' S, 43°19' W e 11 m) e a estação do aeroporto do Galeão (22° 49' S, 43°15' W, 6 m).

A primeira estação foi utilizada devido a sua proximidade com o empreendimento. A mesma se localizava (pois já está desativada) a 11 km da região da futura CTR. A massa de dados abrange o período de janeiro de 1961 a dezembro de 1978, e foi obtida a partir do site do HIDROWEB da Agência Nacional de Águas (ANA). As variáveis estudadas para esta estação são precipitação, temperatura do ar, umidade relativa e insolação.

As demais estações foram inseridas nos estudos para completar as informações a respeito da pressão atmosférica, evaporação, nebulosidade e ventos. A estação Rio de Janeiro do INMET será utilizada para estimar as três primeiras variáveis citadas, no período de janeiro 1961 a dezembro de 1990. Já a estação do Galeão será utilizada para os dados de vento, e sua avaliação será feita mediante ao estudo de Jordan (2007), que analisou a distribuição da frequência e da velocidade do vento entre 2002 e 2006.

8.1.9.1. PRESSÃO ATMOSFÉRICA

Acerca da pressão atmosférica, os dados da estação Rio de Janeiro do INMET apresentam pressões médias mensais entre 1017,2 hPa em Julho e 1008,4 hPa em janeiro, sendo perceptível o aumento da pressão quando da passagem do verão para o inverno, e o contrário que da passagem do inverno para o verão. (Figura 7.1.7-1)

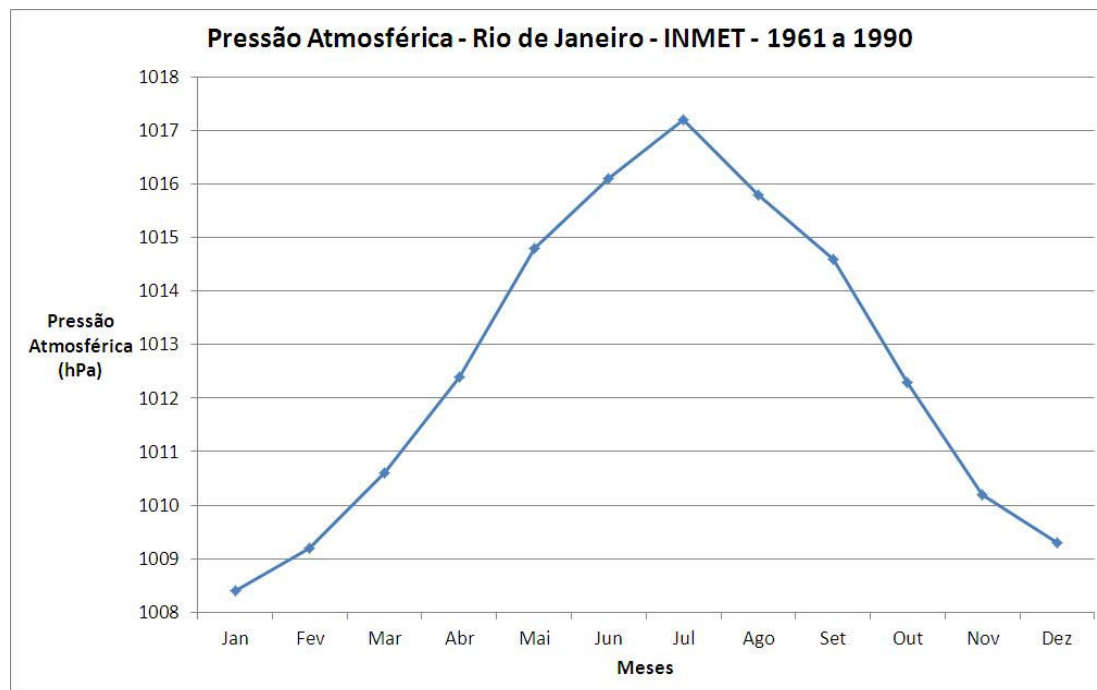


Figura 8.1.9.1-1. Pressão Atmosférica média mensal (Fonte: INMET, 1992).

8.1.9.2. PRECIPITAÇÃO

Para as análises de precipitação, as variáveis em estudo são: precipitação acumulada média mensal (Mês_Med); precipitação acumulada máxima mensal (Mês_Max) e máximo acumulado pluviométrico diário (Dia_Max_Abs).

A primeira variável apresenta valores entre 221,3 mm em janeiro e 31,8 em junho, com total anual em 1290 mm. O semestre mais chuvoso (outubro a março) acumula 75,3% do total anual. Dentro deste intervalo, o trimestre mais chuvoso (trimestre de verão) acumula 45,2%.

A segunda variável apresenta valores entre 411,7 mm em janeiro e 66,5 mm em julho. Como ilustra a Figura 2, os meses de primavera e, principalmente, de verão apresentam valores elevado de precipitação máxima, o que denota grande possibilidade de cheia de rios e alagamentos na região.

Os valores da terceira variável estudada apontam um máximo pluviométrico diário de 274,2 mm em fevereiro. Este valor é o maior assinalado e representa 175% do valor

acumulado em média no mesmo mês. O mínimo registrado nesta variável ocorreu no mês de junho: 30,5 mm.

A maior presença de atividade convectiva e a formação das ZCAS no verão contribuem significativamente com estes altos valores pluviométricos no trimestre de verão. (Figura 8.1.9.2-1)

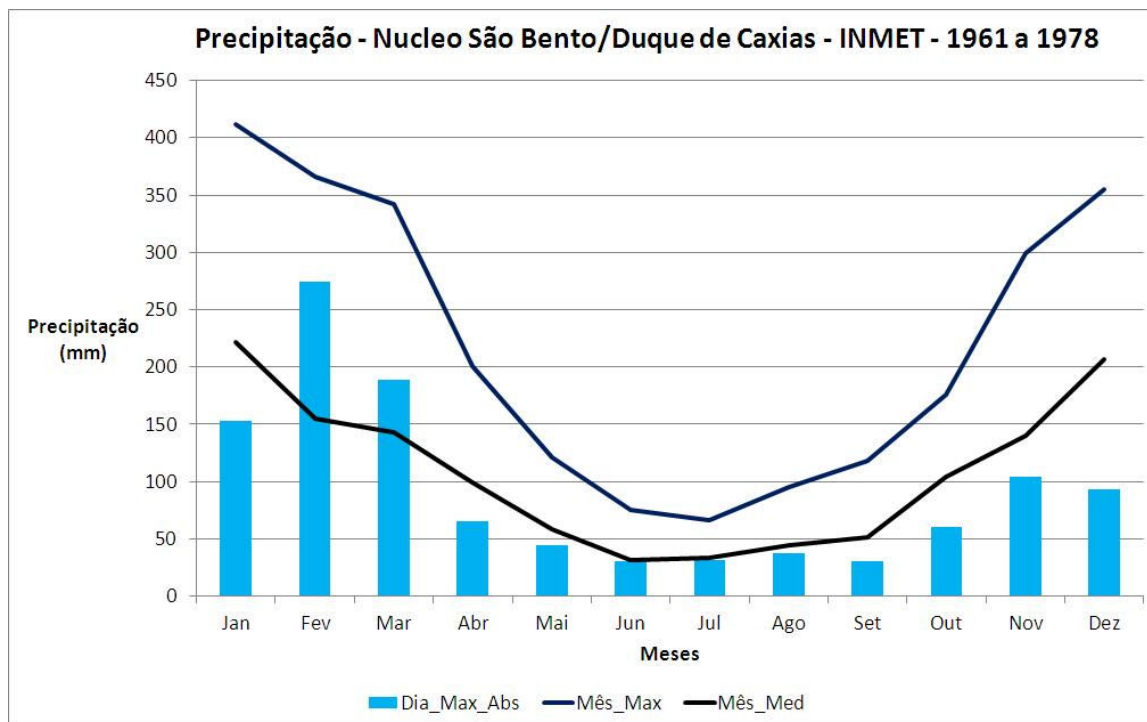


Figura 8.1.9.2-1. Precipitação mensal (Fonte: HIDROWEB).

8.1.9.3. TEMPERATURA

No estudo da temperatura do ar, cinco variáveis serão avaliadas: a temperatura máxima absoluta mensal (TmaxABS); temperatura máxima média mensal (Tmax); temperatura média mensal (Tmed); temperatura mínima média mensal (Tmin), e; temperatura mínima absoluta mensal (TminABS).

No estudo das temperaturas máximas, os valores absolutos se situaram entre 42°C em novembro e 34°C em junho; enquanto os valores médios se apresentam entre 32,7°C (janeiro e fevereiro) e 26,4°C (julho).

Acerca das temperaturas médias mensais, o intervalo dos valores está entre 27,3°C em fevereiro e 20,5°C em julho.

Para as temperaturas mínimas, os mínimos absolutos possuem valores entre 20,1°C em fevereiro e 12,6°C em julho. As médias desta variável têm valor máximo de 22°C em fevereiro e 14,7°C em julho. (Figura 8.1.9.3-1)

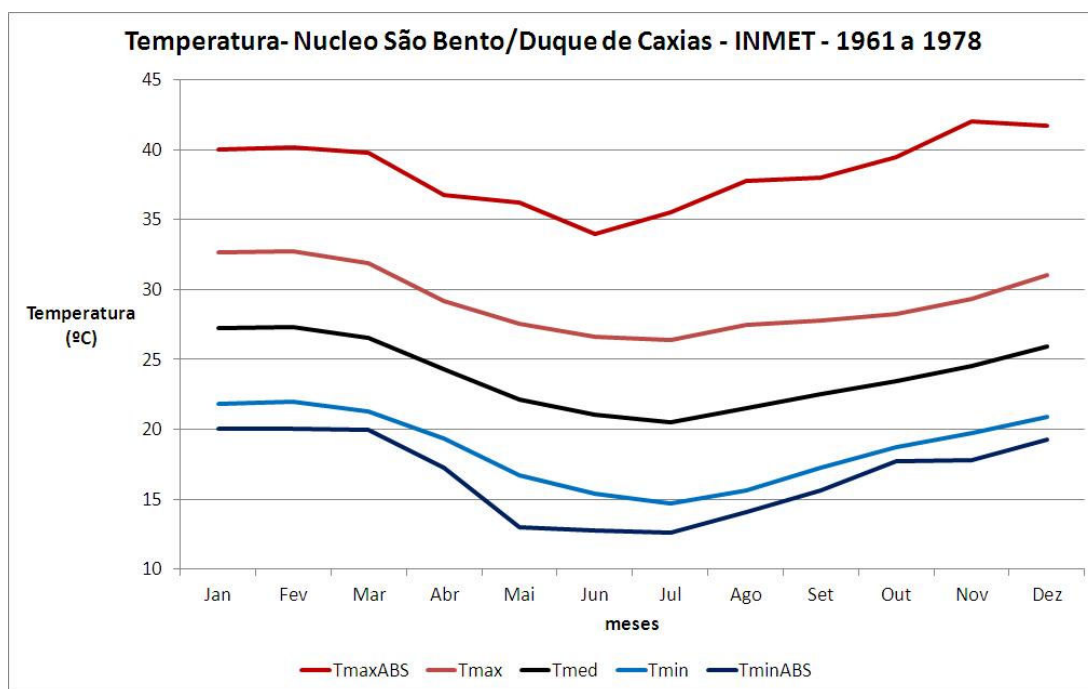


Figura 8.1.9.3-1. Temperatura mensal (Fonte: HIDROWEB).

8.1.9.4. EVAPORAÇÃO

A evaporação acumulada média mensal para a estação do Rio de Janeiro apresenta valores entre 109,2 mm em dezembro e 81,4 mm em junho.

Quando se avalia a evaporação mensal frente ao acumulado de precipitação mensal, é visto que mesmo com valores mais baixos no inverno, a evaporação é maior que a precipitação. Isto denota uma redução do armazenamento de água no solo neste período do ano. Em relação ao verão, mesmo com a maior evaporação, a precipitação supera o montante evaporado. Assim, esta estação do ano promove a recarga do reservatório de água do solo, e ainda pode-se gerar forte excedente hídrico (Figura 8.1.9.4-1).

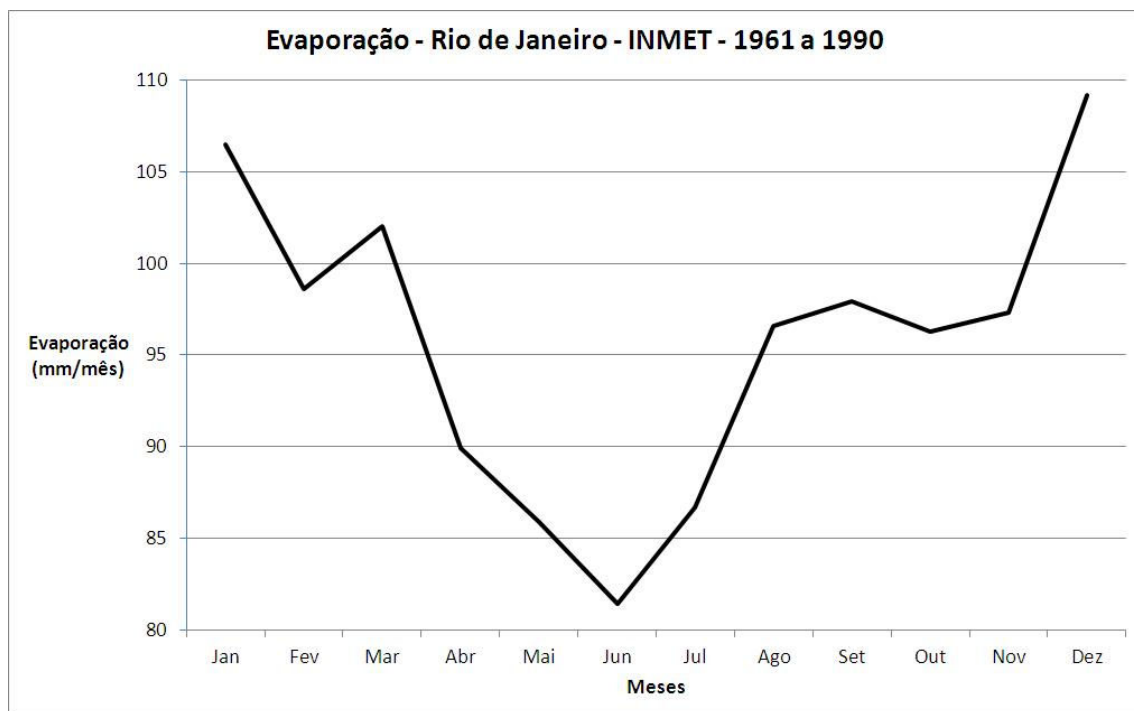


Figura 8.1.9.4-1. Evaporação acumulada média mensal (Fonte: INMET, 1992).

8.1.9.5. UMIDADE RELATIVA

No tocante a umidade relativa, os valores médios mensais são muito próximos, variando entre 72,4% em agosto e 79% em abril.

No que diz respeito às mínimas absolutas mensais, os valores oscilaram entre 21% em setembro e 38% em abril (Figura 8.1.9.5-1)

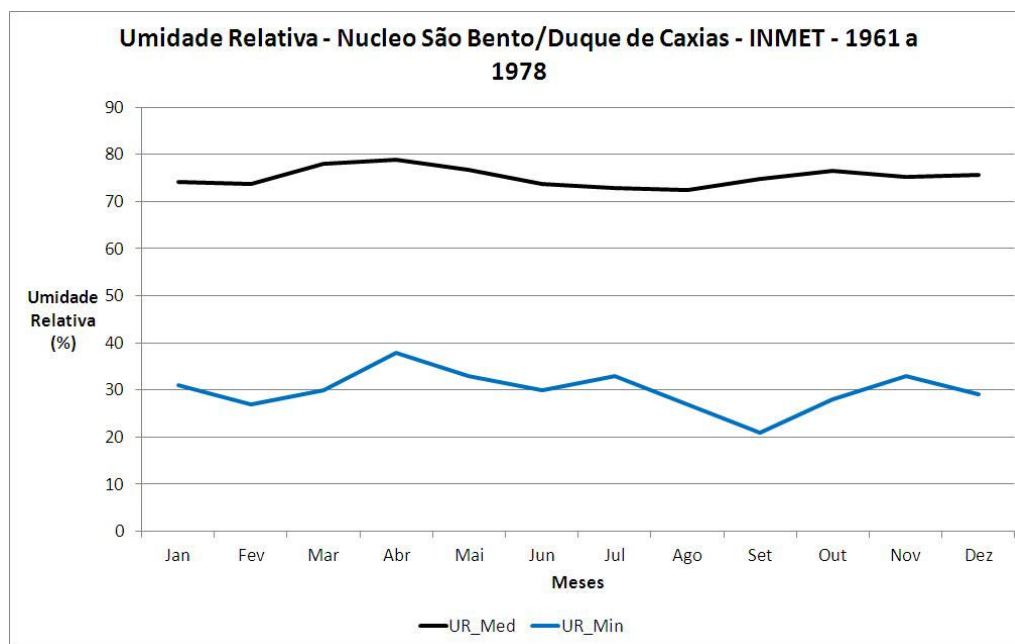


Figura 8.1.9.5-1. Umidade relativa do ar média e mínima absoluta mensal (Fonte: HIDROWEB).

8.1.9.6. NEBULOSIDADE

A respeito da nebulosidade, a estação Rio de Janeiro apresentou valores médios mensais de nebulosidade entre 4 décimos (julho e agosto) e 7 décimos em dezembro.

A baixa cobertura de nuvens nos meses de inverno pode ser explicada pela alta pressão sobre a região, que inibe a formação de nuvem. Tal fato é corroborado pela baixa pluviosidade destes meses. O oposto ocorre nos meses de verão, que apresentam intensa atividade convectiva. Afinal, a baixa pressão auxilia na formação de nuvens, dentre estas, a nuvens de tempestades (Figura 8.1.9.6-1).

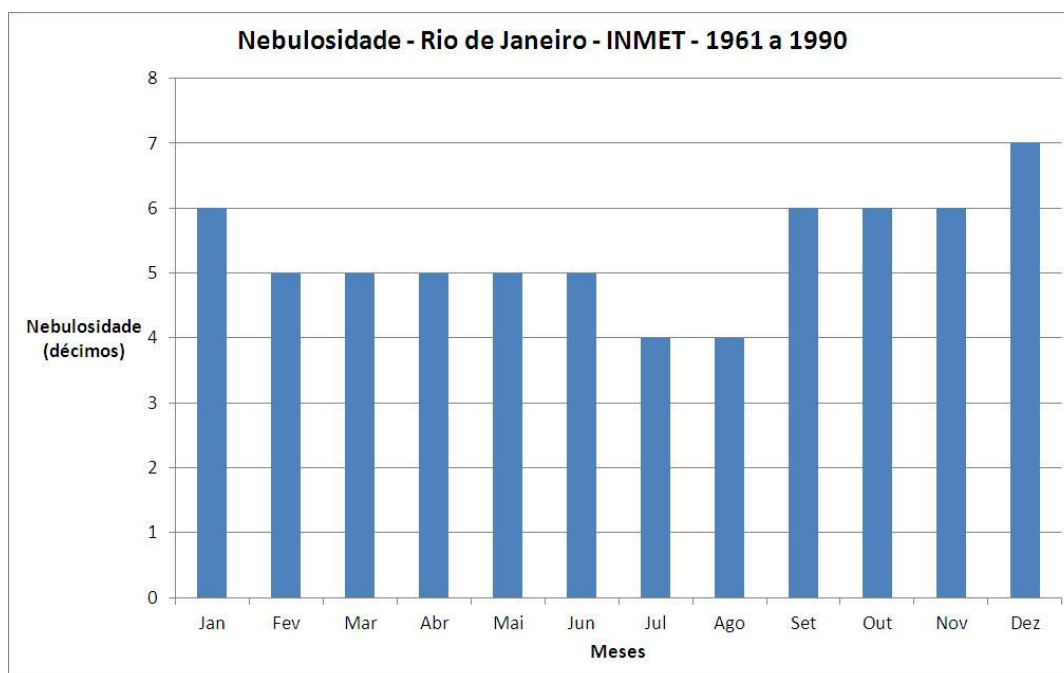


Figura 8.1.9.6-1. Nebulosidade média mensal (Fonte: INMET, 1992).

8.1.9.7. INSOLAÇÃO

Acerca da insolação, a estação de Duque de Caxias aponta valores médios mensais entre 134,4 horas em outubro e 194,5 em horas janeiro.

Como visto na figura a seguir, os meses de primavera têm os menores valores de insolação, o que pode ser correlacionado com a nebulosidade destes meses. Já o mês de janeiro, apesar de apresentar grande nebulosidade, também apresenta o maior número de horas mensal de insolação. O motivo desta constatação pode ser explicado. Neste mês, os dias (horas de brilhos solar) são mais longos. Aliado a isso, boa parte da nebulosidade advém de nuvens convectivas, que têm pequena extensão horizontal (Figura 8.1.9.7-1).

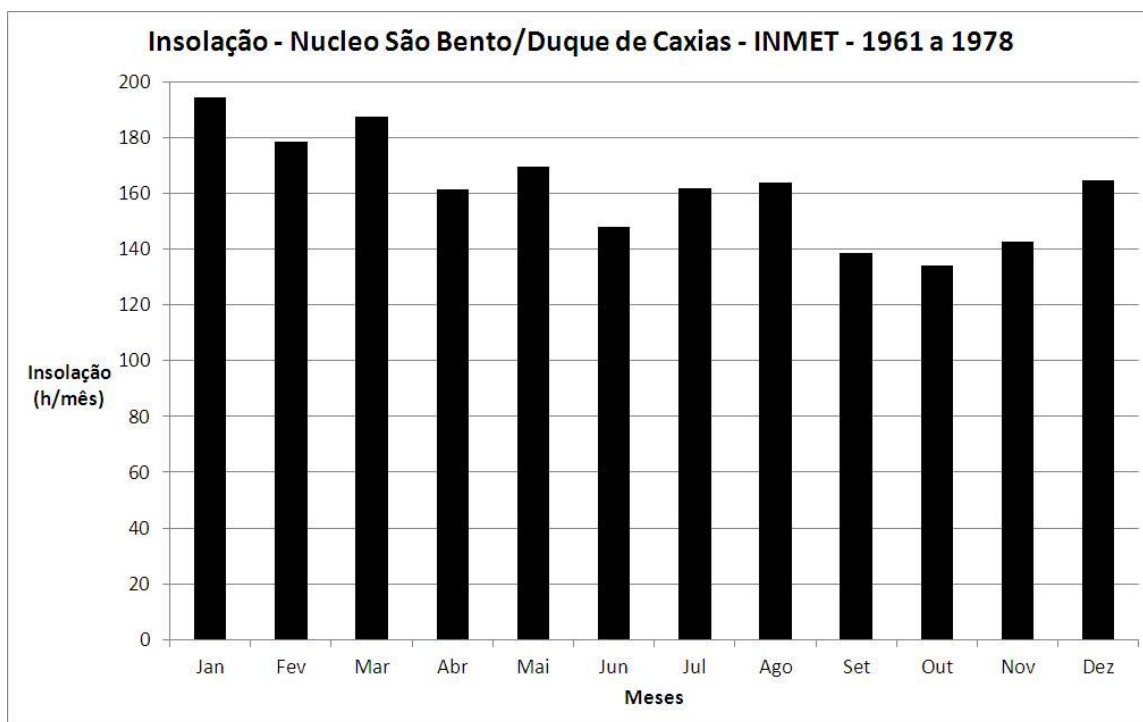


Figura 8.1.9.7-1. Insolação média mensal (Fonte: HIDROWEB).

8.1.9.8. VENTO

Para o estudo da direção e velocidade do vento, as análises serão baseadas nos resultados obtidos por Jordan (2007), que estudou os ventos ocorridos no aeroporto do Galeão, Rio de Janeiro, entre 2002 e 2006.

A primeira análise aqui procedida será a respeito das velocidades e direção dos ventos anuais e sazonais.

No período anual, as direções dos ventos se apresentam em maior frequência entre as direções sul e leste, sendo a direção leste aquela com a maior frequência de dados. A grande maioria das velocidades do vento registradas por Jordan (2007) se apresentaram abaixo de 10 m/s, sendo que os ventos acima de 10 m/s foram anotados na direção SE. As calmarias contabilizam 7,6% da amostra.

Durante o verão, o comportamento se mostra semelhante ao avaliado no período anual, leve aumento na frequência de ventos SE e redução dos ventos de norte. Os ventos têm velocidades inferiores a 10 m/s, as maiores velocidades ocorrem no quadrante S-E. As calmarias representam 7,7% da amostra.

A estação de outono mostra um aumento da frequência de velocidades dos ventos de norte, principalmente de NW. Todavia, os ventos de SE ainda são predominantes. As velocidades dos ventos são inferiores a 10 m/s, as maiores velocidade ocorrem novamente no quadrante S-E. As calmarias representam 8,3% da amostra. (Figura 8.1.9.8-1)

No inverno, apesar das direções de sul serem mais frequentes, os ventos de norte aumentam sua participação na distribuição de ventos, em relação às duas estações do ano anteriormente estudadas. Os ventos neste período do ano tendem a ser mais fraco, com ventos inferiores a 9 m/s. As calmarias se apresentam em 10,3% das amostras obtidas por Jordan (2007), a maior porcentagem das quatro estações.

Por fim, na primavera os ventos do quadrante SE aumentam sua participação na distribuição dos ventos, em detrimento dos ventos de norte. As velocidades do vento nesta estação do ano superam 10 m/s no quadrante SE. Esta informação, bem como, a menor quantidade de calmarias das quatro estações (5,4%) aponta que os fluxos atmosféricos mais intensos na região de estudo são mais prováveis no trimestre de primavera (setembro a novembro).

Acerca das análises no período diário, o pesquisador apresenta as rosas dos ventos para quatro divisões no período diário: madrugada, manhã, tarde e noite (Figura 8.1.9.8-2).

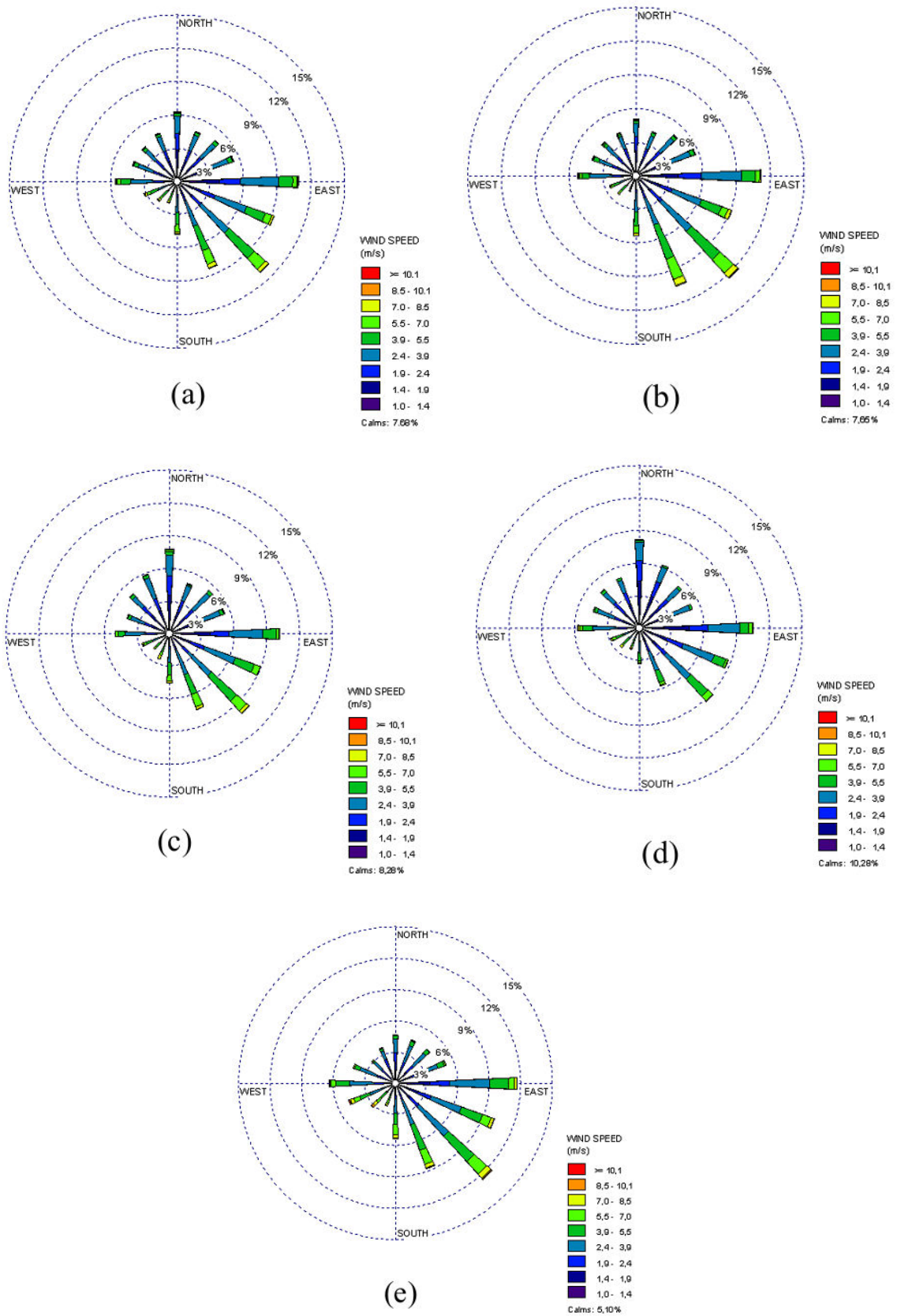


Figura 8.1.9.8-1. Rosa dos ventos para o Galeão no período (a) anual, (b) verão, (c) outono, (d) inverno e (e) primavera (Fonte: Jordan, 2007).

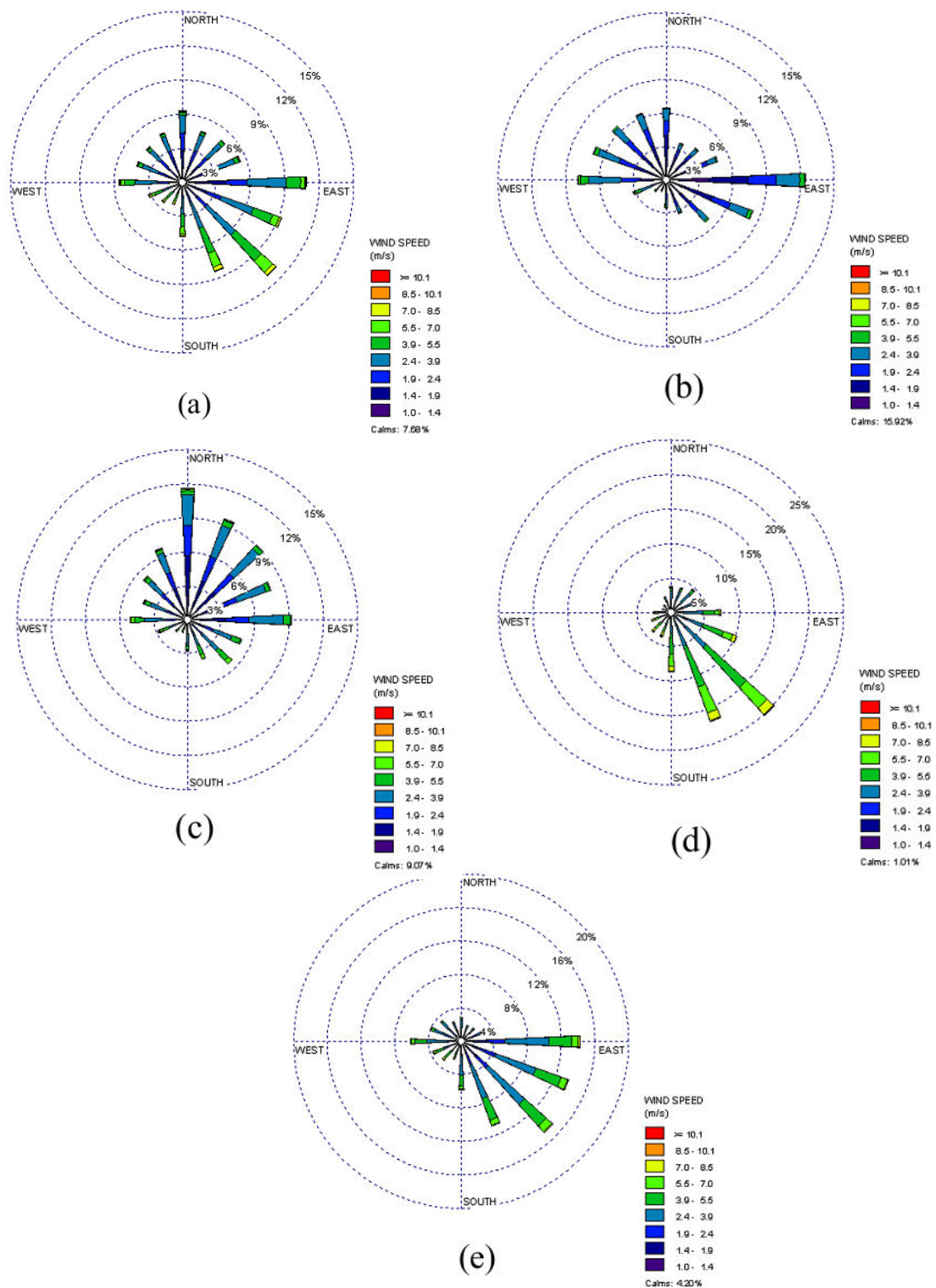


Figura 8.1.9.8-2. Rosa dos ventos para o Galeão no período (a) diário, (b) madrugada, (c) manhã, (d) tarde e (e) noite (Fonte: Jordan, 2007).

Na interpretação das rosas dos ventos estruturadas por Jordan (2007), o giro do vento com o passar do dia é bem notado, pois, o vento passa de NW na madrugada, a NE pela manhã, chegando ao quadrante SE no restante do período. O quadrante SE apresenta a maior frequência de ventos.

As rosas dos ventos acima ilustradas apresentam o efeito das brisas marítimas e terrestre. Os ventos de leste são resultantes do efeito da brisa marítima, enquanto os ventos de oeste tem contribuição significativa da brisa terrestre.

No período diário, os ventos no quadrante S-E são mais frequentes com os ventos da direção norte. Estes ventos de norte se mostram com frequências semelhantes nos quadrantes NE e NW. As velocidades dos ventos de SE são as mais intensas, com valores chegando a 10 m/s. A calmaria representa 7,7% da amostra.

No período da madrugada, os ventos de leste, seguidos dos ventos do quadrante NW são os mais frequentes. As velocidades dos ventos são reduzidas, sendo a grande maioria inferiores a 7 m/s. As velocidades maiores são registradas nos ventos de oeste. As calmarias se apresentam em 15,9% das amostras.

Pela manhã, os ventos ocorrem predominância no quadrante NE, com pequena presença de vento de SE. As velocidades são inferiores a 9 m/s, e as calmarias foram assinalada em 9% da amostra.

Durante a tarde, ocorre uma mudança da direção predominante dos ventos, passando para o quadrante SE, reduzindo significativamente a frequência dos ventos de norte. Os fluxos atmosféricos nesta parte do dia são mais intensos, sendo que os ventos atingem 10 m/s, e as calmarias representam apenas 1% da amostra.

A noite, apesar da predominância dos ventos de SE, os ventos do quadrante NW se apresentam com maior frequência em relação ao período vespertino. Os ventos no período noturno são inferiores a 9 m/s, e as calmarias estão em 4,2% da amostra.

8.1.10. CARACTERIZAÇÃO METEOROLÓGICA DA REGIÃO

Sobre os fenômenos meteorológicos que afetam o local, podem-se citar as células convectivas (tempestades), que se movimentam sobre a região, principalmente nos meses de verão. As tempestades que atingem a região são formadas na Baía da Guanabara (vindas de leste); no interior do continente (vindas de oeste); e no sul do estado. Estas últimas podem assumir uma configuração de movimento SW-NE, atingindo a região metropolitana do Rio de Janeiro (Paiva & Menezes, 2000).

Citam-se as frentes frias, que passam sobre a região durante todo ano, principalmente durante a primavera (Rodrigues et. al., 2004).

As Zonas de Convergências do Atlântico Sul (ZCAS), sistema com intensa precipitação que persiste por dias e favorece a formação de tempestades, também afetam a região no verão.

O regime de vento na localidade do empreendimento sofre forte influência da Alta pressão do Atlântico Sul (ASAS) que é um sistema de pressão que oscila entre a costa Brasileira e a costa Africana. Os ventos gerados por este sistema giram entre norte e leste, de acordo com sua posição em relação ao litoral.

As brisas marítima e terrestre também se apresentam como sistemas locais que regulam a distribuição dos ventos na região. A primeira ocorre durante o período diurno, promovendo fluxo atmosférico do oceano para o continente, enquanto a segunda ocorre no período noturno, invertendo o fluxo.

8.1.11. CARACTERIZAÇÃO DO NÍVEL DE RUÍDO

A avaliação dos níveis de ruído na região do entorno da área do CTR Terra Ambiental tem por objetivo identificar os níveis de emissões sonoras na fase que antecede a implantação e operação do empreendimento e desta forma analisar o nível de ruído ambiente e sua relação com os limites estabelecidos em norma.

Para a estimativa dos níveis de ruído foram definidos pontos de medição de acordo com a distribuição da ocupação na Área de Influência Direta (AID) do empreendimento, como também no entorno das alternativas locais 2 e 3, sendo

assim realizada uma campanha de levantamento de níveis de ruído entre os dias 24 e 26 (27 se considerar medições noturnas de bongaba) de julho de 2012.

8.1.11.1. METODOLOGIA

A avaliação dos níveis de ruído foi realizada de acordo com os procedimentos estabelecidos na norma ABNT NBR 10.151/2000 – Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento. Seu uso é determinado pela Resolução CONAMA nº 01 de 08 de Março de 1990.

O método de avaliação do nível de ruído ambiente (L_{ra}) envolve as medições do nível de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}) em decibéis ponderados em “A”, usualmente chamados dB(A). A ABNT NBR 10.151/2000 estabelece os Níveis Critério de Avaliação (NCA) que devem ser comparados com os níveis de ruído medidos. A especificação dos valores de NCA para cada tipo de ocupação é exibida na Tabela 8.1.11.1-1.

Tabela 8.1.11.1-1. 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 e 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 |

Fonte: NBR 10.151 - “Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento”.

A campanha de levantamento dos níveis de ruído foi realizada nos dias 24 a 26 de julho de 2012, com medições no período diurno, estabelecido no presente estudo entre as 09:00 e 18:00 horas, e no período noturno, compreendido entre 22:00 e 07:00 durante os dias úteis, como estabelece a ABNT NBR 10.151/2000.

As medições ocorreram o equipamento apoiado sobre um tripé, a uma distância de 1,2m do solo e de 3,0m de qualquer superfície refletora, como árvores e edificações. Todas as medições foram realizadas em ausência de interferências audíveis advindas de fenômenos naturais, como trovões e chuvas intensas.

Para a mensuração utilizou-se um medidor de nível de pressão sonora (decibelímetro). O equipamento foi protegido com atenuador de ventos com o fim de minimizar as influências climáticas nos resultados. O período de integração do L_{Aeq} foi determinado em 10 minutos, tempo amostral significativo para definição das condições sonoras locais em todos os pontos.

O modelo utilizado possui recursos de medição a partir do valor médio quadrático da pressão sonora, com ponderação em A, referente a todo o intervalo de medição, atendendo às especificações da norma da Comissão Eletrotécnica Internacional, IEC 61672. O decibelímetro utilizado é apresentado na Figura 8.1.11.1-1 suas especificações são descritas a seguir:

- Marca: IMPAC;
- Modelo: IP-900DL;
- No. de série: 19356;
- Certificado de Calibração no. 13532012 (Anexo III).



Figura 8.1.11.1-1. Decibelímetro IMPAC modelo IP-900DL utilizado nas medições de ruído.

8.1.11.2. PONTOS DE MEDIÇÃO

Os pontos de medição foram definidos de modo a refletir as condições sonoras dos receptores potencialmente críticos. Foram observadas as áreas que acompanham o traçado do empreendimento e que porventura possam sofrer incremento durante sua implantação e operação. Para definição dos pontos foram consideradas as áreas habitadas em posição geograficamente mais próximas ao empreendimento, que possam sofrer influência de sua operação, e próximas às vias de acesso, como a Estrada Nova de Mauá, devido ao possível incremento de ruído provocado pela intensificação do fluxo de veículos.

Com base nesses fatores, bem como fundamentado na Resolução CONAMA nº 01 de 08 de Março de 1990 e na ABNT NBR 10.151/2000, foram selecionados 17 pontos de medição dos receptores em potencial do empreendimento no entorno da Área Diretamente Afetada (ADA) e das possíveis vias de acesso do CTR Terra Ambiental.

Os pontos de medição são apresentados na Tabela 8.1.11.2-1 e no mapa de Pontos de Avaliação De Ruídos no MAPA 8.1.10-1 (Anexo III) do documento.

Tabela 8.1.11.2-1. Pontos de levantamento de ruído.

| Ponto | Descrição do local | Coordenadas UTM | |
|-------|---|-----------------|-----------|
| | | Leste | Sul |
| 01 | Em frente à residência em estrada de terra, próximo à Estrada Nova Mauá e Rodovia BR-116. | 688.100 | 7.493.809 |
| 02 | Estrada Nova de Mauá, próximo à delegacia. | 688.408 | 7.493.755 |
| 03 | Estrada Nova de Mauá com residência próxima. | 688.333 | 7.493.325 |
| 04 | Estrada Nova de Mauá, próximo a residências e comércio. | 688.153 | 7.493.104 |
| 05 | Rua com residências e pequeno comércio. | 687.975 | 7.493.207 |
| 06 | Área de residências em estrada de terra, próximo ao futuro acesso ao empreendimento. | 687.491 | 7.493.295 |
| 07 | Residência isolada em estrada de terra, área de implantação do futuro acesso ao empreendimento. | 687.305 | 7.493.273 |
| 08 | Em frente a sítio em estrada de terra, próximo à linha de trem. | 687.908 | 7.493.593 |
| 09 | Área com residências, próxima à linha de trem. | 687.631 | 7.493.642 |
| 10 | Residência isolada, próxima à entrada da Fazenda Santa Rita, em área de implantação do futuro acesso ao empreendimento. | 687.122 | 7.493.168 |
| 11 | Estrada Nova de Mauá. Área de clubes e sindicatos. | 687.936 | 7.492.853 |
| 12 | Rua com residências. | 687.478 | 7.492.885 |

| | | | |
|----|--|---------|-----------|
| 13 | Em frente a sítio em estrada de terra. | 686.505 | 7.490.204 |
| 14 | Estrada Nova Mauá, próximo a residências. | 688.392 | 7.490.761 |
| 15 | Rua com residências, ponto em frente a sítio. | 687.689 | 7.491.569 |
| 16 | Área de pastagem aos fundos da Fazenda Santa Rita. | 686.438 | 7.492.387 |
| 17 | Residência em área isolada. | 686.161 | 7.490.413 |

As tipologias das áreas de estudo foram determinadas de acordo com o zoneamento municipal, fundamentado na Lei Municipal nº 1.021 de 28 de agosto de 1991 (Institui o Código de Zoneamento do Município de Magé) e suas alterações (Leis Municipais nº. 1.118/1993, 1.120/1993, 1.121/1993, 1.122/1993 e 1.123/1993). As zonas a que pertencem os pontos de medição são indicadas no mapa de Pontos de Avaliação de Ruídos (MAPA 8.1.10-1, Anexo III).

Os pontos de medição localizam-se em três áreas distintas de zoneamento: zona de uso predominantemente industrial (ZUPI); área rural e; área de ocupação progressiva. As ZUPI e área rural estão respectivamente de acordo com as tipologias da ABNT NBR 10.151/2000 “área predominantemente industrial” e “área de sítios e fazendas”. A área de ocupação progressiva tem como adequados, de acordo com a Lei Municipal de Magé nº 1.021/1991, os usos residencial e industrial. O uso comercial não é adequado para a área de ocupação progressiva, porém tolerado pela Lei 1.021/1991, e permitido em caráter excepcional, como informa a Lei Municipal nº 1.123/1993. De acordo com o instituído pelo zoneamento municipal para área de ocupação progressiva, somado às descrições locais dos pontos nessa área (05, 06, 07, 08, 09, 10, 12 e 15) como locais de sítios e residências, determina-se para o presente estudo que esses pontos encontram-se em consonância com a área mista, predominantemente residencial, determinada na ABNT NBR 10.151/2000.

Os NCA são estabelecidos na Tabela 8.1.11.2-2 a seguir, de acordo com a localização de cada ponto de medição de ruídos.

Tabela 8.1.11.2-2: Níveis Críticos de Avaliação, de acordo com as tipologias de ocupação do levantamento de ruídos para o CTR Terra Ambiental e as alternativas locacionais.

| Pontos | Zoneamento Municipal de Magé ¹ | Tipos de áreas | NCA Diurno (dB(A)) | NCA Noturno (dB(A)) |
|--------------------------------|---|---|--------------------|---------------------|
| 16 | Área rural | Áreas de sítios e fazendas | 40 | 35 |
| 05, 06, 07, 08, 09, 10, 12, 15 | Área de ocupação progressiva | Área mista, predominantemente residencial | 55 | 50 |
| 01, 02, 03, 04, 11, 13, 14, 17 | ZUPI | Área predominantemente industrial | 70 | 60 |

As Figuras 8.1.11.2-1 a 8.1.11.2-9, a seguir, mostram a etapa de levantamento de campo dos níveis de ruído.



Figura 8.1.11.2-1: Medição de ruído diurno nos pontos 01 (direita) e 02 (esquerda).

¹ Fonte: Lei Municipal nº 1.021/1991 e nº 1.122/1993.



Figura 8.1.11.2-2: Medição de ruído noturno no ponto 03 (direita) e medição de ruído diurno no ponto 04 (esquerda).



Figura 8.1.11.2-3: Medição de ruído diurno nos pontos 05 (direita) e 06 (esquerda).



Figura 8.1.11.2-4: Medição de ruído diurno no ponto 07 (direita) e medição de ruído noturno no ponto 08 (esquerda).



Figura 8.1.11.2-5: Medição de ruído diurno nos pontos 09 (direita) e 10 (esquerda).



Figura 8.1.11.2-6: Medição de ruído diurno nos pontos 11 (direita) e 12 (esquerda).



Figura 8.1.11.2-7: Medição de ruído noturno no ponto 13 (direita) e medição de ruído diurno no ponto 14 (esquerda).



Figura 8.1.11.2-8: Medição de ruído noturno no ponto 15 (direita) e medição de ruído diurno no ponto 16 (esquerda).



Figura 8.1.11.2-9: Medição de ruído diurno no ponto 17.

8.1.11.3. RESULTADOS

Os resultados das medições efetuadas são mostrados nas Tabelas 7.1.9.3-1 (medições diurnas) e 7.1.9.3-2 (medições noturnas) a seguir, tomando-se como base a comparação do L_{Aeq} com o de ruído máximo admissível de acordo com a classificação da NBR 10.151/2000 (Tabelas 8.1.11.3-1 e 8.1.11.3-2). Os valores de L_{Aeq} que ultrapassaram o NCA correspondente estão destacados em negrito.

As fontes de emissões sonoras observadas durante as medições são relacionadas na Tabela 8.1.11.3-3.

Tabela 8.1.11.3-1. Resultados das medições diurnas.

| Ponto | Data | Hora | Duração | Nível de ruído mínimo (dB(A)) | Nível de ruído máximo (dB(A)) | L _{Aeq} (dB(A)) | NCA |
|-------|----------|-------|---------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|-----|
| 01 | 24/07/12 | 13:46 | 10 min | 45,2 | 56,6 | 50,0 | 70 |
| 02 | 24/07/12 | 09:27 | 10 min | 48,7 | 78,8 | 54,3 | 70 |
| 03 | 24/07/12 | 09:56 | 10 min | 46,7 | 76,1 | 50,2 | 70 |
| 04 | 24/07/12 | 10:14 | 10 min | 46,8 | 86,8 | 58,1 | 70 |
| 05 | 26/07/12 | 10:45 | 10 min | 37,8 | 56,9 | 42,2 | 55 |
| 06 | 24/07/12 | 14:39 | 10 min | 34,3 | 60,5 | 41,8 | 55 |
| 07 | 24/07/12 | 14:52 | 10 min | 36,7 | 65,2 | 41,5 | 55 |
| 08 | 24/07/12 | 14:01 | 10 min | 38,0 | 82,1 | 44,0 | 55 |
| 09 | 24/07/12 | 14:18 | 10 min | 38,7 | 67,3 | 42,4 | 55 |
| 10 | 26/07/12 | 09:59 | 10 min | 32,9 | 48,7 | 35,1 | 55 |
| 11 | 24/07/12 | 10:30 | 10 min | 42,4 | 81,2 | 56,4 | 70 |
| 12 | 26/07/12 | 09:34 | 10 min | 37,0 | 60,7 | 43,8 | 55 |
| 13 | 24/07/12 | 11:53 | 10 min | 36,2 | 65,9 | 40,1 | 70 |
| 14 | 24/07/12 | 10:48 | 10 min | 42,8 | 81,6 | 56,9 | 70 |
| 15 | 25/07/12 | 14:49 | 10 min | 39,4 | 77,4 | 43,7 | 55 |
| 16 | 26/07/12 | 10:20 | 10 min | 37,4 | 50,9 | 40,5 | 40 |
| 17 | 25/07/12 | 12:36 | 10 min | 35,1 | 63,7 | 41,7 | 70 |

Tabela 8.1.11.3-2: Resultados das medições noturnas.

| Ponto | Data | Hora | Duração | Nível de ruído mínimo (dB(A)) | Nível de ruído máximo (dB(A)) | L _{Aeq} (dB(A)) | NCA |
|-------|----------|-------|---------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|-----|
| 01 | 26/07/12 | 00:14 | 10 min | 42,5 | 74,1 | 49,6 | 60 |
| 02 | 24/07/12 | 00:32 | 10 min | 44,3 | 78,5 | 50,3 | 60 |
| 03 | 24/07/12 | 00:20 | 10 min | 42,1 | 84,5 | 48,0 | 60 |
| 04 | 25/07/12 | 00:05 | 10 min | 38,8 | 79,0 | 48,2 | 60 |
| 05 | 25/07/12 | 23:54 | 10 min | 34,4 | 63,1 | 42,0 | 50 |
| 06 | 26/07/12 | 01:16 | 10 min | 51,5 | 65,5 | 57,4 | 50 |
| 07 | 26/07/12 | 01:27 | 10 min | 42 | 64,7 | 55,0 | 50 |
| 08 | 26/07/12 | 00:30 | 10 min | 35,4 | 79,8 | 47,7 | 50 |
| 09 | 26/07/12 | 00:55 | 10 min | 34,1 | 49,1 | 39,9 | 50 |
| 10 | 26/07/12 | 23:41 | 10 min | 38,2 | 62,0 | 52,2 | 50 |
| 11 | 24/07/12 | 23:52 | 10 min | 42,0 | 74,1 | 47,9 | 60 |
| 12 | 26/07/12 | 00:00 | 10 min | 34,2 | 52,0 | 40,1 | 50 |
| 13 | 24/07/12 | 23:01 | 10 min | 35,8 | 88,0 | 53,5 | 60 |
| 14 | 24/07/12 | 23:36 | 10 min | 36,8 | 69,3 | 43,1 | 60 |
| 15 | 25/07/12 | 23:28 | 10 min | 33,9 | 49,3 | 36,1 | 50 |

| Ponto | Data | Hora | Duração | Nível de ruído mínimo (dB(A)) | Nível de ruído máximo (dB(A)) | L _{Aeq} (dB(A)) | NCA |
|-------|----------|-------|---------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|-----|
| 16 | 26/07/12 | 23:23 | 10 min | 38,9 | 72,4 | 52,1 | 30 |
| 17 | 26/07/12 | 22:01 | 10 min | 36,9 | 84,2 | 53,9 | 60 |

Tabela 8.1.11.3-3. Fontes de emissão observadas durante o levantamento de ruídos.

| PONTO | FONTES DE EMISSÃO DE RUÍDOS PERÍODO DIURNO | FONTES DE EMISSÃO DE RUÍDOS PERÍODO NOTURNO |
|-------|---|--|
| 01 | Insetos; Aves; Ruído da passagem intensa de veículos na BR-116. | Insetos; Aves; Anfíbios; Ruído da passagem intensa de veículos na BR-116. |
| 02 | Carros, veículos pesados e motos; Insetos. | Movimentação de veículos; Aves; Insetos; Anfíbios. |
| 03 | Carros, veículos pesados e motos; Aves. | Movimentação de veículos; Vento fraco; Insetos; Anfíbios. |
| 04 | Carros, veículos pesados e motos; Vozes humanas. | Movimentação de veículos; Insetos; Animais domésticos. |
| 05 | Aves; Animais domésticos; Vozes humanas. | Aves; Animais domésticos; Anfíbios. |
| 06 | Insetos; Aves; Animais domésticos. | Insetos; Aves; Animais domésticos. |
| 07 | Passagem de moto; Insetos; Aves; Animais domésticos. | Insetos; Aves; Anfíbios; Animais domésticos. |
| 08 | Insetos; Algumas aves; Movimentação de veículos da rodovia próxima (BR-116); Passagem do trem; Latidos distantes. | Insetos; Anfíbios; Movimentação de veículos da rodovia próxima (BR-116). |
| 09 | Aves; Insetos; Movimentação de veículos da rodovia próxima (BR-116). | Aves; Insetos; Animais domésticos; Movimentação de veículos da rodovia próxima (BR-116). |
| 10 | Insetos; Aves. | Aves; Animais domésticos; Anfíbios. |
| 11 | Carros, veículos pesados e motos; Aves; Vento fraco. | Movimentação de veículos; Insetos; Anfíbios; Aves. |
| 12 | Insetos; Aves. | Aves; Animais domésticos; Anfíbios. |
| 13 | Insetos; Aves; Animais domésticos. | Insetos; Anfíbios; Animais domésticos. |
| 14 | Carros, veículos pesados e motos; Aves; Vento fraco. | Movimentação de veículos; Insetos. |
| 15 | Caminhão; Vento moderado; Insetos; Aves; Animais domésticos. | Insetos; Aves; Anfíbios; Animais domésticos. |
| 16 | Insetos; Aves. | Insetos; Aves; Anfíbios. |
| 17 | Vento moderado; Aves; Insetos. | Vento forte; Aves; Insetos; Anfíbios. |

Tomando como base a classificação de ruído máximo admissível da ABNT NBR 10.151/2000, para o período diurno, apenas o ponto 16 apresentou nível de ruído

valor de L_{Aeq} superior ao NCA estabelecido para área em se encontra. Dentre as medições noturnas, os pontos 06, 07, 10 e 16 apresentaram valores de L_{Aeq} superiores aos NCA estabelecidos em suas respectivas áreas.

O ponto 16 foi o único que apresentou níveis de ruídos superiores ao NCA nos dois períodos de medição, com L_{Aeq} de 40,5 e 52,1 dB(A) para os períodos diurno e noturno respectivamente. É também o único ponto do levantamento localizado em área classificada como de sítios e fazendas, que possui os menores valores de NCA – 40 dB(A) no período diurno e 30 dB(A) no período noturno – conforme Tabela 8.1.11.3-1. No ponto 16 foi registrado o terceiro menor L_{Aeq} diurno, como se observa na Tabela 8.1.11.3-1, com nível de ruído equivalente superior apenas aos medidos nos pontos 10 (35,1 dB(A)) e 13 (40,1 dB(A)). Todos os demais pontos, mesmo com L_{Aeq} superior ao medido no ponto 16, estiveram em conformidade com o NCA estabelecido para o período diurno por pertencerem a áreas de outras tipologias. A Tabela 8.1.11.3-1 também mostra que o nível de ruído mínimo do ponto 16 (37,4 dB(A)) foi bastante próximo do NCA diurno para a área (40 dB(A)), enquanto para o período noturno, como se observa na Tabela 8.1.11.3-2, o ruído mínimo medido no ponto 16 é superior ao NCA de área de sítios e fazendas (30 dB(A)). Considerando que, de acordo com a Tabela 8.1.11.3-3, foram verificadas nesse ponto apenas fontes naturais de emissão de ruído, como aves, insetos e anfíbios (sendo esse último apenas no período noturno), sugere-se uma readequação do NCA estabelecido para esse ponto, conforme prevê a norma ABNT NBR 10.151/2000 em caso de ruído ambiente superior ao determinado na Tabela 8.1.11.3-1.

Os pontos 06, 07 e 10 também apresentaram valores de L_{Aeq} superiores ao NCA, porém apenas no período noturno, como se observa na Tabela 7.1.9.1-2. Esses três pontos localizam-se em área classificada no presente estudo como mista, predominantemente residencial, cujos valores de NCA são determinados pela ABNT NBR 10.151/2000 (Tabela 8.1.11.3-1) em 55 dB(A) no período diurno e 50 dB(A) no período noturno. O ponto 06 teve o maior valor de L_{Aeq} (57,4 dB(A)) entre todos os pontos de medição noturna, superior inclusive às medições dos pontos em área predominantemente industrial, cujo NCA definido na ABNT NBR 10.151/2000 é o mais abrangente. Verifica-se que o ruído mínimo do ponto 06 (51,5 dB(A)) também ultrapassa o limite do NCA noturno para a área. O ponto 07 teve o segundo maior valor de L_{Aeq} entre as medições noturnas. Com nível de ruído equivalente de 55 dB(A),

o ponto 07 também apresentou valor superior ao das medições nos pontos de área predominantemente industrial. No ponto 10 foi medido o L_{Aeq} de 52,2 dB(A), quarto maior valor medido para o período noturno, inferior apenas aos níveis de ruído equivalente dos pontos 06, 07 e 17, sendo o último localizado em área predominantemente industrial. O ruído mínimo nos pontos 07 e 10 – 42 e 38,2 dB(A), respectivamente – foram inferiores ao NCA noturno para a área. De acordo com a Tabela 8.1.11.3-3, durante as medições noturnas nos pontos 06, 07 e 10 foram observados apenas sons emitidos pela fauna local, como aves, anfíbios, insetos e animais domésticos. Devido à ocorrência de ruído de origem natural, sugere-se uma readequação do NCA estabelecido para a área em que se localizam esses pontos.

Os novos níveis critério de avaliação para as áreas em que se encontram os pontos do presente levantamento encontram-se na Tabela 8.1.11.3-4. Para a área de sítios e fazendas, onde se encontra o ponto 16, foram redefinidos os NCA para o período diurno e noturno. Foi escolhido o mínimo valor de NCA para o período correspondente, dentre os valores listados na Tabela 8.1.11.3-1, que fosse superior aos valores de L_{Aeq} medidos no ponto 16. Dessa forma, para área de sítios e fazendas, o NCA diurno foi redefinido em 50 dB(A), por ser o menor valor de NCA diurno da tabela 8.1.11.3-1 que atende ao L_{Aeq} 40,5, e o NCA noturno foi redefinido como em 55 dB(A), por ser o menor valor de NCA noturno da tabela 8.1.11.3-1 que atende ao L_{Aeq} 52,1 dB(A). Para a área mista, predominantemente residencial, onde se encontram os pontos 06, 07 e 10, apenas o NCA noturno sofreu alteração. O novo NCA para essa área foi definido como mínimo valor de NCA noturno, dentre os valores listados na Tabela 8.1.11.3-1, superior ao maior valor de L_{Aeq} medido na área. Assim, o NCA noturno para área mista, predominantemente residencial foi redefinido em 60 dB(A), por ser o menor valor de NCA noturno da tabela 8.1.11.3-1 que atende ao L_{Aeq} 57,4 dB(A), maior nível de ruído equivalente medido no presente levantamento, no ponto 06.

Tabela 8.1.11.3-4. Novos níveis de critério de avaliação (NCA) para ambientes externos da região, em dB(A).

| Pontos | Tipos de áreas | NCA Diurno | | NCA Noturno | |
|---|---|------------|---|-------------|--|
| | | dB(A) | Referência | dB(A) | Referência |
| 16 | Áreas de sítios e fazendas | 50 | L _{Aeq} do ponto 16: 40,5 dB(A) | 55 | L _{Aeq} do ponto 16: 55 dB(A) |
| 05, 06, 07, 08, 09, 10, 12, 15 | Área mista, predominantemente residencial | 55 | ABNT NBR 10.151/2000 (Tabela 7.1.8.1-1) | 60 | L _{Aeq} do ponto 06: 57,4 dB(A) |
| 01, 02, 03, 04, 11, 13, 14, 17 | Área predominantemente industrial | 70 | ABNT NBR 10.151/2000 (Tabela 7.1.8.1-2) | 60 | ABNT NBR 10.151/2000 (Tabela 7.1.8.1-3) |

8.1.12. CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DO AR

O presente item objetiva realizar uma avaliação da qualidade do ar nas áreas de influência direta (AID, Dados Primários) e indireta (AII, Dados Secundários) do futuro empreendimento CTR Terra Ambiental. A Resolução CONAMA 03/90 foi a diretriz utilizada para estabelecer a qualidade ambiental do ar nestas áreas. Seguindo o estabelecido pela OMS (Organização Mundial da Saúde), nas normas regulamentadoras NR-9 e NR-15 do Ministério do Trabalho e da ACGIH (*American Conference Governmental of Industrial Hygienists*) foi realizada uma caracterização química de PTS para estabelecer, além da concentração em $\mu\text{g}/\text{m}^3$, os níveis de linha base para metais pesados existentes no ar da AID.

8.1.12.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As atividades de aterramento de lixo geram além de gases (CH_4 e CO_2), material particulado em suspensão (PTS), em geral por produção e resuspensão de partículas, efeito proporcional ao tráfego veicular. No Brasil, a Resolução CONAMA nº 03/90 estabelece os padrões de qualidade ambiental do ar, métodos de amostragem, análise dos poluentes atmosféricos e os níveis de concentrações de poluentes atmosféricos que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde humana, a segurança e o bem-estar da população (padrões primários), bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos

materiais e ao meio ambiente em geral (padrões secundários), ver Tabelas 8.1.12.1-1 e 8.1.12.1-2.

Tabela 8.1.12.1-1. Padrões de qualidade ambiental do ar - Resolução CONAMA Nº 03/1990.

| POLUENTE | PADRÃO PRIMÁRIO | | PADRÃO SECUNDÁRIO | |
|--------------------------------------|--|------------------------|--|------------------------|
| | CONCENTRAÇÃO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | REFERÊNCIA TEMPORAL | CONCENTRAÇÃO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | REFERÊNCIA TEMPORAL |
| Partículas Totais em Suspensão (PTS) | 80 | 1 ano (anual) | 60 * | 1 ano |
| | 240 | 24 horas (diária) | 150 | 24 horas |

Tabela 8.1.12.1-2. Índices de qualidade ambiental do ar (IQA).

| Faixas do IQA | PTS [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Média 24h | Classificação |
|---------------|--|---------------|
| 0-50 | 0-80 | BOM |
| 21-100 | 81-240 | REGULAR |
| 101-199 | 240-375 | INADEQUADA |
| 200-299 | 376-625 | MÁ |
| > 299 | > 625 | PÉSSIMA |

8.1.12.2. REGIÃO DE ESTUDO

O Rio de Janeiro é marcado por um relevo que agrupa aspectos físicos que se contrastam entre as montanhas e o mar, as florestas e as praias e, sobretudo, por paredões rochosos exuberantes e, ao mesmo tempo, por terrenos de baixadas. Esta característica topográfica acidentada, aliada a diversidade da ocupação urbana do solo, é cobertura vegetal e a presença do mar, produz diferentes microclimas e bacias aéreas, afetando, assim, a ventilação, os mecanismos de transporte, a dispersão de poluentes atmosféricos e a qualidade do ar (SMAC, 1998). No contexto regional da população. O espaço aéreo da Região Metropolitana do Rio de Janeiro é dividido em quatro bacias aéreas (Figura 7.1.10-1) que apresentam características de dispersão e

circulação próprias (FEEMA apud COPPETEC/ COPPE/ IBAM, 2000). Na região metropolitana do Rio de Janeiro estão presentes as Bacias Aéreas I, II, III e IV.

- I. Bacia Aérea I (730km²) compreende as regiões administrativas de Santa Cruz e Campo Grande, no Município do Rio de Janeiro, parte do Município de Itaguaí e os Municípios de Seropédica, Queimados e Japeri.
- II. Bacia Aérea II (cerca de 140km²) envolve as regiões administrativas de Jacarepaguá e Barra da Tijuca (na AP-4) no Município do Rio de Janeiro.
- III. Bacia Aérea III (cerca de 700km²) - abrange áreas do Centro (AP-1), parte da AP-2 no Município de Rio de Janeiro e outros sete Municípios das sub-bacias oeste e noroeste da baía de Guanabara: Nova Iguaçu, Mesquita, Belford Roxo, parte de Nilópolis, de São João de Meriti, de Duque de Caxias e parte da porção leste do município de Magé.
- IV. Bacia Aérea IV (cerca de 830km²) abrange os Municípios de São Gonçalo, Itaboraí, a porção oeste do município de Magé e Tanguá.

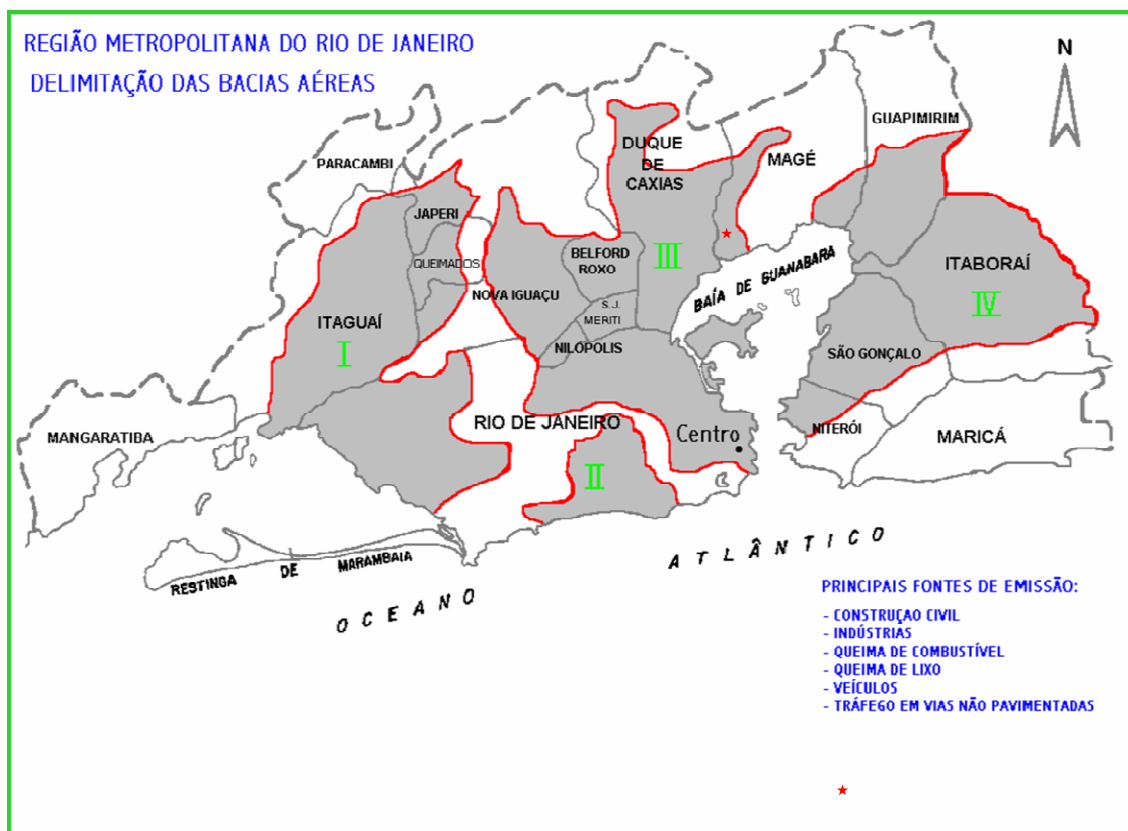


Figura 8.1.12.2-1. Mapa com as bacias aéreas da região Metropolitana de Rio de Janeiro, em destaque (estrela) a localização da CTR Terra Ambiental inserida na Bacia Aérea III.

A qualidade do ar nas Bacias Aéreas I e II é difícil de avaliar, pois estas duas bacias são monitoradas através de uma única estação de monitoramento localizada no Município de Itaguaí e em Jacarepaguá, respectivamente, impossibilitando a generalização. Itaguaí apresenta a qualidade do ar considerada boa, segundo os padrões definidos pelo CONAMA, enquanto que a qualidade do ar em Jacarepaguá é considerada imprópria. Já Bacia Aérea III, área com maior densidade populacional, é a que apresenta valores mais críticos, em função da concentração de fontes geradoras de poluição aérea - indústrias e transporte, da influência das condições meteorológicas (ex.: inversões térmicas que ocorrem de maio a setembro) e das características naturais do seu meio. Nesta bacia, é observada a presença de ilhas de calor.

A Bacia Aérea IV também apresenta valores críticos, principalmente em São Gonçalo e Niterói decorrente do adensamento populacional e atividade industrial da área.

A CTR Terra Ambiental está inserida na bacia aérea III e apresenta relativa variabilidade em virtude da topografia extremamente complexa e das peculiaridades da região. As montanhas, na maior parte paralela à orla marítima, atuam como barreira física aos ventos predominantes de procedência oceânica, não permitindo a ventilação adequada às áreas situadas mais para o interior, agravando os problemas de poluição de ar da região.

De modo geral, na maior parte do ano, predominam os regimes de circulação de ar de mesoescala na área litorânea do Rio de Janeiro, em virtude, principalmente, das brisas marítimas originadas pelo aquecimento diferencial entre o continente e o oceano. Tais sistemas passam a se desfigurar a partir da movimentação dos sistemas transientes de larga escala, como as massas de ar polares e suas correspondentes áreas de convergência (frentes frias) com ar tropical mais aquecido. Constituem parâmetros de extrema relevância nos processos de poluição do ar nas diversas escalas de ocorrência (local, regional ou global), pois deles resultam, respectivamente, o sentido do deslocamento da pluma de poluição e a capacidade de dispersão da mesma. De acordo com JOURDAN (2007), que em seu trabalho estudou o regime de ventos da RMRJ, o vento possui menor intensidade e direção predominante de componente norte, sentido continente-oceano, nas horas do dia em que a região se encontra menos aquecida (madrugada e manhã). Nas horas do dia em que a região se encontra mais aquecida o vento possui componente predominante de sul, sentido oceano-continente, e valores maiores de intensidade. Este fato indica uma modulação dos ventos de acordo com o mecanismo de brisa marítima/terrestre. Adicionalmente, diversas outras circulações locais induzidas pelo aquecimento diferenciado da superfície também estariam atuando, tais como brisas de vale-montanha, lacustres e aquelas provocadas pela urbanização na RMRJ.

O padrão de vento no aeroporto do Galeão referência no presente levantamento, varia pouco entre as diferentes estações do ano, conforme observado na Figura 8.1.9.8-1 apresentada no item 8.1.9 – Caracterização Climatológica . Destaca-se certo aumento da frequência de ventos do quadrante sudeste durante a primavera e o verão. No outono e no inverno também ocorre um pequeno aumento da frequência de ventos com componente de norte. A estação do ano que apresenta a maior frequência de situações de calmaria é o inverno (aproximadamente 10%), no entanto esta frequência não é muito diferente do observado nas outras três estações do ano.

8.1.12.3. METODOLOGIA

8.1.12.3.1. AMOSTRAGEM

A amostragem e monitoramento de partículas realizada nas estações de monitoramento seguiram o estabelecido na resolução CONAMA 03/90 e NBR 12085/91 sobre agentes químicos no ar - Coleta de aerodispersóides por filtração. A técnica consiste em passar por um filtro de microfibras de vidro, isento de impurezas e inerte, um volume conhecido de ar durante 24 horas. Para a amostragem de partículas do ar foi utilizado um amostrador móvel de médio volume (AMV/PTS, ENERGETICA LTDA) de ar durante 24 horas em três (3) pontos dentro da AID (MAPA 8.1.11-1 do Anexo III). Foram utilizados filtros de fibra de vidro (GF1102MM) a uma vazão nominal de 0,23 m³/min para capturar o PTS (PTS/QUIM) ambiental.

8.1.12.3.2. MALHA AMOSTRAL

A malha amostral foi composta por três (3) estações de médio volume ou AMV/PTS de monitoramento de ar situadas na área de influência direta (AID) ao empreendimento. Cada aparelho captura informação sobre o nível de PTS do setor num raio de 500m. A localização geográfica em UTM (DATUM SAD 69) dos pontos de amostragem e mostrada na tabela anexa ao mapa. Os pontos foram escolhidos segundo direção predominante do ar, isto é, ventos vindos do E, e do quadrante SE segundo mostra a rosa dos ventos do MAPA 8.1.11-1 do Anexo III.

8.1.12.3.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA E LABORATORIAL

O modelamento e análise estatística dos dados foram realizados usando o programa de estatística científica R (GNU). A análise química das amostras (filtros) considerou os metais: Alumínio (Al), Arsênio (As), Boro (B), Bário (Ba), Cálcio (Ca), Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Cromo (Cr), Ferro (Fe), Magnésio (Mg), Manganês (Mn), Mercúrio (Hg), Níquel (Ni). O método de análise laboratorial seguido foi o preconizado nos *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21 Ed. 2005, 3120B*.

8.1.12.3.3.1. RESULTADOS

Na área de influência direta ao empreendimento foram amostrados três (3) pontos para material particulado. A Tabela seguinte mostra os resultados das três amostragens considerando um volume nominal de 273 m³, a concentração de PTS em µg/m³ e o Índice de Qualidade Ambiental (IQA) e mostrada a seguir na Tabela 7.1.13-1. Observa-se que a qualidade do ar na área pode ser classificada como BOM e REGULAR.

Tabela 8.1.12.3.3.1-1. Resultados da concentração de PTS nos filtros do AMV/PTS.

| LOCAIS | PESO INICIAL (g) | PESO FINAL (g) | CONCENTRAÇÃO DE PTS (µg/m ³) | IQA* |
|-------------------------|---------------------|-------------------|---|----------------|
| Ponto 1 (Escola) | 0,4372 | 0,4473 | 36,99 | BOM |
| Ponto 2 (Igreja) | 0,4252 | 0,4440 | 68,86 | BOM |
| Ponto 3 (Residência) | 0,4257 | 0,4785 | 193,40 | REGULAR |

(*) IQA= Índice de Qualidade Ambiental (Resolução Conama 03/90)

Quanto à análise química dos filtros, o padrão do conteúdo metálico do material particulado é mostrado na Tabela 8.1.12.3.3.1-2 e Figura 8.1.12.3.3.1-1. Observa-se a inexistência de valores que superem os níveis de NOAEL (Nível de Efeito não Observado) estabelecidos pela OMS (Organização Mundial da Saúde). Observa-se ainda a presença de metais, como o ferro (ponto 3), característicos do ar local sem relação com nenhuma atividade industrial.

Tabela 8.1.12.3.3.1-2. Conteúdo metálico do ar amostrado, e os valores de referência da OMS.

| METAL | PONTO_1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | PONTO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | PONTO_3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | OMS* ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) |
|---------------|---|---|---|--------------------------------------|
| Alumínio (Al) | 7,99 | 13,66 | 45,28 | - |
| Arsênio (As) | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 1,00 |
| Boro (B) | 8,29 | 16,70 | 37,99 | - |
| Bário (Ba) | 12,65 | 24,99 | 55,90 | |
| Cálcio (Ca) | 5,90 | 10,47 | 34,37 | - |
| Cádmio (Cd) | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 100 |
| Chumbo (Pb) | 0,03 | 0,06 | 0,18 | 0,5 |
| Cromo (Cr) | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 1,0 |
| Ferro (Fe) | 1,04 | 0,97 | 13,23 | 1,3 |
| Magnésio (Mg) | 1,04 | 1,96 | 6,21 | - |
| Manganês (Mn) | 0,02 | 0,02 | 0,17 | 10 |
| Mercúrio (Hg) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,0 |
| Níquel (Ni) | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 1,0 |

(*) Air quality guidelines for Europe; second edition (WHO regional publications. European series; No. 91)

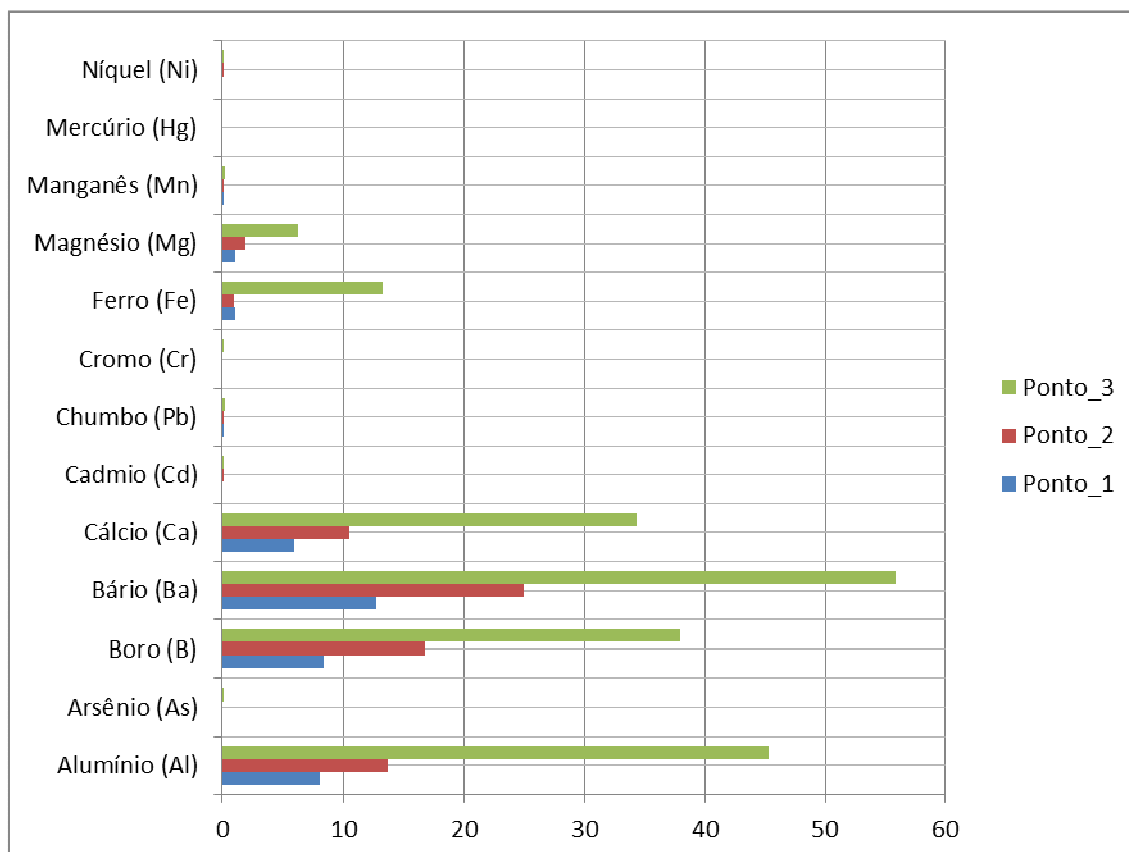


Figura 8.1.12.3.3.1-1. Conteúdo Metálico do Ar na AID.

Os resultados mostram um ar categorizado como BOM (Ponto_1 e Ponto_2), ainda em concentrações de material particulado REGULAR (PTS_3), eles são decorrentes da ressuspensão da poeira própria do solo, sem relação a atividades indústrias nem tráfego veicular. Para os limites de exposição da OMS, no setor de avaliação, as comunidades não estão expostas a concentrações de partículas tóxicas. Ao considerar os limites de exposição ocupacional da ACGIH (*American Conference of Governmental Industrial Hygienist*) e da NR-15 (atividades e operações insalubres), os valores estariam abaixo do limite máximo de exposição ocupacional, a exceção do ponto 3 com os níveis de ferro característico da ressuspensão de poeira do solo.