

6 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA DE INFLUÊNCIA

6.1 DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA

As áreas de influência do empreendimento foram definidas conforme diretrizes do TR emitido pela CETESB e considerando a experiência dos empreendimentos semelhantes implantados na região assim como a análise dos aspectos sociais e ambientais relevantes para uma adequada avaliação dos impactos deste empreendimento. Os limites adotados neste EIA são descritos a seguir e apresentados na Figura 6.1-1.

- **Área de Influência Indireta – AII**

Abrange o território dos municípios atravessados pelo projeto proposto - Itaquapecetuba, Arujá, Guarulhos e São Paulo - sendo que para este último, pelas suas dimensões em relação à localização do empreendimento, incluem-se apenas os distritos da Zona Norte, situados na margem direita do Rio Tietê, que abrangem as seguintes Prefeituras Regionais: Perus, Pirituba, Freguesia / Brasilândia, Casa Verde / Cachoeirinha, Santana/Tucuruvi, Jaçanã/Tremembé e Vila Maria/Vila Guilherme.

Para os temas dos meios físico e biótico, a AII foi ainda definida em função dos limites geográficos de bacias hidrográficas e de unidades de conservação, para as quais há possibilidade da ocorrência de impactos potenciais.

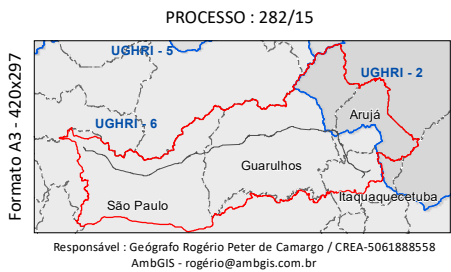
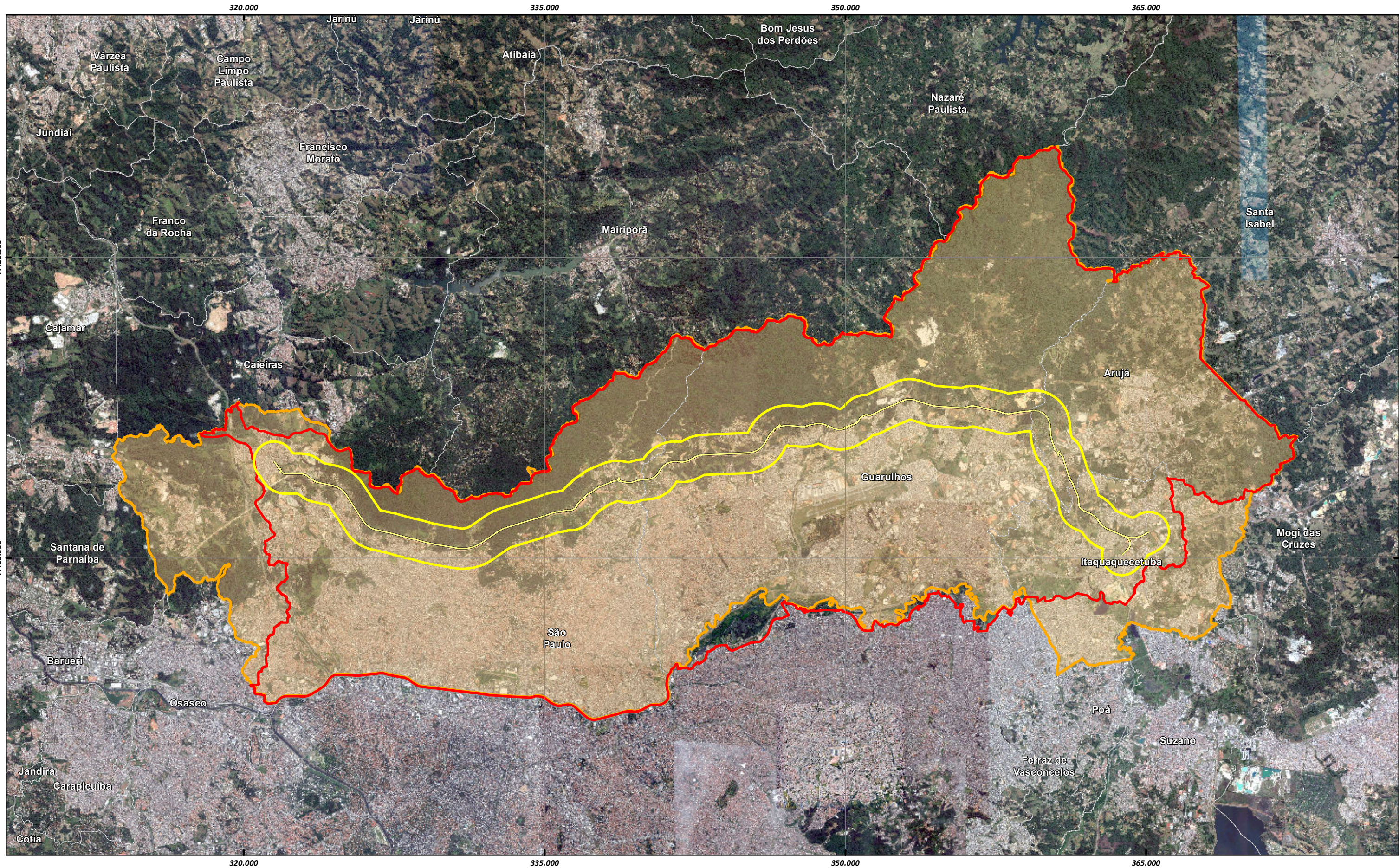
- **Área de Influência Direta – AID**

A AID considera uma faixa territorial de 2 km de largura ao longo do eixo do traçado do Ferroanel Norte, podendo ser estendida, em alguns segmentos para análise de alguns temas específicos, até os limites de bacias hidrográficas, de unidades de conservação ou outro limite físico ou administrativo relevante para análise de impactos diretos.

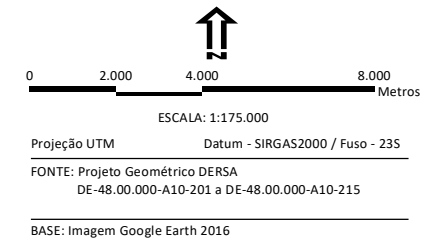
- **Área Diretamente Afetada – ADA**

A área de intervenção para implantação do empreendimento e de todos os seus componentes e potenciais áreas apoio. A delimitação da ADA considera o *offset* definido no projeto geométrico, projetando mais 10m para o caso de aterros e 5m para o caso de corte, além de 3m nas duas laterais dos trechos em viadutos ou pontes (Obras de Arte Especiais - OAE, na nomenclatura técnica).

Ressalta-se que para alguns aspectos abordados no EIA, especialmente os relativos aos benefícios do empreendimento, muitos dos quais se distribuem de forma difusa por território mais amplo, foi necessário considerar como referência a **Região Metropolitana de São Paulo** e também a **Macrometrópole Paulista**. Por essa razão, este Diagnóstico apresenta inicialmente uma caracterização sucinta dessas duas unidades territoriais, destacando o contexto regional em que o empreendimento será implantado.



- Eixo Ferroanel Norte
- Limite de Municípios
- All - Área de Influência Indireta
- Meio Antrópico
- Meio Físico e Biótico
- AID - Área de Influência Direta



6.2 O CONTEXTO METROPOLITANO E MACROMETROPOLITANO

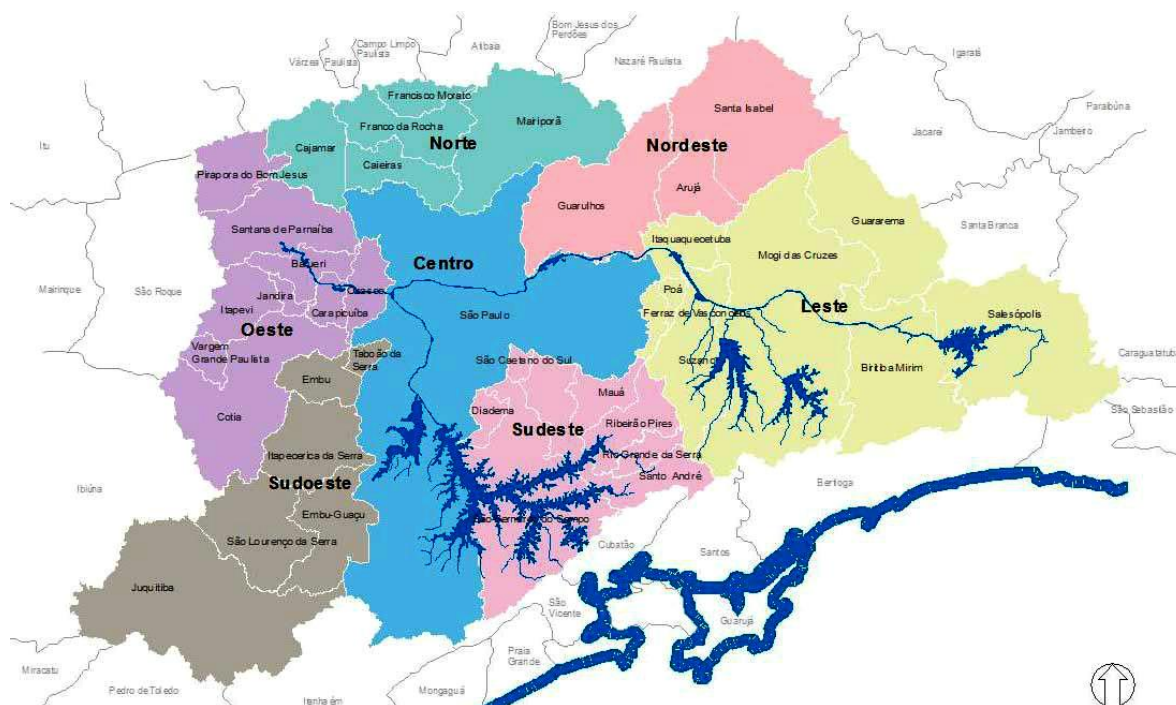
Este item apresenta breve análise socioeconômica, ambiental e de planejamento da Macrometrópole Paulista e da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) com foco nos temas de interesse ao projeto Ferroanel Norte, com objetivo de caracterizar o contexto em que o empreendimento vai ser inserido e o papel do sistema de transporte e da plataforma logística na sustentabilidade da região. São utilizados como referência os mais recentes estudos e publicações relativas ao planejamento regional.

6.2.1 O Locus do Ferroanel: a RMSP na Macrometrópole Paulista

A Região Metropolitana de São Paulo - RMSP foi oficialmente estabelecida pela Lei Complementar nº 14/73. Conta hoje com 39 municípios cuja área soma 7.947,17km² (Emplasa, 2005), correspondendo a 3,24% da área do Estado. Recentemente, a Lei Complementar nº 1139/2011 alterou a anterior, reorganizando o território da RMSP em cinco sub-regiões – Norte, Sudeste, Sudoeste, Leste e Oeste – para fins de promoção do planejamento regional:

- Norte: Caieiras, Cajamar, Francisco Morato, Franco da Rocha e Mairiporã;
- Leste: Arujá, Biritiba Mirim, Ferraz de Vasconcelos, Guararema, Guarulhos, Itaquaquecetuba, Mogi das Cruzes, Poá, Salesópolis, Santa Isabel e Suzano;
- Sudeste: Diadema, Mauá, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra, Santo André, São Bernardo do Campo e São Caetano do Sul;
- Sudoeste: Cotia, Embu das Artes, Embu-Guaçu, Itapeverica da Serra, Juquitiba, São Lourenço da Serra, Taboão da Serra e Vargem Grande Paulista;
- Oeste: Barueri, Carapicuíba, Itapevi, Jandira, Osasco, Pirapora do Bom Jesus e Santana de Parnaíba.
- Centro: Considerou-se o Município de São Paulo como mais uma sub-região.

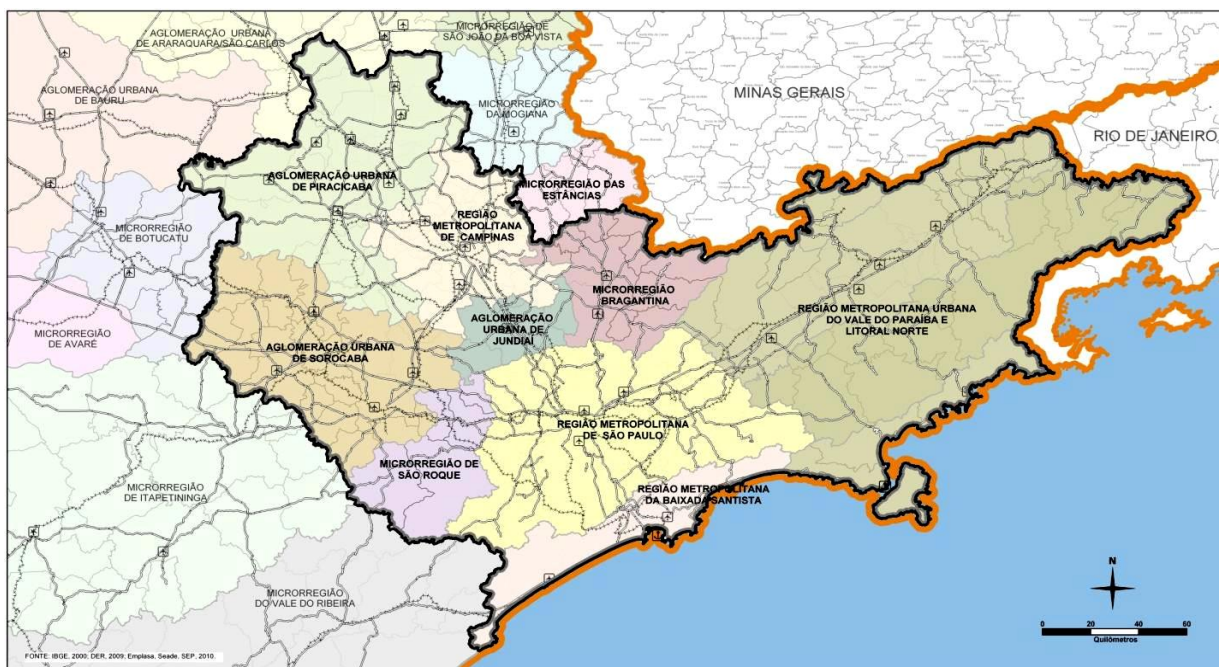
FIGURA 6.2.1-1
DELIMITAÇÃO POLÍTICO-ADMINISTRATIVA E DIVISÃO REGIONAL DA RMSP



Fonte: Emplasa, 2016.

Embora por si própria essa Região Metropolitana já representasse em 2014, 17,7% do PIB nacional e 10% da população brasileira, o que atesta sua situação de polo nacional, ela polariza o que se convencionou denominar a Macrometrópole Paulista – MMP.

FIGURA 6.2.1-2
MACROMETRÓPOLE PAULISTA – MMP



Azzoni (1986) foi o primeiro autor a identificar o processo de espraiamento da indústria de transformação da RMSP rumo ao seu interior próximo, formando um campo aglomerativo de cerca de 150 quilômetros de raio a partir do centro da cidade de São Paulo, cuja dinâmica está diretamente relacionada à da RMSP. Para o autor, é a articulação entre economias de urbanização não restritas à cidade central e o surgimento de deseconomias de aglomeração em tal cidade – expresso em custos locacionais crescentes com o tamanho urbano – que permitem às empresas industriais se localizarem dentro de uma dada região, relativamente ampla e, mesmo assim, gozarem das vantagens aglomerativas advindas da proximidade à cidade central. No caso específico, a localização na Região Macrometropolitana implica, ao mesmo tempo, fuga dos altos custos locacionais da RMSP e a obtenção de vantagens derivadas da proximidade à RMSP⁽¹⁾.

Essas atividades contam com requisitos locacionais diferenciados, articulados com: (i) presença de centros de ensino, pesquisa e desenvolvimento; (ii) disponibilidade de mão de obra qualificada e diversificada,

1 Indústria e serviços na Macrometrópole Paulista: para a caracterização produtiva de um amplo espaço econômico - Alexandre Abdal - 2010

infraestrutura de comunicação e setor de serviços urbanos modernos e especializados; (iii) relações econômicas integradas geograficamente; e (iv) facilidade para contatos face a face e para a inovação.

Tais requisitos tendem a se concentrar em regiões com grande aglomeração urbana ao mesmo tempo em que o desenvolvimento e o crescimento de atividades intensivas em ciência, tecnologia e conhecimento apontam para o reforço do potencial aglomerativo dessas regiões, conformando um processo de causalidade circular, no qual economias de aglomeração e rendimentos crescentes reforçam-se mutuamente ⁽²⁾.

A Macrometrópole e seu core na RMSP, com seus eixos territoriais apoiados em sistemas de transportes rumo a Campinas, São José dos Campos, Santos e Sorocaba apresentam:

- As maiores superfícies artificiais construídas, como as industriais, de lazer, prediais e outras;
- As maiores arrecadações de impostos;
- Os maiores valores adicionados em preços correntes da indústria, do comércio e do setor de serviços;
- Os maiores PIB e as maiores rendas per capita municipais;
- O maior índice de urbanização;
- A maior densidade populacional.

6.2.2 *Dinâmica Socioeconômica da Macrometrópole e Reflexos na Mobilidade Regional*³

A Macrometrópole Paulista (MMP) situa-se a sudoeste do Estado e ocupa mais de 20% da sua superfície. São cerca de 50 mil km² de área, que significam 20,1% do território paulista e 0,6% do território nacional.

A integração da MMP se revela, sobretudo, pela conectividade territorial e econômica entre as unidades regionais que a integram e entre essas e as demais regiões socioeconômicas e urbanas do Estado e do País. Ela se dá, principalmente, pela função que a MMP tem de articulação com os mercados externos.

Ela concentra mais de 30 milhões de pessoas (73% do Estado) em 173 municípios. O volume da população da MMP teve um crescimento de 7,5 milhões de pessoas em 20 anos (1991 – 2010), o que acompanha a proporção e o volume do crescimento populacional no Estado todo, mais de 9,6 milhões de pessoas.

No entanto, a região já não cresce com a mesma intensidade do passado. De um patamar de crescimento de quase 2% aa nos anos 1990, passa para 0,97% aa na década de 2000, comportamento que se repete em praticamente todas as regiões da MMP.

Em termos demográficos observa-se na MMP:

- A redução do crescimento populacional, evidenciando-se a posição da RMSP, que adicionou um grande volume de novos moradores, ou seja, quatro milhões de pessoas na década 2000. As projeções populacionais indicam ainda que haverá manutenção do peso relativo populacional das regiões na MMP, sugerindo que não se pode esperar, no futuro, qualquer processo de desconcentração ou desmetropolização de grande monta;
- Os vetores de expansão populacional são configurados pelos municípios a oeste, noroeste e norte da capital paulista, na AU de Jundiaí, no entorno de Campinas, e num corredor na AU de Sorocaba e no litoral norte do Estado, além, é claro, dos entornos das RMs;
- Seu crescimento populacional é cada vez menos devido à migração, variável que correspondeu a menos de 10% do crescimento entre 2000 e 2010, não obstante as variações regionais expressivas, chegando a até 50% na RMC, e negativo na RMSP.
- A RMSP se caracterizou como a região que, ao mesmo tempo, recebeu e enviou os maiores volumes de migrantes, o que resultou, em termos líquidos, em perdas populacionais, sendo a única região na MMP a ter esse comportamento. Contudo, os dados analisados mostram que boa parte

² Indústria e serviços na Macrometrópole Paulista: para a caracterização produtiva de um amplo espaço econômico - Alexandre Abdal - 2010

³ O texto na sequência se apoia nos estudos do Plano de Ação da Macrometrópole Paulista 2013: 2040 – EMPLASA 2016

da perda populacional dessa região se deve às trocas migratórias registradas com regiões do próprio Estado de São Paulo, em especial, dentro da MMP. No que se refere à migração interestadual, a RMSP se constitui indubitavelmente como a grande porta de entrada da migração externa do Estado.

A região é servida por um sistema viário e de transportes que propicia intensa articulação dos espaços urbanos, além da integração funcional das estruturas produtivas existentes. Ela responde pela maior parte da atividade econômica estadual, sobretudo nos setores industrial e de serviços. Sua estrutura econômica é diversificada e complexa, com prevalência de atividades modernas, de alta tecnologia, nos diversos segmentos econômicos. A economia criativa também é um segmento fortemente concentrado nesse território, particularmente nas regiões metropolitanas que integram a MMP.

A MMP configura-se como o espaço de maior concentração e dinamismo econômico e demográfico do Estado, e essa concentração é de tal magnitude que não apenas promove o “arraste” das dinâmicas socioeconômicas e urbanas das demais unidades regionais – principalmente pelo tamanho do seu mercado – como possibilita que o conjunto se beneficie dessa integração.

A atividade econômica presente na MMP, medida pelo PIB em 2010, equivale a 82,7% do total do Estado. Observada a participação de cada grande setor de atividade no total regional, vê-se que a agropecuária tem pequena presença, com 0,33% do valor adicionado total (VA), a indústria representa 29,02% do VA e os serviços detêm participação predominante, 70,64% do VA, cifra bastante superior àquela observada quando se calcula a mesma proporção para o restante do Estado de São Paulo (62,15%).

Do ponto de vista da participação das diferentes regiões da MMP em cada setor de atividade, observa-se que:

- Na agropecuária, Piracicaba detém quase um terço da atividade agrícola desenvolvida na MMP (30,62%), seguida, de longe, pelo Vale do Paraíba (16,50%) e, depois, por Sorocaba, RMC e RMSP, com respectivamente 12,95%, 11,21% e 10,39%.
- Na indústria, a RMSP permanece com predomínio na geração do valor agregado da MMP, com 57,75% do total, seguida pela RMC, que responde por 11,85% do total e pelo Vale do Paraíba, com 9,90%. Essas três regiões respondem pela geração de mais de três quartos do valor adicionado industrial da MMP.
- Nos serviços, o predomínio da RMSP é imenso, com quase três quartos do total (73,17%). A RMC e o Vale do Paraíba apresentam 8,51% e 4,60%, respectivamente. Juntas, as três regiões respondem por mais de 85% da produção de serviços na MMP.

Os principais setores da estrutura industrial da MMP – veículos automotores, química, máquinas e equipamentos, produtos de borracha e plástico, e produtos farmacêuticos – representam mais da terça parte da indústria nacional. Em menor proporção está a fabricação de derivados do petróleo, refino e biocombustíveis – devido à produção das três grandes refinarias de petróleo localizadas na MMP – e a fabricação de alimentos, com menor participação na produção nacional.

A participação do VTI da indústria de transformação de alta tecnologia da MMP no Estado de São Paulo correspondia a 90% em 2000 e declinou para 81% em 2010. A participação da manufatura de média-alta e média permaneceu relativamente estável na década, e a de baixa intensidade foi a que mostrou queda mais significativa, passando de 64% para 52% do total do Estado. Apesar da tendência de queda, configura-se a supremacia da indústria de mais alta tecnologia nesse território, correspondendo a mais de 80% do Estado. Os grupos de produtos de alta e média-alta tecnologias representavam 71% das exportações na MMP, 49% no Estado e 23% no Brasil.

A MMP conta com estruturas produtivas bastante díspares umas das outras, as quais não tendem à convergência. Enquanto a RMSP caracteriza-se por se constituir como o polo de produção de serviços produtivos, especialmente daqueles de caráter mais moderno, sem, entretanto, deixar de ser um significativo centro industrial, as localidades que a compõem constituem-se como espaços propícios ao

desenvolvimento industrial, cujas empresas auferem as vantagens aglomerativas da RMSP, com destaque para o vasto rol de serviços especializados.

Em termos de serviços, a MMP concentra a imensa maioria dos empregos do setor paulista. No ano 2000, 85,2% do estoque de vínculos formais de serviços do Estado estavam na MMP, tendência que se manteve ao longo da década. No ano 2000, a MMP concentrava 89% da massa salarial do setor de serviços paulista – participação que pouco se alterou em 10 anos (88,9%).

Os Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC), além de possuírem alto grau de concentração na MMP em relação ao Estado (92%), representam mais que a terça parte dos empregos do Brasil. Muito embora sua participação no emprego total seja baixa (12,2%), é maior que a do restante do Estado e do Brasil, o que demonstra sua predominância na presença dos elos mais dinâmicos dessa categoria. A MMP também concentra a maior parte da massa salarial relativa aos SICs do Estado, com participação de 88,4% em 2010.

Além disso, todos os segmentos dos serviços intensivos em tecnologia apresentaram crescimento mais elevado no período 2000/2010 do que a categoria “demais serviços”. Por conseguinte, em termos de estabelecimentos, os SICs aumentaram sua participação na estrutura econômica da MMP. Por outro lado, a categoria “demais serviços” vêm perdendo participação no total do setor terciário.

Verificou-se crescimento consistente dos SICs, em termos de ocupação de unidades, com destaque para os serviços tecnológicos (SIC-T) e sociais (SIC-S), cujo crescimento foi de 120% e 125,5%, respectivamente, na comparação 2000/2010.

No que se refere aos serviços, setor predominante na MMP, ele se caracterizou pelos seguintes processos na década passada:

- Os serviços intensivos em tecnologia (SIC-T) cresceram acima de 100% no que se refere às unidades produtivas localizadas na MMP, bem além da variação observada para a categoria “demais serviços”. Os empregos tiveram elevação ainda maior, de 137% no mesmo período.
- Também cabe destaque para os serviços profissionais (SIC-P), com aumento de 84% do emprego e de 88% das unidades locais.
- A massa salarial dos serviços intensivos em tecnologia (SIC-T) e em conhecimentos profissionais (SIC-P) elevou-se acima de 100% em termos reais, muito além da variação de 58% observada para a categoria demais serviços.
- A RMSP perdeu participação no total das unidades locais dos serviços intensivos em tecnologia da MMP, muito embora ainda concentre mais de 80%. E em relação ao emprego, a participação também caiu de 88% para 80%.
- Por outro lado, foi expressiva a elevação dos empregos nos serviços intensivos em tecnologia (SIC-T) na RMC (340%), na RMBS (191%) e na RMVPLN (142%), assim como os serviços de conhecimentos sociais apresentou forte dinamismo, tanto na RMC como na RMVPLN, traduzido por aumento expressivo de unidades locais.

Essa dinâmica demográfica e econômica conforma uma *região urbana* em que a conurbação entre municípios só não se completou pela presença de áreas protegidas e pela existência de barreiras físicas.

Nas últimas décadas, a MMP apresentou taxas muito elevadas de urbanização, quase sempre superiores a 90%, e o maior contingente de população urbana encontra-se na RMSP. No mesmo período, houve significativa mudança na dinâmica demográfica, com a redução das taxas de crescimento populacional no Estado e na MMP, fato que se deveu à diminuição das taxas de fecundidade e de mortalidade. Também ocorreu a redução das taxas de migração.

A estruturação da MMP corresponde à prevalência de um novo ciclo urbano e/ou de um novo padrão de urbanização, o qual pode ser qualificado como de urbanização dissipada, dispersa ou difusa, para fazer referência aos espaços urbanos regionais constituídos pela tendência à urbanização total do território, a

partir de um padrão de expansão urbana a que se associaram novas formas de organização e de ocupação do solo.

A imensa mancha urbanizada formada pelo crescimento dessas cidades foi resultado da conjugação de núcleos urbanos preexistentes, e não de um crescimento urbano centrífugo, ou, em outras palavras, uma expansão das áreas consolidadas em direção a periferias urbanas.

Pode-se utilizar o conceito de coesão territorial, entendido como articulação entre o município de São Paulo, core do sistema, e os polos das unidades regionais da MMP e/ou municípios articulados, o que confere à Macrometrópole uma estrutura policêntrica.

Da mesma forma como produz riquezas, a MMP ainda exhibe índices que evidenciam a existência de profundas desigualdades sociais. Ela tem como marca forte a desigualdade socioespacial, definida pela convivência, no território, de áreas urbanas com características profundamente heterogêneas.

De acordo com dados do Censo Demográfico, as três RMs paulistas apresentavam, em 2010, contingente de mais de três milhões de pessoas vivendo em precárias condições de moradia, muitas em áreas de risco, ou carentes de infraestrutura urbana e social. Destas, 2,1 milhões concentravam-se na RMSP, 297 mil na RMBS e 160 mil na RMC.

A ocupação urbana é heterogênea: há áreas que dão substrato às dinâmicas e fluxos articulados pelos modernos circuitos da economia mundial; áreas de urbanização consolidada, com níveis elevados de infraestrutura e serviços públicos; periferias pobres básicas (quase sempre produzidas na informalidade), carentes de infraestrutura e serviços e onde há forte presença de favelas e loteamentos ilegais. E também *novas periferias* urbanas, áreas que contam com boas condições de acessibilidade e serviços, e em que se localizam os chamados *condomínios fechados*, ocupados por estratos populacionais de renda média e média-alta.

No tocante à infraestrutura e logística voltadas à produção que articula espacialmente a Macrometrópole, a RMSP é centro de convergência das principais ligações rodoviárias do País, os sistemas Anchieta/Imigrantes e Anhanguera/Bandeirantes e as rodovias Dutra, Castelo Branco, Fernão Dias e Régis Bittencourt, que constituem importantes eixos de indução da expansão e do crescimento urbanos. Destaca-se, também, a importância da malha ferroviária, integrada por corredores de escoamento de produtos originados em São Paulo e outros Estados, com destino à exportação por meio do Porto de Santos, principal porto da América Latina, considerando o montante exportado e a containerização.

Tendo em vista a crescente demanda por serviços aeroportuários e ferroviários e suas articulações com centros de distribuição para o atendimento do transporte de cargas e de passageiros, impõe-se, nos anos recentes, a necessidade de avaliação da capacidade da infraestrutura instalada, do ponto de vista da articulação desses sistemas e da implantação de uma nova logística que responda às necessidades desta macrorregião.

O Porto de Santos, com a melhor infraestrutura e a maior movimentação de cargas (embarque e desembarque) e ao mesmo tempo nas proximidades da maior área produtora e consumidora do país requer uma intermodalidade para integração mais eficiente entre o porto, a rodovia, a ferrovia e a dutovia e, assim, a diminuição da pressão sobre o transporte rodoviário.

A Macrometrópole enfrenta dificuldades, particularmente em infraestrutura, mobilidade e logística. Sua existência implica articular as relações que se estabelecem entre o suporte físico – o território macrometropolitano – e sua estrutura viária, ferroviária, urbana, metropolitana e macrometropolitana.

Como grande questão resultante, tem-se a concentração dos fluxos de pessoas e cargas em eixos que em muito superam sua capacidade física, seja no sentido de suprir as demandas logísticas, a custos adequados para a atividade econômica, seja no de fazer face às demandas cotidianas da mobilidade de passageiros.

Essas lógicas e questões conferem relevo aos elementos que articulam as condições de conectividade do território da MMP, que, de um lado, podem promover a desqualificação das condições de competitividade da vida econômica regional e, de outro, produzir deterioração da qualidade de vida da população.

Se o território da RMSP foi fortemente definido pela implantação dos eixos ferroviários e rodoviários que convergiam para o Município de São Paulo, o território da MMP foi estruturado pelos principais eixos rodoviários regionais.

Contraditoriamente, a dispersão, característica da urbanização brasileira, traz em seu bojo a intensificação da mobilidade pendular da população, que se desloca entre pontos do território para atividades de trabalho, lazer e consumo. O aumento das viagens entre diferentes municípios de uma mesma região metropolitana ou de regiões metropolitanas distintas revela não apenas um aumento da mobilidade da população, mas, igualmente, grande articulação produtiva em escala regional.

As cadeias logísticas no Estado de São Paulo apoiam-se fundamentalmente no modal rodoviário, cuja participação na matriz de transportes é de 93%, muito à frente dos demais.

Pode-se dizer que a competitividade da MMP, como principal polo de inserção da economia paulista na economia continental e mundial, depende, fundamentalmente, da disponibilidade, integração e eficiência das infraestruturas de logística e transporte.

No entanto existem obstáculos para o melhor desempenho das logísticas de suprimento e escoamento de produtos que repercutem na competitividade da produção paulista:

- Excessiva convergência dos fluxos de passagem, de média e longas distâncias, pela Região Metropolitana de São Paulo, especialmente pelo Município de São Paulo. São fluxos longitudinais com origens ou destinos entre o Mercosul, Sul, Sudeste e Nordeste, e também transversais, com origens ou destinos entre o Centro-Oeste, Triângulo Mineiro e Sul de Minas e o porto de Santos.
- Excessiva concentração de origens e destinos das cargas na MMP, especialmente na Região Metropolitana de São Paulo, na medida em que concentra grande parte da produção e do consumo de produtos industriais e alimentos. São fluxos que exigem complexas redes de coleta ou distribuição em espaços altamente urbanizados.
- Falta de integração das infraestruturas e instalações de logística e transporte no âmbito da MMP, considerados os portos, terminais marítimos, aeroportos e centros ou terminais de logística, vis-à-vis as infraestruturas rodoviárias e ferroviárias.
- Descontinuidades significativas de capacidade, qualidade, fluidez, acesso, sinalização e iluminação nas malhas viárias de responsabilidade estadual e municipal no âmbito da MMP. Tais descontinuidades geram gargalos significativos à fluidez das movimentações de passagem, transbordo, coleta e distribuição no âmbito da MMP.
- Gargalos significativos nas vias permanentes e sistemas operacionais das ferrovias, implicando reduções drásticas de velocidade dos trens no âmbito da MMP.

O sistema ferroviário de carga sempre apresentou desafios, entre os quais a ultrapassagem dos contrafortes continentais vizinhos aos portos nas Regiões Sudeste e Sul e o compartilhamento de seus traçados com as malhas urbanas da MMP, nas cidades em constante expansão, gerando conflitos e lentidões. Ainda hoje, no caso de São Paulo, essa se dá por sistemas independentes, com concessionárias diferentes: MRS Logística, América Latina Logística/ALL e Ferrovia Centro-Atlântica/FCA. Além disso, constitui um problema adicional o fato de que toda a região do Porto de Santos é gerida pela Autoridade Portuária do Governo Federal, sendo esta a supervisora de todas as ações nessa área.

Como desdobramento da complementaridade e da integração funcional, a Macrometrópole caracteriza-se pela concentração de fluxos econômicos e de passageiros: os deslocamentos de cargas nela produzidos equivalem, aproximadamente, a 65% do total do Estado e os atraídos para a região atingem 63%. A movimentação de passageiros também tem densidade expressiva, correspondendo a 82%, no que se refere às origens, e a 73%, quanto aos destinos.

Essa dinâmica socioeconômica gera uma região em movimentação contínua de mercadorias, serviços e pessoas, entrando e saindo da região.

A despeito da redução nas taxas de crescimento populacional em todas as RMs, a taxa de incremento dos movimentos pendulares foi de 5,8% a.a., elevando os deslocamentos, em números absolutos, de 1,6 milhão de pessoas, em 2000, para 2,9 milhões em 2010.

Seja por conta da chamada “reestruturação produtiva” que, entre outros aspectos, favorece a desconcentração da atividade econômica, seja em função das novas formas de assentamentos humanos, em particular aquelas derivadas da urbanização dispersa, merece destaque o fato de que a pendularidade já não mais se restringe apenas ao interior dos grandes aglomerados urbanos.

Os dados da Tabela 6.2.2-1 mostram que na Macrometrópole paulista, em 2010, mais de 2,9 milhões de pessoas se movimentavam de forma regular na semana anterior ao Censo, para efeitos de estudo ou trabalho, ou seja, um crescimento de mais de 76% em dez anos. O crescimento dos fluxos, com destaque para aqueles que saem ou entram nas regiões (externos) salienta a relevância econômica e demográfica da área, apontando para uma dinamização cada vez maior e abrangendo áreas geograficamente mais amplas.

TABELA 6.2.2-1

PRINCIPAIS FLUXOS PENDULARES COM ORIGEM NA MACROMETRÓPOLE PAULISTA – 2010

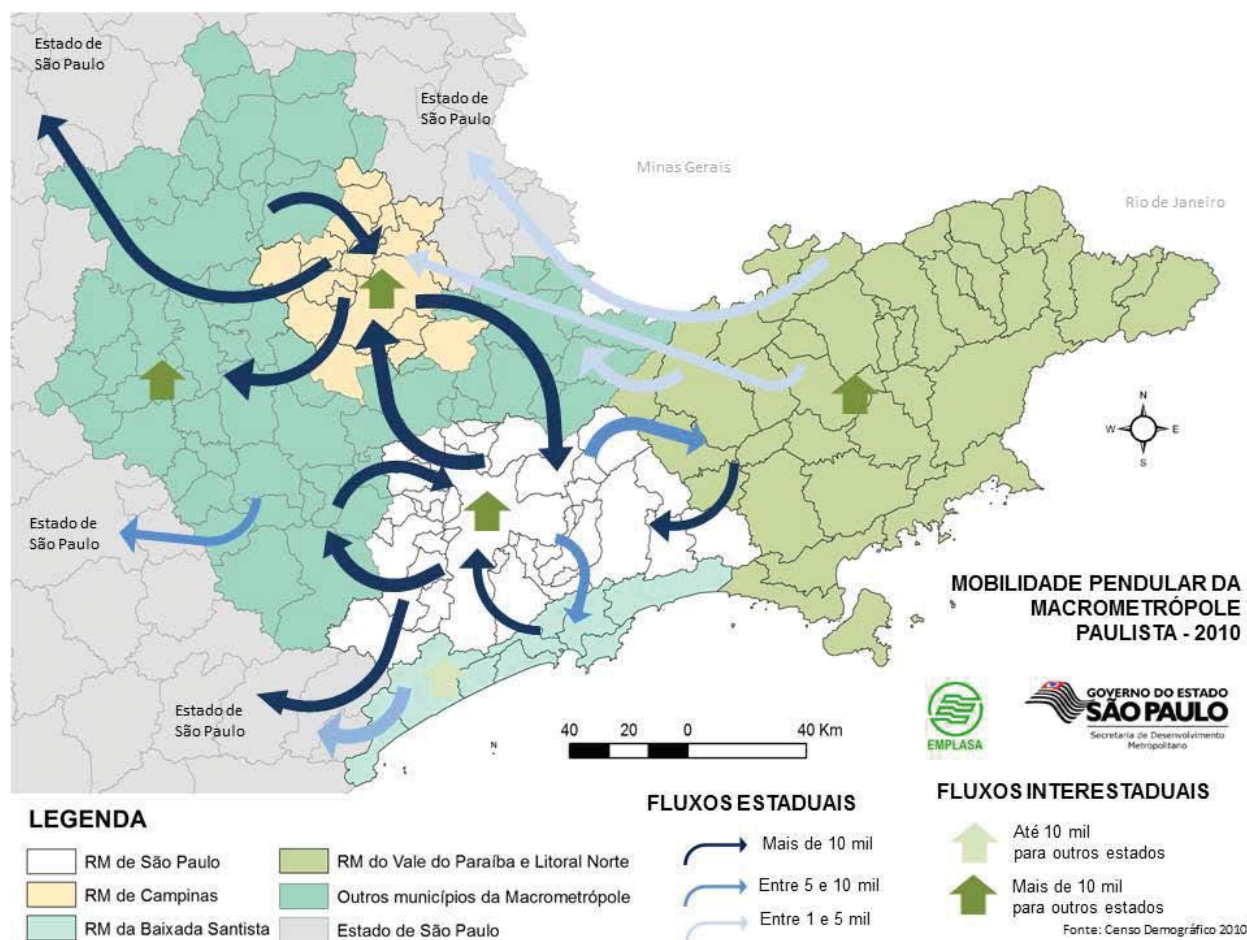
Regiões	Volume dos movimentos pendulares		Percentual da PIA	
	2000	2010	2000	2010
RMC	171.033	311.992	9,8	14,02
RMSP	1.108.691	1.942.000	8,4	12,65
RMBS	128.064	201.023	11,7	15,51
RMVPLN	84.621	149.597	5,9	8,50
Outro Macro	162.253	321.610	6,3	9,80
Total	1.654.662	2.926.212	9,5	14,18

Fonte: Mobilidade pendular na Macrometrópole – NEPO/UNICAMP – EMPLASA – 2013

Verifica-se que as entradas e saídas na MMP, que se utilizam de sua rede de transportes, apresentam fluxos altos, acima de 10 mil movimentos diários, como registra a Figura 6.2.2-1.

A forte presença de fluxos de passageiros e cargas no território da MMP confirma a percepção de que se trata de um território em movimento e revela uma nova escala de vida cotidiana. Nesse sentido, é a organização em rede dos meios de circulação no interior da macrometrópole que estabelece um contraponto capaz de contribuir para a eficiência e a qualidade de vida no interior desse território em movimento.

FIGURA 6.2.2-1
MOVIMENTOS PENDULARES NA MACROMETRÓPOLE - 2010



Fonte: Mobilidade Pendular na Macrometrópole – NEPO/UNICAMP – EMLASA – 2013

6.2.3 A Dinâmica Socioeconômica da RMSP e Reflexos na Mobilidade Metropolitana⁴

A população da RMSP em 2016 era de cerca de 21 milhões de habitantes, distribuídos em 39 municípios, e com cerca de 11 milhões concentrados na cidade de São Paulo.

Apesar da redução do crescimento populacional entre 2000 e 2010 em relação ao período anterior, fechando o período com 0,97% ao ano, o incremento demográfico apresentou volume relevante, 1,8 milhão de pessoas, contra 2,4 milhões de pessoas entre 1991 e 2000.

Desta forma, apesar da redução do crescimento demográfico, o volume do incremento populacional ainda se mostra relevante, aumentando a população total em 10,3% entre 2000 e 2010.

A concentração de infraestrutura, equipamentos e seu adensamento populacional conferem à RMSP um papel fundamental nos ritmos de funcionamento e operação do sistema macrometropolitano. Nas últimas décadas, a RMSP apresentou taxas muito elevadas de urbanização, quase sempre superiores a 90%, com grande contingente de população urbana.

Entre 2000 e 2010, o PIB per capita da RMSP cresceu 16%, puxado pela produção e pelo arrefecimento do ritmo de crescimento populacional no período. Entre 2010 e 2012, houve recuo de 3,6%, por conta do decréscimo do PIB e do crescimento populacional. Cabe também mencionar que essa movimentação

⁴ O texto na sequência se apoia nos estudos do Plano de Ação da Macrometrópole Paulista 2013: 2040 – EMLASA 2016

reflete em boa parte o desempenho da capital. Destaca-se, ainda, o decréscimo na Sub-região Sudeste no período 2010-2012 (-11,5%), a maior perda do PIB entre todas as Sub-regiões da RMSP.

A reestruturação tecnológica e as transformações estruturais da economia brasileira fizeram da RMSP – polo industrial – a principal metrópole de serviços produtivos do país. Os fatores que desempenharam papel relevante nesse processo de mudança foram a diversidade produtiva, o tamanho da economia e a composição da estrutura industrial.

A alteração mais significativa na estrutura industrial da região, deve-se ao aumento da produção de bens de capital e consumo durável (BCCD), que passa a representar 37,8% de sua produção industrial e 53% na produção da MMP. Ao mesmo tempo, a presença da categoria de bens de consumo não duráveis (BCND) reduz-se de 24,4% para 14,4%, enquanto que a produção de bens intermediários (BCI) permanece a mais importante da região, em torno de 46%.

Embora conte com a estrutura industrial muito diversificada, apenas seis divisões da indústria de transformação são responsáveis por cerca de 70% do VTI da RMSP.

A indústria química (incluindo a fabricação de produtos farmacêuticos, que representa cerca de 20% do VTI no período) e a indústria de veículos automotores (que salta de 10,8% em 2000 para 22,6% em 2010) seguem como as principais divisões da estrutura industrial da RMSP.

Com a elevada participação em algumas das atividades dinâmicas da indústria nacional, o processo de reestruturação técnica, gerencial e patrimonial (com fusões e aquisições), mostrou-se altamente disseminado no corpo da indústria da RMSP, com impactos na criação ou ampliação de serviços altamente interligados à produção industrial.

Por outro lado, a evolução e a concentração das atividades de intermediação financeira, de comunicação e de serviços prestados às empresas – serviços estratégicos, diante dos novos paradigmas da produção – contribuíram tanto para o predomínio da Região como principal centro nacional, bem como para qualificar sua inserção como metrópole global – a única do País que claramente detém os requisitos da chamada “economia do conhecimento”.

Durante a década de 2000, a RMSP enfrentou dificuldades, retratadas na estagnação de sua indústria, na redução da produtividade e na consequente perda de competitividade, chegando em 2010 com o valor agregado da indústria de transformação como um todo e das principais divisões da estrutura produtiva – química, máquinas e equipamentos e borracha e plástico – praticamente no mesmo patamar de 2000.

O Valor Adicionado (VA) da RMSP em 2012 foi de R\$ 786,5 bilhões, sendo que a capital contribuiu com 63,5% deste valor (R\$ 499,4 bilhões). Em seguida, aparece Guarulhos (5,7% – R\$ 44,7 bilhões), lócus de parcela do empreendimento em pauta.

Os dados mostram que São Paulo mantém grande relevância econômica e sua dinâmica interfere diretamente na economia do entorno, considerando que 63,4% do Valor Adicionado da RMSP ainda provem deste município. Cabe ainda destacar que o perfil econômico dos municípios da região é diverso, apesar das características serem típicas de uma região metropolitana, ou seja, com maior participação do setor de serviços e um importante ramo industrial.

A inovação foi o fator-chave para o crescimento econômico e o desenvolvimento industrial. A RMSP concentra diversos *ativos* e instrumentos de política disponíveis e necessários à expansão da manufatura de maior intensidade tecnológica. No que se refere ao conjunto de fatores locais, usualmente chamados de *avos* intangíveis e também àqueles derivados da economia do conhecimento (presença de instituições de pesquisa e universidades; oferta de serviços tecnológicos; disponibilidade de mão de obra qualificada e a alta densidade da P&D, presentes no setor privado), a RMSP encontra-se em posição privilegiada.

A RMSP aumentou sua participação no VTI da indústria de transformação de alta intensidade tecnológica em quase dois pontos percentuais, passando de 14,5% em 2000 para 16,2% em 2010, e também na de média-alta tecnologia. Somadas, essas duas categorias respondiam por quase 31% do VTI em 2010. Do

ponto de vista da estrutura interna da região, verifica-se que essas duas categorias representavam 55% do VTI em 2000, participação que se elevou para 62% em 2010.

Os novos e mais avançados são chamados serviços intensivos em conhecimento (SIC) de natureza empresarial na RMSP cresceu sua participação no total de empregos formais dos SICs no Estado: respondia por 64,8% em 2000 e passou a representar 66,2% em 2010.

A maior parte dos empregos nos SICs do Estado está concentrada no Município de São Paulo, com alguma presença nos eixos industriais mais fortes: ao Leste, em Guarulhos, no ABC e a Oeste, em Osasco e em Barueri, reforçando a complementaridade dessas atividades com a indústria.

O tamanho da população da RMSP e sua extensão territorial representam importantes fatores para a existência de grande mobilidade de sua população. De fato, mesmo com as mudanças no crescimento e na redistribuição da população entre os municípios da região, os movimentos pendulares são muito intensos e mostram-se relevantes.

O volume dos movimentos pendulares cresceu 75% entre 2000 e 2010, passando de 1,1 milhão para 1,9 milhão de pessoas. Em relação à PIA, no ano de 2010, cresceu 12,6% se comparado a 2000, que era de 8,4%, o que representou um aumento de importância e intensidade nesse tipo de mobilidade para a população residente na RMSP.

Outra informação que demonstra a intensidade da circulação das pessoas por motivo de trabalho é o fato de esses deslocamentos pendulares ocorrerem diariamente (ida e retorno para casa). Considerando os destinos daqueles que se deslocam diariamente para trabalhar em outros municípios nota-se que quando se trata de deslocamento para município da mesma região metropolitana, na RMSP cerca de 96,2% dos movimentos são realizados nesse espaço, o que mostra a grande interação entre eles.

Cerca de 91,6% dos pendulares residentes na sede (São Paulo) se destinam a municípios da própria região, sendo que 51,0% se dirigem para os municípios grandes, 37,6% os médios e apenas 3,0% para os pequenos.

O volume desses movimentos cresceu para todos os municípios, com destaque para São Paulo, com aumento de aproximadamente 210 mil pessoas, e Guarulhos, Santo André e São Bernardo do Campo, com incremento de aproximadamente 50 mil pessoas ⁽⁵⁾

Com base na Pesquisa de Mobilidade de 2012, realizada pela Companhia do Metropolitano de São Paulo foi elaborada uma análise⁶ que mostra, dentre outros aspectos, o aumento de viagens feitas tanto por meio de transportes coletivos, que continuam predominando na metrópole paulistana, quanto por meio de automóveis individuais, cuja frota aumentou, inclusive junto aos setores de menor renda. Isso se refletiu no aumento do índice de mobilidade da população. Os dados mostram também um ligeiro aumento no número de viagens realizadas com transporte coletivo por setores de maior renda. Essas pequenas mudanças ainda não foram suficientes para alterar a crise de mobilidade urbana que impera na metrópole paulistana

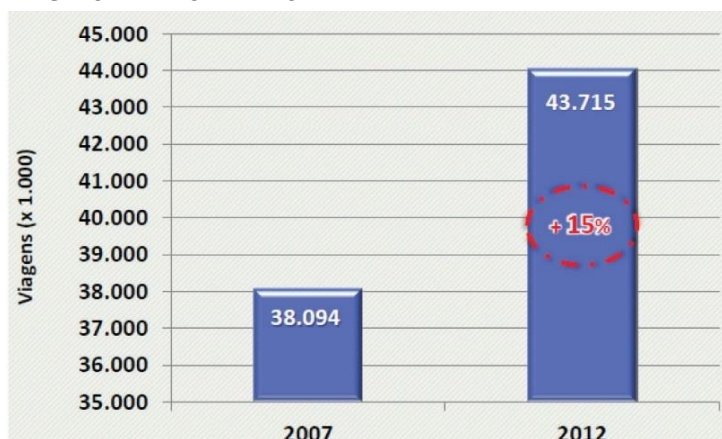
Comparando os resultados gerais daquela Pesquisa de Mobilidade de 2012 com a Pesquisa Origem-Destino de 2007, o primeiro aspecto que merece um comentário é o significativo aumento no número de viagens diárias realizadas na metrópole. Esse número saltou de 38 milhões para 43,7 milhões, um aumento de 15%.

Esse aumento no número de viagens diárias foi impulsionado principalmente pelo crescimento no número das viagens motorizadas que foi de 18%, puxado, em boa parte, pelo crescimento no número de viagens feitas com automóveis individuais que cresceu significativos 21%. As medidas nacionais implementadas para estimular a economia e dinamizar a indústria automobilística, ao disponibilizar veículos mais econômicos e em condições de aquisição mais fáceis agravam, em âmbito local, a crise de mobilidade urbana nas cidades.

⁵ Visão da Metrópole- Emplasa 2016

⁶ A crise da mobilidade urbana na Região Metropolitana de São Paulo- Kazuo Nakano - 2013

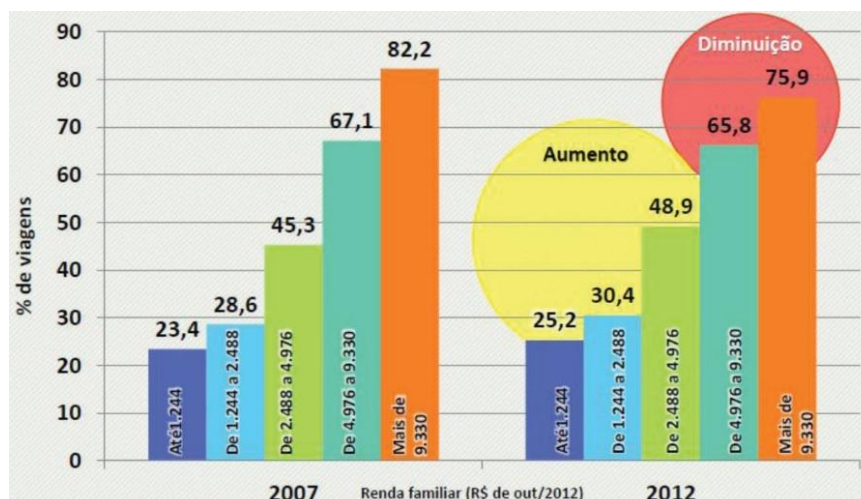
GRÁFICO 6.2.3-1
VIAGENS DIÁRIAS NA RMSP



Fonte – Pesquisa de Mobilidade da Região Metropolitana de São Paulo (2012). Elaboração: Companhia do Metropolitano de São Paulo.

Nesse sentido observa-se que entre essas datas as viagens por automóveis por populações de renda mais baixas apresentaram uma ampliação, enquanto as viagens nos estratos mais altos observaram uma diminuição, como registra o Gráfico 6.3.2-2.

GRÁFICO 6.3.2-2
VIAGENS DIÁRIAS POR AUTOMÓVEIS INDIVIDUAIS E RENDA FAMILIAR NA RMSP



Fonte – Pesquisa de Mobilidade da Região Metropolitana de São Paulo (2012). Elaboração: Companhia do Metropolitano de São Paulo.

O trabalho e estudo são os dois principais motivos de viagens na metrópole, com destaque para o primeiro, sendo que no período ocorreu um aumento de empregos e matrículas.

Aliado à ampliação dos movimentos pendulares e mobilidade na RMSP, decorrentes de sua estrutura produtiva e da ocupação do espaço metropolitano, um dos principais desafios da região é a necessidade de ordenamento e de construção de alternativas aos crescentes fluxos de carga que convergem para a RMSP, principalmente para o Município de São Paulo, ou que cruzam a região, por meio de eixos rodoviários transversais no sentido do interior do Estado, do Porto de Santos, de Minas Gerais, do Rio de Janeiro e do Sul do País, gerando estrangulamentos viários e no sistema logístico de distribuição de mercadorias – produzidas na RMSP ou destinadas ao principal mercado consumidor nacional: o Município de São Paulo.

A RMSP caracteriza-se por apresentar fluxos importantes de diferentes tipos de cargas que cortam seu território utilizando ferrovias, podendo ser destacados:

- Granéis – especialmente do Complexo da Soja (grãos, farelo e óleo) – provenientes da Região Centro-Oeste com destino ao Porto de Santos e polos intermediários de processamento no Estado. Trata-se de fluxos de passagem que atravessam o Estado e a RMSP, valendo-se dos modais ferroviário e rodoviário, inclusive a produção escoada pela Hidrovia do Tietê-Paraná, cujo transbordo é feito para aqueles modais em Piracicaba;
- Granéis com origem no interior paulista – especialmente dos Complexos da Cana e da Laranja (açúcar, etanol e suco de laranja) – tendo como destinos principais o porto de Santos e os polos intermediários de processamento. Os fluxos atravessam a RMSP valendo-se dos modais ferroviário ou rodoviário;
- Produtos do Complexo da Siderurgia – como minério proveniente do Sudeste (por transporte ferroviário ou marítimo) e produtos siderúrgicos escoados para as Regiões Sudeste e Sul do País, por ferrovia ou rodovia, e grande parte desses fluxos atravessa a RMSP;
- Produtos do Complexo do Cimento, que, devido à relevância do custo de transporte no preço final do produto, têm seu mercado “natural” situado a uma distância máxima de 300 km das fábricas ou cerca de 500 km das áreas de maior densidade populacional. O suprimento de matéria-prima e o escoamento do produto final são feitos por ferrovia e rodovia, e grande parte desses fluxos atravessa a RMSP.

Destaca-se ainda que grande parte dos polos produtores e atratores de carga ferroviária se encontram nas proximidades da RMSP, tais como a Replan (combustíveis), CBA (bauxita e alumínio), Polo Industrial de Cubatão (minérios, produtos siderúrgicos e fertilizantes), VCP (madeira e celulose para exportação) e o Porto de Santos; como maior porto da América Latina, Santos é responsável por 45 % da movimentação nacional de contêineres.

A constatação dos efeitos e impactos produzidos por esses fluxos aponta inicialmente que a introdução do transporte ferroviário para cargas adquire caráter emergencial – e o Ferroanel Norte propiciará uma grande oportunidade para que inovações significativas possam ser feitas no complexo logístico da RMSP.

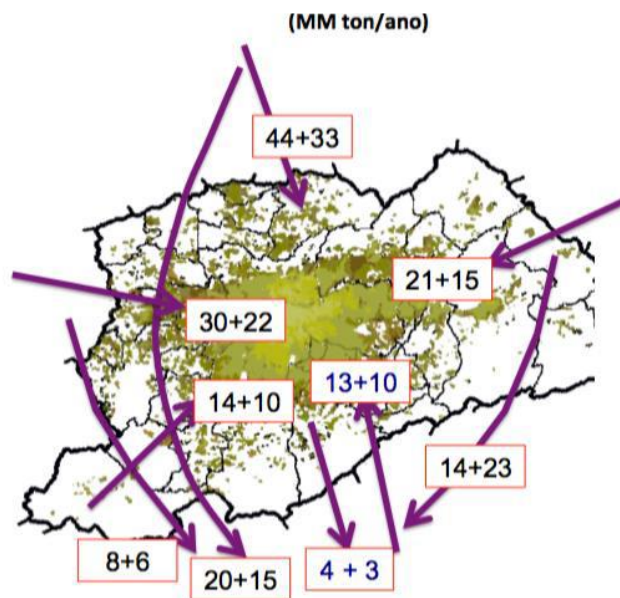
A rede ferroviária metropolitana, embora insuficiente, ainda é a garantidora da mobilidade no espaço da metrópole para a população de baixa renda.

Para atender o crescimento da demanda de passageiros, que passou de 1.400.000 em 2002 para cerca de 3.000.000 passageiros por dia em 2010, a CPTM tem ampliado a oferta e reduzindo intervalos entre trens. Foram definidas regras de circulação de modo a garantir a convivência entre trens de carga e de passageiros, priorizando-se, porém, o transporte metropolitano de passageiros. Além das restrições de horário, foram estabelecidas restrições quanto ao comprimento e peso por eixo para os trens de carga, fazendo-se distinção entre circulação diurna e noturna. Finalmente, foram fixadas também regras quanto às condições de segurança e desempenho dos trens: para a circulação de trens de carga nas linhas da CPTM, a MRS deve “formar” seus trens de modo a garantir a segurança e desempenho dos mesmos, de acordo com um conjunto de restrições operacionais. As dificuldades dessa convivência entre transporte de cargas e passageiros na RMSP é atualmente um dos maiores gargalos logísticos do país.

Concomitante a essa ampliação de passageiros, a projeção dos fluxos de carga por tipo nos eixos de acesso, admitindo-se a mesma distribuição entre os diversos tipos de carga, bem como a porcentagem de veículos vazios observadas na pesquisa OD caminhões de 2005, acusou ampliações significativas entre 2011 e 2030, horizonte do projeto, como registra a Figura 6.2.3-1.

FIGURA 6.2.3-1

FLUXOS RODOVIÁRIOS DE CARGA PARA A RMSP E PORTO/BAIXADA SANTISTA (2011 e (+) ATÉ 2030)



Fonte: Concepção do Plano Multimodal para a Macrometrópole Paulista - 2016

O modo candidato a receber a principal parcela dessa circulação de cargas só pode ser o ferroviário, dados os parâmetros geográficos que caracterizam morfologicamente a RMSP.

Os principais benefícios operacionais e financeiros atribuíveis ao Ferroanel e considerados no estudo da ANTT são os seguintes:

- (a) Maior capacidade de atendimento de demanda via remoção das atuais restrições impostas pelas “janelas” de operação na CPTM (uma vez atingidos os limites de uso);
- (b) Otimização do ciclo de operação por conta da eliminação de ociosidades relevantes atualmente derivadas das restrições de uso na malha da CPTM (tempo de espera para manobras, necessidade de troca de locomotivas por modelos adequados às linhas da CPTM, limitações de peso e tamanho das composições, etc.);
- (c) Como consequência, aumento relevante da produtividade (medida em toneladas por vagão), com redução da necessidade de investimento em material rodante (locomotivas e vagões), relativamente ao acréscimo de carga a ser transportada.

A RMSP permanece o maior complexo produtivo do Brasil, como também locus prioritário da produção industrial e de serviços do Estado de São Paulo. Portanto, requer a dotação de condições logísticas especiais para garantir competitividade e inovação às empresas instaladas ou que vierem a se instalar na região. Deverá, ainda, atrair contingentes de trabalhadores, mesmo que em menor quantidade, para seu núcleo – o Município de São Paulo –, e conviver com índices superiores de mobilidade pendular interna por motivo de trabalho, fluxos esses que demandarão investimentos em projetos de infraestruturas urbanas, assegurando melhor qualidade de vida.

2.1.4. O processo de estruturação do território metropolitano

A estruturação do território metropolitano de São Paulo é o resultado de um processo histórico de transformações da estrutura produtiva ao longo das décadas, que resultou em uma ocupação urbana determinada pela topografia do planalto paulista. As grandes estruturas físicas do sítio da RMSP explicam, de certo modo, a conformação de seu assentamento urbano. Tais estruturas se definem pela presença da Bacia Sedimentar de São Paulo, com sua topografia suave, obstaculizada ao Norte por uma morraria

cristalina e a Leste pela área de relevo também amareado e acidentado do Médio Vale do Paraíba⁷. A grande área urbanizada central da RMSP se acomodou inicialmente as áreas mais propícias à urbanização, observando uma lógica natural de localização.

Três fases podem ser identificadas no processo da estruturação metropolitana: a primeira, que corresponde ao articulado feixe de caminhos que rompeu o território aproximando os núcleos urbanos; em seguida o sistema ferroviário, que criou as condições mecânicas de transportar a produção agrícola para o porto de Santos, e, finalmente, a instalação da rede rodoviária. Segundo os estudos elaborados para o PDUI, os eixos rodoferrviários são elementos que condicionaram a expansão da mancha urbana da RMSP a partir do seu núcleo principal na cidade de São Paulo, e, posteriormente pelo seu espraiamento, pelos eixos de maior acessibilidade regional, incorporando os territórios vizinhos.

Nos dias atuais, o arranjo espacial da área urbanizada e conurbada ou em processo de conurbação confere, à RMSP, uma estrutura radiocêntrica com polo principal na cidade de São Paulo. Essa organização espacial vincula-se, principalmente, ao sistema viário historicamente estabelecido, pois desde os seus primórdios convergiam para a Capital as principais estradas da província, constituindo-se um foco econômico centrífugo e centrípeto, de coesão e dispersão, considerada a dinâmica de ocupação populacional e econômica do que hoje constitui o território estadual, com acentuada influência também em parte dos territórios de outros Estados brasileiros.

‘Quanto ao processo mais recente de expansão urbana na RMSP os estudos da Emplasa elaborados para o PDUI identificaram os usos predominantes dessa progressão e as transformações verificadas no tecido urbano já consolidado. A expansão se deu, principalmente, ao longo dos eixos rodoviários, junto à área de urbanização já consolidada, ocupando também os espaços vazios existentes, e em ocupações dispersas em áreas de proteção ambiental. EMPLASA 2015.

Focando-se mais diretamente na região de interesse para o Ferroanel Norte, destacamos os resultados desses estudos para as sub-regiões Norte e Leste da RMSP. Segundo os estudos elaborados em 2015 para o PDUI, a mancha urbana de 2010 mostra forte continuidade entre São Paulo e os demais municípios, principalmente nos eixos rodoviários e ferroviários. Destacando-se na área de interesse para os estudos do Ferroanel Metropolitano: Itaquaquetuba, Poá, Ferraz de Vasconcelos, Suzano e Mogi das Cruzes no eixo da linha 11-Coral da CPTM; Guarulhos e Arujá no eixo da Rodovia Presidente Dutra; Caieiras, Franco da Rocha e Francisco Morato no eixo da linha 7-Rubi da CPTM.

A Sub-região Norte da RMSP possui, segundo a Emplasa a menor área urbanizada, com 13.039,5 ha em 2010. Entre 2002 e 2010 a região teve um crescimento de apenas 740 ha, devido aos fatores limitadores de sua expansão e relativo aos condicionantes naturais (Serra da Cantareira) e legais (APRM e Parque Estadual da Serra da Cantareira). A expansão urbana foi maior em Cajamar, principalmente no eixo da Rodovia Anhanguera, nos distritos de Polvilho e Jordanésia, e em Mairiporã, com a implantação de condomínios residenciais e de hotéis próximos à Rodovia Fernão Dias.

A sub-região Leste, segundo EMPLASA 2015, tem a maior malha urbanizada depois de São Paulo, com 36.796,98 ha em 2010. Guarulhos e Mogi das Cruzes, ambos com aproximadamente, 800ha de acréscimo. Contribuíram para tal evolução, o adensamento do parque Industrial, no eixo da Rodovia Presidente Dutra, e a implantação de loteamentos fechados em Arujá.

Na sub-região centro (município de São Paulo), com a maior área urbanizada da RMSP com 69.552 ha em 2010, teve uma expansão entre 2002 e 2010 de 2269 ha, que ocorreu principalmente nas áreas periféricas, com destaques para as porções Sul, Leste e Noroeste do município, em continuidade à mancha já urbanizada.

As análises da expansão urbana até 2010, segundo as conclusões do PDUI (Emplasa 2016), colocam como questão crucial a necessidade de concentrar a urbanização na mancha urbana já existente, que possui infraestrutura adequada, evitando a expansão em áreas não urbanizadas e em áreas de proteção

⁷ Vide Grande São Paulo: Sítio Físico e Estruturação Regional, Revista do SPAM/EMPLASA, 1984.

ambiental. Esse adensamento pode ser horizontal em áreas ainda pouco ocupadas ou por meio da verticalização, preferencialmente de baixo gabarito, quando não houver áreas disponíveis. Quanto às áreas não urbanas, é essencial que sejam pensadas como parte de um sistema de áreas verdes e de produção agrícola, configurando um cinturão verde no entorno da RMSP.

Os Estudos da EMPLASA para o PDUI da RMSP sobre as dinâmicas urbanas no território e visam fornecer as bases para uma visão integrada do uso do solo com outras análises que permeiam a estrutura urbana, realizou uma leitura das Classes de Uso do Solo na RMSP. Focando-se nas sub-regiões Norte, Centro (município de São Paulo) e Leste da RMSP de maior interesse para os estudos do Ferroanel os estudos da Emplasa para o PDUI chegaram aos seguintes resultados:

- A classe de uso Residencial é predominante na sub-região Norte, representando 44 % da sua área.
- No município de São Paulo e na sub-região Leste da RMSP, áreas entre as mais populosas da região metropolitana, possuem menor participação da classe de uso Residencial, 26% e 28%, respectivamente, e a classe Equipamento Social e de Serviços, que apresenta 39% e 53% respectivamente. Isto ocorre pela presença de extensas áreas destinadas a atividades de esporte e lazer, com destaque para os parques estaduais da Cantareira (3.552 ha), Itapetinga (4.207 ha) e de Itaberaba (12.973 ha), que se constituem em importantes áreas de preservação conectando a extensão norte/nordeste da Serra da Cantareira com a Serra da Mantiqueira, abrangendo os municípios de São Paulo, Mairiporã, Guarulhos, Arujá e Santa Isabel.
- Na RMSP a classe Mista é composta principalmente pelos usos Residencial, Comercial e de Serviços, que representam 91% do total da classe. O comércio e os serviços verificados na classe Mista, são quase sempre caracterizados locais, não exercendo a função de centralidade. Esta classe indica o “espraçamento” da cidade a partir de corredores comerciais existentes, indicando maior dinâmica urbana em áreas mais distantes do centro principal.
- Na Classe Industrial, a sub-região Leste com participação de 7%, principalmente nos eixos das Rodovias Presidente Dutra e Ayrton Senna da Silva. A sub-região Norte têm 6% de participação, respectivamente, e o município de São Paulo 4%.
- Na sub-região Leste também predominam os usos residenciais na forma horizontal, com 11.328 hectares, equivalendo a 59% da sub-região e 11% da RMSP concentrados principalmente nos municípios limítrofes com São Paulo, que configuram a área conurbada em direção leste e de forma mais rarefeita nos demais municípios da sub-região.
- Na sub-região Norte, os totais de áreas ocupadas com o uso horizontal¹ é de 4.708 hectares com participação das áreas ocupadas de 52% na sub-região, e 5% em relação a RMSP.
- Nesse sentido, o município de São Paulo se destaca frente às outras sub-regiões, por apresentar maior participação da classe Mista. A Classe Comercial e de Serviços apresenta suas maiores participações no município de São Paulo (8%).

2.1.5 Compartimentação da Estrutura Urbana da RMSP

Na compartimentação territorial da RMSP destaca-se o **Centro Histórico Metropolitano**, região onde vem ocorrendo a transição de suas atividades tradicionais industriais, para os usos residenciais e de serviços, com tendência à verticalização, para segmentos de renda média/alta e, com a saída de setores de ponta da economia para regiões com maior oferta de infraestrutura de telecomunicações e, com acessibilidade para modos individuais de transporte.

O Centro Histórico é envolvido pelo segundo compartimento territorial, que é reconhecido como o **Centro Expandido da RMSP**. Caracteriza-se por um acentuado crescimento e adensamento populacional, verticalização para usos residenciais e novos núcleos criados em corredores comerciais e de serviços. Esse centro, dispõe de boa oferta de infraestrutura e serviços concentrando expressiva ocupação industrial e presença de atividade terciárias. Ocorrem, entretanto, gargalos em sua infraestrutura urbana, devido a

insuficiências na rede viária e de transporte público de alta capacidade, drenagem inadequada e pouca oferta de equipamentos públicos urbanos e sociais, proporcionalmente as altas taxas de crescimento demográfico observadas.

O **Centro Expandido da RMSP ou Centro Metropolitano Expandido** é composto de áreas dotadas de boa infraestrutura, mas ainda é muito dependente da ampliação da oferta de transporte de média e alta capacidade, para vir a receber um maior grau de adensamento construtivo e populacional, compatível com os investimentos públicos em infraestrutura urbana já realizados.

Na Área de Influência do Ferroanel destaca-se como porções situadas no **Centro Metropolitano Expandido**, as áreas consolidadas e verticalizadas da Zona Norte do município de São Paulo, especificamente, áreas das Subprefeituras de Casa Verde/Cachoeirinha, Santana/Tucuruvi, Vila Maria/Vila Guilherme, situadas no entorno imediato da Av. Marginal do Tietê. Destaca-se também o eixo em torno na Av. Presidente Dutra na direção de Guarulhos, até a região do Aeroporto Internacional Franco Montoro.

Todas estas regiões passaram por grandes transformações entre as décadas de 1990 e 2000, com a gradual verticalização presente nos distritos situados ao norte da avenida marginal do Tietê, devido à ampliação da estrutura de transportes públicos (expansão da linha norte/sul do Metrô para o norte) e com a implantação das vias de fundo de vale, avenidas Inajar de Souza, Guilherme Dumont Villares e Caetano Alvarez, a partir da década de 1980, as quais passaram a substituir as antigas vias sinuosas de penetração na Zona Norte de São Paulo, que seguiam no mesmo eixo dos antigos caminhos de meia encosta, e que compuseram a malha urbana de Santana, Tucuruvi, Tremembé e dos demais bairros tradicionais situados na Zona Norte de São Paulo. Essas vias, como a Avenidas Voluntários da Pátria, Nova Cantareira, Coronel Sezefredo Fagundes e Raimundo Pereira Magalhães, entre outras, são o viário tradicional da formação desses bairros da zona norte da capital.

Ainda no contexto do **Centro Metropolitano Expandido**, destaca-se a Nordeste e Leste, o eixo de urbanização industrial situado ao longo da rodovia Presidente Dutra e que está sob uma forte influência do complexo aeroportuário de Guarulhos.

Os municípios de São Paulo e Guarulhos definiram para essas áreas situadas no contexto do **Centro Metropolitano**, objetivos urbanísticos de reestruturação urbana definidos em seus planos diretores. A política de desenvolvimento urbano adotada tem por objetivo a consolidação, requalificação ou qualificação urbana dessas áreas, para transformá-las em novas centralidades de uso misto, combinando maiores concentrações em corredores de serviços e comércio, formados ao longo de vias coletoras e estruturais, e mantendo os usos residenciais nos demais espaços. Essas áreas vêm recebendo Projetos de Operações Urbanas Consorciadas, à exemplo do Projeto Arco do Tietê no âmbito do Plano Diretor Estratégico de São Paulo aprovado em 2014.

Essas transformações são projetadas, por meio de diretrizes dos Planos Diretores Municipais e posteriormente por meio de leis municipais específicas destinadas a promover intervenções urbanas estruturais, mediante a aplicação de Outorga Onerosa, como contrapartida financeira para a venda de potencial construtivo adicional disponibilizado pelo poder público, permitindo maior verticalização e adensamento construtivo e populacional, e maior aproveitamento dessas áreas dotadas de boa infraestrutura. A base para essas transformações, está nos instrumentos urbanísticos criados pela Lei Federal Nº 10.257/01 - Estatuto das Cidades, em especial as Operações Urbanas Consorciadas e as Concessões Urbanísticas.

No município de Guarulhos, seu Plano Diretor aprovado em 2004 (Lei Nº 85/04) definiu a Zona do Complexo Aeroportuário e outra Zona Especial I – Zona de Projeto Estratégico na divisa com o município de São Paulo. No Plano Diretor Estratégico de São Paulo aprovado em 2014 está definido a Operação Urbana Arco do Tietê, ao longo das marginais do Rio Tietê na Macroárea de Interesse Metropolitano.

Este cinturão de áreas disponíveis e que estavam subutilizadas no contexto do **Centro Metropolitano Expandido** vem criando oportunidades de revitalização e reurbanização, e para receber novos investimentos, com o objetivo de receber novos projetos residenciais e de serviços para segmentos de

média renda com políticas de requalificação urbana em áreas ociosas ou subutilizadas, face ao deslocamento dos segmentos industriais tradicionais que tendem a deixar a RMSP, rumo ao interior, sobretudo em direção aos eixos Campinas, Vale do Paraíba e Sorocaba no contexto da Macrometrópole Paulistana.

A partir do Centro Expandido em direção ao norte, a mancha urbanizada espalha-se até encontrar os obstáculos físicos na fronteira sul da Serra da Cantareira, em cujas extremidades formaram-se densas franjas horizontais periféricas, com ocupações subnormais situadas ao longo das margens de rios e eixos viários. Essas franjas criam um arco periférico que pressiona toda a fronteira sul da Serra da Cantareira, nos distritos de Perus, Jaraguá, Cachoeirinha, Brasilândia, Tremembé e Jaçanã. Essa mesma configuração está presente no setor norte de Guarulhos, na sequência da fronteira sul da Serra da Cantareira, região da bacia hidrográfica do rio Cabuçu de Cima. O traçado tramo norte do Rodoanel, atualmente em construção, bem como, o traçado proposto para o Ferroanel que compartilha áreas contíguas ao Rodoanel, situa-se no limite dessa fronteira sul da Serra da Cantareira.

Segundo GRONSTEIN e SILVA, (2008), a urbanização desordenada da metrópole expandiu-se nas décadas de 1990 e 2000 com grandes riscos para as bordas da Serra da Cantareira em toda sua extensão, principalmente nos eixos de penetração viários e margens de córregos com presença de favelas e loteamentos irregulares que pressionam o território protegido. As dificuldades físicas não impedem a ocupação irregular com ocupação em áreas de risco e pressões sobre a qualidade das águas de rios e córregos que nascem na Serra da Cantareira, devido a ocupação em suas margens.

O mesmo processo de expansão periférica para o norte (em direção à fronteira sul da Serra da Cantareira) ocorre no município de Guarulhos, formando um arco de ocupação, desde a rodovia Fernão Dias, ao norte da região aeroportuária de Guarulhos e na região nordeste do município.

Na Macrorregião Norte de São Paulo, no território situado entre a marginal Tietê e o sopé da Serra da Cantareira, e entre a rodovia Fernão Dias e a avenida Raimundo Pereira Magalhães, apresenta-se uma extensa região urbanizada, em processo de verticalização e qualificação urbana, nos bairros com ocupação consolidada e tradicional da Subprefeitura de Santana/Tucuruvi, da Freguesia do Ó (Subprefeitura Freguesia do Ó/Brasilândia), da Casa Verde (Subprefeitura Casa Verde/Cachoeirinha) e Pirituba, os quais formam o núcleo central da região norte de São Paulo.

Na conformação histórica da área urbanizada da RMSP, estas áreas configuram o terceiro anel de ocupação, que corresponde a áreas com predomínio de ocupação por usos residenciais de renda média/baixa, distantes do centro urbano principal e do sub-centros metropolitanos. Essa região é uma extensa área para políticas de Qualificação Urbana, conforme diretriz do Plano Diretor Estratégico de São Paulo (2014). Apresentam menor disponibilidade de infraestrutura urbana, e vem sendo gradualmente reestruturada a partir da extensão da Linha Norte/Sul do metro para o Norte, e com os novos corredores de ônibus criados ao longo das vias estruturais, que deram maior acessibilidade e mobilidade a essas regiões, para acessar o centro expandido da metrópole, onde concentram-se as atividades econômicas e as oportunidades de emprego.

Nesse compartimento (terceiro anel) destinado à qualificação urbana há forte presença de favelas, com áreas com disposição inadequada de lixo, insuficiência na rede coletora de esgotos, gargalos no sistema viário e carência em equipamentos sociais e serviços urbanos, e por poucas atividades de comércio local com baixo grau de empregos.

No interior desta macroárea destinada a políticas de Qualificação Urbana, espalha-se a noroeste um importante vetor de urbanização formado ao longo da estrada velha de Campinas/Avenida Raimundo Pereira Magalhães, por meio da conurbação que atravessa a região de Perus em São Paulo, e segue em direção a Caieiras, Franco da Rocha, Francisco Morato e que extrapola a Região Metropolitana de São Paulo em direção aos municípios de Jundiaí e a região polarizada por Campinas. Os núcleos desses bairros e municípios foram formados a partir das Estações da ferrovia (atual Linha 7 da CPTM) que segue paralelamente ao sistema viário tradicional, em direção à região de Jundiaí.

A mancha urbanizada espraia-se também do interior deste compartimento para a direção norte, onde enfrenta maior resistência física da área serrana, e segue atravessando a Serra da Cantareira, para os núcleos urbanos de Mairiporã e Atibaia ao longo da rodovia Fernão Dias e, também ao longo da avenida Coronel Sezefredo Fagundes, antigo eixo de penetração, que segue até Mairiporã, também entremeado por núcleos de urbanização esparsos e franjas periféricas. Esse vetor pressiona a ocupação para o quarto e último anel da RMSP, que é destinado aos usos sustentáveis e à proteção ambiental.

O quarto e último compartimento metropolitano destinado aos Usos Sustentáveis e à Proteção Ambiental, configura-se no extremo norte da RMSP, uma extensa área com importante função de conservação da biodiversidade e de proteção ambiental e aos mananciais. Abrangem o extremo norte do município de São Paulo, nordeste de Guarulhos e os municípios de Mairiporã e Caieiras. São áreas cobertas por vegetação de mata atlântica e nas bacias hidrográficas que prestam serviços ambientais de suporte aos mananciais de água destinados ao Sistema Produtor da Cantareira. No interior deste setor surgiram a partir da década de 1970, condomínios residenciais de alto padrão localizados nos bairros do Tremembé, Horto Florestal e Mandaqui e que também ocupam a região serrana do município de Mairiporã, e que usufruem a qualidade ambiental da área, embora, sejam também focos de ocupação da região, a serem objeto de controle ambiental por se situarem na zona de amortecimento do Parque Estadual da Cantareira.

Este compartimento sofre pressões em decorrência da ocupação dispersa sobre os recursos naturais, e em especial, devido ao espraio da mancha urbana do município de Mairiporã. Destaca-se o território ao longo da estrada do Rio Acima e da estrada Mairiporã-Caieiras (SP-023) que apresenta uma ocupação dispersa e espraída, bem como o entorno sul do reservatório Paiva Castro, criando uma situação de pressão devido à ocupação urbana com efeitos na qualidade das águas daquele reservatório, já constatada em estudos realizados pela Emplasa e pela própria Sabesp no âmbito do Programa Mananciais.

Destaca-se que o traçado selecionado do Ferroanel não atinge esse compartimento ao longo do município de São Paulo e em grande parte do município de Guarulhos, e permanece ao sul e fora das áreas de proteção aos mananciais metropolitanos.

A contenção desse processo de ocupação da área de proteção aos mananciais do principal sistema produtor da RMSP, que é o Sistema Cantareira, responsável por mais de 30% do sistema de abastecimento da metrópole, é um imenso desafio para o planejamento metropolitano, uma vez que este compartimento tem um importante papel na manutenção das funções e serviços ambientais de sustentação à vida urbana na metrópole.

Ao norte da Serra da Cantareira, os núcleos urbanos dos municípios são mais isolados, e caracterizam-se como municípios dormitórios. Por um lado, há municípios dormitórios com amplas carências de infraestrutura urbana como é o caso de Franco da Rocha e Francisco Morato, e outros mais estruturados como Caieiras, Mairiporã e Cajamar, com dinâmica urbana própria. Mairiporã é polarizado pela rodovia Fernão Dias e por atividades de logística que se desenvolvem em torno desta, além da forte presença dos condomínios de médio e alto padrão, chácaras e clubes de recreio que se espraem por todo seu território, pressionando de certa forma, a função da área de proteção aos mananciais e a qualidade ambiental destas áreas. Cajamar é atravessado e tem sua área central dividida pela rodovia Anhanguera, e apresenta atividades industriais relacionadas a esta facilidade locacional.

Estes municípios apresentaram altas taxas de crescimento populacional no período 2000/2005 superiores à média da RMSP. Caieiras registrou crescimento populacional de 5,05%, Cajamar 3,76%, Francisco Morato (3,98%), Franco da Rocha 2,33% e Mairiporã 3,48% (PPA 2008/2011).

Na região ao norte da Serra da Cantareira, no setor agrícola destacam-se as atividades hortifrutigranjeira e extrativista, e no setor industrial destacam-se as indústrias: metalúrgicas básica, borracha, papel e papelão, artefatos de concreto, cimento e gesso, atividade minerária. Segundo o PPA 2008/2011 (SÃO PAULO, 2008), a tipologia destes municípios, de acordo com o perfil do PIB, caracteriza-se por indústrias simples, terciário simples e agroindústria.

Os municípios de Itaquaquecetuba e Arujá situam-se no limite do vetor de urbanização leste da grande São Paulo, no 3º anel de qualificação urbana. O vetor de expansão urbano para Itaquaquecetuba foi formado no entorno das estações do eixo leste da rede Ferroviária Federal S.A. (RFFSA), que hoje constitui o sistema de trens da CPTM, influenciado pelo crescimento da zona leste da capital. Já o município de Arujá, situa-se no limite do vetor de urbanização leste criado pela via Presidente Dutra, a partir do crescimento do polo industrial de Guarulhos e da expansão de seu núcleo urbano com a implantação de loteamentos e condomínios residenciais. O traçado selecionado do Ferroanel atravessa esse vetor de urbanização na medida em que se aproxima do eixo ferroviário que prossegue em direção ao Rio de Janeiro e Região Leste da RMSP.

Tendo como perspectiva a sustentabilidade da metrópole e as diretrizes de ordenamento urbano metropolitano, as opções de localização de infraestrutura que contribuam para a redução do espraiamento urbano são preferenciais às opções que deslocam as infraestruturas para as áreas não ou pouco consolidadas e de conservação ambiental, como é o caso do traçado selecionado para o Ferroanel. Essas diretrizes apontam também em um sentido mais geral, para uma opção de urbanização da metrópole, mais adensada e compacta, do ponto de vista populacional quanto construtivo, de forma a otimizar o aproveitamento da infraestrutura urbana instalada e reduzir ou limitar o espraiamento urbano para áreas de conservação ou proteção de mananciais de produção de água, vitais para a sustentabilidade da RMSP.

No interior da mancha urbana mais densa, e objeto de políticas urbanas pelos municípios metropolitanos, a qualidade ambiental está diretamente relacionada a ampliação das opções de mobilidade e de transporte coletivo de alta capacidade (metrô, trens e corredores de ônibus) de forma a evitar a geração de viagens por automóveis e redução dos riscos de poluição do ar. São objeto de atenção, os serviços ambientais, prestados pela proteção e ampliação das áreas verdes e da vegetação intraurbana de forma a reduzir o agravamento climático, à exemplo do aumento das temperaturas médias e da formação de ilhas de calor, e melhorar a qualidade ambiental, com maior controle da ocupação sobre áreas geotecnicaamente frágeis, em um modelo de urbanização planejado e sustentável que reduza a ocupação em áreas de risco.

Para a RMSP, uma diretriz de urbanização sustentável, se reflete também na criação/potencialização de centros regionais que auxiliem o equilíbrio entre atividades residenciais e não residenciais de forma a reduzir os deslocamentos casa-trabalho e a necessidade de viagens a grandes distâncias no interior da metrópole, substituindo gradualmente sua estrutura centralizada e mononucleada, onde os negócios estão muito concentrados, para uma estrutura polinucleada e melhor distribuída entre áreas residenciais e centros comerciais e de serviços.

Nos municípios, as diretrizes urbanísticas sustentáveis apontam para uma maior otimização e aproveitamento das áreas subutilizadas, dotadas de boa infraestrutura e com melhores condições físicas para a urbanização, visando ampliar as opções de sustentabilidade urbana com atendimento às demandas de moradia para todas as classes sociais, melhoria da mobilidade urbana para o transporte de massas de alta capacidade, e mistura adequada de usos combinando residências e atividades econômicas, e especialmente para o atendimento das demandas habitacionais das populações de menor renda, visando evitar a expansão periférica.

A retirada do tráfego de cargas que atravessa a zona de interesse do centro metropolitano e que disputa atualmente o mesmo eixo ferroviário usado para a mobilidade urbana de trens de passageiros é outro aspecto vantajoso e coerente com as políticas urbanas sustentáveis para a RMSP, provocado pela implantação do Ferroanel fora do centro metropolitano.

6.3 CARACTERÍSTICAS DO MEIO FÍSICO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA

O diagnóstico ambiental, para todos os temas, inicia-se pela análise geral com abordagem em escala regional (AII), para depois abrir-se em escala de maior detalhe e em subtemas necessários ao entendimento dos aspectos característicos da AID e da ADA.

Os aspectos do meio físico serão apresentados em oito grandes temas, na seguinte ordem:

- Clima
- Geologia e Recursos Minerais
- Geomorfologia e Solos
- Processos da Dinâmica Superficial
- Recursos Hídricos
- Áreas Contaminadas
- Qualidade do Ar
- Ruído e Vibrações

6.3.1 Clima

A abordagem dos aspectos climáticos que atuam nas áreas de influência do Ferroanel Norte baseia-se em dados secundários publicados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Agência Nacional de Águas (ANA), Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE), Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura - CEPAGRI/UNICAMP, Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SMA-SP) e Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb). Também foram utilizados dados publicados em relatórios de Situação dos Recursos Hídricos e Planos de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê.

Os levantamentos pluviométricos efetuados em locais da AID do Rodoanel Norte também foram utilizados para os estudos das áreas do Ferroanel Norte, dada a grande proximidade entre os dois eixos.

6.3.1.1 Sistemas Atmosféricos Atuantes

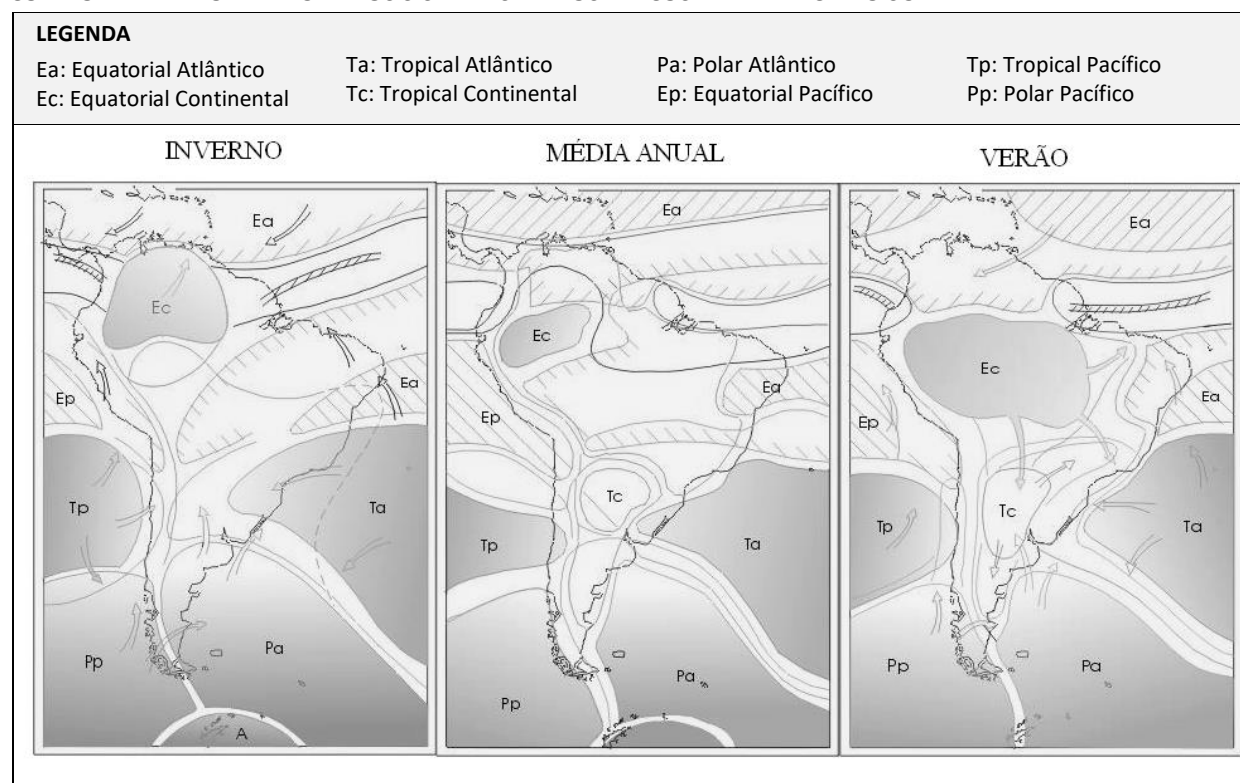
O clima na região de implantação do Ferroanel Norte está relacionado ao clima atuante da RMSP, fortemente influenciado pelos sistemas atlânticos polares e tropicais. Conforme Monteiro (1973), a RMSP insere-se na região do estado de São Paulo que está sob influência dos climas úmidos da face oriental e subtropical do continente Sul Americano controlados por massas Tropicais e Polares.

A massa Tropical Atlântica proveniente do oceano, quente e úmida, penetra no continente pelo leste e sudeste e influencia o clima regional no Planalto Paulistano e serranias do entorno. Ao longo do ano, sua atuação é bastante afetada pelo confronto entre a massa de ar Polar e as massas continentais Tropical e Equatorial. A massa Polar, com origem nas altas latitudes, é fria, úmida, ativa durante o ano todo, mas sua interferência no clima da AII do Ferroanel Norte difere conforme a estação do ano.

Na primavera-verão, o anticiclone migratório polar é responsável pelo avanço das frentes frias que atuam na região, por mecanismos de circulação superior do ar e pelo deslocamento do equador térmico para o norte. O confronto da massa polar com a Tropical Atlântica e com os fatores topoclimáticos da serra do Mar produzem instabilidade, resultando em elevados índices pluviométricos diários. No outono-inverno, os bloqueios das frentes tornam-se mais frágeis e o anticiclone polar avança para latitudes mais baixas, deixando terreno para a evolução da massa polar, responsável pela queda significativa das temperaturas. A Figura 6.3.1.1-1 ilustra o comportamento dos principais sistemas atmosféricos atuantes na região.

FIGURA 6.3.1.1-1

COMPORTAMENTO HABITUAL DOS SISTEMAS ATMOSFÉRICOS NA AMÉRICA DO SUL



FONTE: Sant'ana Neto (2009)

6.3.1.2 Condições Meteorológicas na AII e AID

Pela classificação climática de Köppen, a região norte da RMSP apresenta atributos do tipo climático **Cwb**, caracterizado pelo tipo Clima Subtropical de Altitude, com inverno seco e verão ameno. A temperatura média do mês mais quente é inferior a 22°C.

Para a abordagem da AID optou-se pela classificação mais detalhada de Tarifa & Azevedo (2001), em seus estudos sobre o clima na cidade de São Paulo, que pode ser estendida aos municípios estudados do entorno, em condições topoclimáticas semelhantes.

Esses autores (*op cit*) indicam como atuante na região serrana da Cantareira o Clima Tropical Úmido Serrano da Cantareira-Jaraguá (II), e a subdividem em dois mesoclimas:

- IIA1 - Os maciços e serras da face meridional da Cantareira e Jaraguá, onde está inserida grande parte do traçado do Ferroanel Norte ao sul do Parque da Cantareira e no bairro Cachoeirinha;
- IIA2 - Os maciços e serras da face setentrional da Cantareira e Jaraguá, abrangendo topos voltados para a bacia do rio Juqueri, onde será assentado parte do Ferroanel Norte a oeste, em Brasilândia e Perus

As condições topoclimáticas na região das encostas serranas, onde as altitudes variam entre 800 e 1200 metros, são de condição térmica mais amena, com as temperaturas médias anuais variando de 19,3°C a 17,7°C, as médias das máximas de 24,9°C a 23,3°C e a média anual das mínimas de 15,5°C a 13,9°C. Essas elevadas altitudes “induzem a um aumento nos totais pluviométricos, não só pelo fato de serem áreas elevadas, mas também por ser uma serra (Cantareira) orientada no sentido leste-oeste, ou seja, praticamente perpendicular aos principais fluxos atmosféricos produtores de chuva, intensificando ainda mais os totais. Os valores de pluviosidade média anual oscilam entre **1400 e 1590 mm** e os máximos em 24 horas de 150 a 220 mm. São áreas que requerem especial atenção quanto à ocupação e usos do solo, pois as altas declividades aliadas aos elevados totais pluviométricos, fazem com que estas áreas tenham

um grande potencial para a ocorrência de deslizamentos, movimentos de massa e desmoronamentos” (Tarifa & Azevedo, 2001).

Já para as áreas menos acidentadas a partir do sopé da Cantareira, os autores (*op cit*) apontam existência de um subclima a que denominaram IB1 – Clima Tropical Úmido de Altitude do Planalto Paulistano, sob controle climático das “Colinas intermediárias e morros baixos do Além Tietê”. Nesse subtipo climático, as máximas variam entre 25,2°C e 24,9°C e as mínimas entre 15,8°C a 15,5°C, com a média das temperaturas oscilando entre 19,6°C e 19,3°C. Os índices pluviométricos médios variam entre **1350 e 1580 mm**, e os máximos em 24 horas de 150 a 200 mm. ligeiramente inferiores aos verificados nas encostas da serra da Cantareira. Nesse subtipo climático estão os bairros Tremembé, Tucuruvi e Pirituba, podendo-se inferir sua ocorrência em terrenos em Arujá e porções de morros baixos em Guarulhos.

Especificamente para a área em Itaquaquetuba, os autores (*op cit*) identificam a existência de um outro subtipo, denominado IC1 – Clima Tropical Úmido de Altitude do Planalto Paulistano, cujo controle climático é dado pelas “Várzeas e baixos terraços do vale do Tietê”. Nesse compartimento as temperaturas são ligeiramente mais elevadas e a precipitação é inferior em relação aos subtipos anteriores, com as máximas variando entre 25,3°C e 25,2°C, as mínimas entre 15,9°C a 15,8°C e a média das temperaturas oscilando entre 19,7°C e 19,6°C, ou seja, pouco superior ao observado no subtipo anterior, embora bem próximo. Os índices pluviométricos médios nessa área das planícies do rio Tietê, ao contrário, são inferiores, e variam entre **1320 e 1480 mm**, com máximas diárias entre 110 e 150 mm.

A Tabela 6.3.1.2-1 sintetiza as características dos principais atributos climáticos dos quatro subtipos de clima verificados em localidades representativas da AID.

TABELA 6.3.1.2-1
ATRIBUTOS CLIMÁTICOS NA AID

UNIDADE CLIMÁTICA		CONTROLES CLIMÁTICOS			ATRIBUTOS CLIMÁTICOS					PROPRIEDADES E CARACTERÍSTICAS
Clima Local	Mesoclima / Topoclima	Altitude (m)	Relevo		Temperatura (°C)			Pluviosidade (mm)		
			Forma	Orientação topográfica	Média	Máx.	Mín.	Totais Anuais - Média	Máx. Diários	
II - Clima Tropical Úmido Serrano da Cantareira-Jaraguá	A1	800 - 1200	Maciços e serras da face meridional da Cantareira e Jaraguá	E-W / SW-NE	19,3 – 17,7	24,9 – 23,3	15,5 – 13,9	1400 - 1590	150 - 220	Elevados índices pluviométricos, boa ventilação e dispersão dos poluentes, aumento da instabilidade e elevação da camada de mistura por efeito topográfico. Forte amenização térmica nas áreas serranas e drenagem noturna de ar frio
	A2		Maciços e serras da face setentrional da Cantareira e Jaraguá	E - W				1420 - 1520		
I - Clima Tropical Úmido de Altitude do Planalto Paulistano	B1	740 - 800	Colinas intermediárias e morros baixos do Além Tietê	S	19,6 – 19,3	25,2 – 24,9	15,8 – 15,5	1350 – 1580	150 – 200	Índices pluviométricos médios a altos, razoável dispersão de poluentes, forte drenagem e acumulação noturna de ar frio
	C1	72- - 740	Várzeas e baixos terraços do vale do Tietê	E - W	19,7 – 19,6	25,3 – 25,2	15,9 – 15,8	1320 – 1480	110 – 150	Elevada instabilidade atmosférica noturna e matinal, com nevoeiros e acumulação de ar frio neste período. Ventos fracos, calmarias e inversões térmicas próximas do solo. Forte aquecimento diurno. Dispersão ruim de poluentes

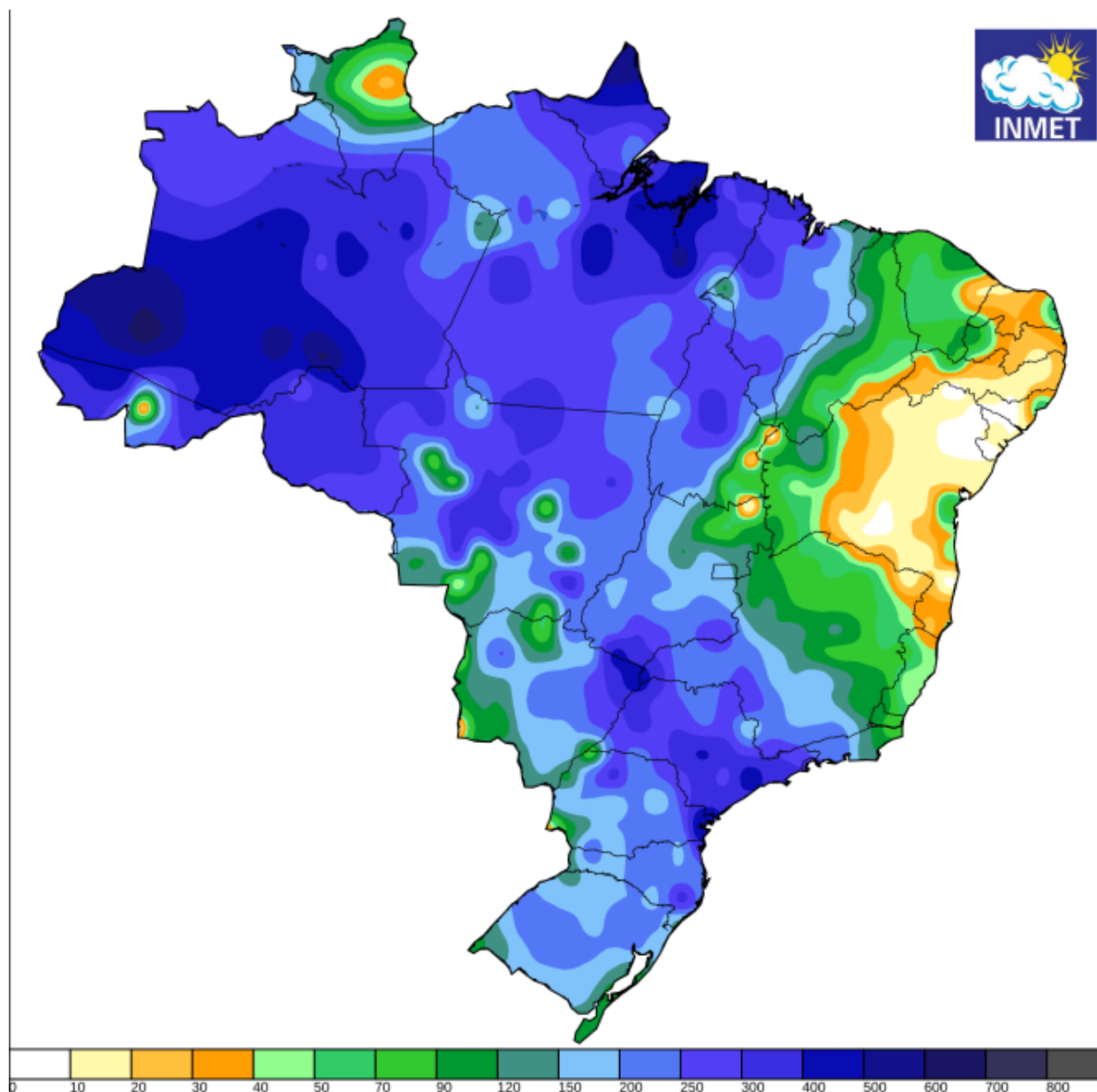
FONTE: Tarifa & Azevedo, 2001

A atuação dos sistemas atmosféricos polares e continentais (Tropical e Equatorial) sobre a região sudeste do país é notada principalmente no regime de chuvas. Na estação mais chuvosa do ano, o verão, o mês de janeiro usualmente é o que apresenta os maiores índices pluviométricos na RMSP.

A Figura 6.3.1.2-1 ilustra a precipitação ocorrida em 31 de janeiro de 2017 no estado de São Paulo, onde se observa que a RMSP apresentou índices bastante elevados, chegando a índices 74% acima da média para o mês, conforme publicado pelo INMET.

FIGURA 6.3.1.2-1

MAPA DE PRECIPITAÇÃO (MM) TOTAL EM 31 DE JANEIRO DE 2017 (INMET)



FONTE: INMET, <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=tempo2/mapasPrecipitacao>

Segundo a Nota Técnica SP-01-2017 (INMET, 2017), “No mês de janeiro de 2017, a estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) no Mirante de Santana, zona norte da capital de São Paulo, apresentou um total de **454,0 mm** de precipitação. O registro ficou em 4º lugar em um ranking que considera os meses mais chuvosos de janeiro, a partir do ano de 1943. A chuva, portanto, ficou 74% acima

da média de janeiro que é de 261,2 mm (1943 a 2016). Houve um total de 21 dias com registro de precipitação, o que significa três dias a mais que a média histórica de 18 dias”.

A Tabela 6.3.1.2-2 apresenta os maiores volumes de chuva na capital de São Paulo registrados na estação Mirante de Santana, histórico 1943-2017, apresentados na nota técnica do INMET (*op cit*):

TABELA 6.3.1.2-2

MAIORES VOLUMES DE CHUVA NA ESTAÇÃO MIRANTE DE SANTANA. PERÍODO 1943-2017

Posição	Ano	Chuva (mm)	Posição	Ano	Chuva (mm)
1	2011	493,7	5	1987	442,3
2	1947	481,4	6	1950	421,8
3	2010	480,5	7	1965	410,6
4	2017	454,0	8	1951	379,4
5	1987	442,3	9	1995	379,0
6	1950	421,8	10	1957	374,6

FONTE: INMET, 2017

A mesma nota técnica do INMET (*op cit*) aborda as temperaturas nessa estação, e destaca que em janeiro de 2017, similar às precipitações, também houve registros de normal a acima da média histórica para o período 1943-2016. Os dados do mês de janeiro de 2017, a correspondente climatologia e alguns dados históricos das últimas décadas, com indicação do ano ou dia em que ocorreram recordes históricos, estão apresentados nas Tabelas 6.3.1.2-3 e Tabelas 6.3.1.2-4.

TABELA 6.3.1.2-3

TEMPERATURAS E CLIMATOLOGIA NA ESTAÇÃO MIRANTE DE SANTANA. PERÍODO 1943-2017

DADOS REGISTRADOS EM JANEIRO DE 2017						
Temperatura mínima média (°C)	Temperatura máxima média (°C)	Chuva Total	Maior chuva em 24 h (mm)	Número de Dias com Chuva	Menor Temperatura do Mês (°C)	Maior Temperatura do Mês (°C)
19,4	28,2	454,0	115,0 (dia 16)	21	16,2 (dia 22)	32,0 (dia 29)

TABELA 6.3.1.2-4

CLIMATOLOGIA DO MÊS DE JANEIRO - ESTAÇÃO MIRANTE DE SANTANA. PERÍODO 1943-2016

	Temp. Mínima Média Mensal (°C)	Temp. Máxima Média Mensal (°C)	Chuva Total Mensal (mm)	Maior chuva em 24 h (mm)	Número de Dias com Chuva ⁽¹⁾	Temp. Mínima Absoluta Mensal (°C)	Temp. Máxima Absoluta Mensal (°C)
Média	18,6	27,8	261,2	59,0	18	15,1	32,2
Mínima ao ano	16,3 1979	24,1 1979	94,8 1964	17,8 1960	8 1964	10,2 1952	29,1 1982
Máximo ao ano	23,5 1984	31,9 2014	493,7 2011	127,4 1949	26 2010	18,5 1995	37,0 1999

(1) * que se refere a 1961-2016

Fonte: INMET, 2017

Na abordagem dos aspectos climáticos da AII e AID do empreendimento utilizou-se os dados de longa data registrados nas estações meteorológicas do INMET em operação na região:

- Mirante de Santana, em operação desde 01/12/1945, localizada no município de São Paulo/SP (OMM: 83781), no bairro de Santana, nas coordenadas 23°5' Latitude Sul e 46°61' Longitude Oeste, à altitude 792,06 metros;

- Guarulhos, em operação desde 03/09/1983, localizada no município de Guarulhos/SP (OMM: 83075), no Aeroporto Internacional, nas coordenadas 23°43 Latitude Sul e 46°46 Longitude Oeste, à altitude 735,00 metros;

A Figura 6.3.1.2-2 apresenta a localização das estações meteorológicas do INMET utilizadas para abordagem dos elementos Precipitação, Temperaturas, Umidade Relativa do Ar e Ventos em relação à AII e AID do Ferroanel Norte.

FIGURA 6.3.1.2-2
LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS DO INMET



• DADOS GERAIS DA ESTAÇÃO MIRANTE DE SANTANA (INMET)

A estação Mirante de Santana situa-se na zona norte de São Paulo, no bairro de Santana, portanto na AII do Ferroanel Norte. A Tabela 6.3.1.2-5 apresenta informações de longo período registradas nessa estação, com as médias anuais de precipitação a partir das médias mensais, as médias compensadas de temperatura, a média da umidade relativa do ar e da velocidade do vento, para o período 01/01/1961 a 21/12/2016. Em vermelho estão destacados os valores registrados mais baixos e, em destaque em azul, os mais elevados, em cada atributo.

TABELA 6.3.1.2-5
DADOS METEOROLÓGICOS. ESTAÇÃO MIRANTE DE SANTANA (83781) – PERÍODO 1961 - 2016

Ano	Precipitação Total (mm/ano)	Temperatura Compensada Média (°C)	Umidade Relativa Média (%)	Velocidade Média de Vento (km/h)
1961	1080,0	19,6	79,2	2,5
1962	1266,3	18,0	80,0	2,8
1963	650,9	19,3	75,1	2,5
1964	1053,6	18,2	80,4	2,8
1965	1574,7	19,1	80,1	2,6
1966	1436,6	19,1	79,3	2,2
1967	1051,5	19,2	79,3	2,8
1968	758,0	18,0	77,6	3,9
1969	1354,2	19,1	79,0	3,7
1970	1660,0	19,1	80,3	3,3
1971	1346,9	19,0	80,1	2,3
1972	1155,5	19,4	79,3	2,5

Ano	Precipitação Total (mm/ano)	Temperatura Compensada Média (°C)	Umidade Relativa Média (%)	Velocidade Média de Vento (km/h)
1973	1451,2	19,5	81,1	2,5
1974	1415,9	18,9	79,5	2,3
1975	1290,1	19,3	82,7	2,5
1976	2123,0	18,7	87,3	1,9
1977	1453,1	20,1	78,0	2,3
1978	1309,9	19,2	75,2	2,9
1979	994,5	18,9	78,0	3,0
1980	1292,8	24,4	75,7	3,2
1981	1280,6	28,8	73,5	3,0
1982	1643,9	29,0	76,3	3,1
1984	859,2	20,0	74,2	2,9
1985	1111,0	19,5	73,8	2,5
1986	1664,3	20,0	75,9	2,4
1987	1746,5	19,8	75,8	2,1
1988	1799,6	19,4	76,0	2,3
1989	1570,5	19,3	77,1	2,3
1990	1219,4	20,0	75,0	2,3
1991	1347,6	20,1	76,5	2,7
1992	1263,2	19,8	76,2	2,3
1993	1582,9	20,0	74,1	1,6
1994	1418,7	20,1	74,0	1,9
1995	1380,5	20,4	76,4	2,4
1996	1869,2	19,8	76,1	2,2
1997	1423,3	20,4	72,2	2,5
1998	1505,4	20,4	74,0	2,6
1999	1314,9	19,8	72,6	2,7
2000	1215,5	20,0	72,1	2,9
2001	1227,1	20,7	72,3	2,7
2002	1549,4	21,2	71,6	2,9
2003	1057,4	20,4	71,0	2,7
2004	1644,4	19,7	75,5	2,4
2005	1530,6	20,4	73,7	2,3
2006	1409,3	20,4	73,3	2,5
2007	1564,4	20,7	71,2	2,6
2008	1659,8	19,9	73,8	2,8
2009	1967,3	20,6	77,6	2,7
2010	1885,8	20,4	72,9	2,5
2011	1403,1	20,1	73,1	2,7
2012	1932,7	20,9	73,3	2,6
2013	1113,3	29,5	73,9	2,6
2014	1207,3	21,2	69,9	2,6
2015	1623,8	21,3	74,0	2,4
2016	1404,4	20,3	73,5	2,5
Médias Totais	1402,1	20,4	76,0	2,6

Fonte: INMET, 2017

• DADOS GERAIS DA ESTAÇÃO GUARULHOS (INMET)

A estação Guarulhos situa-se na zona norte da RMSP, dentro do Aeroporto Internacional em Guarulhos, portanto na AII do Ferroanel. A Tabela 6.3.1.2-6 apresenta informações de longo período registradas na estação Guarulhos, com as médias anuais de precipitação a partir das médias mensais, as médias compensadas de temperatura, a média da umidade relativa do ar e da velocidade do vento, para o período 1986 a 2014. Em vermelho estão destacados os valores registrados mais baixos e, no destaque em azul, os mais elevados, em cada atributo.

TABELA 6.3.1.2-6

DADOS METEOROLÓGICOS. ESTAÇÃO GUARULHOS – PERÍODO 1986 - 2014

Ano	Precipitação Total (mm/ano)	Temperatura Compensada Média (°C)	Umidade Relativa Média (%)	Velocidade Média de Vento (km/h)
1986	1453,6	20,6	74,1	1,6
1987	1556,0	19,9	76,2	1,4
1988	813,6	19,6	76,1	1,5
1989	1579,9	19,5	75,2	1,6
1990	1423,7	20,2	73,4	1,5
1991	1673,4	20,0	72,7	1,4
1992	1577,9	20,2	73,4	1,5
1993	1397,8	20,4	72,8	1,3
1994	1344,2	20,6	73,4	1,1
1995	1770,9	20,5	75,7	1,3
1996	1439,9	20,0	74,4	1,3
1997	1455,0	20,5	73,7	1,4
1998	1550,5	20,5	75,5	1,4
1999	1261,2	19,9	74,2	1,8
2000	1442,4	20,2	72,7	1,9
2001	1177,4	20,9	71,3	1,7
2002	1390,8	21,4	69,9	1,8
2003	613,1	20,7	71,0	1,8
2004	1216,9	20,0	74,2	1,7
2005	1424,6	20,8	76,4	1,7
2006	1465,1	20,7	75,0	1,7
2007	1408,5	20,9	74,8	1,6
2008	1532,7	20,1	76,3	1,6
2009	1640,7	20,9	77,3	1,5
2010	1545,6	20,7	75,8	1,3
2011	1692,3	20,4	77,7	1,2
2012	1419,6	21,1	73,5	1,2
2013	1312,1	20,4	74,4	1,2
2014	948,3	21,4	70,7	1,3
Médias Totais	1397,5	20,4	74,2	1,5

Fonte: INMET, 2017

6.3.1.2.1 Precipitação

A análise dos dados de chuva acumulada nas estações Mirante de Santana e Guarulhos, do INMET, permite definir o comportamento pluviométrico para a AII e AID do Ferroanel Norte, com média anual oscilando entre 1.402 mm a 1.398 mm, conforme apresentado nas Tabelas 6.3.1.2-5 e 6.3.1.2-6.

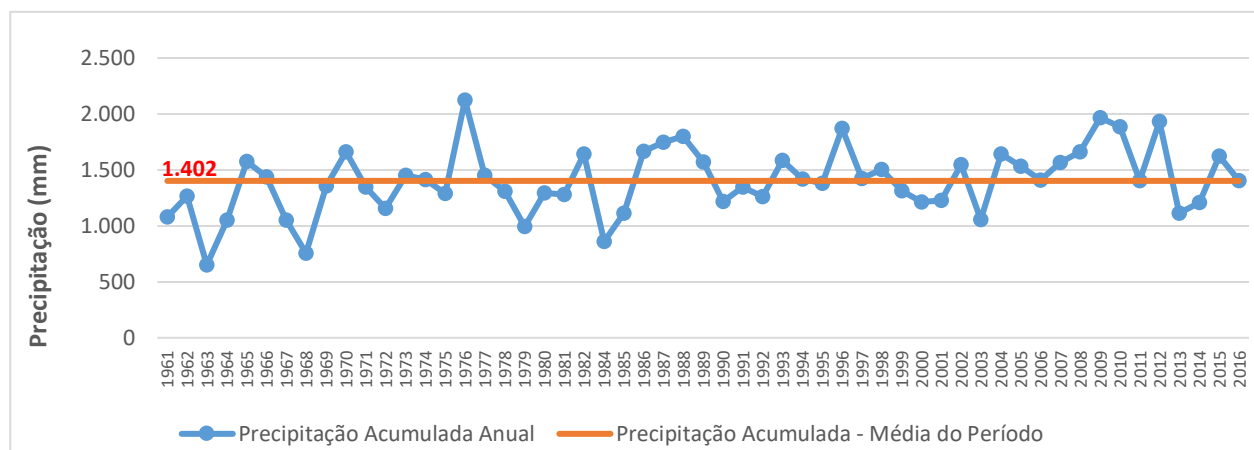
Na estação Mirante de Santana observa-se que, historicamente, os totais de precipitação atingiram valores bem acima da média no ano de 1976, quando alcançou 2.123 mm acumulados, seguido dos anos 2009 e 2012, quando os registros de chuva ultrapassaram os 1900 mm/ano.

Os piores anos registrados nessa estação, em termos de abastecimento público, foram os anos de 1963, 1968 e 1984, quando os totais acumulados registrados não chegaram a 800 mm/ano. Já com relação à possibilidade de ocorrência de inundações, os anos de 1976, 2009 e 2012 são os que apresentam o mais alto potencial.

O Gráfico 6.3.1.2-3 ilustra a precipitação acumulada anual, com a média de **1402 mm**, para o período 01/01/1961 a 21/12/2016 na Estação Mirante de Santana (INMET).

GRÁFICO 6.3.1.2-1

PRECIPITAÇÃO ACUMULADA ANUAL - MIRANTE DE SANTANA (83781). PERÍODO 1961-2016



Fonte: INMET, 2017

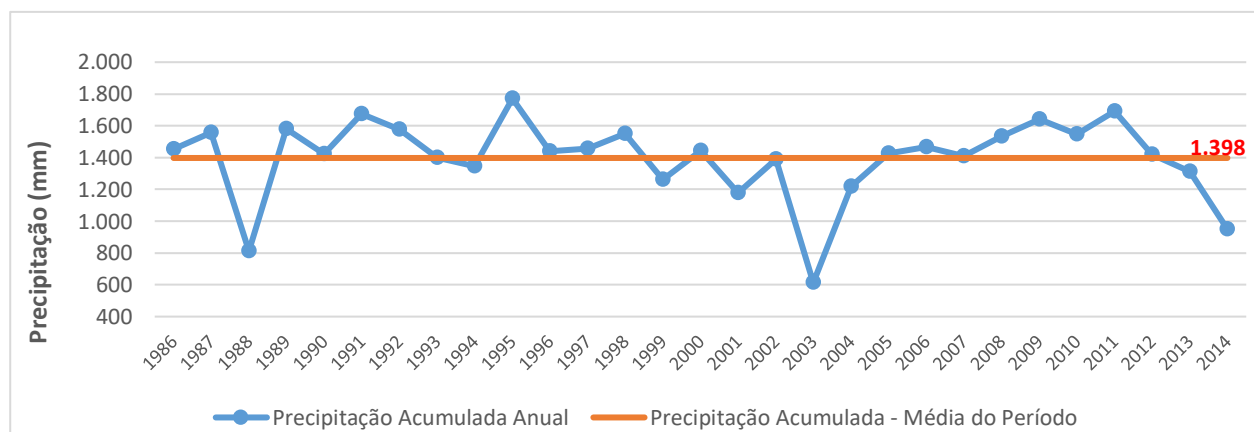
Na estação do INMET Guarulhos situada no aeroporto internacional observa-se que, historicamente, os totais de precipitação atingiram valores bem acima da média no ano de 1995, quando alcançou **1770,9 mm**, seguido dos anos 2011 e 2009, quando os registros de chuva ultrapassaram os 1600 mm/ano.

Os piores anos da pluviometria registrados nessa estação visando ao abastecimento público foram os anos de 2003, quando os totais acumulados registrados (**613,1 mm**) ficaram em menos da metade do total acumulado no ano mais chuvoso, e o ano de 1988, com registro de 813,6 mm, também bem abaixo da média do período nessa estação. A média mais baixa de umidade relativa do ar aconteceu no ano 2000, para o período de 28 anos, em ano com índices pluviométricos dentro da média.

O Gráfico 6.3.1.2-4 ilustra a precipitação acumulada anual, com a média de **1402 mm**, para o período 01/01/1961 a 21/12/2016 na Estação Mirante de Santana (INMET).

GRÁFICO 6.3.1.2-2

PRECIPITAÇÃO ACUMULADA ANUAL - GUARULHOS (83075). PERÍODO 1986-2014. INMET



Fonte: INMET, 2017

Na abordagem da pluviometria a partir dos dados do DAEE, foram utilizados dados de cinco estações pluviométricas existentes nos municípios da AID, situadas em Itaquaquecetuba, Arujá, Guarulhos e São Paulo, a serem atravessados pelo Ferroanel Norte. As cinco estações utilizadas estão apresentadas na Tabela 6.3.1.2-7, com a localização indicada na Figura 6.3.1.2-3.

A localização

Os gráficos na sequência mostram o comportamento pluviométrico nesses locais, para o período de 30 anos (1985 a 2015), com destaque, em separado para os últimos 5 anos (2011 a 2016).

TABELA 6.3.1.2-7
ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS (DAEE)

MUNICÍPIO	PREFIXO	NOME	ALTITUDE	LATITUDE	LONGITUDE
ITAQUAQUECETUBA	E3-091	MONTE BELO	790	23° 29' 00"	46° 22' 00"
GUARULHOS	E3-002	BOM SUCESSO	770	23° 25' 00"	46° 24' 00"
ARUJÁ	E3-050	BAIRRO FAZENDA VELHA	760	23° 23' 00"	46° 21' 00"
ARUJÁ	E3-108	SAO BENTO	690	23° 26' 00"	46° 17' 00"
SÃO PAULO	E3-262	GUARAÚ	828	23° 26' 00"	46° 39' 00"

Fonte: DAEE, 2017

FIGURA 6.3.1.2-3
LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS - DAEE

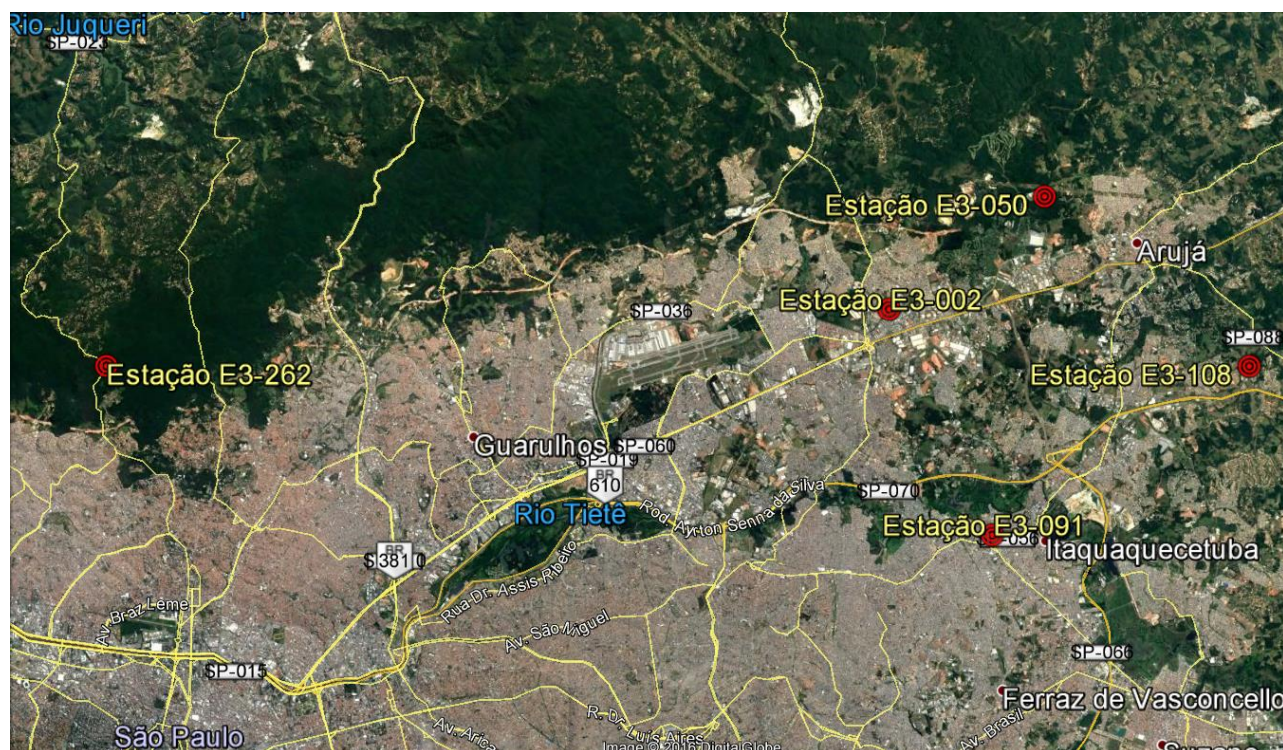
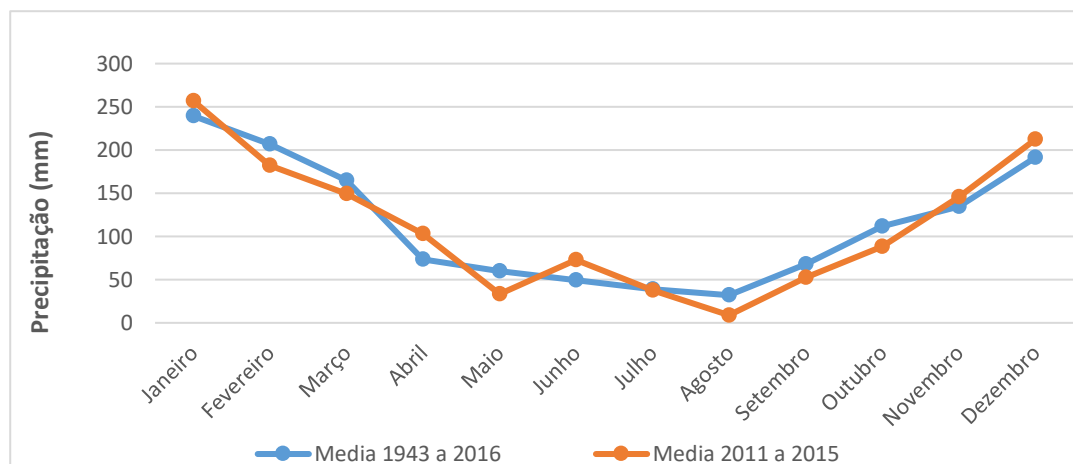


GRÁFICO 6.3.1.2-3

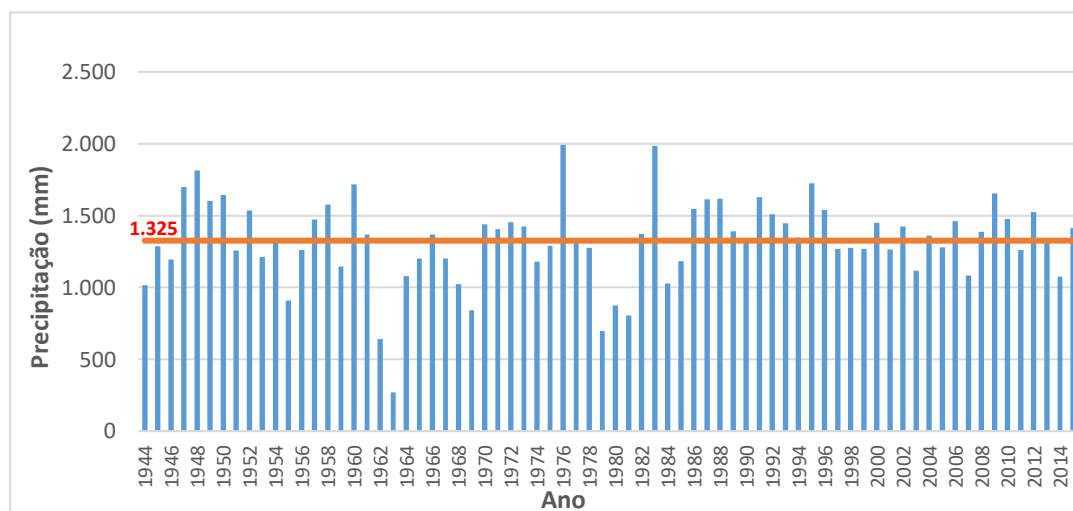
PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL - ITAQUAQUECETUBA (E3-091). PERÍODO 1943-2016. DAEE



Fonte: DAEE, 2017

GRÁFICO 6.3.1.2-4

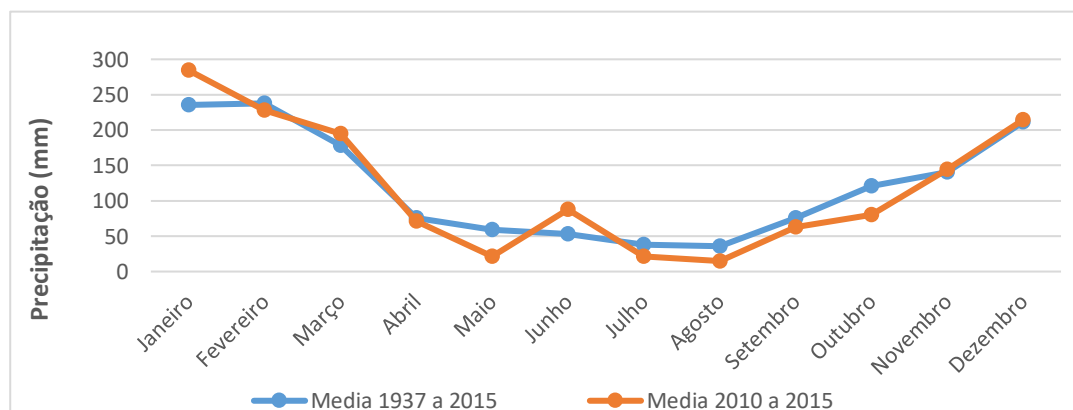
PRECIPITAÇÃO ACUMULADA ANUAL - ITAQUAQUECETUBA (E3-091). PERÍODO 1944-2014. DAEE



Fonte: DAEE, 2017

GRÁFICO 6.3.1.2-5

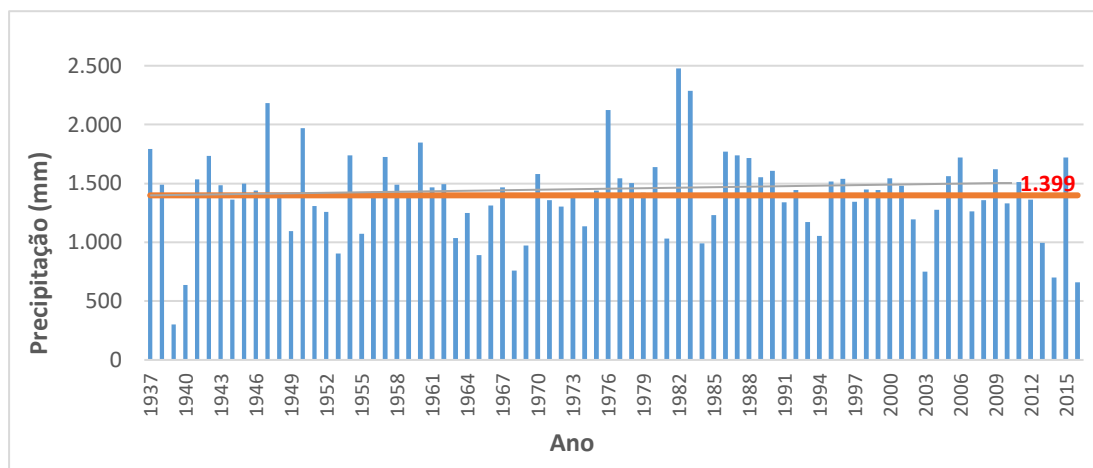
PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL - GUARULHOS (E3-002). PERÍODO 1937-2015. DAEE



Fonte: DAEE, 2017

GRÁFICO 6.3.1.2-6

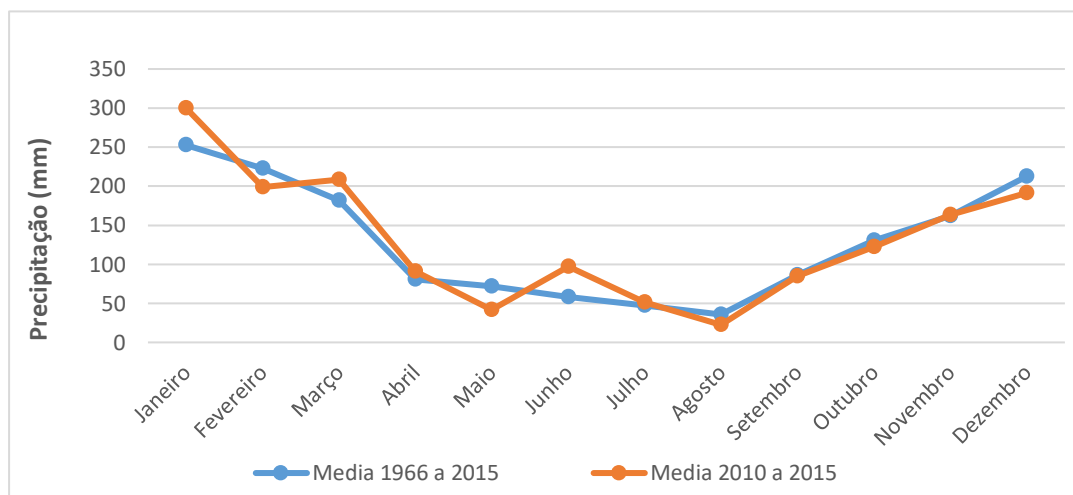
PRECIPITAÇÃO ACUMULADA ANUAL - GUARULHOS (E3-002). PERÍODO 1937-2015. DAEE



Fonte: DAEE, 2017

GRÁFICO 6.3.1.2-7

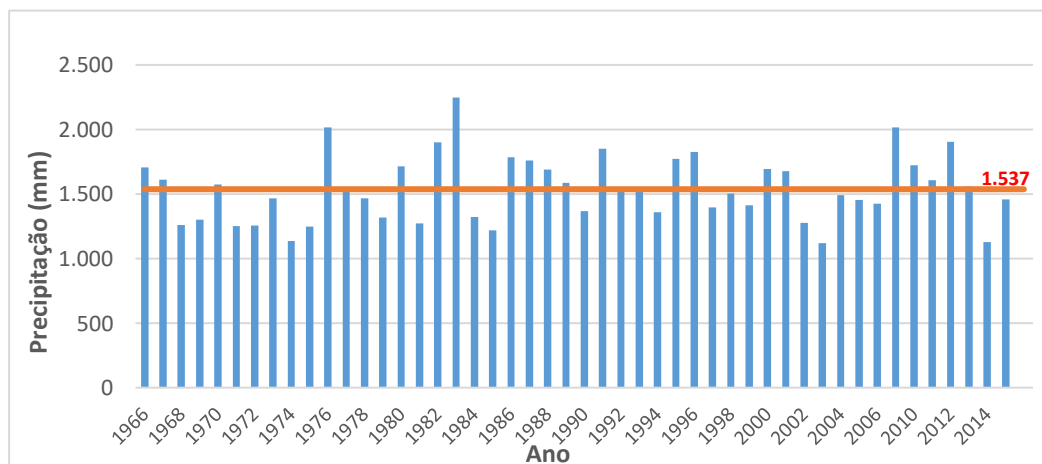
PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL - ARUJÁ (E3-050). PERÍODO 1966-2015. DAEE



Fonte: DAEE, 2017

GRÁFICO 6.3.1.2-8

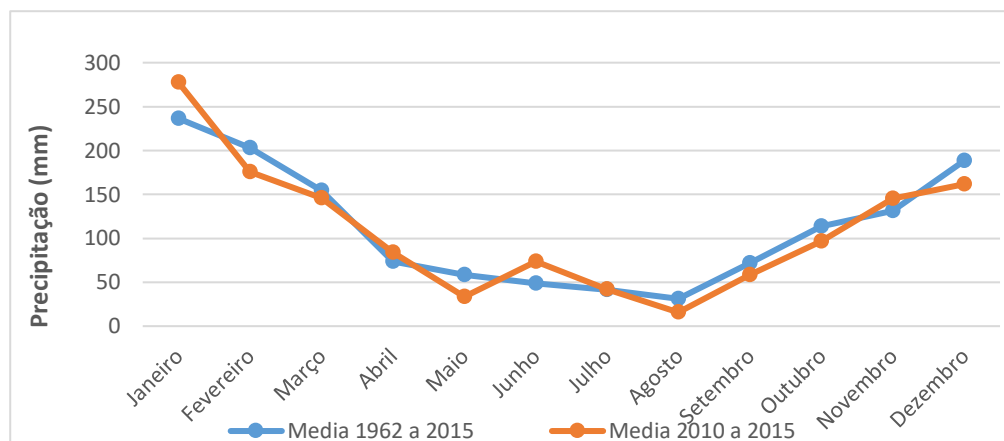
PRECIPITAÇÃO ACUMULADA ANUAL - ARUJÁ (E3-050). PERÍODO 1966-2014. DAEE



Fonte: DAEE, 2017

GRÁFICO 6.3.1.2-9

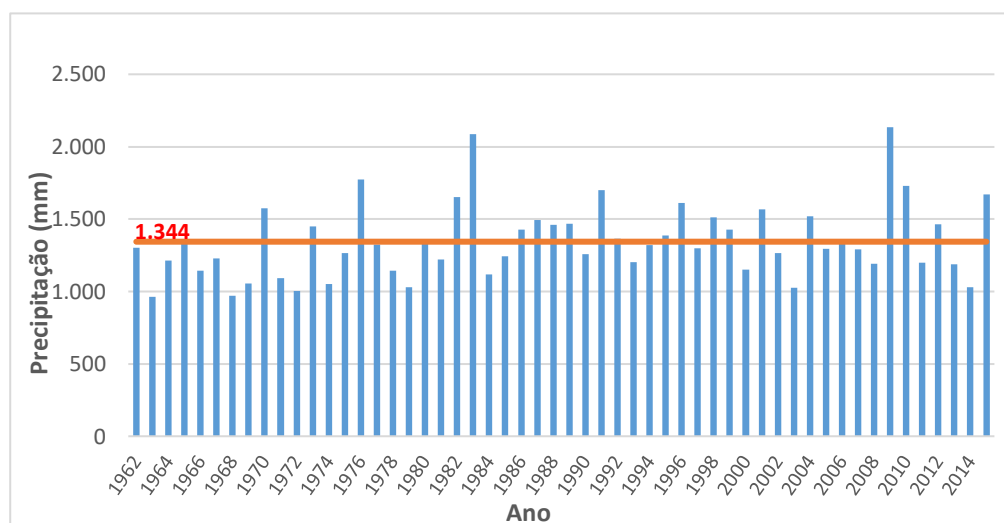
PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL - ARUJÁ (E3-108). PERÍODO 1962-2015. DAEE



Fonte: DAEE, 2017

GRÁFICO 6.3.1.2-10

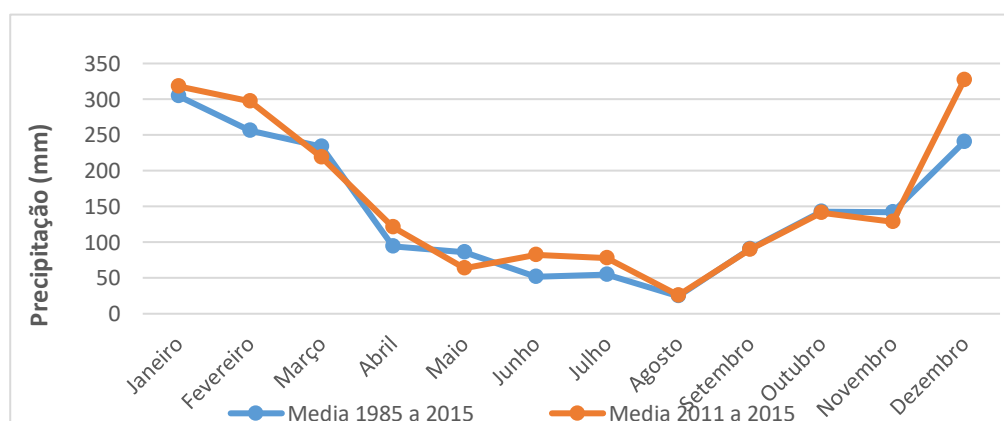
PRECIPITAÇÃO ACUMULADA ANUAL - ARUJÁ (E3-108). PERÍODO 1962-2014. DAEE



Fonte: DAEE, 2017

GRÁFICO 6.3.1.2-11

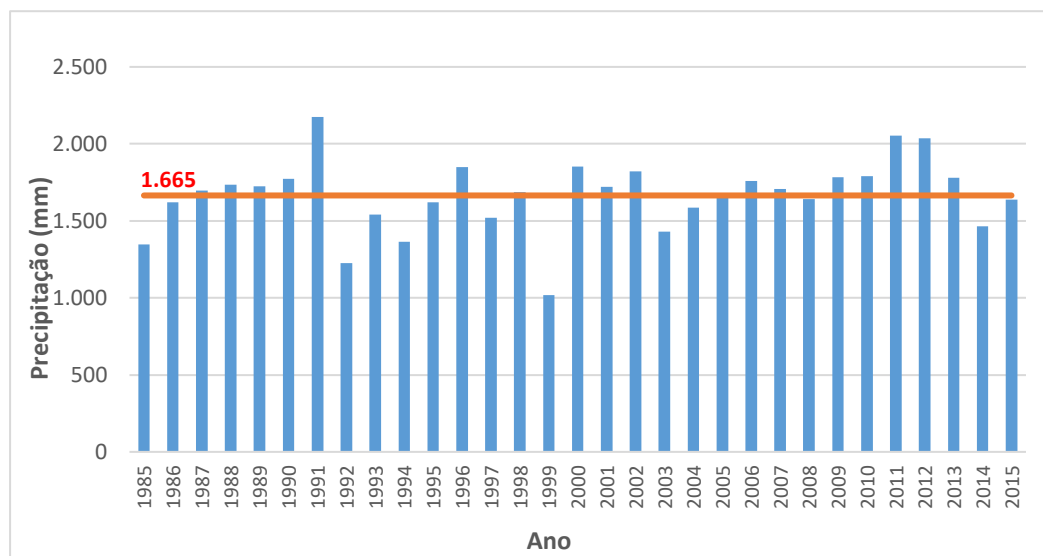
PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL - SÃO PAULO (E3-262). PERÍODO 1985-2015. DAEE



Fonte: DAEE, 2017

GRÁFICO 6.3.1.2-12

PRECIPITAÇÃO ACUMULADA ANUAL - SÃO PAULO (E3-262). PERÍODO 1985-2015. DAEE



Fonte: DAEE, 2017

Observa-se que nas estações do DAEE situadas nos municípios a serem atravessados pelo Ferroanel Norte os totais precipitados variam de 1.325 mm em Itaquaquecetuba a 1.665 mm em São Paulo, como se verifica na síntese apresentada na Tabela 6.3.1.2-8. Essa diferença está associada às diferentes situações topoclimáticas em que se encontra cada estação pluviométrica, como mostrado no início desse item 6.3.1.2, onde se observa que a estação de Itaquaquecetuba se situa em terrenos de planície, de altitude mais baixa, e a estação de São Paulo localiza-se em maior altitude, em proximidade de serra.

TABELA 6.3.1.2-8

ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS NA AID (DAEE)

MUNICÍPIO	PREFIXO	TOTAL ANUAL (MM)
ITAQUAQUECETUBA	E3-091	1.325
GUARULHOS	E3-002	1.399
ARUJÁ	E3-050	1.537
ARUJÁ	E3-108	1.344
SÃO PAULO	E3-262	1.665

Fonte: DAEE, 2017

6.3.1.2.2 Temperatura

Na cidade de São Paulo e mais especificamente na zona norte da RMSP onde se situa o Ferroanel Norte, o INMET faz observação das temperaturas mínimas e máximas em três estações - Mirante de Santana, Guarulhos e Horto Florestal, situadas na AII e AID do empreendimento. A Tabela 6.3.1.2-9 apresenta os dados da temperatura média compensada, calculada para períodos históricos nas três estações do INMET, representadas também no Gráfico 6.3.1.2-13.

TABELA 6.3.1.2-9

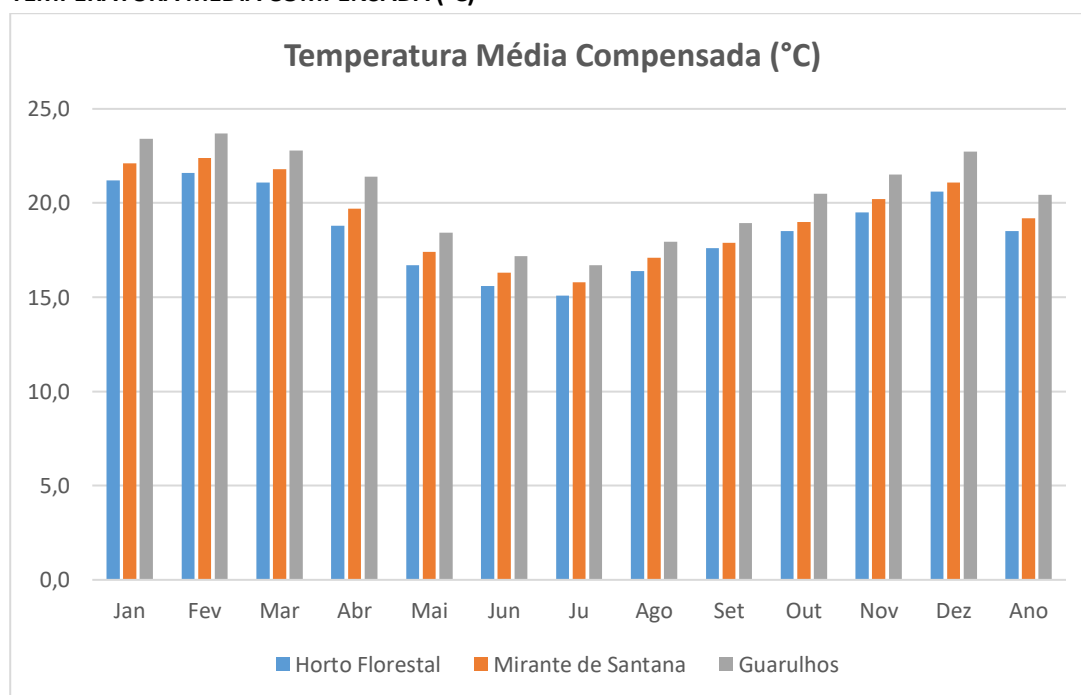
TEMPERATURAS MÉDIAS COMPENSADAS NA AII E AID (ESTAÇÕES INMET)

Temperatura Média Compensada (°C)															
Cód	Estação	Período de Observação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Ju	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média Anual
83781	Mirante de Santana	1961-2016	22,1	22,4	21,8	19,7	17,4	16,3	15,8	17,1	17,9	19,0	20,2	21,1	19,2
83075	Guarulhos	1986-2014	23,4	23,7	22,8	21,4	18,4	17,2	16,7	17,9	18,9	20,5	21,5	22,7	20,4
83856	Horto Florestal	1992-2011	21,2	21,6	21,1	18,8	16,7	15,6	15,1	16,4	17,6	18,5	19,5	20,6	18,5

Fonte: INMET, 2017

GRÁFICO 6.3.1.2-13

TEMPERATURA MÉDIA COMPENSADA (°C)



Fonte: INMET, 2017

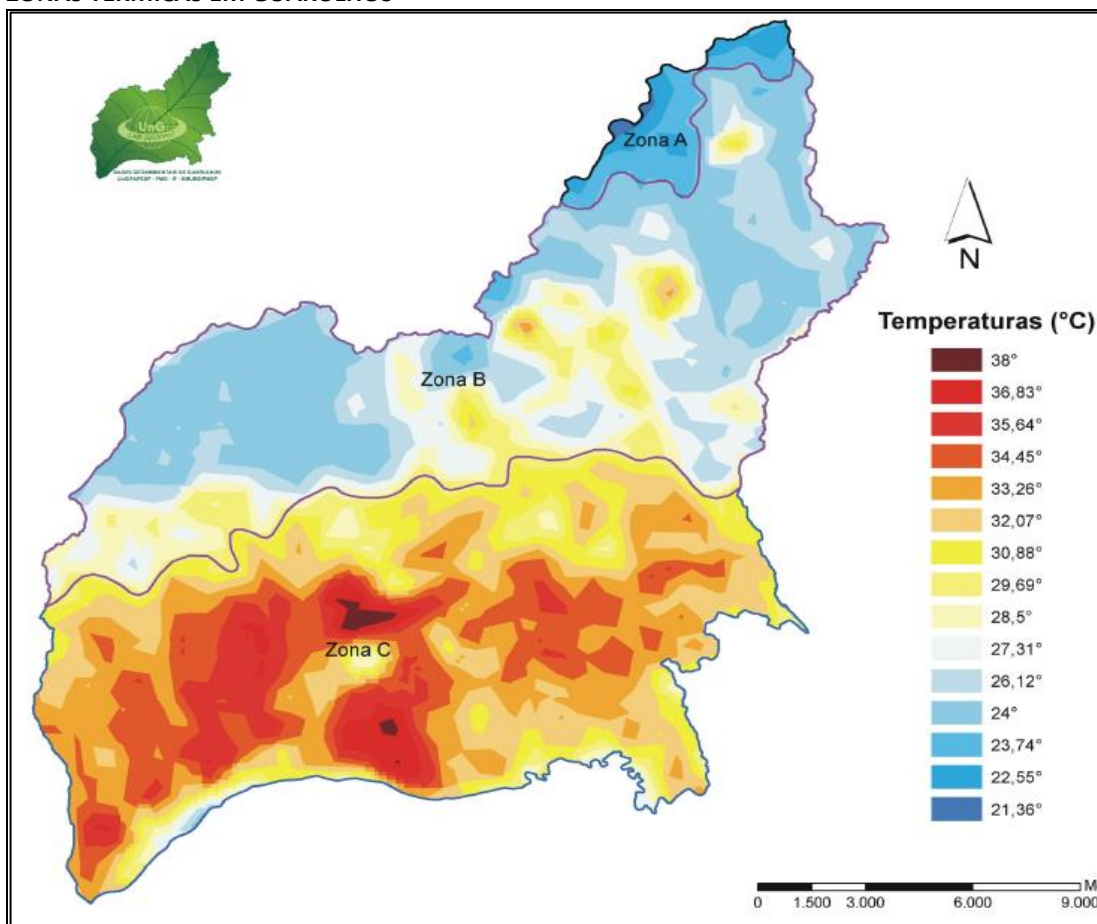
Observa-se que as temperaturas médias registradas na estação Mirante de Santana são ligeiramente mais elevadas (+ 0,7°C) que na estação Horto Florestal, mas inferiores às médias verificadas em Guarulhos, que por sua vez chega a quase 2 graus acima das verificadas no Horto Florestal. Nesse caso pode-se atribuir a diferença não à altitude, como no caso das precipitações, mas devido à localização em meio a bairros mais densamente ocupados e de uso industrial, com solo bem mais impermeabilizado que o entorno da estação Horto Florestal, situada bem próximo à extensa área de floresta nativa do Parque Estadual da Cantareira.

Embora nesse caso se mostre de valor reduzido, essa pequena diferença nas temperaturas está associada à formação natural de ilhas de calor nas áreas densamente urbanizadas (índices mais altos quanto mais central na cidade de São Paulo), que chega a diferenças de 5°C a 7°C em relação às áreas periféricas florestadas. Ressalta-se que a formação de ilhas de calor é um processo de origem natural que se baseia no aquecimento das áreas urbanas ao longo dos anos, em oposição ao entorno vegetado que permanece com a temperatura inalterada. Segundo o Plano de Manejo do Parque Estadual da Cantareira, elaborado pela Fundação Florestal (2009), em dados obtidos a partir de fotografia por satélite que reproduz áreas com temperaturas aparentes de superfície, é possível se observar uma diferença de até 8°C de temperatura entre as áreas do Parque da Cantareira, com temperaturas mais amenas, e as áreas urbanas localizadas no extremo sul-sudeste da AII, com temperaturas mais elevadas.

Destaca-se que ambas as prefeituras desenvolvem programas de ampliação da vegetação urbana, como é o caso do Programa Ilhas Verdes da Prefeitura Municipal de Guarulhos.

Fonte: <http://atlasambiental.prefeitura.sp.gov.br/>

FIGURA 6.3.1.2-5
ZONAS TÉRMICAS EM GUARULHOS



Fonte: Bases Geoambientais para o Sistema de Informações Ambientais. Município de Guarulhos, UnG/PMG/FAPESP, 2009

Os registros do INMET nas estações Mirante de Santana, Guarulhos e Horto Florestal permite verificar para a AII e AID que a média das temperaturas mínimas nos meses mais frios (jun-jul-ago) varia entre 9,7°C e 12,8° C. No trimestre mais quente (dez-jan-fev), as médias das máximas oscilam entre 26,3°C e 29,2°C.

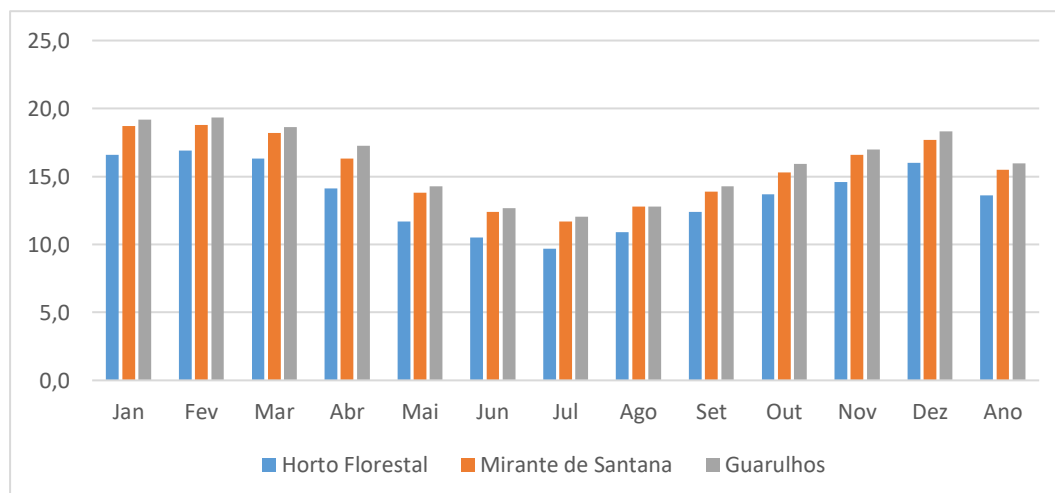
As Tabelas 6.3.1.2-10 e 6.3.1.2-11 apresentam os registros das temperaturas médias mensais mínimas e máximas para o período de observação de cada estação, como indicado, e ilustradas nos Gráficos 6.3.1.2-14 e 6.3.1.2-15, respectivamente.

TABELA 6.3.1.2-10
TEMPERATURA MÍNIMA (°C) NA AII E AID (ESTAÇÕES INMET)

TEMPERATURA MÉDIA MÍNIMA (°C)															
Cód	Estação	Período de Observação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média Anual
83781	Mirante de Santana	1961-2016	18,7	18,8	18,2	16,3	13,8	12,4	11,7	12,8	13,9	15,3	16,6	17,7	15,5
83075	Guarulhos	1986-2014	19,2	19,3	18,6	17,3	14,3	12,7	12,0	12,8	14,3	15,9	17,0	18,3	16,0
83856	Horto Florestal	1992-2011	16,6	16,9	16,3	14,1	11,7	10,5	9,7	10,9	12,4	13,7	14,6	16,0	13,6

Fonte: INMET, 2017

GRÁFICO 6.3.1.2-14
TEMPERATURA MÉDIA MÍNIMA (°C)



Fonte: INMET, 2017

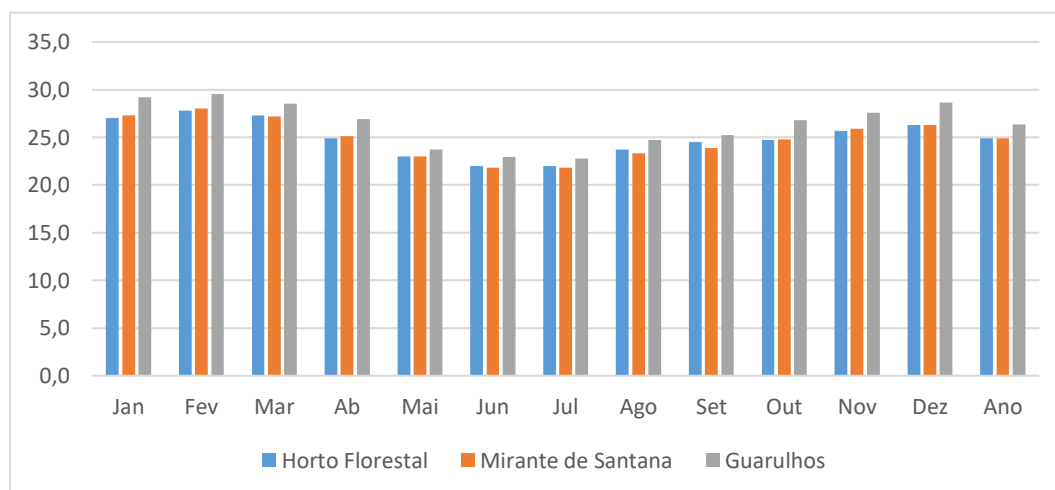
TABELA 6.3.1.2-11
TEMPERATURA MÁXIMA (°C) NA AII E AID (ESTAÇÕES INMET)

CÓD	ESTAÇÃO	PERÍODO DE OBSERVAÇÃO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	MÉDIA ANUAL
83781	Mirante de Santana	1961-2016	27,3	28,0	27,2	25,1	23,0	21,8	24,9
83075	Guarulhos	1986-2014	29,2	29,5	28,5	26,9	23,7	22,9	26,4
83856	Horto Florestal	1992-2011	27,0	27,8	27,3	24,9	23,0	22,0	24,9

CÓD	ESTAÇÃO	PERÍODO DE OBSERVAÇÃO	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA ANUAL
83781	Mirante de Santana	1961-2016	21,8	23,3	23,9	24,8	25,9	26,3	24,9
83075	Guarulhos	1986-2014	22,7	24,7	25,2	26,8	27,6	28,6	26,4
83856	Horto Florestal	1992-2011	22,0	23,7	24,5	24,7	25,7	26,3	24,9

Fonte: INMET, 2017

GRÁFICO 6.3.1.2-15
TEMPERATURA MÉDIA MÁXIMA (°C)



Fonte: INMET, 2017

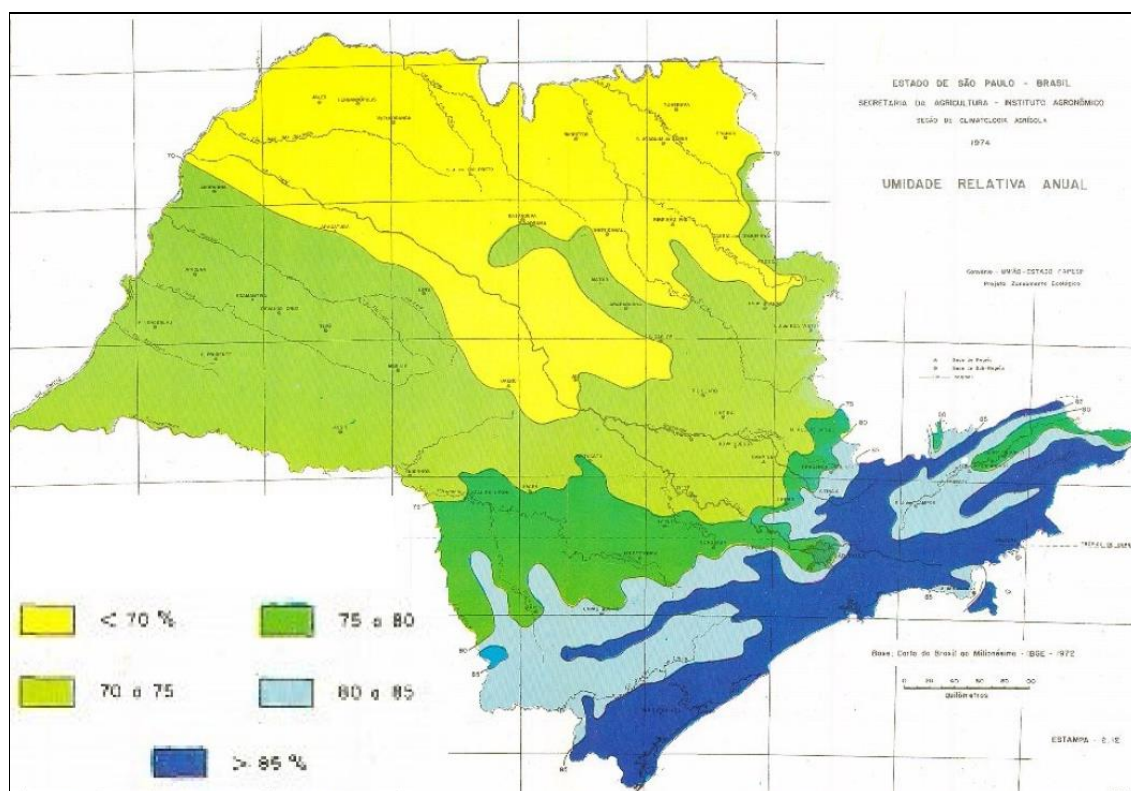
6.3.1.2.3 Umidade Relativa do Ar

Segundo a Carta Climática desenvolvida pela Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo e Instituto Agrônomo de Campinas - IAC, a umidade relativa do ar na região norte da RMSP onde se encontra a AII e AID do Ferroanel Norte pode ser considerada alta, oscilando no intervalo de 75% a 80%, como se observa na Figura 6.3.1.2-6.

Esse patamar é especialmente verdadeiro para os meses de primavera e verão, de alta pluviosidade, decaindo nos meses do inverno, quando pode chegar a índices críticos, quando a umidade relativa do ar cai a menos de 20%, ocasionalmente. Segundo levantamento do INMET (Normais Climatológicas de 1961 a 1990), o estado de São Paulo apresenta valores de umidade relativa do ar mínimos no período entre os meses de julho a setembro, caracterizando predomínio de inverno seco.

A umidade relativa é a relação entre a umidade existente no ar e a temperatura, e constitui um indicador do bem-estar da população naquela determinada condição. Quanto menor os seus índices, maior a incidência de doenças respiratórias.

FIGURA 6.3.1.2-6
CARTA CLIMÁTICA COM A UMIDADE RELATIVA ANUAL DO ESTADO DE SÃO PAULO



Fonte: CIIAGRO

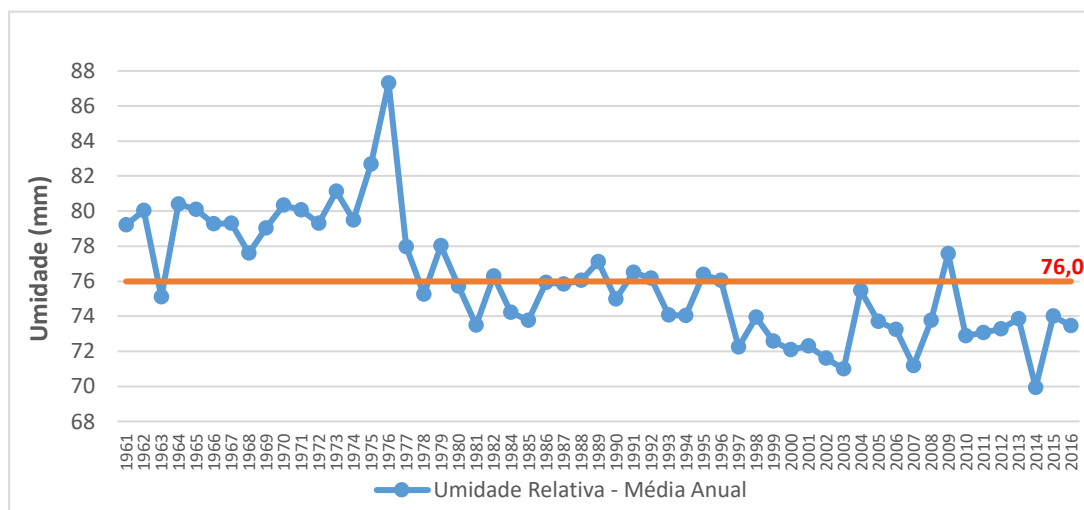
A análise dos dados de umidade relativa do ar registrados nas estações Mirante de Santana e Guarulhos, do INMET, apresentados na Tabelas 6.3.1.2-4 e 6.3.1.2-5, anteriores, revela que no ano de 2014 atingiu-se a média mais baixa registrada no período de 45 anos de observação, ano que também se destacou pelos baixos volumes de precipitação. No geral, os dados dessas duas estações indicam que na AII e AID do Ferroanel Norte a umidade relativa do ar oscila entre 74% e 76%, o que pode ser considerado satisfatória.

Nos Gráficos 6.3.1-15 e 6.3.1-16 pode-se observar o comportamento da umidade relativa em período histórico nas estações Mirante de Santana e Guarulhos. Nota-se que, na média, a umidade é ligeiramente

mais elevada em Santana do que em Guarulhos, além de se mostrar mais estável, ou com menores variações ao longo do período. As médias da estação Guarulhos, ao contrário, mostram quedas acentuadas, principalmente no intervalo entre os anos 1998 - 2002.

GRÁFICO 6.3.1.2-15

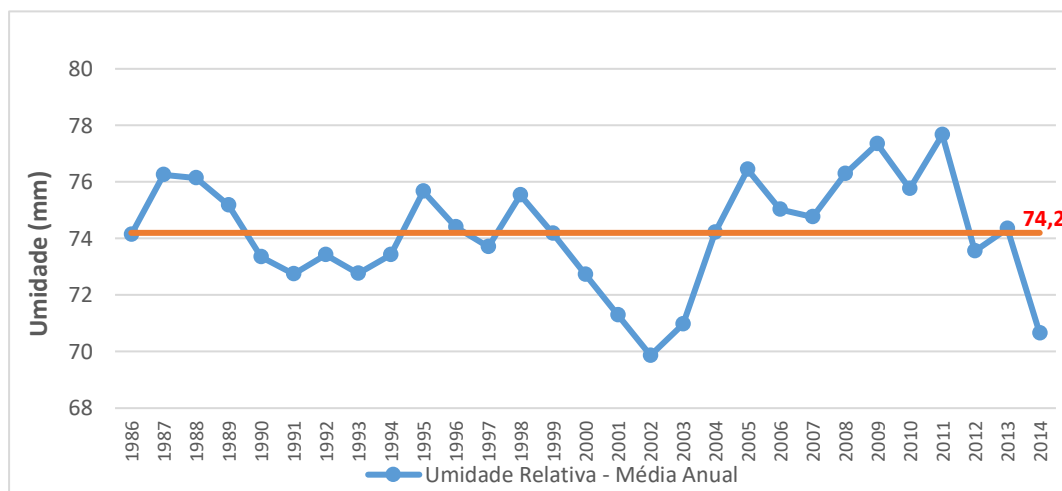
UMIDADE RELATIVA DO AR. ESTAÇÃO MIRANTE DE SANTANA. PERÍODO 1961-2016. INMET



Fonte: INMET, 2017

GRÁFICO 6.3.1.2-16

UMIDADE RELATIVA DO AR. ESTAÇÃO GUARULHOS. PERÍODO 1986-2014. INMET



Fonte: INMET, 2017

6.3.1.2.4 Ventos

O comportamento padrão dos fluxos de ventos na RMSP (Tarifa & Azevedo, 2001) indica que na região da All e AID do Ferroanel Norte predominam as correntes de E, SE e S, que apresentam os maiores percentuais de frequência sobre o total de ventos registrados na região.

Nos meses de inverno observa-se uma ligeira queda na frequência dos ventos de S e SE, em função da constante presença, nesse período, dos sistemas atmosféricos de alta pressão, que conferem uma maior estabilidade atmosférica à região.

A Tabela 6.3.1.2-12 apresenta a direção predominante e características dos ventos em estações meteorológicas da região do empreendimento medidas no período 1961-1990.

TABELA 6.3.1.2-12

DIREÇÃO PREDOMINANTE E CARACTERÍSTICAS DOS VENTOS (PONTOS CARDEAIS E COLATERAIS)

Cód.	Nome da Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
83856	Horto Florestal	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo
83781	Mirante de Santana	Indef.	Indef.	E	E	E	E	E	E	SE	SE	SE	SE

Fonte: INMET, 2017

Na RMSP observa-se calmaria e ventos de leste e sudeste, e sua movimentação influencia a dispersão de poluentes e o deslocamento de nuvens de chuva (CETESB, 2015). A sazonalidade dos ventos e da temperatura influencia na qualidade do ar desta região.

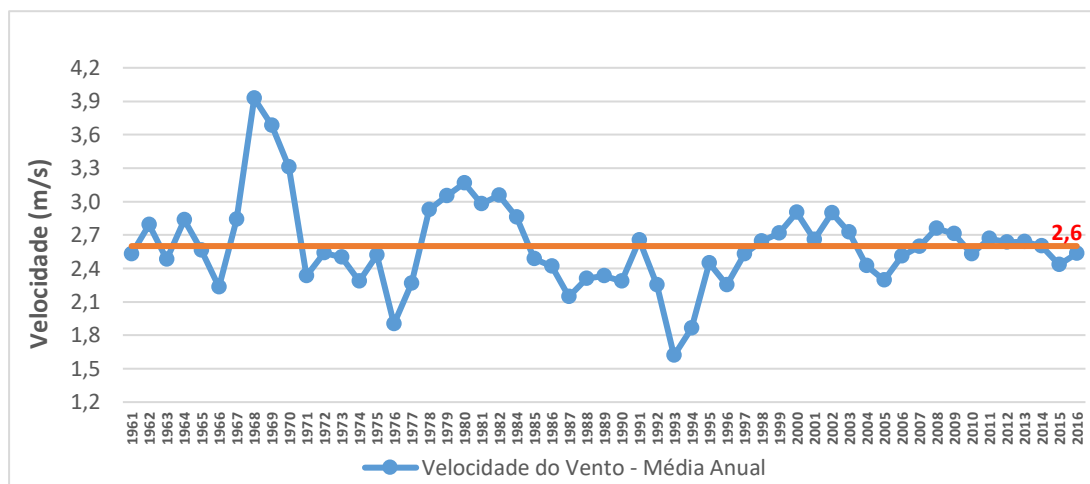
As análises da CETESB (2015) concluíram que o vento predominante em São Paulo é proveniente da direção sul-sudeste (SSE), seguida pela contribuição da direção sudeste (SE) e uma pequena contribuição (cerca de 5%) da direção noroeste (NW). Foi observado também um percentual de 43% de ventos variáveis (ventos fracos) e calmos em todo o período.

As cristas e os topos elevados da serra da Cantareira “também são bem ventilados, aumentam a instabilidade atmosférica e devem provocar a elevação da camada de mistura, criando boas condições para a dispersão de poluentes. Essa condição topográfica também favorece a drenagem noturna de ar frio e consequente acúmulo nos baixos vales e várzeas adjacentes (Tietê, Juqueri)” (Tarifa & Azevedo, 2001).

Nos Gráficos 6.3.1-17 e 6.3.1-18 pode se observar a velocidade dos ventos em período histórico nas estações Mirante de Santana e Guarulhos. Nota-se que, na média, a velocidade dos ventos é mais elevada no Mirante de Santana (2,6 km/h) do que em Guarulhos (1,5 km/h), o que se deve muito provavelmente à situação topoclimática, topograficamente mais elevada no Mirante de Santana do que na estação situada no aeroporto internacional de Guarulhos.

GRÁFICO 6.3.1.2-17

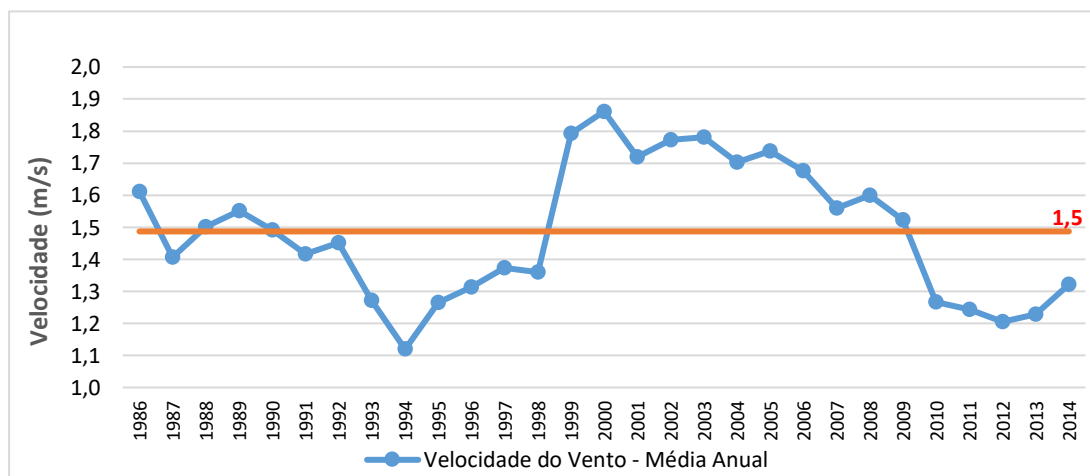
VELOCIDADE DO VENTO. ESTAÇÃO MIRANTE DE SANTANA. PERÍODO 1961-2016. INMET



Fonte: INMET, 2017

GRÁFICO 6.3.1.2-18

VELOCIDADE DO VENTO. ESTAÇÃO GUARULHOS. PERÍODO 1986-2014. INMET



Fonte: INMET, 2017

6.3.1.3 Regime Pluviométrico na AID e ADA

Na escala da AID e ADA, uma análise relevante para o regime pluviométrico, é a identificação das características das precipitações intensas, de modo a orientarem a avaliação dos impactos relativos aos processos erosivos e consequente assoreamento de cursos de água, o dimensionamento da drenagem provisória e das medidas de proteção, assim como auxiliar na programação geral dos serviços de campo, em função das estatísticas de dias chuvosos.

Desse modo, apresenta-se para cada uma dos Postos Pluviométricos do DAEE na AID, gráficos que mostram, para o período de 2011 a 2015, a média de dias chuvosos, a precipitação máxima diária no mês e a precipitação máxima diária média do período.

GRÁFICO 6.3.1.3-1
DIAS COM PRECIPITAÇÃO ENTRE 2011 E 2015 -- ARUJÁ (E3-050)

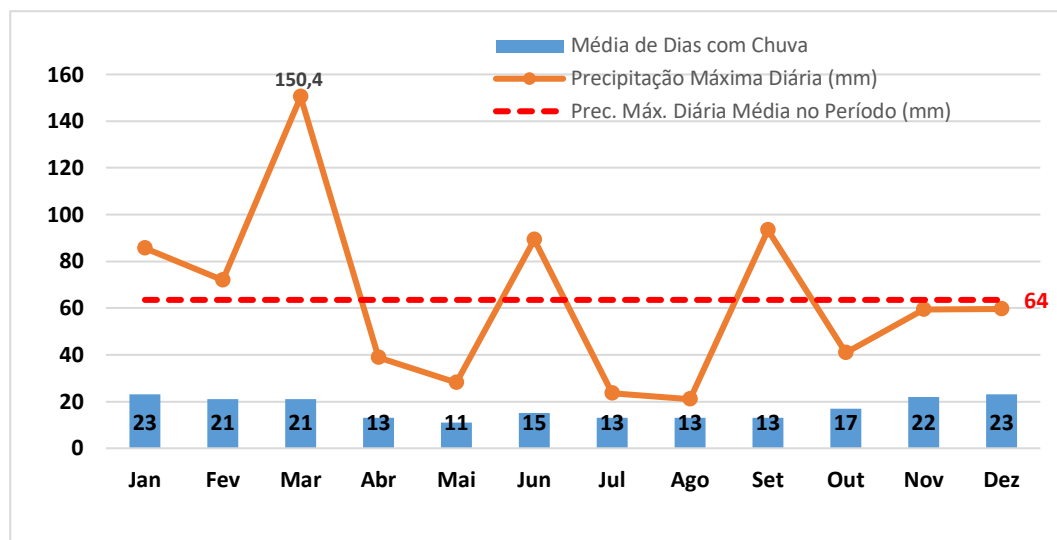


GRÁFICO 6.3.1.3-2
DIAS COM PRECIPITAÇÃO ENTRE 2011 E 2015 -- ARUJÁ (E3-108)

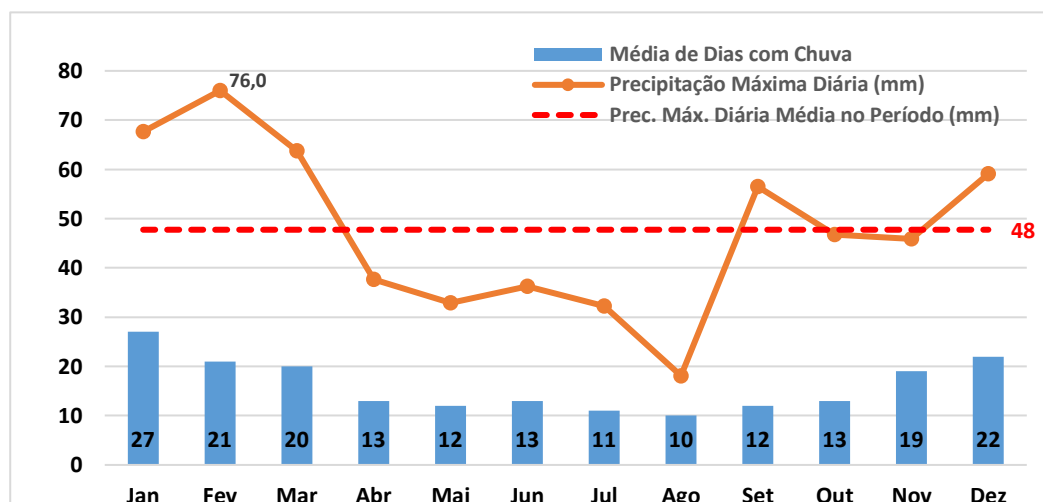


GRÁFICO 6.3.1.3-3
DIAS COM PRECIPITAÇÃO ENTRE 2011 E 2015 -- GUARULHOS (E3-002)

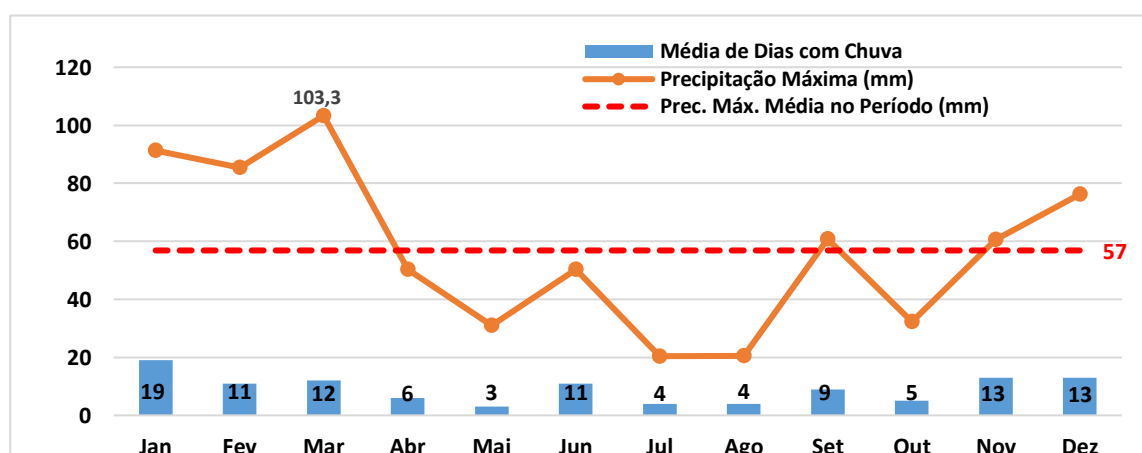


GRÁFICO 6.3.1.3-4

DIAS COM PRECIPITAÇÃO ENTRE 2011 E 2015 -- ITAQUAQUECETUBA (E3-091)

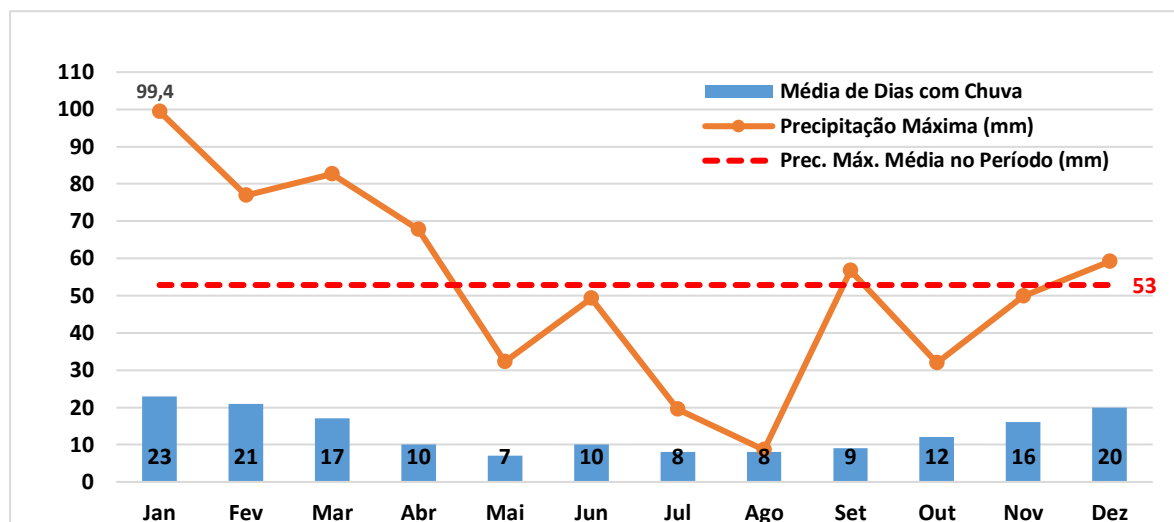
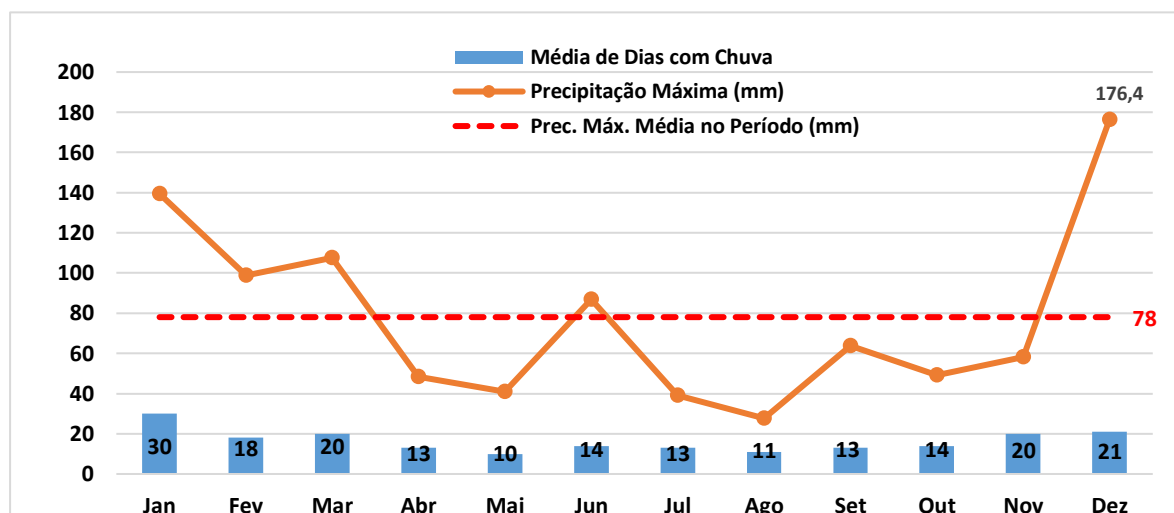


GRÁFICO 6.3.1.3-5

DIAS COM PRECIPITAÇÃO ENTRE 2011 E 2015 -- SÃO PAULO (E3-262)



Os valores de precipitação diária máximas seguem a sazonalidade da pluviometria regional, com médias entre 48 e 78 mm. Os valores máximos diários apresentam-se bastante elevados, sendo que apenas em uma estação o valor é significativamente menor que 100mm.

Observa-se que o posto São Paulo, dentre os presentes na AID, é o que apresenta os maiores índices pluviométricos, o que coincide com sua localização em área de terrenos mais acidentados, de topografia mais movimentada, com maiores declividades nas encostas, onde o traçado do Ferroanel está mais próximo ao sopé da serra da Cantareira. Secundariamente destacam-se as precipitações do posto Arujá, também localizado mais próximo ao sistema serrano.

Nesses casos, pode-se afirmar que é decisiva a influência da orografia na ocorrência dos maiores totais precipitados em determinada área, na comparação com os demais postos situados na AID e ADA em áreas mais planas e distantes dos subsistemas serranos.

Uma visão espacial da distribuição das precipitações na região de influência do empreendimento pode ser visualizada na Figura 6.3.1.3-1, elaborada para gerenciamento das obras do Rodoanel Norte, pelo Consórcio INECO-EBEI.

A escala de apresentação da figura permite apenas uma visão do conjunto, na qual as precipitações máximas crescem dos tons mais claros para os mais escuros. Observa-se que na região de Guarulhos e do Aeroporto Internacional as precipitações máximas são de menor intensidade, enquanto nas extremidades do mapa, as regiões de Cachoeirinha/Brasilândia e Arujá/Itaquaquecetuba as intensidades são maiores.

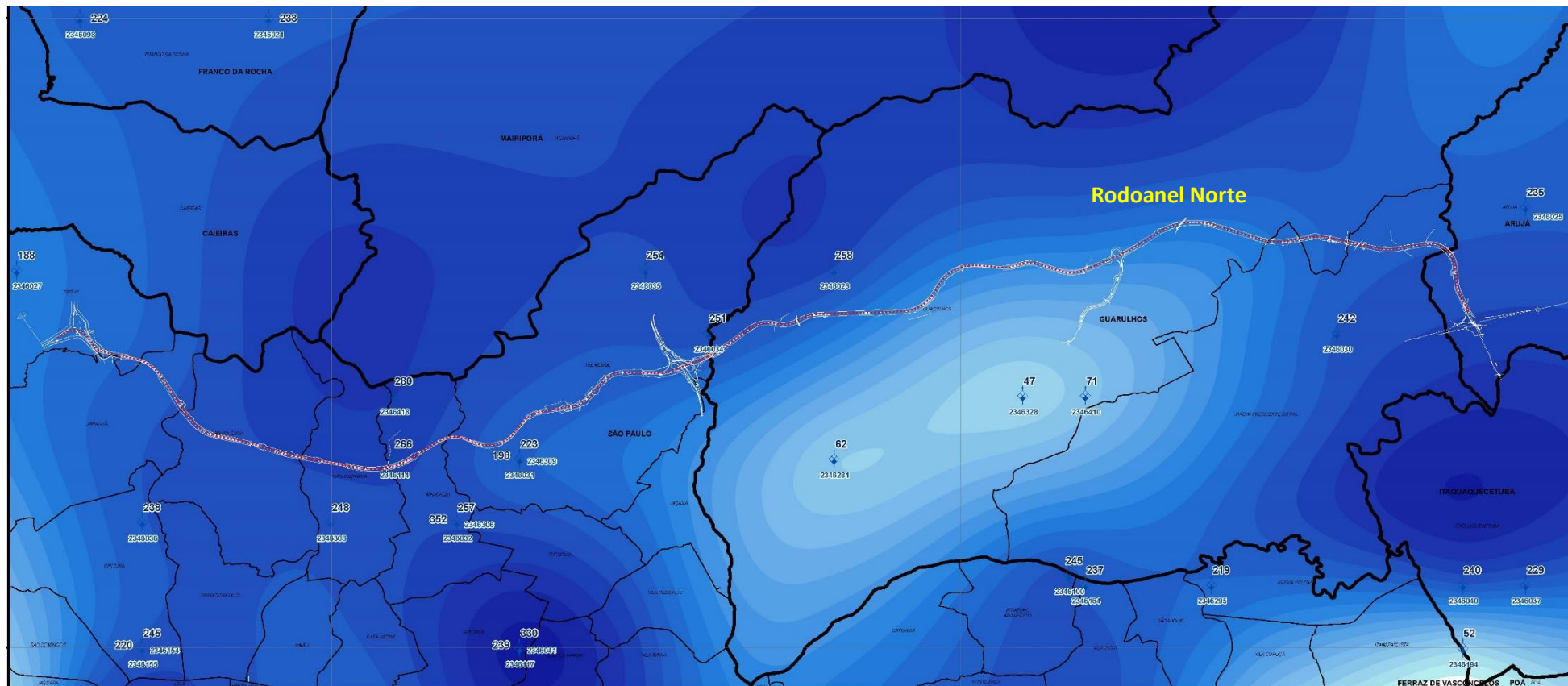
As informações sobre intensidade, distribuição e frequência das precipitações intensas na região são relevantes para o planejamento das atividades de construção assim como das medidas de proteção contra erosão e demais controles da qualidade ambiental.

No entanto, a expectativa de previsibilidade em relação ao comportamento do regime de chuvas conforme a sazonalidade e aos quantitativos registrados no passado devem ser tomados com cautela, em vista dos fenômenos de mudanças climáticas decorrentes do aquecimento global, que tendem a intensificar os eventos extremos. A ocorrência dos fenômenos *El Niño* e *La Niña* trazem influências regionais e locais com alterações no tempo e no clima que dificultam previsões.

Alterações no regime de chuvas no Sudeste também podem estar associadas aos efeitos do aumento do desmatamento na Amazônia. Segundo o pesquisador Antonio Donato Nobre (Nobre/INPE, 2014) a floresta amazônica mantém úmido o ar em movimento, levando chuvas para dentro do continente distante dos oceanos.

Para acompanhar e tratar as questões climáticas no estado de São Paulo, a Lei Estadual nº 13.798, de 09/11/2009, regulamentada pelo Decreto Estadual nº 55.947, de 24/06/2010, instituiu a Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC), que atua em sintonia com a Convenção do Clima da ONU e com a Política Nacional sobre Mudança do Clima. A PEMC tem por objetivo geral estabelecer o compromisso do Estado frente ao desafio das mudanças climáticas globais, dispor sobre as condições para as adaptações necessárias aos impactos derivados das mudanças climáticas, bem como contribuir para reduzir ou estabilizar a concentração dos gases de efeito estufa na atmosfera. Uma das ações que merece destaque é o de acompanhamento dinâmico, pelo Instituto Geológico do Estado, da vulnerabilidade a desastres naturais, com plano estratégico para ações emergenciais e mapeamento de áreas de risco potencialmente mais suscetíveis a alagamentos em áreas ribeirinhas e deslizamentos em morros urbanos instabilizados, em episódios chuvosos intensos e prolongados. Esses episódios e suas consequências são mais frequentes em zonas urbanas muito densas, como as grandes cidades sujeitas à formação de ilhas de calor, onde se observa maiores prejuízos materiais e riscos à vida humana na ocupação de áreas de risco.

FIGURA 6.3.1.3-1
PRECIPITAÇÃO MÁXIMA ANUAL (SÉRIE HISTÓRICA)



Nota: Faixa de variação dos valores: 0 a 20mm (tons claros) e 341-360 (tons mais escuros)

Fonte: Consórcio INECO-EBEI, 2012

6.3.2 Geologia e Recursos Minerais

A caracterização geológica da Área de Influência Indireta (AII) foi realizada com base em dados de fontes secundárias, porém de referência, em escalas regionais, com o objetivo de avaliar as potencialidades e fragilidades do substrato rochoso.

Para o levantamento e caracterização dos dados geológicos (rochas) foram utilizados dados dos seguintes mapeamentos: para a AII Bistrichi et al. (1981) e Perrotta et al. (2005); e Coutinho (1972) e Emplasa (1980) para a caracterização da AID pois as escalas são de maior detalhe.

Já a identificação dos recursos minerais e identificação dos processos minerários em andamento foi elaborada com base nos dados disponíveis na página do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM.

6.3.2.1 Geologia Regional

Os levantamentos geológicos regionais demonstram que a AII do empreendimento apresenta formações rochosas desde o embasamento cristalino pré-Cambriano, composto por granitos e gnaisses, migmatitos, micaxistos, metabásicas e filitos; sedimentos terciários da Bacia de São Paulo, até sedimentos mais recentes aluviais quaternários.

As unidades litoestratigráficas estão descritas a partir das rochas consideradas mais antigas até as rochas mais recentes, separadas em rochas Pré-Cambrianas e rochas sedimentares. As unidades estão apresentadas na Figura 6.3.2.1-1 que mostra o traçado e as áreas de influência do Ferroanel Norte sobre a Carta Geológica do Estado de São Paulo (IPT) – Bistrichi et al. (1981) originalmente elaborada em escala 1:500.000.

Rochas Pré-Cambrianas

Complexo Amparo - Micaxistos

São rochas pertencentes ao Complexo Amparo descrito por Bistrichi et al. (1981) ou Complexo Varginha – Guaxupé definido por Perrotta et al. (2005), com idade do Proterozóico inferior (Pla X), formadas principalmente por clorita xisto, quartzo-mica xisto, metassiltitos, metagrauvacas, calcários dolomíticos, calcissilicáticas e filitos.

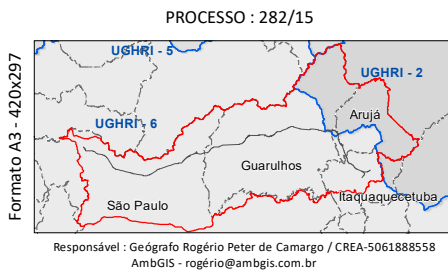
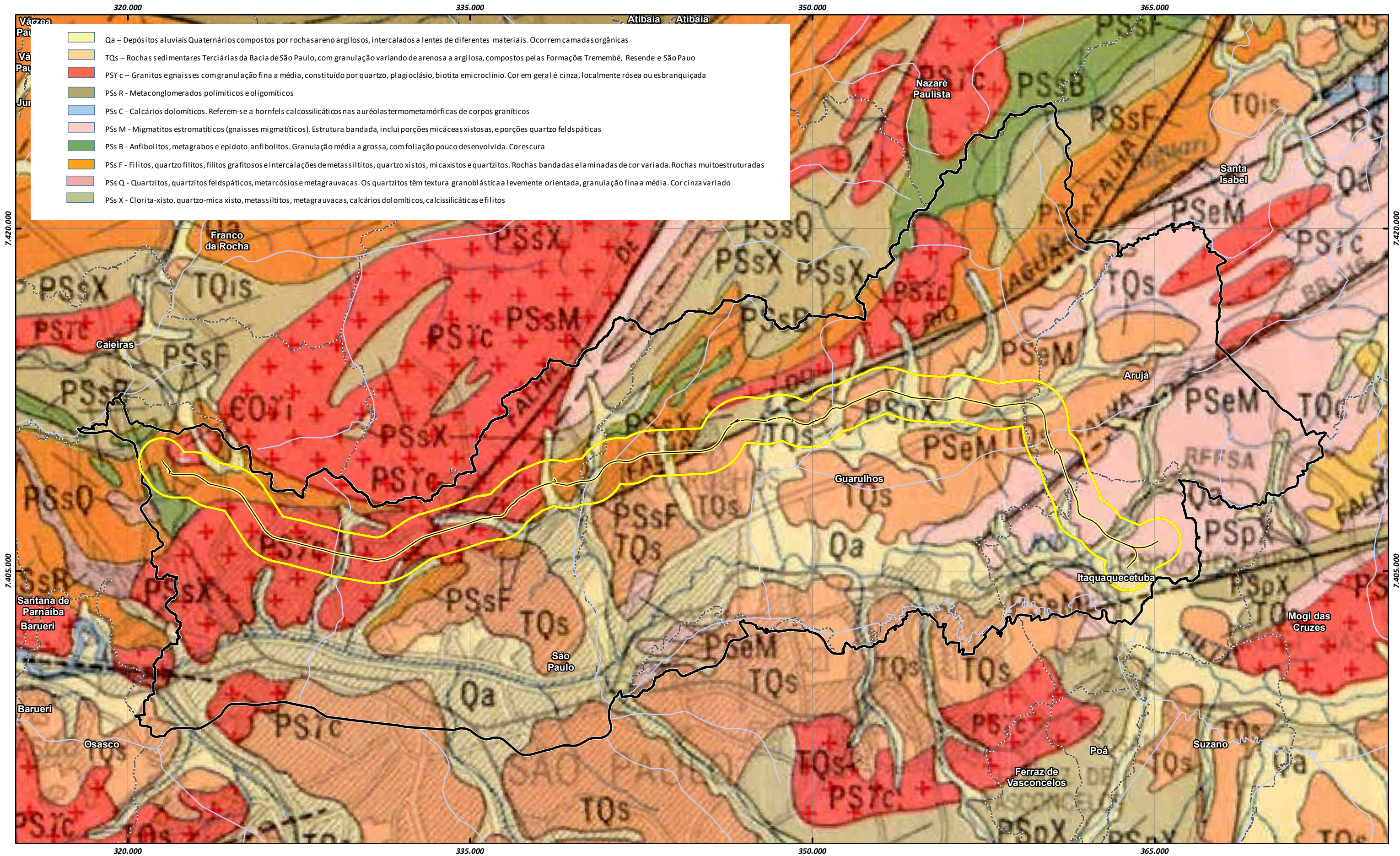
Os micaxistos são finos a médios, localmente microporfiroblásticos com granada, sillimanita e estauroлита. Apresentam intercalações subordinadas de metarenitos finos, quartzitos, filitos, rochas calcissilicáticas e anfíbolitos. São rochas com xistosidade bem desenvolvida, com planos inclinados e verticalizados, e que podem apresentar pequenas dobras.

Complexo Paraíba do Sul - Gnaisses e migmatitos

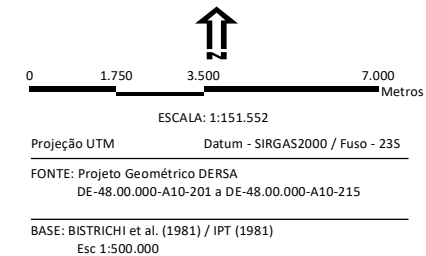
Rochas pertencentes ao Complexo Paraíba do Sul descrito por Bistrichi et al. (1981) ou Complexo Varginha – Guaxupé definido por Perrotta et al. (2005), com idade do Proterozóico inferior (Plp M). São gnaisses migmatitos, incluindo granulitos liptinitos, xistos feldspáticos, quartzitos, mármore dolomíticos e rochas calcissilicáticas.

Complexo Embu - Migmatitos

As rochas pertencentes ao Complexo Embu, pertencentes ao Proterozóico superior (PSe M), são formadas principalmente por migmatitos estromatíticos de paleossoma xistoso gnáissico e anfíbolítico, com textura oftalmítica.



- Eixo Ferroanel Norte
- All - Meios Físico e Biótico
- AID - Área de Influência Direta
- Limite_Município
- Hidrografia



Complexo Pilar - Quartzo xistos

Esta unidade litoestratigráfica pertencente ao Complexo Pilar do Proterozóico superior (PSP X), é formada por quartzo xistos, biotita xistos, xistos grafitosos, clorita xistos com intercalações de filitos quartzitos, mármore e metassiltitos.

Grupo São Roque / Grupo Serra do Itaberaba

Rochas pertencentes ao Grupo São Roque descrito por Bistrichi et al. (1981) ou Grupo Serra do Itaberaba definido por Perrotta et al. (2005), ambas consideradas do Proterozóico superior, composto por diferentes tipos litoestratigráficos:

- PSs R - Metaconglomerados polimíticos e oligomíticos. Aparecem em corpos de reduzidas dimensões, merecendo destaque aquele nas proximidades do pico do Jaraguá;
- PSs C - Calcários dolomíticos. São comuns na região de Perus e referem-se a hornfels calcossilicáticos nas auréolas termometamórficas de corpos graníticos;
- PSs M - Migmatitos estromatíticos (gnaisses migmatíticos). Rochas geralmente de estrutura bandada, inclui porções micáceas, com características e comportamento similares ao das rochas xistosas, e porções quartzo feldspáticas com comportamento semelhante aos granitóides, havendo, na área de estudo, um predomínio de bandas xistosas;
- PSs B - Anfibolitos, metagrabos e epidoto anfibolitos. São rochas de granulação média a grossa, provavelmente metadiabásios, metagabros ou metabasaltos, com foliação pouco desenvolvida. Coloração negra a cinza-escura passando a amarelo-esverdeada quando alterada. Essas rochas, de modo geral, ocorrem associadas e formam corpos de pequenas dimensões;
- PSs F - Filitos, quartzo filitos, filitos grafitosos e intercalações de metassiltitos, quartzo xistos, micaxistos e quartzitos. São rochas bandadas e laminadas, de coloração roxo-escura ou avermelhadas, compostas por mica branca e quartzo, tendo como acessórios minerais opacos e feldspatos. Associam-se a filitos grafitosos, quartzo filitos, metarenitos finos, metarcóseos, quartzitos, muscovita xistos finos, rochas calcossilicáticas e anfibolitos. Os filitos apresentam foliação subvertical e inclinada quando associados à presença de zonas de cisalhamento, podendo também apresentar foliação com ângulos de mergulho de baixo ângulo;
- PSs Q - Quartzitos, quartzitos feldspáticos, metarcósios e metagrauvacas. Os quartzitos têm textura granoblástica a levemente orientada, granulação fina a média. Tem cor branca a cinza-clara, associando-se a filitos e xistos. Os metarenitos compreendem associação de metarcóseos e metagrauvacas. Tem coloração cinza-médio a escuro, apresentando quando alterada cores rosadas, amarelada ou avermelhada. Apresentam fragmentos e grãos de feldspato em matriz quartzosa impura e ocasionalmente com cimento carbonático. Tem intercalações de filitos laminado, xistos, quartzitos e metaconglomerados polimíticos;
- PSs X - Clorita-xisto, quartzo-mica xisto, metassiltitos, metagrauvacas, calcários dolomíticos, calcossilicáticas e filitos, que se estendem da região próxima de Perus até a porção terminal do Grupo São Roque.

Rochas cataclásticas

A presença de falhas e de zonas de cisalhamento, com orientação NE-SW, está associada às Falhas do Mandaqui, do Cabuçu, dos Veigas, Buquira, Sertãozinho e do Rio Jaguari, com idade atribuída ao Proterozóico superior. Essas falhas ocorrem localizadamente na área de interesse, em faixas restritas e descontínuas de rochas cataclásticas e milonitos com foliação subvertical a vertical muito acentuada, somente nas zonas de falhamentos.

Granitos

São rochas ígneas (PSY c) sintectônicas pouco orientadas a foliadas, com granulação fina a média, tendo ocasionalmente textura porfiróide, cuja datação remete ao Proterozóico superior ao EoPaleozóico. O tipo de rocha mais comum, nesse contexto, é o granito-gnáissico constituído por quartzo, plagioclásio, biotita e microclínio, com os minerais acessórios epidoto, titânita, sericita e opacos. A coloração é em geral cinza-clara a cinza-médio, localmente rósea ou esbranquiçada. Essas rochas graníticas são atribuídas à Fácies Cantareira.

Os gnaisses compõem fácies com adamelitos porfiroblásticos, gnaisses quartzo dioríticos, gnaisses graníticos e granodioritos com inclusões de rochas cálcio silicáticas, micaxistos, por vezes porfiroclásticos, até milonitos associados às falhas ou zonas de cisalhamento. Têm matriz fina a média, cinza e escura, foliada de composição granodiorítica a tonalítica, com hornblenda, biotita e megacristais de feldspatos alcalinos.

As rochas ígneas e metamórficas que ocorrem na AID formam regionalmente um relevo mais movimentado. Formam-se morros e serras com declividades altas nas encostas, solo superficial pouco espesso, porém com a ocorrência de manto de alteração muito espesso em alguns locais. Estas rochas são, na maioria dos casos, muito foliadas e, em conjunto com as fraturas, definem planos de fraqueza na estrutura do maciço rochoso.

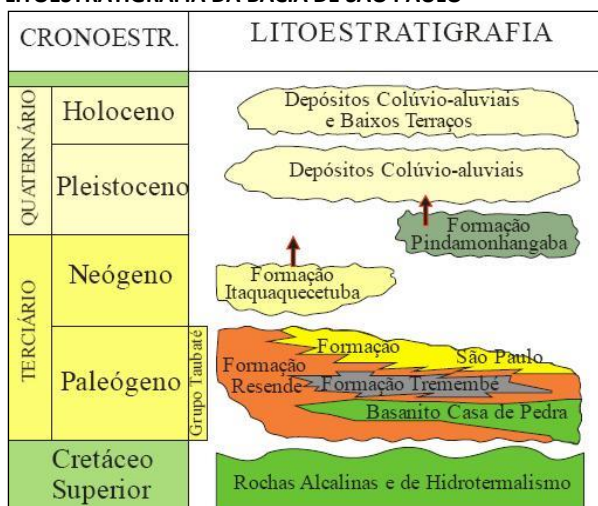
Essas características conferem aos terrenos uma alta suscetibilidade aos processos da dinâmica superficial: erosão e movimentos gravitacionais de massa. Esta alta suscetibilidade natural aos processos da dinâmica superficial pode ser incrementada quando os terrenos estão submetidos à intervenção humana, podendo se tornar vulneráveis a acidentes e gerando situações de risco. Todas as intervenções nesses locais podem gerar aceleração e/ou deflagração de processos do meio físico, que, no entanto, podem ser mitigados com medidas preventivas de impactos e de segurança.

Rochas sedimentares

Segundo Riccomini (1989), a área geográfica da Bacia de São Paulo compreende terrenos pré-cambrianos, sedimentos terciários da Bacia de São Paulo (TQs), além de coberturas colúvio-aluviais, do período quaternário (Qa). Na concepção atual, o quadro litoestratigráfico para os depósitos sedimentares continentais terciários da Bacia de São Paulo compreende uma sequência basal com as formações Resende, Tremembé e São Paulo, pertencentes ao Grupo Taubaté, recobertas pela Formação Itaquaquetuba, conforme Figura 6.3.2.1-2.

FIGURA 6.3.2.1-2

LITOESTRATIGRAFIA DA BACIA DE SÃO PAULO



Fonte: Extraído de Riccomini, 1989

Pertencem ao Grupo Taubaté, em ordem decrescente de altitude, as formações São Paulo, Resende e Tremembé. Em síntese, segundo Riccomini (1989) os limites de altitude são, aproximadamente:

Formação São Paulo acima da cota 760m

A Formação São Paulo é composta por rochas sedimentares de idade Terciária e corresponde a depósitos do sistema fluvial meandrante, sendo constituída por duas litofácies principais.

A primeira encerra arenitos grossos, conglomeráticos, com granodecrescência ascendente para siltitos e argilitos. A segunda litofácies constitui-se de arenitos de granulação média a grossa, com granodecrescência ascendente para sedimentos arenosos mais finos, até siltitos e argilitos.

Um fator importante e que afeta a formação São Paulo é os intemperismo e a elevada laterização que conferem aos sedimentos uma melhora sensível em sua coesão e demais características geotécnicas.

Formação Resende: abaixo da cota 760m

Os sedimentos da formação Resende, originários de leques aluviais associados à planície aluvial de rios entrelaçados. São constituídos de argilas e areias cinza e amarela de elevadas consistências e compacidade com pré-adensamento pronunciado. As argilas, chamadas localmente de "taguá", praticamente não possuem areia e as areias são, em geral, pouco argilosas.

A Formação Resende, na Bacia de São Paulo, é composta pelos arenitos grossos arcoseanos, mal a medianamente selecionados, com níveis argilo-siltosos e de conglomerados com seixos de quartzo e quartzito, bem arredondados. Em alguns locais da AII esses materiais são explorados como material de construção.

Formação Tremembé: nas proximidades da cota 710m

A Formação Tremembé é compreendida por camadas tubulares de argilas verdes rijas, intercaladas com argilas cinza-escuras a preta, ricas em matéria orgânica, ambas de espessura decimétrica. Na Região Metropolitana de São Paulo essa formação está restrita a poucas ocorrências ao sul do Rio Tietê.

Formação Itaquaquetuba

Essa formação apresenta um aspecto fundamental que a diferencia das demais, pois se encontra alojada em contatos ora erosivos, ora tectônicos, unicamente com rochas do embasamento Pré-Cambriano, não sendo verificada relação com as unidades sedimentares terciárias.

Os seus sedimentos correspondem aos depósitos de areias médias a grossas e pedregulhos do sistema fluvial entrelaçado que ocorre sob os aluviões holocênicos dos rios Tietê, Pinheiros, Tamanduateí e outros principais, além de seus afluentes de maior porte. Eventualmente estão intercalados por lentes de argilas caulínicas na coloração esverdeada ou marrom escura, além de pedregulhos de quartzo ou blocos de rocha do embasamento. Estruturas tipo fluxo de grãos, troncos vegetais fósseis, restos vegetais e níveis argilo-siltosos de coloração castanho-escura ricos em matéria orgânica estão presentes nos arenitos. Esses depósitos também são chamados de "aluviões antigos", e atingem frequentemente espessura superior a 15m, embora ela seja muito variável. Aparecem também fácies de conglomerados, lamitos e de arenitos mais maciços.

Sedimentos quaternários

Os depósitos do Pleistoceno Superior e Holoceno, também denominados "aluviões recentes", são designados por coberturas neocenoicas e correspondem às associações colúvio-aluviais, com espessuras de 2 a 4m, acompanhando de grosso modo a topografia atual.

Os depósitos pleistocênicos compreendem predominantemente colúvios argilo-arenosos, com lentes mais argilosas ou conglomeráticas, ocasionalmente exibindo madeira fóssil, e aluviões subordinados constituídos por conglomerados basais superpostos por areias grossas a conglomeráticas, gradando para

areias finas a médias, com porções de argilas arenosas, podendo ocorrer também fragmentos de madeira fóssil nesses últimos pacotes.

Os depósitos holocênicos são compostos por coluviões e aluviões em várzeas e baixos terraços, com espessura raramente ultrapassando os 10m. As coberturas coluviais holocênicas são descontínuas e de pequena espessura, ocorrendo cascalheiras com seixos arredondados de quartzo e quartzito, separando esses depósitos de rochas do embasamento ou de sedimentos terciários. Os depósitos aluviais também se encontram em áreas de várzeas e baixos terraços, na base dos quais normalmente desenvolvem-se cascalheiras com seixos a blocos de quartzo a quartzito.

No domínio de ocorrência das rochas sedimentares, o relevo de morrotes e colinas com solo espesso define um ambiente de suscetibilidade média aos processos de erosão, e suscetibilidade baixa aos escorregamentos. Mesmo assim, em razão das formações rochosas arenosas, as intervenções podem vir a deflagrar processos de erosão, caso as medidas preventivas não sejam adotadas.

Ainda, em razão do relevo plano nas planícies fluviais, ocorrem processos de enchentes sazonais e cíclicas. Em razão da ocorrência de material inconsolidado e das camadas de argila orgânica, pode vir a ocorrer processos de afundamento das estruturas construídas na superfície desses locais.

6.3.2.2 Geologia Estrutural Regional

Boa parte da Grande São Paulo e da AII do empreendimento é composta por sedimentos da Bacia de São Paulo e as rochas do seu embasamento cristalino possui idade pré-cambriana. A Bacia de São Paulo faz parte do contexto do Sistema de *Riftes* da Serra do Mar, ou conforme definido por Riccomini (1989) como *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (RCSB). A gênese das bacias que compõem o RCSB foi controlada pela reativação do sistema de zonas de cisalhamento neoproterozoico, durante o Paleógeno que estão presentes no embasamento cristalino (Riccomini 1989).

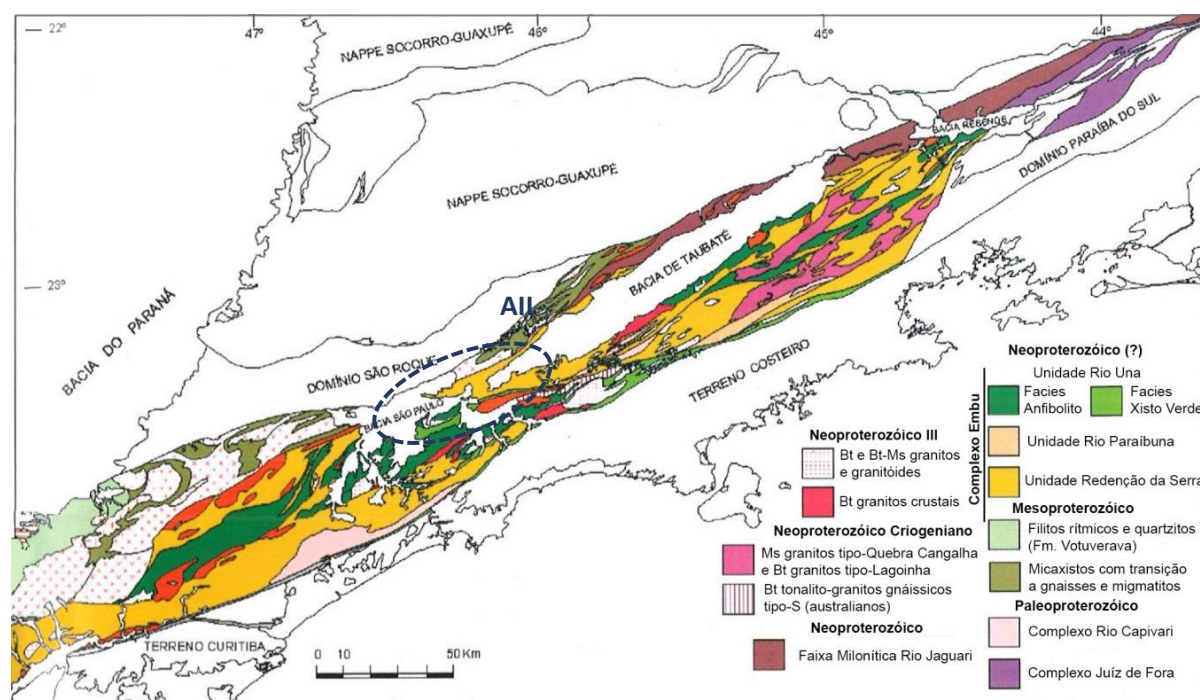
A Bacia de São Paulo se configurou como um hemigráben de direção ENE, basculhado para NNW, com borda norte retilínea, controlada pelas zonas de cisalhamento Taxaquara-Jaguari, e borda sul irregular, onde as unidades da Bacia repousam sobre o embasamento cristalino pré-cambriano.

O embasamento cristalino sobre o qual foram depositados os sedimentos da Bacia de São Paulo, situa-se no contexto geotectônico do Complexo Embu inserido na porção central da Província Mantiqueira, definida por Almeida et al. (1977). O Complexo Embu é limitado, a norte e a sul, pelas espessas zonas de cisalhamento destrais de Caucaia - Rio Jaguari e Cubatão, respectivamente. É composto, principalmente, por rochas metassedimentares do Complexo Embu (Fiume 2013), conforme a Figura 6.3.2.2-1.

As rochas do Complexo Embu foram constantemente deformadas, gerando feições estruturais sobrepostas. Segundo os autores, a xistosidade S1 é reliquiar e guarda o registro das paragêneses de alta temperatura; a xistosidade S2 constitui a foliação principal, que possui mergulho fraco a médio para SE, admite dobras intrafoliais e pequenas dobras recumbentes, e a qual associa-se a uma intensa lineação mineral e de estiramento, sensivelmente orientada a NE; a xistosidade S3 corresponde a uma crenulação que deforma a foliação através de um dobramento inclinado e apertado, vergente para NW (Fiume 2013).

Intimamente associada à história da deformação do Complexo Embu, houve uma ampla intrusão de rochas granitóides marcado essencialmente por granitos francamente metaluminosos (horblenda-biotita granitos porfíricos) que teria ocorrido durante o intervalo de 610 - 580 Ma, sendo consideradas intrusões sin-orogênicas (Heilbron et al., 2004). A leste da cidade de São Paulo há uma grande ocorrência de granitos marginal a francamente peraluminosos, sendo as variações petrográficas mais comuns: biotita granitos porfíricos, biotita-muscovita leucogranitos brancos e turmalina-granada granitos.

FIGURA 6.3.2.2-1
MAPA GEOLÓGICO DOS TERRENOS EMBU E APIAÍ-GUAXUPÉ



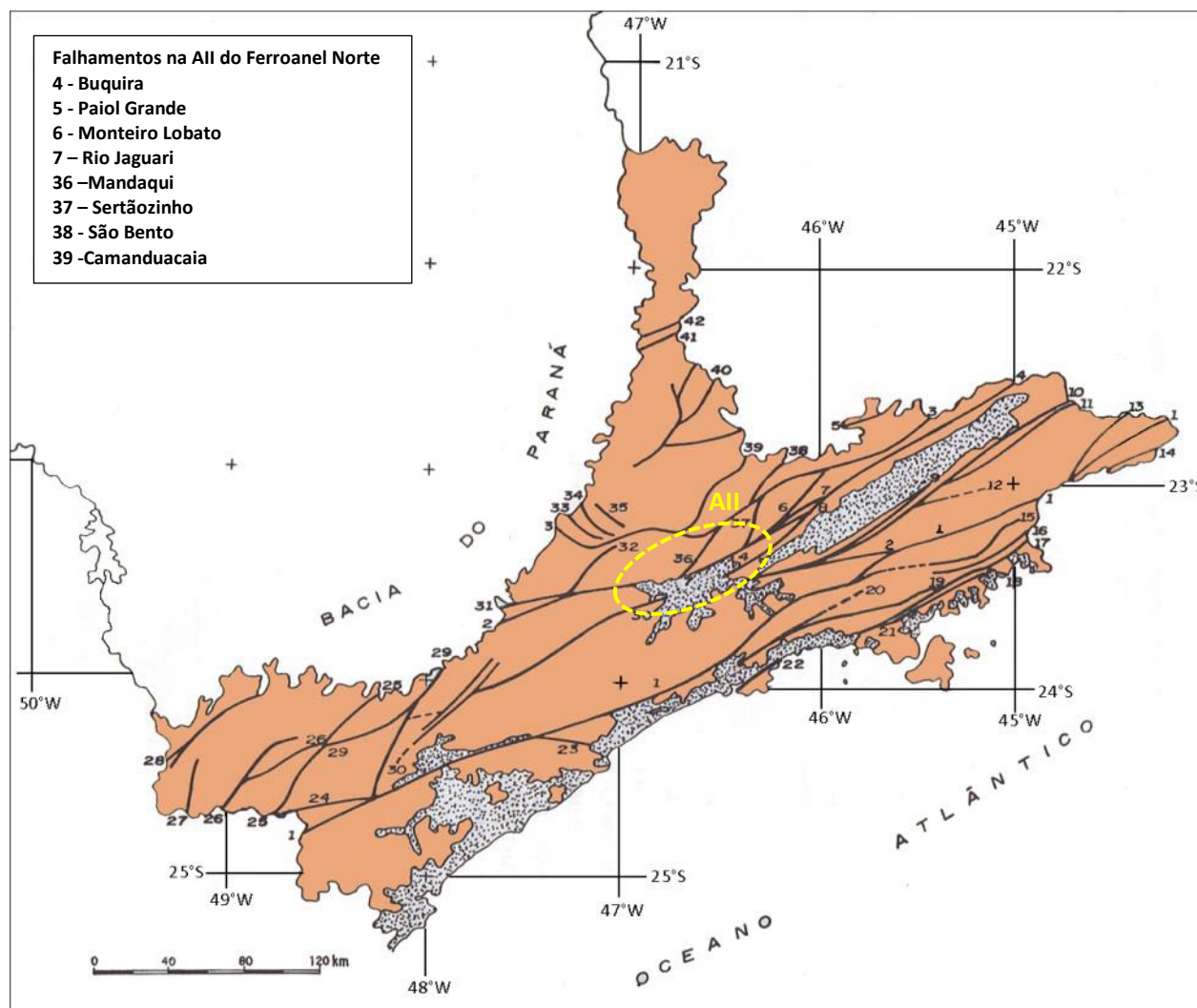
Fonte: Fiume 2013, modificado de Heilbron et al., 2004

6.3.2.3 Neotectônica

As zonas de cisalhamento existentes no embasamento passaram por importantes episódios de reativação durante o Mesozoico-Cenozoico. A separação continental que se iniciou no Jurássico Superior e culminou na abertura do Atlântico Sul no Cretáceo - foi fortemente condicionada pela rede de falhamentos pré-cambriana. Durante o Cenozoico, como consequência da evolução da margem continental, as zonas de cisalhamento foram novamente reativadas, originando as bacias do RCSB (Riccomini, 1989).

O Complexo Embu é caracterizado pela presença de um sistema de extensas zonas de cisalhamento que ocorre sub-paralelamente à costa Sudeste e Sul do Brasil por toda a Província Mantiqueira (figura xxx). Essas zonas de cisalhamento possuem orientação segundo ENE a EW, subverticais, profundas e, predominantemente, transcorrentes dextrais, com componente transpressivo (Sadowski & Motidome, 1987). Tais estruturas definem vários contatos litológicos entre as unidades estratigráficas, delimitando o Complexo Embu e o contato norte da Bacia de São Paulo, por exemplo. A forma alongada com direção NE de alguns batólitos, que, muitas vezes, estão em contato com uma zona de cisalhamento, demonstra forte relação entre as intrusões magmáticas e as zonas de cisalhamento que definiram a morfologia regional.

FIGURA 6.3.2.3-1
PRINCIPAIS FALHAMENTOS DO ESTADO DE SÃO PAULO



Fonte: Fiume 2013, retirado de Hasui et al., 1981

O estudo realizado por Alves (2008), no município de Cotia (porção oeste da Região Metropolitana de São Paulo), nas rochas do Complexo Embu, constatou a presença de seis grupos de fraturas, que constituem três pares de conjugados, cujos eventos tectônicos responsáveis pela sua formação foram relacionados com aqueles determinados por Riccomini (1989). As atitudes das estruturas identificadas em cada par conjugado e o respectivo evento tectônico, possivelmente, atuante na sua formação foram: estruturas de direção NE com mergulho de ângulo médio e sentidos opostos, NW e SE; estruturas de direção NE e E-W, subverticais, relacionadas ao regime transcorrente; estruturas de direção NNW e WNW, subverticais, associadas ao regime transcorrente.

6.3.2.4 Recursos Minerais

Para a análise dos recursos minerais disponíveis na região e cujos processos de lavra encontram-se em andamento, foi consultado o site do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM no dia 03/01/2017. No site foram obtidos os polígonos dos processos de lavra em andamento e sua área, os números dos processos, o ano de solicitação, a fase em que se encontra o processo, o nome do requerente e a substância a ser explorada.

Os materiais ao qual se referem os processos são:

- Granito e gnaiss para diferentes usos (brita, construção civil, revestimento);
- Areia para a construção civil;
- Areia quartzosa para uso industrial;
- Argila para uso industrial;
- Caulim para uso industrial;
- Feldspato para uso industrial;
- Água mineral para engarrafamento;
- Saibro para a construção civil; e
- Ouro para uso industrial.

O levantamento completo com os referidos mapas que apresentam os polígonos dos processos minerários, bem como a planilha com os dados levantados encontram-se no Anexo II.

No Quadro 6.3.2.4-1 encontra-se um resumo dos processos minerários por município da AID e a situação do processo de lavra.

QUADRO 6.3.2.4-1

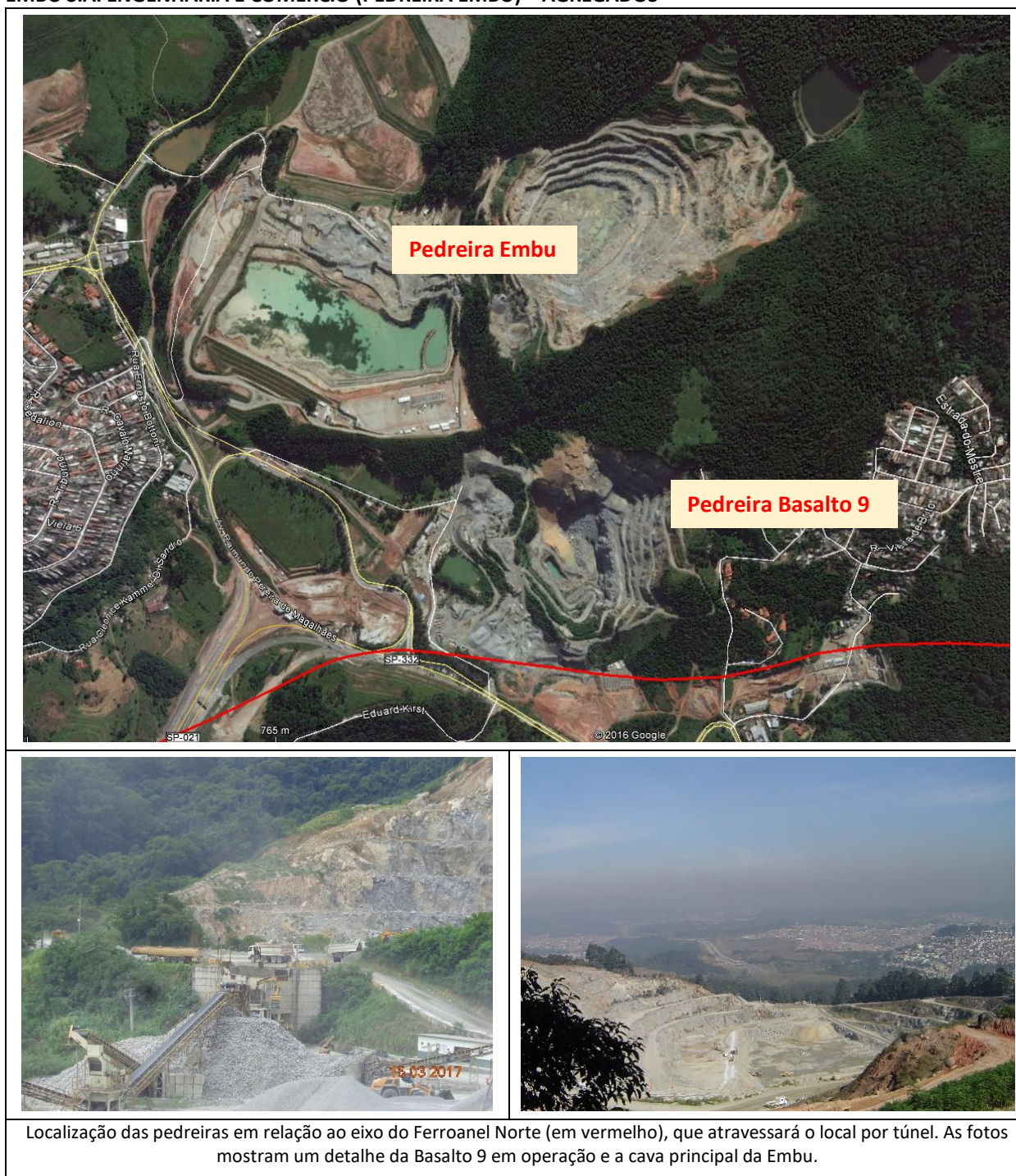
PROCESSOS MINERÁRIO POR MUNICÍPIO DA AID

MUNICÍPIO		QUANTIDADE DE PROCESSOS DE LAVRA
SÃO PAULO	Total	39
	Disponibilidade	3
	Requerimento de pesquisa	4
	Autorização de pesquisa	11
	Requerimento de lavra	4
	Concessão de lavra	17
GUARULHOS	Total	29
	Requerimento de pesquisa	8
	Autorização de pesquisa	11
	Requerimento de lavra	2
	Concessão de lavra	7
	Requerimento de licenciamento	1
ARUJÁ	Total	2
	Requerimento de Lavra	2
ITAQUAQUECETUBA	Total	7
	Disponibilidade	1
	Requerimento de pesquisa	3
	Autorização de pesquisa	1
	Concessão de lavra	2

As empresas de mineração em atividade nas proximidades do empreendimento, inseridas na AID, exploram apenas material para agregados, brita e seus produtos consorciados (pedrisco, pó de pedra, pedra bica etc.) e areia para a construção civil. As imagens e fotos (Figura 6.3.2.4-1), a seguir, ilustram aspectos da situação atual das áreas em exploração.

FIGURA 6.3.2.4-1 ILUSTRAÇÃO DAS EMPRESAS DE MINERAÇÃO INSERIDAS NA AID DO EMPREENDIMENTO (IMAGENS E FOTOS)

MINERAÇÃO DOMINGAS DELL'ANTONIA TESOLD S.A. (PEDREIRA BASALTO 9) – AGREGADOS
EMBU S.A. ENGENHARIA E COMÉRCIO (PEDREIRA EMBU) – AGREGADOS



PEDREIRA BOTUQUARA (TERRITORIAL GRUPO AGIS) – AGREGADOS



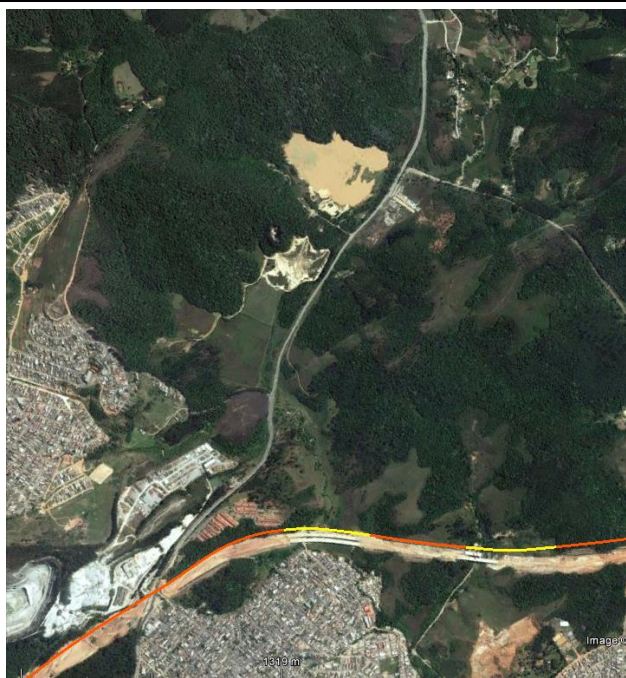
Localização da Pedreira Territorial do Grupo Agis em relação ao eixo do Ferroanel Norte (em vermelho)

UNIÃO BRASILEIRA DE AGREGADOS LTDA (POLIMIX) – AGREGADOS



Localização da Pedreira Polimix em relação ao eixo Ferroanel Norte (em vermelho), em trecho em terraplenagem (corte e aterros). O movimento de terra da imagem refere-se às obras de implantação do Rodoanel Norte.

ATIC AREIA EXTRAÇÃO INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA – AREIA



Localização da Mineração Atic em relação ao eixo do Ferroanel Norte (em vermelho). A foto acima mostra um detalhe da cava da mineração.

MINERAÇÃO AREÍSCA LTDA – AREIA

EMPRESA MINERAÇÃO FLORESTA NEGRA LTDA (FELÍCIO) – AREIA



Localização da Mineração Areisca e Mineração Floresta Negra em relação ao eixo do Ferroanel Norte, que atravessará o local na superfície (em cortes e aterros).

ITAQUAREIA INDÚSTRIA EXTRAÇÃO DE MINÉRIOS LTDA



Localização da Mineração Itaquareia em relação ao eixo do Ferroanel Norte (Itaquaquetuba). A foto apresenta um detalhe da cava da mineração de areia.

6.3.3 Relevo e Solos

A caracterização da geomorfologia e da pedologia da Área de Influência Indireta (AII) foi realizada com base em dados de fontes secundárias, porém de referência, em escalas regionais, com o objetivo de avaliar as potencialidades e fragilidades dos terrenos. Como complemento, foram realizados levantamentos de campo para o entendimento e descrição dos processos da dinâmica superficial para a Área de Influência Direta (AID) e para a Área Diretamente Afetada (ADA).

A caracterização da geomorfologia (relevo) foi baseada no Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (Ponçano et al., 1981), no levantamento e caracterização realizados por Ross & Moroz (1997), e também nas cartas Classe de Declividades e Aptidão Física ao Assentamento Urbano, produzidas pelo consórcio IPT/EMPLASA (1990), na escala 1:50.000.

Para a descrição da pedologia (solos) foi utilizado o trabalho de Oliveira et al. (1999).

6.3.3.1 Geomorfologia

Os tipos de relevo presentes nas porções da AII e AID, com suas principais características, estão descritos a seguir.

Os relevos conformados pelas denominadas *Colinas pequenas com espigões locais* (214) predominam em interflúvios sem orientação, com topos aplainados a arredondados, e vertentes ravinadas com perfis convexos a retilíneos. O relevo colinoso possui predomínio de baixas declividades, inferiores a 15%, e amplitudes locais inferiores a 100 metros. Drenagem de média a baixa densidade, padrão subparalelo a dendríticos, vales fechados e planícies aluviais interiores restritas. Ocorrem principalmente na porção centro sul da cidade de São Paulo, estendendo-se a oeste até Osasco, e a leste até os municípios de Guarulhos, Itaquaquetuba e Poá, desenvolvendo-se sobre os terrenos sedimentares da Formação São Paulo e rochas correlatas. Ross & Moroz (1997) indicam para essas áreas uma fragilidade média, por estarem sujeitas às atividades erosivas.

Já os relevos de *Morrotes alongados paralelos* (232) possuem topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos a convexos. A drenagem é de alta densidade, com padrão paralelo a treliça e com vales fechados. Esses relevos possuem declividades médias a altas, acima de 15%, com amplitudes locais inferiores a 100 metros. Ocorrem a oeste da cidade de São Paulo, nos municípios de Osasco e Barueri.

Ocorre *Mar de Morros* (243) na região norte da cidade de São Paulo e a noroeste, nos municípios de Caieiras e Franco da Rocha estendendo-se a norte da Serra da Cantareira, até o município de Mairiporã. Esses relevos possuem declividades médias a altas, acima de 15%, com amplitudes de 100 a 300 metros. São formados por morros com topos arredondados, vertentes com perfis convexos a retilíneos. Drenagem de alta densidade, padrão dendrítico a retangular, vales abertos a fechados, planícies aluvionares interiores desenvolvidas. Constitui geralmente um conjunto de formas em meia laranja. Ross & Moroz (1997) indicam para essas áreas uma fragilidade alta, em razão das declividades altas e da suscetibilidade a processos de erosão e escorregamento.

Outro tipo de relevo identificado na AII são os *Morros com serras restritas* (245), que possuem topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos e por vezes abruptos, com presença de serras restritas. Drenagem de alta densidade, com padrão dendrítico a pinulado, vales fechados e planícies aluvionares interiores restritas. Esse relevo ocorre ao norte da cidade de São Paulo, em parte dos municípios de Guarulhos, Mairiporã, Franco da Rocha e Caieiras. Ross & Moroz (1997) indicam para essas áreas uma fragilidade alta, em razão das declividades altas e da suscetibilidade a processos de erosão e escorregamento.

Ao norte da cidade de São Paulo também ocorrem *Serras alongadas* (251), com topos angulosos, vertentes ravinadas com perfis retilíneos, por vezes abruptas. A drenagem é de alta densidade com padrão paralelo pinulado e com vales muito fechados. As serras possuem declividades mais elevadas, sempre acima de 15% e com amplitudes superiores a 300 metros. Essas serras ocupam, além da porção norte do município de São Paulo, parte dos municípios Franco da Rocha e Mairiporã. Ross & Moroz (1997) indicam para essas áreas uma fragilidade muito alta, em razão das declividades mais elevadas e da alta suscetibilidade a processos de escorregamento de encostas.

A Figura 6.3.3.1-1 apresenta o mapeamento geomorfológico segundo Ross & Moroz (1997), onde se verifica a distribuição espacial dos tipos de relevo ocorrentes na AII e AID, além da indicação das formas do modelado e processos dominantes.

O relevo regional sustentado pelos granitos e rochas metamórficas do embasamento cristalino pré-cambriano, onde se encontra grande parte da AII (aproximadamente 40%) e a maior parte da AID do Ferroanel (aproximadamente 60%), está associado ao Planalto Paulistano, orientado na direção geral ENE das estruturas antigas do Planalto Atlântico. Suas origens estão ligadas à existência e abatimento da Superfície de Erosão Japi (1.200m) e ao posterior estabelecimento da Superfície de Erosão Alto Tietê (800m), no Terciário, conforme identificado por Almeida (1964). Nesses setores sustentados por granitos, gnaisses, xistos, micaxistos, filitos e quartzitos, no geral, é predominantemente acidentado, com declives acentuadamente inclinados, com cristas altas e salientes. Há também morros baixos e morrotes suportados por esse substrato rochoso na AII e AID, nos municípios de São Paulo, Guarulhos e Arujá.

Uma outra grande porção da AII (aproximadamente 30%), e proporcionalmente menor na AID (aproximadamente 20%), é composta por terrenos sedimentares embaciados terciários, que compõem a Bacia Sedimentar São Paulo. A maior espessura desse pacote sedimentar é verificada ao norte do município de São Paulo, onde se observa espigões ramificados que ultrapassam apenas localmente os 800 metros de altitude, com colinas e vales amplos, com estreitas, mas numerosas planícies aluviais. Esse tipo de modelado colinoso é verificado também em Guarulhos e Arujá, tanto na AII quanto na AID, e em bem menor expressão em Itaquaquecetuba.

Localmente, a AII (com aproximadamente 30%) e a AID (com aproximadamente 20%) abrangem também terrenos de sedimentos recentes, quaternários, associados às planícies aluvionares dos principais rios,

como o Tietê, rio de superimposição associada ao afundamento tectônico de área da bacia São Paulo e ao soerguimento da soleira granítica na borda norte da bacia sedimentar, sem o quê o rio Tietê teria drenado rumo ao atual rio Paraíba do Sul. Esses terrenos aluvionares quaternários estão presentes principalmente nas amplas planícies do rio Tietê, no município de Itaquaquecetuba; e nas planícies dos baixos cursos dos rios Baquirivu-Guaçu nos municípios de Arujá e Guarulhos, e do rio Cabuçu de Cima na divisa dos municípios de Guarulhos e São Paulo. As planícies aluvionares do rio Cabuçu de Baixo e do Córrego Perus são restritas e só correm na All.

Assim, compõem a All e a AID relevos que variam de planícies e colinas, com relativa suavidade de suas encostas, até morros e serras com dinâmica de maior energia, com declividades significativas, cujos processos de dinâmica superficial são bem mais intensos, conforme descrito por Ponçano et al. (1981).

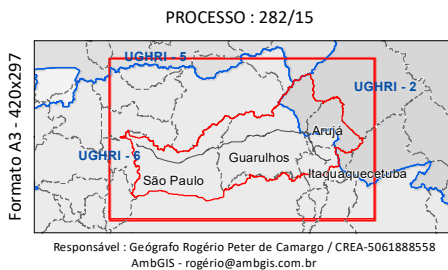
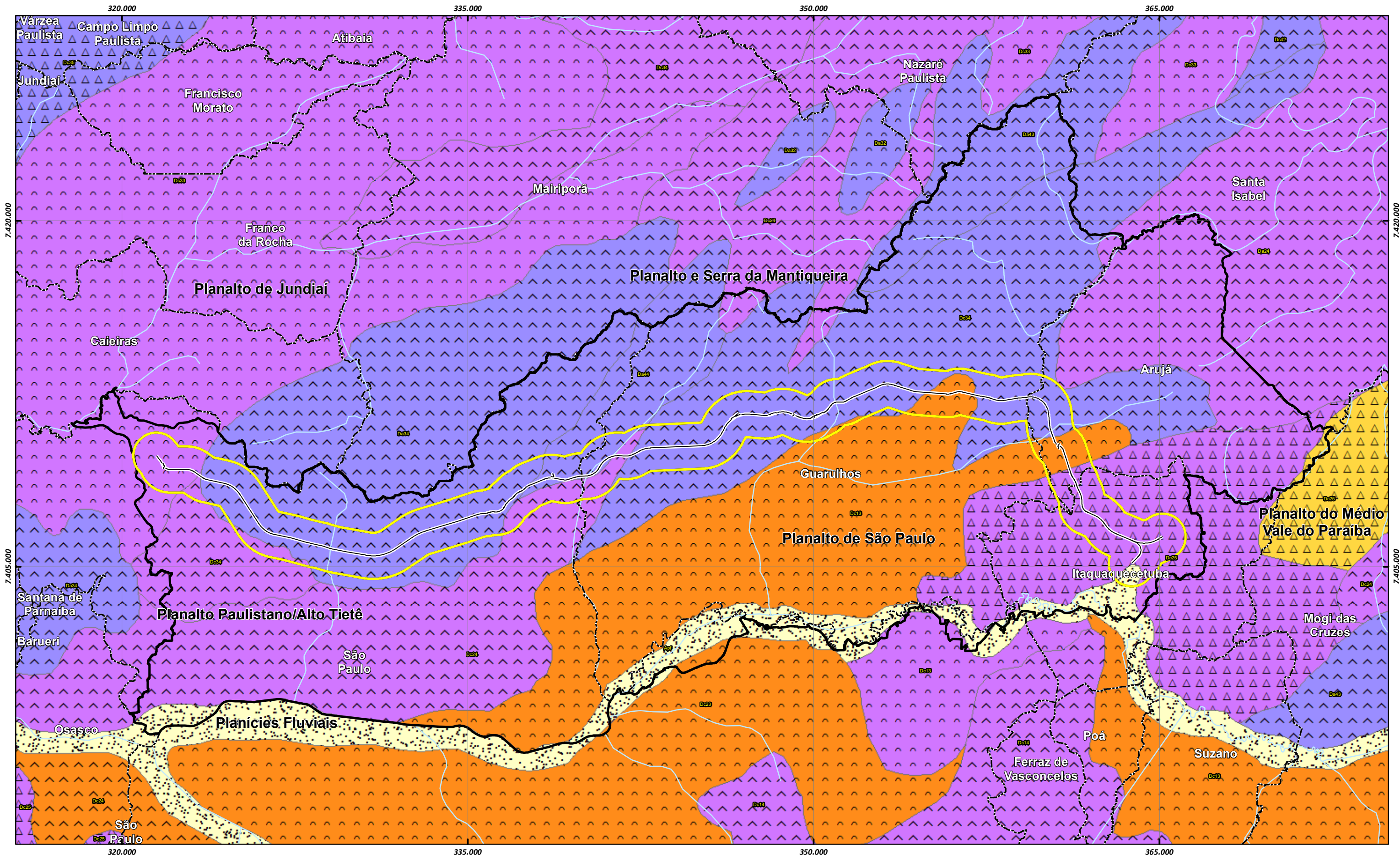
A Figura 6.3.3.1-2 apresenta o modelo digital do terreno, onde se observa, por meio das cores atribuídas aos intervalos da hipsometria, o modelado mais movimentado da serra e morros altos, e as porções mais colinosas e planas ao longo da AID.

Na All, dentre as formas planas a colinosas, verifica-se altimetrias que oscilam desde os 724m no nível de base, representadas pelo canal do rio Tietê a oeste, na Vila Jaguará, e na cota 739m em Itaquaquecetuba a leste, até o nivelamento dos 800 metros de altitude nas colinas no sopé do maciço granítico da Cantareira, em bairros da zona norte dos municípios de São Paulo e Guarulhos. As linhas de cumeada da serra da Cantareira são expressivas, destacando-se na paisagem acima das encostas florestadas, sendo referência também para o sítio urbano do entorno em sua porção ao sul. As linhas de cimeira chegam a 1.201m no distrito de Perus, a 1.208m na Brasilândia, a 1.190m no Tremembé e a 1.186m nos altos da bacia do rio Cabuçu de Cima em Guarulhos. Nesse modelado mais enérgico das serras granítico-gnáissicas na All ao norte, a maior altimetria na All alcança 1.422m na serra do Itaberaba, no Parque Estadual homônimo e no Geoparque Ciclo do Ouro, na divisa de Guarulhos com o município de Nazaré Paulista, a leste; e secundariamente chega a 1.134m no Pico do Jaraguá, quartzítico, na continuidade da serra da Cantareira a oeste.

Os pontos culminantes na All são observados no sistema serrano da Cantareira e subsistemas associados, como o subsistema do Morro do Jaraguá na continuidade da serra da Cantareira a oeste, com dois picos, sendo um com 1.134m de altimetria e 1.107m o segundo pico.

Na continuidade leste da serra da Cantareira, os pontos e áreas relevantes estão associados aos geossítios propostos para o Geoparque Ciclo do Ouro, em Guarulhos, dentre os quais se destaca, na serra de Itaberaba, o Pico do Gil (também conhecido como Pico da Torre da Embratel ou Mirante da Serra do Itaberaba) que chega a 1.422m, a maior altimetria de toda a RMSP. Nessa porção leste da All destacam-se ainda o Mirante da Serra do Pirucaia (1.172m) no limite de Guarulhos com Mairiporã, Morro da Pedra Preta (1.057m e 920m), Morro Nhanguçu (823m) e Mirante do Nhanguçu (991m), além do Marundito do Pico Pelado (914m) no limite norte do Parque Estadual da Cantareira em Guarulhos (Núcleo Cabuçu).

Também, foi verificado que na All do empreendimento não ocorre nenhuma feição de caverna, conforme pesquisa realizada no portal do CECAV – Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas do ICMBio (CECAV 2017).

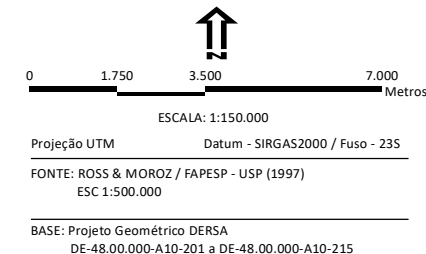


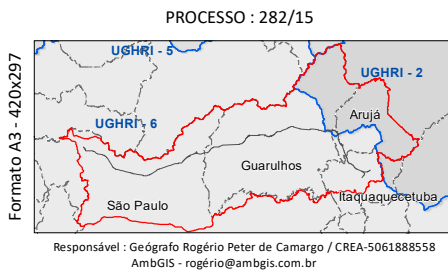
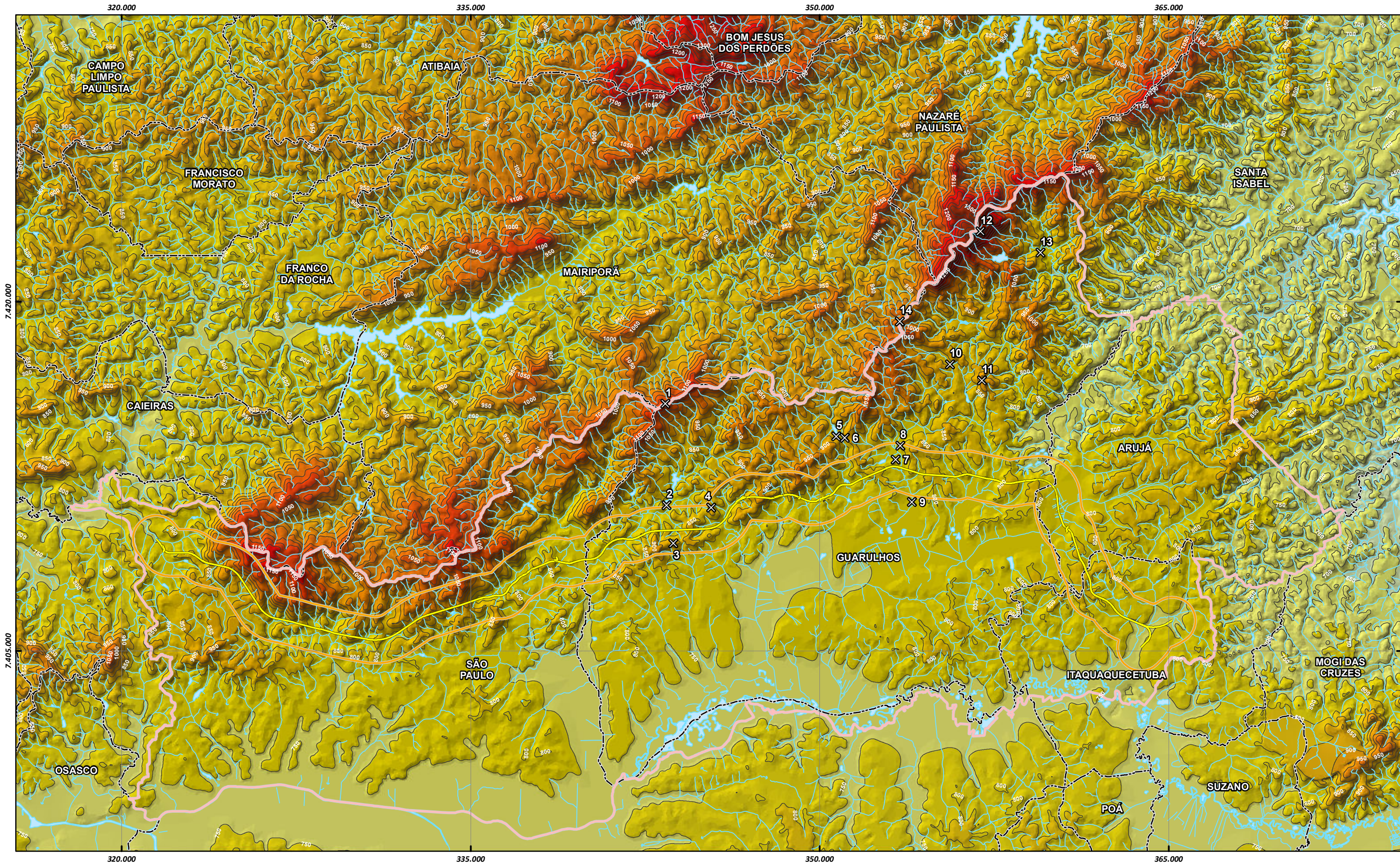
- Eixo Ferroanel Norte
- AII - Meios Físico e Biótico
- AID - Área de Influência Direta
- Limite de Municípios
- Hidrografia

- Níveis de Fragilidade Potencial
- Média
 - Alta
 - Muito Alta

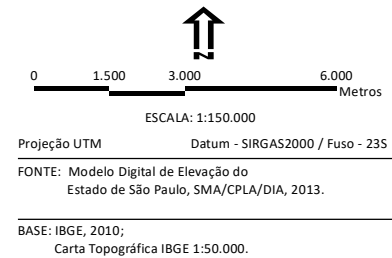
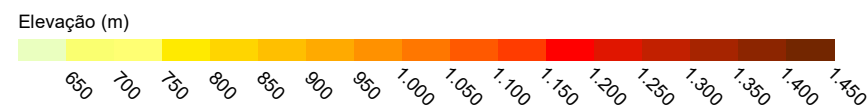
- Unidades Morfoesculturais
- PLANALTO ATLÂNTICO
- Altitude predominante acima de 900m
 - Altitude predominante 800 - 900m
- DEPRESSÃO PERIFÉRICA PAULISTA
- Planalto de São Paulo
 - Depressão do Médio Paraíba

- PLANÍCIES FLÚVIAS
- Pequenas Planícies Flúvias





- Limite de Município
- Curva de Nível (50m)
- Eixo Ferroanel Norte
- AII - Área de Influência Indireta
- AID - Área de Influência Direta
- Geosítios



As fotos a seguir ilustram alguns dos pontos culminantes presentes na AI e AID do Ferroanel Norte.

<p>Pico do Gil, mirante da Serra do Itaberaba, com 1422 m de altitude. Fonte: site Geoparque Ciclo do Ouro de Guarulhos</p>	<p>Picos a 1134m e 1107m do Morro do Jaraguá, município de São Paulo</p>
<p>Marundito do Pico Pelado, em Guarulhos, com 914 m. Fonte: site altamontanha.com.br (autor Jorge Soto)</p>	<p>Mirante da Serra da Pirucaia, visto da rodovia Fernão Dias</p>
<p>Mirante do Nhanguçu, em primeiro plano. Ao fundo, serra do Itaberaba. Fonte: WQueiroz/Panoramio/Google Earth, 2017</p>	

6.3.3.2 Pedologia

Na All ocorrem predominantemente os Argissolos vermelho-amarelos, seguidos pelos Cambissolos e com menor expressão em área ocorrem os Latossolos vermelho-amarelos. O mapa pedológico da região é apresentado na Figura 6.3.3.2-1.

Os Argissolos são solos constituídos por material mineral com horizonte B textural, imediatamente abaixo do horizonte A ou E, bastante argiloso, porém com argila de atividade baixa. Os Argissolos que ocorrem predominantemente em toda a All, na porção norte do município de São Paulo e em outros municípios a oeste, ao norte e a leste (Cajamar, Caieiras, Mairiporã, Guarulhos, Arujá, Itaquaquetuba), são os Argissolos vermelho-amarelo PVA41, PVA18, PVA42, PVA45 e PVA55. São, em sua maioria, solos muito profundos, isto é, não apresentam qualquer impedimento físico à penetração do sistema radicular até 2 metros. Devido à grande quantidade de argila são solos facilmente compactáveis.

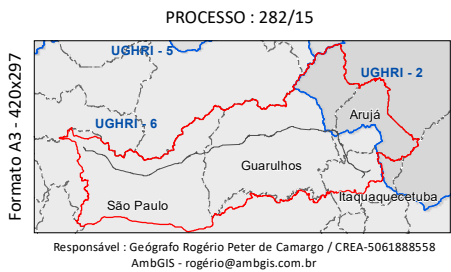
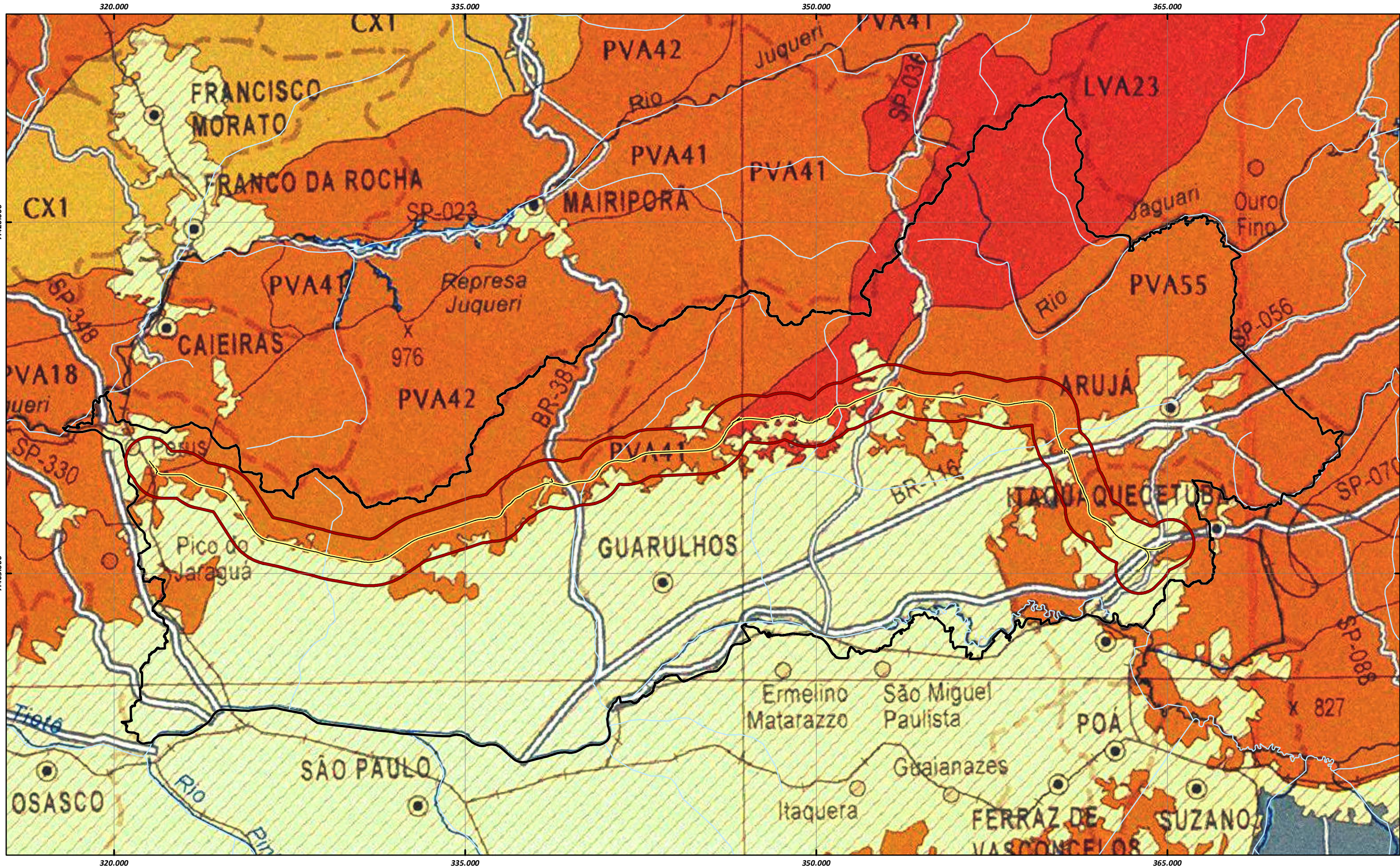
Já os Latossolos são constituídos por material mineral, apresentando um horizonte B latossólico abaixo de qualquer horizonte A superficial, dentro de 2 m da superfície do solo ou dentro de 3 m, se o horizonte A apresenta mais de 1,5 m. São solos com boas qualidades físicas, muito porosos, facilmente compactáveis, com espessuras superiores a 2m, geralmente mais profundos e com o lençol freático também profundo. São os solos predominantes no estado de São Paulo; no entanto, na All ocorrem apenas na região nordeste, ao norte dos municípios de Guarulhos, Arujá e de Itaquaquetuba, onde também ocorre o Latossolo vermelho-amarelo - LVA23.

Nos domínios dos Argissolos e dos Latossolos, que são os solos mais espessos ocorrentes na região do empreendimento, e cujo manto de alteração de rocha pode chegar a dezenas de metros, não deverá haver dificuldade para a obtenção de jazidas de áreas de empréstimo (AE), em razão da farta disponibilidade desses materiais. Também, esses solos normalmente apresentam bom comportamento com relação à estabilidade para a realização de cortes e construção de taludes, em razão da quantidade de argilominerais existentes em proporção à areia. Esta relação areia/argila também define um bom comportamento para a realização da compactação de aterros.

No entanto, mesmo esses solos, quando expostos em seus horizontes mais profundos, como solos de alteração de rocha, podem apresentar uma alta suscetibilidade à erosão, em razão principalmente da presença de minerais siltosos. Também, nesses horizontes mais profundos, pode vir a ocorrer blocos rochosos soltos em meio ao maciço terroso do manto de alteração.

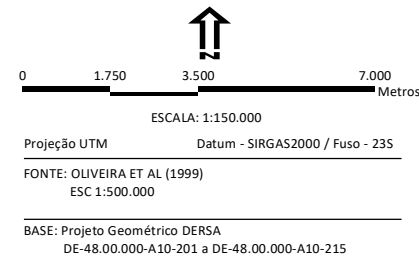
Os Cambissolos são constituídos por material mineral que apresentam horizonte A com espessura menor que 40cm, seguido de horizonte B incipiente, com espessura total inferior a 1,5m e lençol freático comumente aflorantes. Ocorrem mais comumente em relevo bastante acidentado, variando de forte ondulado (serras e morros) a escarpados. Apresentam restrições severas ao uso agrícola e pastoril devido à alta inclinação dos terrenos e à sua elevada capacidade de degradação. Possuem baixa fertilidade devido à sua composição química. Na All afloram principalmente em parte dos municípios de Várzea Paulista, Campo Limpo Paulista, Francisco Morato e Franco da Rocha como CX1 - Cambissolo háplico.

Os solos do tipo Neossolos ocorrem em locais mais restritos e com características particulares. São solos constituídos por material mineral ou orgânico que não apresentam o horizonte B. Os Neossolos podem ser Neossolos Litólicos, que possuem horizonte A com ao menos de 40 cm de espessura diretamente sobre a rocha ou sobre o horizonte C, não apresentando o horizonte B diagnóstico. Ocorrem em locais com encostas onde declividades muito altas, acima de 30%, normalmente associados a afloramentos rochosos. Ou ainda, Neossolos Flúvicos, de espessura variável, que são solos derivados de sedimentos aluviais com horizonte A ausente sobre horizonte C constituído de camadas estratificadas sem relação pedogenética entre si, podendo ser constituído por camadas de matéria orgânica, geralmente com decréscimo irregular do conteúdo de carbono orgânico em profundidade, dentro de 300 cm da superfície. Ocorrem normalmente nos fundos de vale, associados a depósitos sedimentares fluviais.



- Eixo Ferroanel Norte
- Hidrografia
- AII - Meios Físico e Biótico
- AID - Área de Influência Direta

- Legenda
- ARGISSOLO PVA - Argissolos Vermelho-Amarelos
 - CAMBISSOLO CX - Cambissolos Háplicos
 - LATOSSOLO LVA - Latossolos Vermelho-Amarelos



EPL **Dersa** **PRIME**
Engenharia Engenharia

EIA/RIMA - FERROANEL NORTE

AII - Área de Influência Indireta

PEDOLOGIA

DATA: Jun/2017 Folha Única FIGURA: 6.3.3.2-1

Muito localmente ocorrem os Neossolos Quartzarênicos, que são solos com predominância de textura arenosa (mais de 95%), horizonte A diretamente sobre o horizonte C, e com espessura normalmente superior a 150 cm.

Os Neossolos possuem comportamentos muito característicos, em razão de sua composição e localização no relevo. Os Neossolos Litólicos, em conjunto com os Cambissolos, encontram-se em locais onde a suscetibilidade a movimentos de massa é considerada muito alta. Normalmente os processos são de escorregamento planar, cuja espessura dos rompimentos é reduzida, porém o poder de destruição é significativo. No entanto, associado aos locais de ocorrência desses solos outros processos de movimentos gravitacionais de massa podem ocorrer, como rolamento de blocos, deslocamento rochoso etc.

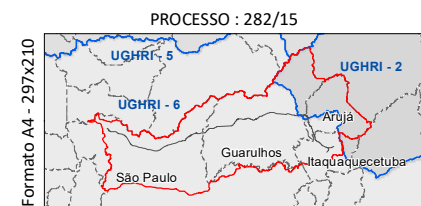
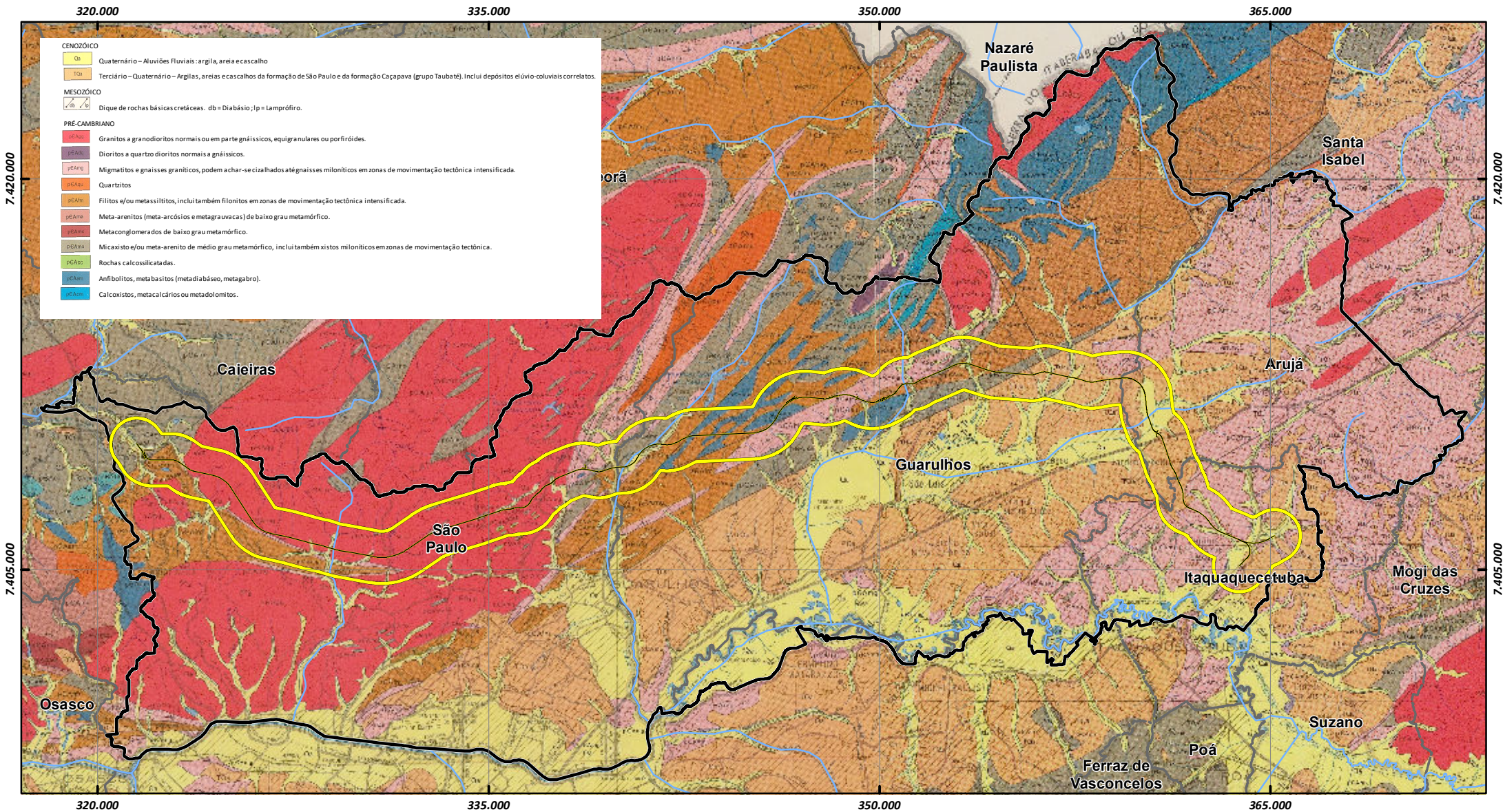
Nos locais onde ocorrem os Neossolos Flúvicos, em razão do nível freático muito raso e da presença de camadas orgânicas, além de outros materiais inconsolidados e pouco resistentes, é característica a presença de solos moles, onde processos de afundamento e solapamento podem vir a ocorrer, afetando as estruturas construídas nesses locais. Por vezes, a presença dos solos moles é tão significativa que é necessária a realização da troca de solos nesses locais, para que seja alcançada a resistência necessária para a realização das obras.

Por último, os Neossolos Quartzarênicos, em razão da grande quantidade de areia, possuem alta suscetibilidade à erosão. Nos locais de sua ocorrência a realização de movimentação de terra com cortes e aterros pode vir a expor camadas de solos muito friáveis. Também, esses solos podem apresentar uma maior dificuldade para a realização da cobertura vegetal superficial em taludes de corte, sendo necessária a realização de procedimentos especiais para a fertilização e pega da cobertura vegetal protetora.

6.3.4 Geotecnia e Processos de Dinâmica Superficial

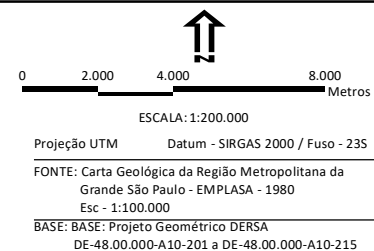
Para a caracterização da dinâmica superficial dos terrenos foram utilizados os trabalhos da Emplasa (1979) (Figura 6.3.4-1), IPT (1985), IPT/EMPLASA (1990) e Nakazawa et al. (1994) com foco na análise integrada do conjunto rocha-solo-relevo, para definição do comportamento das áreas envolvidas com o empreendimento frente a esses processos. Na escala da AID foram ainda utilizados levantamentos de maior detalhe, como o relatório das Bases Geoambientais para um Sistema de Informações Ambientais de Guarulhos (Oliveira et al. 2009) e dados obtidos por meio das observações durante os trabalhos realizados no período de 2010 a 2017 na área para o Rodoanel Norte (DERSA e Consórcio PRIME/Ambiente Brasil/JHE,), complementados por visitas de campo nos locais de passagem do Ferroanel Norte.

A dinâmica dos processos superficiais é caracterizada principalmente com base nos compartimentos homogêneos do terreno, frente ao comportamento dos setores das encostas e fundos de vale a esses processos. Foram identificados quatro comportamentos distintos, como apresentado no Quadro 6.3.4-1, individualizados a partir do substrato rochoso, e ilustrados pelas fotografias na sequência.



- Eixo Ferroanel Norte
- AlI - Meios Físico e Biótico
- AID - Área de Influência Direta
- Limite de Município
- Hidrografia

Responsável: Geógrafo Rogério Peter de Camargo / CREA-50618885/8
AmbGIS - rogerio@ambgis.com.br



EPL **Dersa** **PRIME Engenharia**

EIA/RIMA - FERROANEL NORTE

AlI - Área de Influência Indireta

Geologia da RMSP

DATA: Jun/2017 Folha: Única FIGURA: 6.3.4-1

QUADRO 6.3.4-1
SÍNTESE DAS CARACTERÍSTICAS PREDOMINANTES DO MEIO FÍSICO NA AID

Trecho na AID	Substrato Rochoso Dominante	Relevo	Topografia e Declividade Predominante	Descrição dos Solos	Geotecnia	Suscetibilidade a Processos do Meio Físico
Compartimento 1 Terrenos da Bacia Sedimentar de São Paulo	Arenitos, argilitos e outros sedimentos Terciários.	Morros médios, e morrotes	Topografia suave a acidentada e declividades entre 3 % e 12 %, porém com predomínio de declividade superior a 12%, podendo ter locais pontuais superiores a 30%	Argissolo Vermelho-Amarelo, câmbico profundo média textura argilosa/arenosa.	Terrenos com solos estáveis e de boa compactação. Ótimos para material de empréstimo.	a) média suscetibilidade à erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentos de terra; b) média suscetibilidade a escorregamentos (exclusivamente induzidos).
Compartimento 2 Terrenos Aluvionares Quaternários	Aluviões quaternários	Planícies aluviais. Colinas suaves.	Topografia plana a colinosa, declividades predominante inferior a 3%.	Neossolos Flúvicos e Gleissolos	Nível de água raso e solos com baixa capacidade de suporte.	Alta suscetibilidade a inundações, recalques, assoreamentos e solapamento das margens dos rios.
Compartimento 3 Terrenos do Embasamento Cristalino – Alta suscetibilidade	Granitos e, secundariamente, micaxistos	Morros médios a Morros altos	Topografia acidentada e declividades predominantes acima de 12%. podendo ter trechos isolados superiores a 30%	Latossolo Vermelho-Amarelo, profundo, textura areno argilosa	Solo superficial profundo, porém com os horizontes de alteração de rocha muito siltosos e extremamente suscetíveis aos processos de erosão e escorregamento.	a) alta suscetibilidade à erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentos de terra b) média suscetibilidade a escorregamentos (exclusivamente induzidos)
Compartimento 4 Terrenos do Embasamento Cristalino – Muito Alta Suscetibilidade	Granitos, Gnaisses e migmatitos Micaxistos, filitos e xistos	Morros altos	Topografia acidentada e declividades predominantes acima de 30% com alguns trechos de declividade entre 12 e 30%	Latossolo Vermelho-Amarelo câmbico pouco profundo, textura areno argilosa Cambissolo com textura areno argilosa com cascalho	Solo superficial menos profundo que o anterior e mais suscetíveis aos processos de erosão e escorregamentos, e da mesma forma os horizontes de alteração de rocha muito siltosos e extremamente suscetíveis aos processos de erosão e escorregamento.	a) muito alta suscetibilidade a escorregamentos (naturais e induzidos); b) alta suscetibilidade à erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentos de terra.

Terrenos da Bacia Sedimentar de São Paulo. São terrenos sedimentares terciários, com declividades suaves, compostos por colinas e morrotes, cobertos por Argissolos vermelho-amarelos, onde a suscetibilidade aos processos do meio físico é considerada baixa a média (Fotos 6.3.4-1 e 2).



Fotos 6.3.4-1 e 6.3.4-2: Terrenos da Bacia Sedimentar de São Paulo nas regiões da Vila Albertina e Tremembé onde que apesar do movimento de terra para a obra do Rodoanel Norte, não se observa a ocorrência significativa de processos de erosão Fonte: Dersa, 2016

Terrenos Aluvionares Quaternários. Ocorrem nas planícies fluviais do rio Tietê e de seus principais afluentes, compostas por sedimentos aluvionares recentes com textura diversa, porém predominantemente arenosa. São relevos planos, com declividade inferior a 5%, com alta suscetibilidade a processos de inundação em áreas ribeirinhas, por vezes ocupadas e que sofrerão os efeitos dos alagamentos. Também, devido ao nível freático superficial raso e à baixa capacidade de suporte desses terrenos, estão sujeitos a recalques e subsidências em fundações mais rasas (Fotos 6.3.4-3 e 4).



Foto 6.3.4-3: Trecho da planície de inundação do rio Tietê em Itaquaquecetuba, após forte chuva que provocou extravasamento para ruas lindeiras.
(Fonte: PRIME, 2017)



Foto 6.3.4-4: Trecho da planície de inundação do rio Tietê em Guarulhos, altura do Parque Ecológico do Tietê/DAEE.
(Fonte: DERSA, 2016)

Terrenos do Embasamento Cristalino com Alta Suscetibilidade a Processos do Meio Físico. Ocorrem na presença de rochas do embasamento cristalino (granitoides, xistos, filitos, migmatitos etc.), em relevo de morros e morrotes, com declividades predominantes acima de 20%, com solo Argissolo vermelho-amarelo de espessura da ordem de 1m, porém com manto de alteração bastante profundo. Nesse compartimento, os terrenos apresentam alta suscetibilidade a processos erosivos, porém com média suscetibilidade a processos de escorregamento de encosta. Nesses terrenos, a alta declividade das encostas associada aos solos arenosos e às estruturas das rochas favorecem a formação de erosões lineares como sulcos, ravinas e voçorocas. Muitas planícies fluviais inseridas nesses terrenos encontram-se assoreadas. Também, em locais com maior declividade, ocorrem escorregamentos planares e rastejos, geralmente no terço superior das vertentes. Podem ocorrer escorregamentos de maior porte, circulares, definidos pelas estruturas das rochas (Fotos 6.3.4-5 e 6).



Foto 6.3.4-5: Transição entre os terrenos sedimentares terciários com destaque para os morros suportados pelos granitos e gnaisses ao norte de São Paulo.
(Fonte: DERSA, 2016)



Foto 6.3.4-6: Morros suportados pelos granitos e gnaisses ao norte de São Paulo
(Fonte: DERSA, 2016)

Terrenos do Embasamento Cristalino com Muito Alta Suscetibilidade a Processos do Meio Físico. São os terrenos mais críticos da AII, compostos por rochas cristalinas, do pré-Cambriano, em diferentes litologias (granitoides, xistos, filitos, migmatitos, quartzitos etc.). Essas rochas formam relevos de morros com serras restritas, serras alongadas ou morros altos. As encostas possuem perfil predominantemente retilíneo e com declividades predominantemente superiores a 20%. Ocorrem Argissolos vermelho-amarelos e porções de Cambissolos, com espessura inferior a 1m, porém com manto de alteração podendo chegar a dezenas de metros. O nível freático é normalmente profundo, mas devido à foliação das rochas pode localmente aflorar no meio das encostas. Nesses terrenos podem ocorrer escorregamentos planares, rastejo de e escorregamentos associados a depósitos detríticos (tálus e colúvios), queda e rolamento de blocos de rocha, deslocamento rochoso e potencial de ocorrência de corridas de massa. Além dos processos de escorregamento podem ocorrer, também, processos de erosão acelerada linear, como sulcos, ravinas e voçorocas. Esses processos podem se instalar nas encostas ou em porções onde afloram blocos rochosos, causando a sua desestabilização. Em razão dos processos erosivos mais intensos, é comum se verificar algumas planícies aluviais com incidência de assoreamento recente, conformando novos níveis de terraços fluviais (Fotos 6.3.4-7 e 8).



Foto 6.3.4-7: Morros altos, com detalhe da obra do Rodoanel Norte em primeiro plano e a contenção de encosta à esquerda na foto. Bairro Parada de Taipas, São Paulo
(Fonte: PRIME, 2015)



Foto 6.3.4-8: Morros altos com altas declividades, sustentados por granitos e gnaisses ao norte de São Paulo, Vila Brasilândia, com detalhe da obra do Rodoanel Norte, com exposição de blocos rochosos em meio ao maciço terroso.
(Fonte: DERSA, 2016)

As características específicas de cada compartimento homogêneo, identificado conforme o comportamento geotécnico e da dinâmica superficial, estão descritas para cada um dos municípios que se encontram no contexto da AID do empreendimento.

Município de São Paulo

Com base na Carta Geotécnica do Município de São Paulo (PMSP e IPT 1992), foi realizada a caracterização do trecho do Ferroanel Norte, a partir do oeste, com início no distrito de Perus, onde ocorrem rochas do Grupo São Roque, como quartzo filitos, com intercalações de metassiltitos, quartzo xistos e micaxistos. São rochas bandadas e laminadas, de cores variadas com ângulos por vezes verticais

Também nessa região e pertencentes ao mesmo Grupo, ocorre uma pequena porção de anfibolitos e metagrabos. São rochas de granulação média a grossa, com foliação pouco desenvolvida e coloração negra a cinza-escura, passando a amarelo-esverdeada quando alterada. Essas rochas, de modo geral, ocorrem associadas e formam corpos de pequenas dimensões por vezes intercalados a outras formações.

Onde ocorrem as rochas com a xistosidade mais intensa, ocorre maior vulnerabilidade à instabilidade das encostas em locais onde são realizados cortes. Quando a realização do corte é feita de forma paralela à xistosidade do maciço, a possibilidade de instabilidade é maior. Na região de Parada de Taipas, onde ocorre adensamento da ocupação urbana e foram realizadas várias intervenções pontuais (cortes e aterros) para a construção de moradias, principalmente autoconstrução, a vulnerabilidade a processos de escorregamento é Muito Alta.

Ainda nesses terrenos, há possibilidade de ocorrência de deslocamentos rochosos quando da exposição do maciço em razão de cortes realizados. Nesse sentido, também a perfuração de túneis pode vir a causar instabilidade no maciço e o projeto deve levar em consideração esta predisposição do ambiente.

Como complemento a este compartimento, no extremo oeste do empreendimento ocorrem rochas granitoides e gnaisses com textura média cor acinzentada, por vezes porfiróides, com suave foliação. Nesta porção ocorre importante extração de rochas graníticas (Fácies Cantareira) para a construção civil.

Esse conjunto de rochas forma um relevo de Morros com altimetrias de aproximadamente 800m e declividade predominante entre 10 a 30%, com solos Argissolos vermelho-amarelos. A fragilidade é considerada Alta em razão das formas dissecadas do relevo, vales entalhados e com alta densidade de drenagem. Podem ocorrer processos de erosão linear mais intensas e processos induzidos de escorregamento nas encostas.

Complementando o cenário do local, ocorre uma planície fluvial de baixa declividade em direção ao norte, que é composta por sedimentos aluviais, pertencente a um dos afluentes do rio Juqueri. Esses sedimentos aluviais têm espessuras variadas, e ocorrem camadas de areias e cascalhos finos, recobertas por outras de argila orgânica. O nível d'água aflora ou é pouco profundo e por isso obras de aterros nestes locais necessitam de atenção especial para que sejam evitados solapamentos das fundações.

Seguindo para o leste na AID, e chegando ao norte do município de São Paulo, a partir do Jardim Paraná, no distrito de Brasilândia, e seguindo pelo distrito de Cachoeirinha, volta a ocorrer um grande domínio de rochas granitoides e gnaisses com textura média cor acinzentada, por vezes porfiróides, com suave foliação. Esse maciço rochoso dá suporte à Serra da Cantareira e ao relevo que ali ocorre.

Nessa porção ocorrem muitos blocos de rocha de tamanhos variados, em superfície, e por vezes soltos no meio do maciço do manto de alteração. Essa ocorrência de blocos dificulta as obras de movimento de terra em razão da necessidade de desmonte, o que pode ser um fator de atraso de cronogramas. Também, podem trazer riscos e dificultam a estabilização de cortes, em razão da necessidade de desmonte e da possibilidade de ficarem blocos soltos no meio do maciço terroso de corte. Dessa mesma forma, podem trazer riscos e dificuldades na escavação de túneis.

Esse conjunto de rochas forma um relevo de Morros e Serras com altimetrias predominantes entre 800m a 1.000m e declividade predominante superior a 20%, com solos Argissolos vermelho-amarelos e localmente Cambissolos. A fragilidade é considerada Muito Alta em razão das formas muito dissecadas do relevo, vales entalhados e com alta densidade de drenagem. Podem ocorrer processos de erosão linear mais intensas e processos de escorregamento nas encostas.

No extremo leste da AID dentro do município de São Paulo, no limite com Guarulhos, ocorrem rochas sedimentares quaternárias, que compõem a planície fluvial de afluentes do rio Cabuçu de Cima. Esses sedimentos aluviais têm espessuras variadas, e ocorrem camadas de areias e cascalhos finos, recobertas por outras de argila orgânica. O nível d'água aflora ou é pouco profundo e por isso obras de aterros nesses locais necessitam de atenção especial, para que sejam evitados solapamentos das fundações, mesmo quando da construção de aterros.

Intercalam-se a essas planícies as mesmas rochas do extremo oeste da AID, rochas do Grupo São Roque, como os quartzo-filitos, com intercalações de metassiltitos, quartzo xistos e micaxistos, bem como uma pequena porção de rochas granitoides e gnaisses com textura média cor acinzentada, por vezes porfiróides, com suave foliação. Este conjunto de rochas volta a compor um relevo de Morros com altimetrias de aproximadamente 700m a 800m e declividade predominante entre 10 a 30%, com solos Argissolos vermelho-amarelos. A fragilidade é considerada Alta em razão das formas dissecadas do relevo, vales entalhados e com alta densidade de drenagem. Podem ocorrer processos de erosão linear mais intensas e processos de escorregamento de encostas.

A Prefeitura de São Paulo elaborou, em parceria com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 2010) um mapeamento das áreas de risco geológico da capital paulista, que possui 407 áreas de risco, em 26 das 31 subprefeituras. Essas áreas foram identificadas segundo o grau de risco, em encostas e margens de córrego sujeitas a escorregamentos, a processos de erosão e inundação. Somadas, as áreas compreendem cerca de 13,5 km², o que corresponde a 0,9% da área total do município.

As áreas de risco mapeadas foram subdivididas em quatro categorias, que variam do risco baixo (R1), médio (R2), alto (R3) e muito alto (R4), de real possibilidade de ocorrência de eventos em situações de chuva intensa e/ou prolongada. Das 105 mil moradias analisadas, 29 mil estão em setores de risco Alto e

Muito Alto. A grande maioria, 76 mil famílias, vive em setores de risco Médio e Baixo. Os critérios seguidos foram: a) características físicas do local (tipo de solo, altura do morro/barranco, inclinação, etc.); b) características ocupacionais (tipo de moradias, distância, presença de aterros); c) água (concentração, minas d'água, vazamentos); d) vegetação (árvores, áreas desmatadas); e) evidências de movimentação (cicatrizes, trincas, muros embarrigados, etc.).

Foram previstas ações de planejamento para prevenção e combate à essas áreas de risco, entre as quais a integração com programas municipais de urbanização, regularização fundiária e operações urbanas, além de estruturação dos sistemas de monitoramento e alertas em áreas prioritárias, acompanhadas pela Defesa Civil em eventos chuvosos, principalmente.

No total da Zona Norte do município, a PMSP contabiliza 107 áreas de risco, a grande maioria com grau médio (R2) e em setores de encostas. Na AID do Ferroanel, os distritos que apresentam áreas de risco são: Freguesia do Ó (09 áreas), Perus (10), Casa Verde (13), Jardim Tremembé (02) e Perus/Jaraguá (07), conforme apresentado no Quadro 6.3.4-2, obtidos no website da PMSP.

QUADRO 6.3.4-3

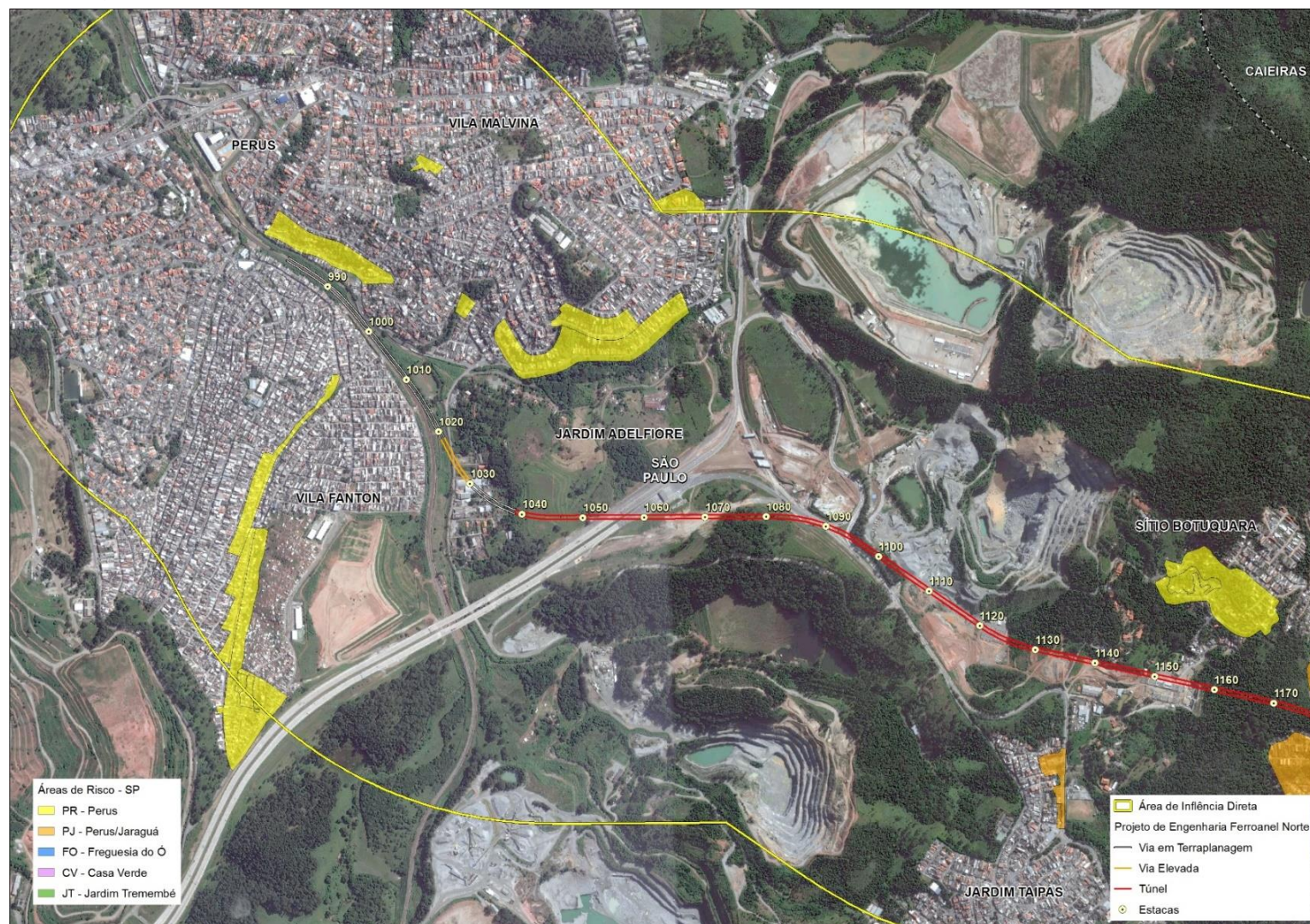
ÁREAS DE RISCO NA AID DO FERROANEL NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

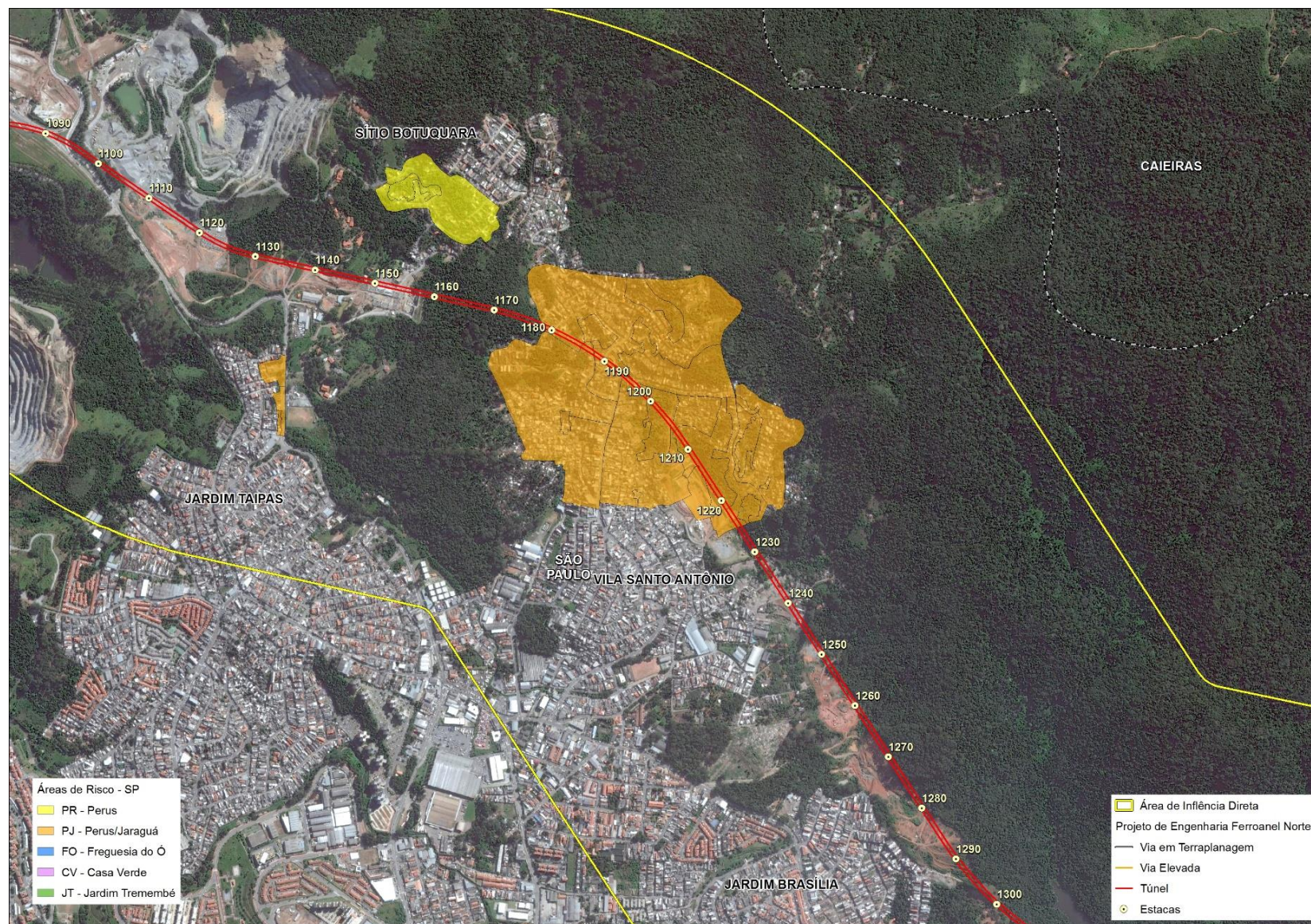
Bairro	Local	Grau de risco	Sigla da área	Processo
Casa Verde	Peri Alto II	2 a 4	CV-01	Escorregamento
Casa Verde	Condessa Amália Matarazzo	1 a 4	CV-03	Escorregamento
Casa Verde	Francisco Eugenio do Amaral	2 a 3	CV-04	Escorregamento
Casa Verde	Serra do Cafezal	2 a 3	CV-05	Escorregamento
Casa Verde	Peri Novo II	2 a 3	CV-07	Escorregamento
Casa Verde	Futuro Melhor	3 a 4	CV-08	Escorregamento, Solapamento e inundação
Casa Verde	Leticia Ceni	2 a 3	CV-09	Escorregamento
Casa Verde	Córrego do Bispo	3 a 4	CV-10	Escorregamento
Casa Verde	Peri Novo I	2 a 3	CV-11	Escorregamento
Casa Verde	Eucaliptos	1 a 3	CV-16	Escorregamento
Casa Verde	Cantareira	2	CV-17	Escorregamento
Casa Verde	Viela Onze	3	CV-18	Solapamento e inundação
Casa Verde	João Ricardo	2 a 3	CV-20	Escorregamento
Freguesia do Ó	Jardim Damasceno I	1 a 4	FO-01	Solapamento e inundação
Freguesia do Ó	Recanto das Estrelas	2 a 4	FO-10	Escorregamento
Freguesia do Ó	Hugo -Italo Merigo	1 e 3	FO-13	Solapamento e inundação
Freguesia do Ó	Romulo Naldi I	2 e 3	FO-18	Escorregamento
Freguesia do Ó	Romulo Naldi II	2 e 3	FO-19	Escorregamento
Freguesia do Ó	Jardim Paraná I	1 a 4	FO-20	Escorregamento, Solapamento e inundação
Freguesia do Ó	Jardim Paraná II	2 a 4	FO-21	Escorregamento, Solapamento e inundação
Freguesia do Ó	CEU Paz	2 a 4	FO-22	Escorregamento
Freguesia do Ó	Gato Preto	2 e 3	FO-23	Escorregamento
Jardim Tremembé	Jd. Corisco I	1 a 4	JT-03	Escorregamento
Jardim Tremembé	Jd. Corisco II	2 e 3	JT-04	Escorregamento
Perus/Jaraquá	Taipas I	2 e 3	PJ-05	Escorregamento
Perus/Jaraquá	Taipas II	2 e 3	PJ-06	Escorregamento
Perus/Jaraquá	Taipas III	2 e 3	PJ-07	Escorregamento
Perus/Jaraquá	Taipas IV	2 e 3	PJ-08	Escorregamento, Solapamento e inundação
Perus/Jaraquá	Taipas V	2 e 3	PJ-09	Escorregamento
Perus/Jaraquá	Monte Alegre do Sul	3	PJ-15	Solapamento e inundação
Perus/Jaraquá	Jardim Shangrilá	2 e 3	PJ-20	Escorregamento
Perus	Gualtério	3	PR-02	Escorregamento
Perus	Aipim	2	PR-03	Escorregamento
Perus	Cavalo Marinho I	2	PR-04	Escorregamento
Perus	Cavalo Marinho II	2	PR-05	Escorregamento
Perus	Ernesto Bottoni	2	PR-06	Escorregamento
Perus	Recanto dos Humildes	2	PR-07	Escorregamento
Perus	Recanto Paraíso	2	PR-08	Escorregamento
Perus	Recanto Paraíso	3	PR-08	Solapamento e inundação
Perus	Botuquara	2 e 3	PR-13	Escorregamento
Perus	Jardim da Paz	2 e 4	PR-17	Escorregamento
Perus	Adefiore	2	PR-19	Escorregamento

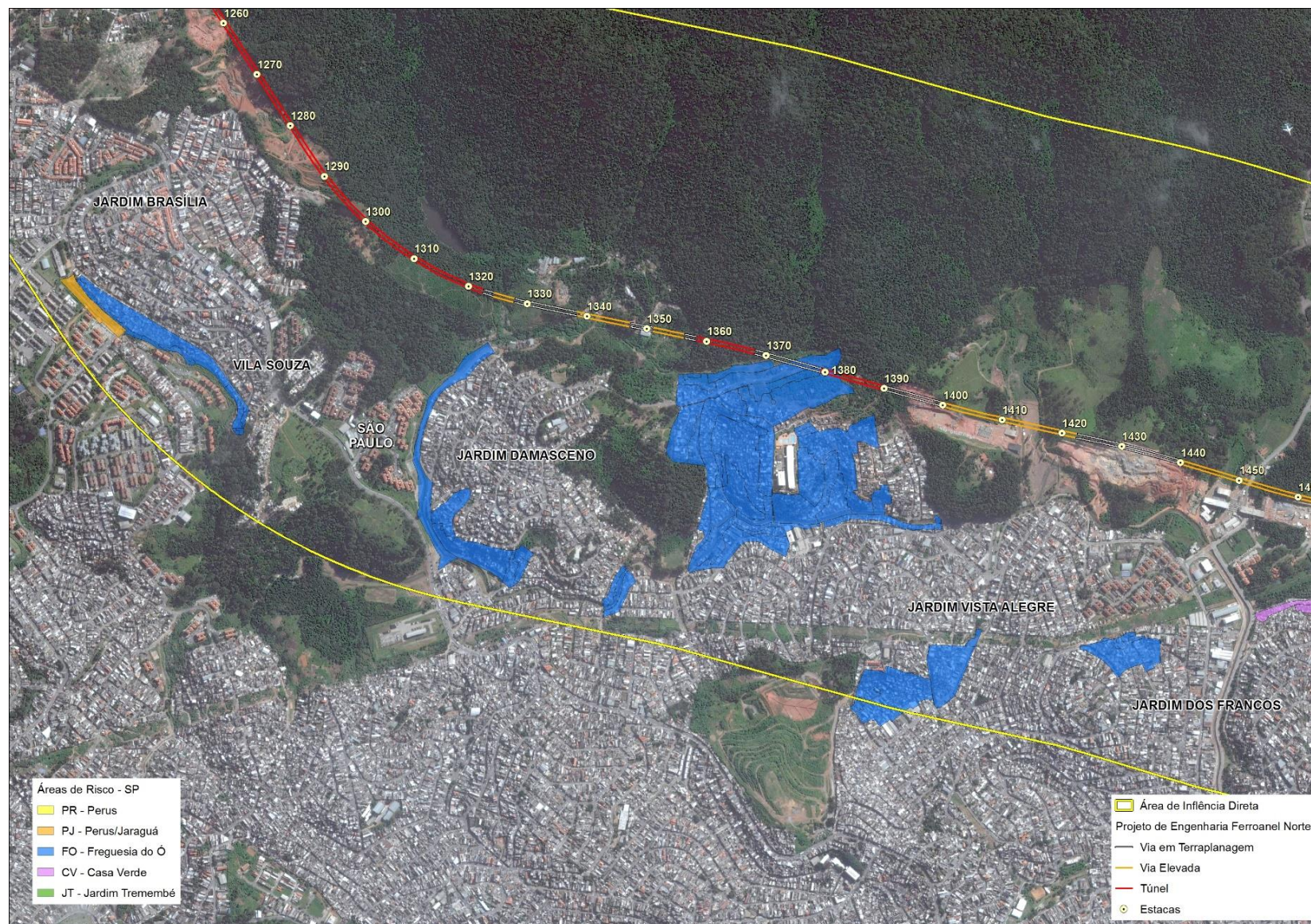
Fonte: http://www3.prefeitura.sp.gov.br/saffor_bueiros/FormsPublic/serv2AreasRisco.aspx – acesso 24/03/2017

A Figura 6.2.4-3 apresenta a localização das áreas de risco presentes na AII e AID do Ferroanel no município de São Paulo, conforme mapeamento apresentado no Plano Diretor Estratégico (Mapa 10 - 2010), sendo as áreas lançadas em imagem aérea do *Google Earth* atual.

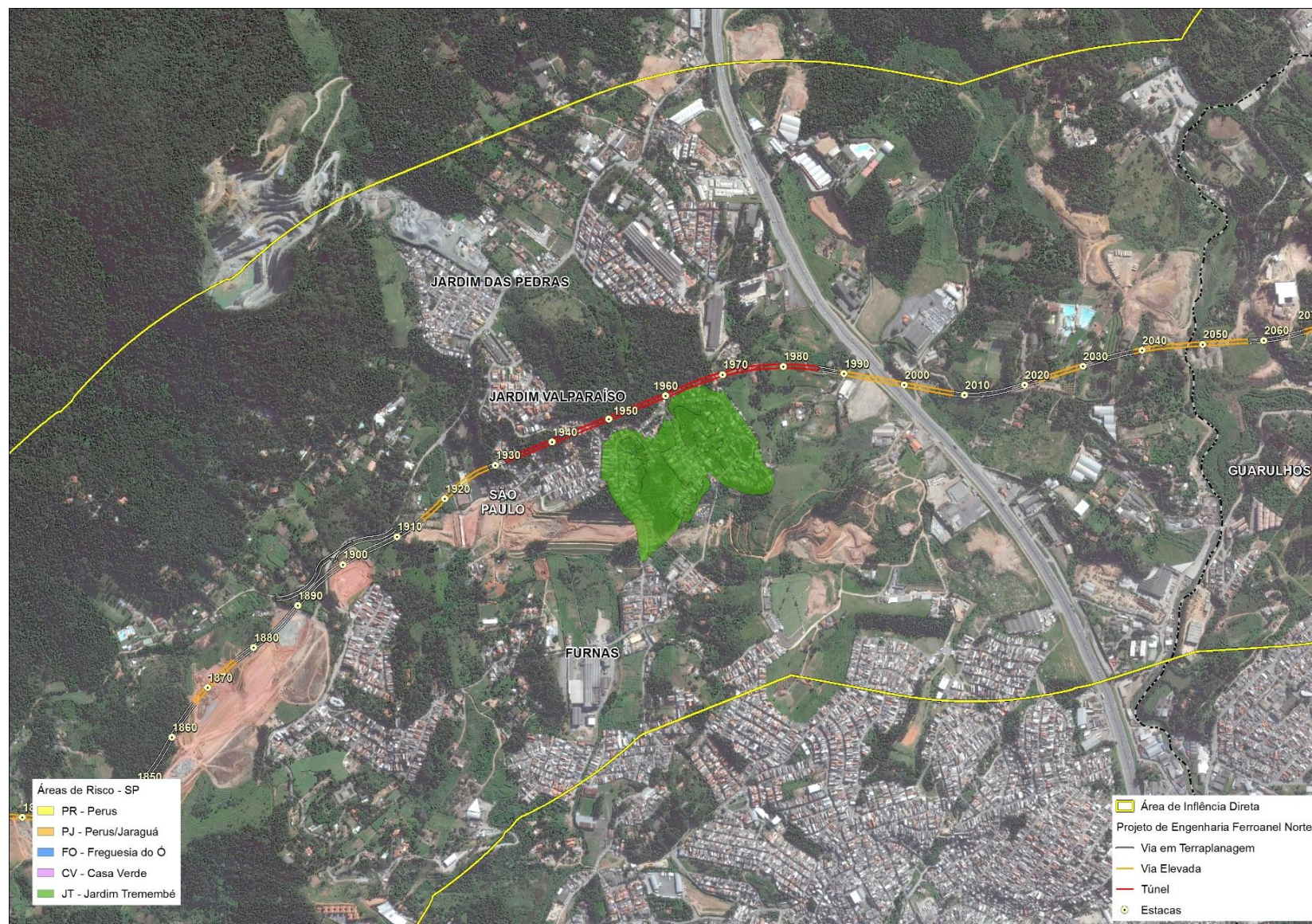
FIGURA 6.3.4-3
LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO NA AID DO FERROANEL











Município de Guarulhos

No extremo oeste do município de Guarulhos o traçado do Ferroanel Norte percorre trecho onde ocorrem rochas do Grupo São Roque, como os quartzo-filitos, com intercalações de metassiltitos, quartzo xistos e micaxistos. São rochas bandadas e laminadas, de cores variadas com ângulos por vezes verticais. Também ocorrem nesta região os clorita-xisto, quartzo-mica xisto, metassiltitos, calcissilicáticas, filitos e filitos grafitosos.

Estendendo-se longitudinalmente para a região central da AID em Guarulhos ocorre a falha do rio Jaguari, da bacia do rio Paraíba do Sul, que condiciona uma zona de cisalhamento mais intensa, definindo uma zona com xistosidade bastante acentuada.

Onde ocorrem as rochas com a xistosidade mais intensa, há maior vulnerabilidade à instabilidade das encostas em locais onde são realizados cortes. Quando a realização do corte é paralela à xistosidade do maciço a possibilidade de instabilidade é maior. Nos locais onde ocorre adensamento da ocupação e a realização de várias intervenções pontuais (cortes e aterros) para a construção de moradias, frequentemente autoconstrução, a vulnerabilidade a processos de escorregamento é Muito Alta.

Ainda nesses terrenos, a possibilidade de ocorrência de deslocamentos rochosos quando da exposição do maciço em razão dos cortes realizados. Nesse sentido, também a perfuração de túneis pode vir a causar instabilidade no maciço, e o projeto deve levar em consideração essa predisposição do ambiente, principalmente ondem ocorrem os trechos de filitos grafitosos.

No município de Guarulhos, na área abrangida desde o centro da AID até o limite com Arujá, no extremo leste, ocorrem somente rochas sedimentares terciárias e quaternárias. As rochas Terciárias são compostas pela Formação São Paulo, com fácies de argilitos, siltitos, arenitos argilosos, com intercalações de arenitos grossos, cascalhos e conglomerados, além de níveis lateríticos; e Formação Resende com fácies de arenitos grossos arcoseanos, mal a medianamente selecionados, com níveis argilo-siltosos e de conglomerados com seixos de quartzo e quartzito, bem arredondados.

Os sedimentos aluviais ocorrem em planícies de inundação ao longo do canal fluvial do rio Baquirivu, além de seus afluentes de maior porte. Os sedimentos aluviais têm espessuras variadas, pois em geral, na base ocorrem camadas de areias e cascalhos finos, recobertas por outras de argila orgânica. O nível d'água aflora ou é pouco profundo. Por vezes, essas formações arenosas ou arcoseanos definem alguns problemas geotécnicos de estabilidade de taludes de corte, em razão principalmente da friabilidade do material, extremamente suscetível à instalação de processos de erosão. Também, em algumas porções desses terrenos, a proteção superficial vegetal é de difícil pega, sendo necessário um tratamento especial para viabilizar o plantio e germinação das espécies de gramíneas.

Os levantamentos realizados pela UNG no âmbito do projeto FAPESP Bases Geoambientais para um Sistema de Informações Ambientais de Guarulhos (Oliveira et al. 2009), apresentam a compartimentação Geoambiental do município, por meio da integração de dados apresentados, e indicam suas restrições e potencialidades para o uso urbano, Figura 6.3.4-4 e Quadros 6.3.4-1 e 6.3.4-2

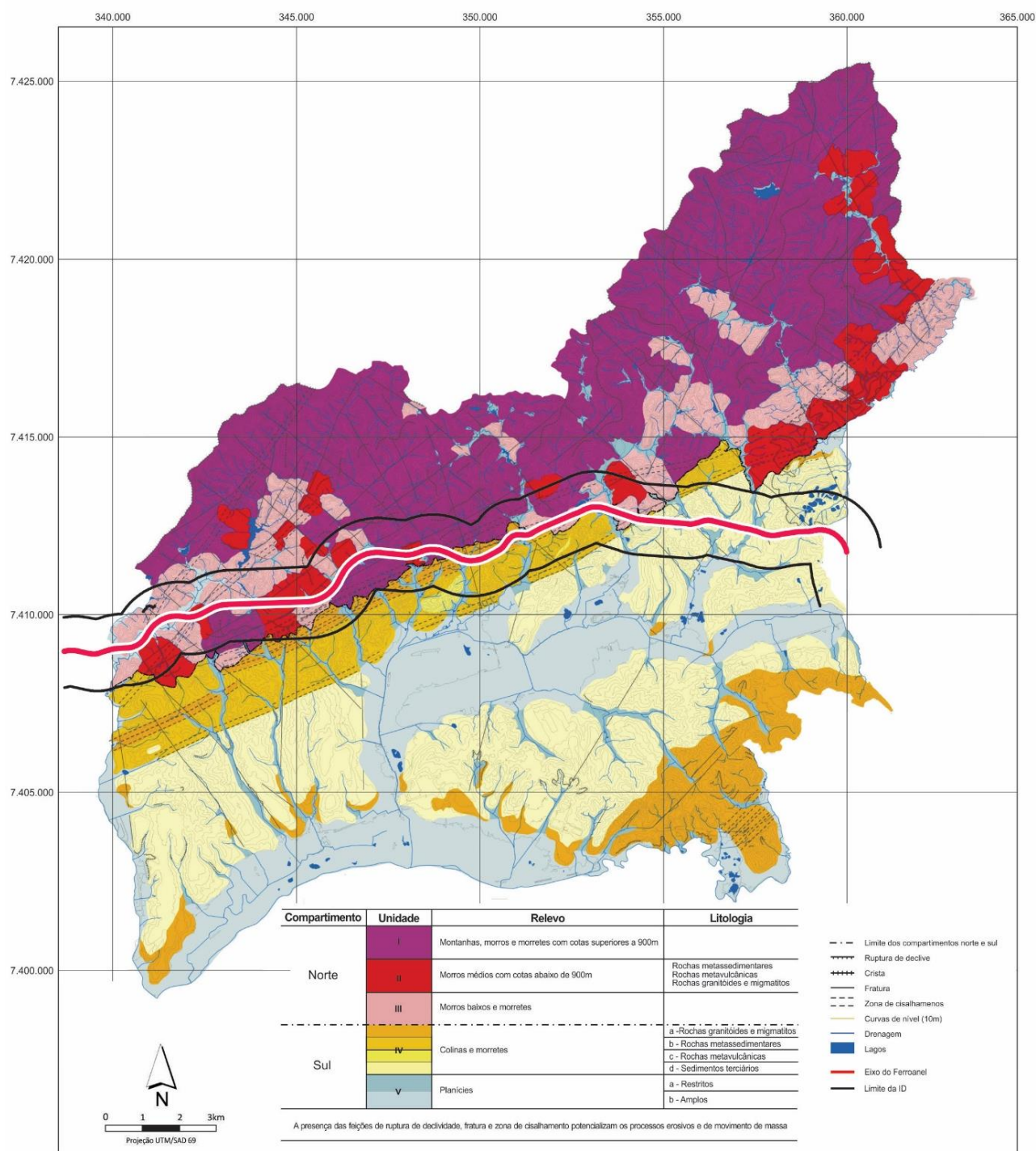
QUADRO 6.3.4-1

SUSCETIBILIDADE INDUZIDA PARA PROCESSOS DO MEIO FÍSICO NO MUNICÍPIO DE GUARULHOS

Rocha	Suscetibilidade a Erosão		Suscetibilidade a Movimentos de Massa	
	Corte	Aterro	Corte	Aterro
Aluviões	Alta	Alta	Alta	Alta
Sedimentos Terciários	Baixa / Média	Baixa	Baixa ¹	Baixa ¹
Granitóides	Média/Alta	Alta	Alta ²	Alta
Metavulcânicas	Baixa	Média	Média	Média
Metassedimentares	Baixa	Alta	Alta ³	Alta

Obs: inclui migmatitos, quartzitos e formação ferrífera 1 – depende das condições do nível d'água, 2 – rolamento e queda de blocos, 3 – deslocamento

FIGURA 6.3.4-4
MAPA DAS UNIDADES GEOAMBIENTAIS DO MUNICÍPIO DE GUARULHOS



Fonte: Oliveira et al (2009)

QUADRO 6.3.4-1
UNIDADES GEOAMBIENTAIS DO MUNICÍPIO DE GUARULHOS

COMPARTIMENTO	RELEVO	LITOLOGIA	COMPORTAMENTOS DE INTERESSE AO USO URBANO	
Norte	Montanhas, morros e morrotes. Cotas > 900 m.	Rochas metassedimentares, metavulcânicas, granitóides, migmatitos e outras metamórficas.	Alta densidade de drenagem. Vertentes retilíneas e convexas. Vales em V. Solos argilosos rasos (< 1m). Nível d'água profundo. Escoamentos intensos, concentrados e torrenciais aumentam com a energia do relevo. Processos geológicos, já intensos nos morros baixos, se intensificam com a energia do relevo. Intensos processos erosivos laminares, lineares, do tipo sulco e ravinas, e de movimentos de massa do tipo escorregamentos planares frequentes em cortes de estradas.	Energia de relevo muito alta. Predominam amplitudes maiores que 200 m. Divisores de água com topos estreitos e cristas. Declividades muito elevadas, em geral > 30%, com muitas áreas > 60 %. Áreas com afloramentos de rocha e blocos frequentes à superfície. Erosão e movimentos de massa mais intensos. Corridas de detritos ocasionais nas vertentes,
	Morros médios. Cotas < 900 m.			Energia de relevo média a alta. Predominam amplitudes da ordem de 120 m. Divisores de água com menos cristas, porém estreitos. Rupturas de declividade acentuadas na região do Jaguari. Declividades muito elevadas, em geral > 30%, com áreas > 60 %. Áreas com afloramentos de rocha e blocos à superfície.
	Morros baixos e morrotes			Energia de relevo média. Predominam amplitudes de relevo inferiores a 100 m. Divisores de água com menos cristas, porém ainda estreitos. Declividades muito elevadas, em geral > 30%, com áreas > 60 %. Movimentos de massa menos frequentes que nas unidades acima.
Sul	Colinas e morrotes	Rochas granitóides e migmatitos	Energia de relevo de baixa a média. Predominam amplitudes inferiores a 80 m. Predominam topos sem cristas, com baixas declividades, muito suaves nas colinas. Vertentes convexas. Média a baixa densidade de drenagem. Escoamento difuso nas colinas, porém concentrado nos morrotes e nas vertentes das colinas. Zonas de cisalhamento importantes em faixa de cerca de 2 km paralela à falha do rio Jaguari. Presença de rupturas de declive acentuadas nas vertentes de vales encaixados.	Solos argilosos com espessuras de 1 a 2 m, com blocos frequentes. Alteração profunda do maciço rochoso. Heterogeneidade e anisotropia variáveis. Cortes e aterros de medianamente a muito erodíveis. Suscetibilidade a rolamento e queda de blocos. Porosidade e permeabilidade altas. Muito vulneráveis à contaminação de efluentes. Alta capacidade de suporte. Material de construção potencial: brita e areia.
		Rochas metassedimentares		Solos argilosos, rasos (< 1m), sem blocos residuais. Alteração profunda do maciço rochoso. Baixa heterogeneidade. Elevada anisotropia. Cortes pouco erodíveis. Aterros muito erodíveis. Alta suscetibilidade a deslocamento nos cortes e escorregamentos nos aterros. Porosidade e permeabilidade baixa. Pouco vulneráveis à contaminação de efluentes. Alta capacidade de suporte. Material de construção potencial: placas.
		Rochas metavulcânicas		Solos argilosos, em geral profundos (>2m). Baixas heterogeneidade e anisotropia. Presença ocasional de blocos. Cortes e aterros pouco a medianamente erodíveis. Baixa suscetibilidade a escorregamentos. Porosidade e permeabilidade medianas. Medianamente vulneráveis à contaminação de efluentes. Alta capacidade de suporte.
		Sedimentos terciários		Solos argilosos, profundos (>2m), com blocos quando associados a conglomerados. Média heterogeneidade e alta anisotropia. Permeabilidade baixa. Presença ocasional de lençol suspenso. Cortes e aterros com baixa a média suscetibilidade à erosão e a movimentos de massa, potencializados pela presença de lençol suspenso. Alta vulnerabilidade à contaminação de efluentes. Alta capacidade de suporte. Material de construção potencial: areia.

COMPARTIMENTO	RELEVO	LITOLOGIA	COMPORTAMENTOS DE INTERESSE AO USO URBANO	
Planícies	Restritas	Aluviões	Energia de relevo baixa. Amplitudes inferiores a 20 m. Baixa densidade de drenagem. Escoamento difuso, alta infiltração. Heterogeneidade variável. Anisotropia elevada. Porosidade e permeabilidade variáveis. Nível d'água raso. Alta vulnerabilidade à contaminação de efluentes. Facilmente escavável. Baixa capacidade de suporte. Alta suscetibilidade à erosão e a escorregamentos em corte e aterro. Áreas inundáveis e propícias ao assoreamento. Material de construção potencial: argila e areia.	Largura inferior a 300m. Solos de textura fina, rasos, pouco húmicos. Canais retilíneos, com velocidade de escoamento maior. Áreas sujeitas a maior instabilidades dos canais, por solapamento.
	Amplas			Largura superior a 300 m. Solos de textura fina, espessuras variáveis, húmicos, ocasionalmente turfosos. Canais meândricos e de maior ordem que os das planícies restritas. Áreas mais sujeitas a receber sedimentos carregados pelos canais das planícies restritas.

A presença de rupturas de declive, fraturas e zonas de cisalhamento potencializam os processos erosivos e de movimentos de massa.

Notas:

Comportamentos: Considerou-se como comportamentos dos terrenos: densidade de drenagem, declividade.

Como comportamento dos solos (horizontes A e B): espessura e presença de blocos.

Como comportamento da rocha, esta foi considerada no grau de baixa coerência (horizonte C): heterogeneidade, anisotropia, porosidade, permeabilidade, vulnerabilidade a contaminação, suscetibilidade a processos, escavabilidade, capacidade de suporte para edificações e obras civis de pequeno porte, potencial como material de escavação.

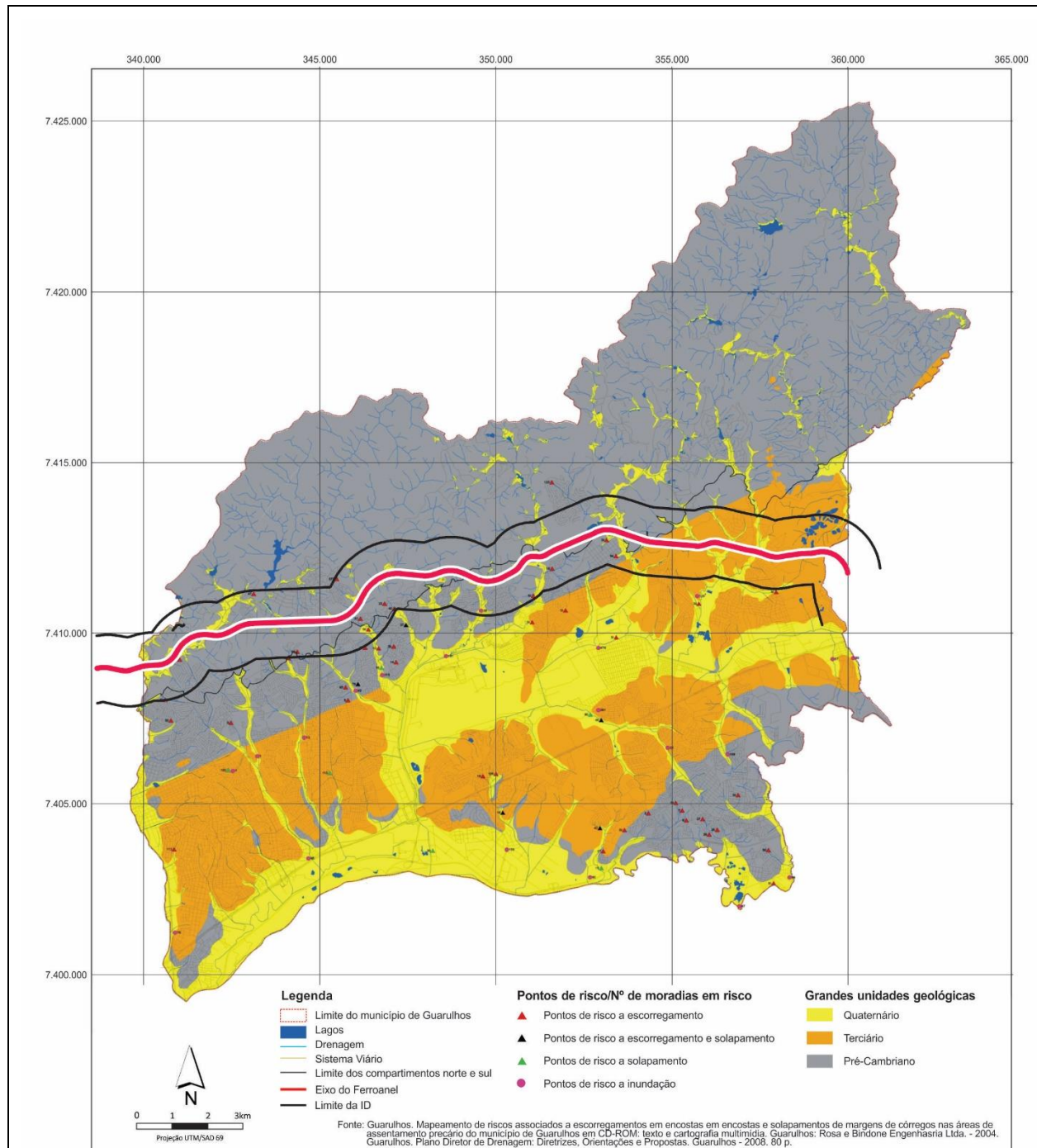
Limites da aplicação: As unidades foram mapeadas pela predominância dos tipos litológicos presentes, devendo-se levar em conta a presença de interdigitações.

As unidades mapeadas são compatíveis com a escala de 1:30.000 de tal forma que escalas maiores podem revelar outras unidades como coberturas superficiais (p.ex.talus). Mapeamentos em escalas maiores (p.ex. 1:10.000) requerem novo reconhecimento de campo das áreas objeto

Segundo o cadastro dos riscos geohidrológicos do município de Guarulhos apresentado no mesmo relatório (Oliveira et al, 2009), cujo mapeamento está representado na Figura 6.3.4-5, foram identificadas áreas quanto ao risco de escorregamento, solapamento, ambos os processos conjuntamente e quanto ao risco de inundação, sobre as três grandes unidades geológicas aí ocorrentes (pré-cambriano, terciário e quaternário).

FIGURA 6.3.4-5

MAPA DE CADASTRO DE ÁREAS DE RISCO GEOHIDROLÓGICOS DO MUNICÍPIO DE GUARULHOS



Fonte: Mapa 21 - UnG/SEMA-SDU-SG/PMG – EMURB/PMSP-IF/SP, Fapesp, 2009

Dessa forma, observa-se que a maior parte da AII e AID do Ferroanel no município de Guarulhos atravessa terrenos onde, quando são realizadas intervenções de corte e aterro, podem ocorrer predominantemente os processos de erosão em terrenos definidos por solos mais arenosos e friáveis, e escorregamentos em terrenos definidos por declividades mais acentuadas e por solos com limites de ruptura menores.

Em 2014 foi realizado um novo levantamento das áreas de Risco de Guarulhos pelo Governo Federal. A ação foi coordenada pela Casa Civil da Presidência da República em consonância com os Ministérios da Integração Nacional, Ministério das Cidades, Ministério de Ciência e Tecnologia, Ministério da Defesa e o Ministério de Minas e Energia firmaram convênio de colaboração mútua para executar o diagnóstico e mapeamento das áreas com potencial de risco alto a muito alto. Os dados resultantes deste trabalho emergencial estão disponibilizados em caráter primário à defesa civil municipal e os dados finais alimentam o banco nacional de dados do CEMADEN (Centro de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais), órgão do Ministério de Ciência e Tecnologia.

O trabalho foi desenvolvido com a visita de campo às áreas com histórico de desastres naturais ou naqueles locais onde já foram identificadas situações de risco, ainda que sem registro de acidentes. No local foram observadas as condições das construções e seu entorno, situação topográfica, declividade do terreno, escoamento de águas pluviais e de águas servidas, além de indícios de processos desestabilizadores dos terrenos ou possibilidades de inundação. O trabalho teve o complemento da análise de imagens aéreas e de satélites, que deram uma visão mais ampla do terreno, definindo-se um setor de risco de acordo com um conjunto de situações similares dentro de um mesmo contexto geográfico.

Os problemas mais graves foram identificados em áreas onde predomina a ocupação desordenada e irregular a despeito da ação contínua da fiscalização. De maneira geral, prepondera nos locais vistoriados, a falta de infraestrutura básica para ocupação de encostas e de áreas de planícies e terraços fluviais, tal como:

- Saneamento básico, com drenagem de águas servidas e esgoto separados das pluviais, principais agentes de deflagração de movimentos de massa;
- Urbanização dos bairros, com os devidos sistemas de drenagem urbano (galerias, sarjetas, bocas-de-lobo etc.) e de acesso seguro (pavimentação, escadas, vielas, pontes etc.);
- Falta de obras estruturantes de contenção e drenagem associadas, nos taludes de corte e encostas, de maneira integrada com as demais estruturas implantadas, de forma a mitigar ou eliminar o risco de movimentos de massa.

Importante ressaltar também a falta de ações não estruturais, refletindo, por exemplo, na falta de consciência ambiental da população residente das áreas quanto aos riscos de movimentos de massas e inundações e de sua ocupação de terrenos naturalmente desfavoráveis à ocupação.

Foram mapeadas 31 áreas de risco, tanto para deslizamento e movimentos correlatos quanto para inundação e solapamento de margem de córrego. A existência de setores de risco em encosta e setores de risco na margem de rios e córregos, refletem os principais cenários de risco do município de Guarulhos e a suscetibilidade natural dos terrenos a estes processos acelerados pela ação antrópica.

A maior densidade de drenagem e grandes planícies de inundação na área Sul/Sudoeste do município e as declividades acentuadas próximas à Serra da Cantareira concentram as maiores quantidades de setores de risco de margem de córrego e de encosta, respectivamente.

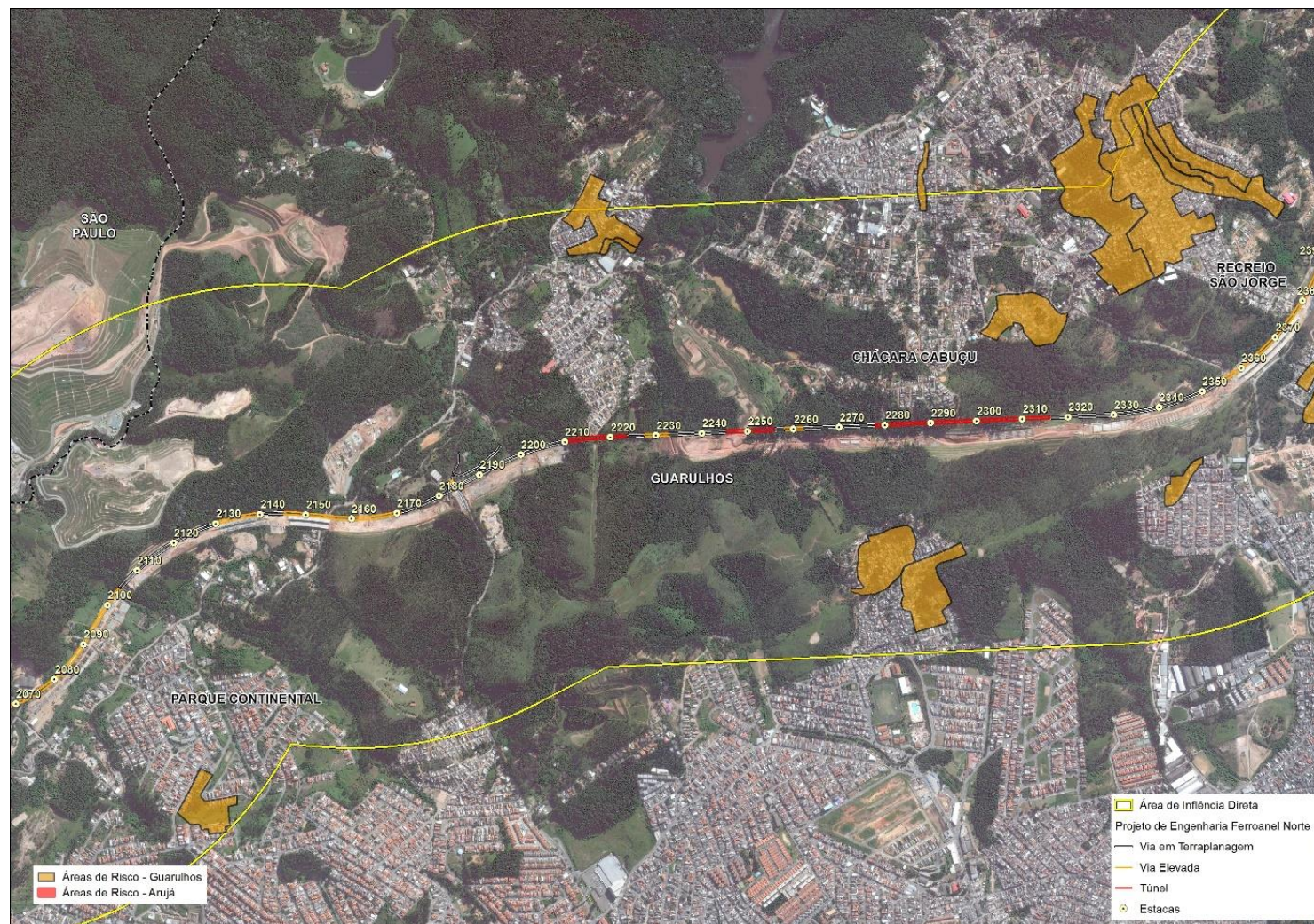
Os setores de Alto e Muito Alto risco da área urbana e distritos do município de Guarulhos, dentro da AID, podem ser divididos conforme o Quadro 6.3.4-3.

QUADRO 6.3.4-3

SETORES DE RISCO NO MUNICÍPIO DE GUARULHOS IDENTIFICADOS NA AID

Nome da área de risco	Local	Processo	Sigla da área de risco
SP_GRU_SR_04_CPRM	Cidade Soberana - São João	Inundação e Solapamento de Margem	SR_04
SP_GRU_SR_05_CPRM	Travessa Ipanema- Jd. Soberana - São João	Inundação e Solapamento de Margem	SR_05
SP_GRU_SR_18_CPRM	Rua Lagoa Nova - Viela Porto Alegre - Bananal	Deslizamento Planar	SR_18
SP_GRU_SR_20_CPRM	Rua São Fernando - Bananal	Deslizamento Planar	SR_20
SP_GRU_SR_21_CPRM	Rua Santos Dumont - Rua Marcelino Vieira - Bananal	Deslizamento Planar	SR_21
SP_GRU_SR_34_CPRM	Rua Manoel de Freitas - Jardim Álamo - Bonsucesso	Inundação	SR_34
SP_GRU_SR_35_CPRM	Rua Artur Victor Brenneissen - Jardim Ponte Alta I e II	Inundação	SR_35
SP_GRU_SR_38_CPRM	Rua Nino Fantini - Bananal	Inundação	SR_38
SP_GRU_SR_39_CPRM	Rua Luís Rossetti - Viela Fortaleza - Bananal	Deslizamento Planar	SR_39
SP_GRU_SR_41_CPRM	Avenida José Augusto da Silva Rico - Rua Eduardo Abad - Fortaleza - São João	Deslizamento Planar	SR_41
SP_GRU_SR_57_CPRM	Vila União	Deslizamento Planar	SR_57
SP_GRU_SR_58_CPRM	Parque Mikail	Deslizamento Planar	SR_58
SP_GRU_SR_59_CPRM	Parque Mikail / R. Campo da Paz	Inundação e Solapamento de Margem	SR_59
SP_GRU_SR_60_CPRM	Parque Mikail II	Inundação e Solapamento de Margem	SR_60
SP_GRU_SR_62_CPRM	Jardim Okuyama	Deslizamento Planar	SR_62
SP_GRU_SR_65_CPRM	Jardim Acácio	Deslizamento Planar	SR_65
SP_GRU_SR_72_CPRM	Parque Continental II	Deslizamento Planar	SR_72
SP_GRU_SR_74_CPRM	Jd. Monte Alto	Deslizamento Planar	SR_74
SP_GRU_SR_75_CPRM	Jd. Monte Alto / Rua João Rodrigues	Solapamento de Margem	SR_75
SP_GRU_SR_77_CPRM	Novo Recreio / Rua Pe. Agostinho	Inundação e Solapamento de Margem	SR_77
SP_GRU_SR_78_CPRM	Novo Recreio / Rua Cambará	Deslizamento Planar	SR_78
SP_GRU_SR_79_CPRM	Novo Recreio / Rua Renascença	Deslizamento Planar	SR_79
SP_GRU_SR_80_CPRM	Novo Recreio / Rua Samambaia	Deslizamento Planar	SR_80
SP_GRU_SR_81_CPRM	Novo Recreio / Rua Pinheiros	Deslizamento Planar	SR_81
SP_GRU_SR_82_CPRM	Novo Recreio / Rua 04 de Março	Inundação, Alagamento, Assoreamento e Solapamento de margem	SR_82
SP_GRU_SR_83_CPRM	Novo Recreio / Rua Santana	Deslizamento Planar	SR_83
SP_GRU_SR_85_CPRM	Sítio dos Morros / Rua Cícero Gomes de Almeida	Deslizamento Planar	SR_85
SP_GRU_SR_86_CPRM	Sítio dos Morros / Rua Conceição dos Duros	Deslizamento Planar	SR_86
SP_GRU_SR_88_CPRM	Parque Primavera / Rua Chumbo	Deslizamento Planar	SR_88
SP_GRU_SR_89_CPRM	Parque Primavera / Rua Cobalto	Deslizamento Planar	SR_89
SP_GRU_SR_91_CPRM	Parque Primavera / Rua Beta	Inundação e Solapamento de Margem	SR_91

FIGURAS 6.3.4-6
ÁREAS DE RISCO NO MUNICÍPIO DE GUARULHOS DENTRO DA AID DO EMPREENDIMENTO







Município de Arujá

No município de Arujá, na continuidade das formações do trecho da AID em Guarulhos, ocorrem somente rochas sedimentares terciárias e quaternárias.

As rochas Terciárias são compostas pela Formação São Paulo, com fácies de argilitos, siltitos, arenitos argilosos, com intercalações de arenitos grossos, cascalhos e conglomerados, além de níveis lateríticos; e Formação Resende com fácies de arenitos grossos arcoseanos, mal a medianamente selecionados, com níveis argilo-siltosos e de conglomerados com seixos de quartzo e quartzito, bem arredondados.

Os sedimentos aluviais ocorrem em planícies de inundação ao longo do canal fluvial do rio Baquirivu, além de seus afluentes de maior porte. Os sedimentos aluviais têm espessuras variadas, pois, em geral, na base ocorrem camadas de areias e cascalhos finos, recobertas por outras de argila orgânica. O nível d'água aflora ou é pouco profundo.

Em Arujá estas formações ocorrem ao longo do traçado do Ferroanel Norte, entre a divisa com o município de Guarulhos até a chegada na Rodovia Presidente Dutra. Nesse trecho a presença de solos moles, por vezes turfosos, e o nível de água sub aflorante, em um relevo extremamente plano, no qual se cultiva intensamente hortaliças, o comportamento geotécnico do terreno exige uma série de tratamentos especiais. Esse material é extremamente deformável e plástico o que pode gerar a ocorrência de afundamentos nas estruturas construídas sobre ele. Sendo assim, nestes casos o mais comum é a realização de troca de solos ou a utilização de reforços geotécnicos, quando da necessidade de construção de aterro nestes locais.

Por vezes, essas formações arenosas ou arcoseanas definem alguns problemas geotécnicos de estabilidade de taludes de corte, em razão principalmente da friabilidade do material, que é extremamente suscetível à instalação de processos de erosão. Em algumas porções desses terrenos a proteção superficial proporcionada pela vegetação é de difícil pega, sendo necessário um tratamento especial para viabilizar o plantio e germinação das espécies de gramíneas.

Já este tipo de material ocorre após o cruzamento do traçado do Ferroanel Norte com a Rodovia Presidente Dutra e o limite com o município de Itaquaquecetuba. Nestes terrenos a suscetibilidade à erosão é Alta a Muito Alta e devem ser implementadas medidas de mitigação de impactos quando da realização de movimentação de terra para a realização de cortes e aterros.

Com relação a áreas de risco, em 2012 o IPT em parceria com a Prefeitura Municipal, realizou o levantamento das áreas e setores de risco do município. Foram levantados os riscos de escorregamento, solapamento e inundação. Foram levantadas 14 áreas de risco, subdivididas em setores de risco. Os riscos foram classificados em baixo, médio, alto e muito alto (Figura 6.3.4-7). As áreas próximas ao empreendimento, que se encontram na AID, são as áreas de risco 13 Nippon e 14 Beira Rio, ambas relacionadas ao risco de inundação.

FIGURA 6.3.4-7

ÁREAS DE RISCO NO MUNICÍPIO DE ARUJÁ DENTRO DA AID DO EMPREENDIMENTO



Município de Itaquaquetuba

No município de Itaquaquetuba, o Ferroanel, adota uma direção norte – sul. No extremo norte, ocorrem as formações de rochas sedimentares terciárias e quaternárias. As formações quaternárias ocorrem ainda no extremo sul da AID nesse município, nas planícies aluviais do rio Tietê.

As rochas terciárias são compostas pela Formação São Paulo, com fácies de argilitos, siltitos, arenitos argilosos, com intercalações de arenitos grossos, cascalhos e conglomerados, além de níveis lateríticos; e Formação Resende com fácies de arenitos grossos arcoseanos, mal a medianamente selecionados, com níveis argilo-siltosos e de conglomerados com seixos de quartzo e quartzito, bem arredondados.

Os sedimentos aluviais ocorrem em planícies de inundação, ao longo das margens do canal do rio Tietê e de seus afluentes de maior porte. Os sedimentos aluviais têm espessuras variadas, pois, em geral, na base ocorrem camadas de areias e cascalhos finos, recobertas por outras de argila orgânica. O nível d'água aflora ou é pouco profundo.

Por vezes, essas formações arenosas ou arcoseanos definem alguns problemas geotécnicos de estabilidade de taludes de corte, em razão principalmente da friabilidade do material, que é extremamente suscetível à instalação de processos de erosão. Também, em algumas porções desses terrenos a proteção superficial vegetal é de difícil pega, sendo necessário um tratamento especial para viabilizar o plantio e germinação das espécies de gramíneas.

Nesta região, a formação rochosa arenosa e consequentemente com cobertura de solo de textura extremamente arenosa gera a muito alta suscetibilidade aos processos erosivos. Um exemplo da composição extremamente arenosa destes terrenos são as cavas de mineração de extração de areia que ocorrem na região. São areias aluviais, bem selecionadas e com boas características para a utilização na

construção civil. Esse tipo de material tem comportamento friável, facilmente carregável pela concentração de água de chuva.

Na porção central da AID no município, e no seu extremo sul, afloram rochas pertencentes ao Complexo Embu, que são formadas principalmente por migmatitos estromatíticos de paleossoma xistoso gnáissico e anfibolítico, com textura ofálmica.

Esses locais são dominados por morros de altitude da ordem de 750m, com declividade predominante entre 10 e 20% e densidade alta de drenagem. A fragilidade desses terrenos é considerada Alta em razão da alta suscetibilidade à erosão e aos escorregamentos de encosta.

Onde ocorrem rochas com a xistosidade pronunciada há maior vulnerabilidade à instabilidade das encostas em locais onde serão realizados cortes. A realização dos cortes irá expor o manto de alteração de rocha, com um horizonte extremamente rico em silte, o que aumenta a suscetibilidade aos processos erosivos. Também, quando a realização do corte for realizada de forma paralela à xistosidade do maciço, a possibilidade de instabilidade por escorregamentos é maior. Os escorregamentos podem ser planares ou condicionados pelas estruturas das rochas (cunha ou circular), dependendo das condições do local. Também, nesses materiais a proteção superficial vegetal pode ser de difícil realização em razão da baixa fertilidade dos terrenos e da fragilidade aos processos erosivos.

Nos locais onde ocorre adensamento da ocupação urbana e a realização de várias intervenções pontuais (cortes e aterros) para a construção de moradias, o risco a processos de escorregamento é Muito Alto. Ainda nestes terrenos, existe o risco de ocorrência de deslocamentos rochosos quando da exposição do maciço rochoso em razão dos cortes que serão realizados para a construção da ferrovia.

Processos Emergentes de Dinâmica Superficial: Áreas Críticas na AID

Foram identificadas na AID 16 áreas com processos emergentes de dinâmica superficial, em visita de campo realizada em março de 2017. Os registros de cada uma delas estão representados No Quadro 6.3.4-4 e na Figura 6.3.4-8, com indicação do processo em curso e município em que ocorre.

Ressalta-se que nas áreas identificadas com processos emergentes de dinâmica superficial o principal desencadeador é a ação antrópica, podendo todas elas ter seu curso estabilizado com ações corretivas, tais como reconfiguração topográfica e recomposição vegetal protetora, além de medidas de desassoreamento e limpeza de fundos de vale.

A localização de cada uma das 16 áreas críticas (Fotos 6.3.4-1 a 6.3.4-20) quanto aos processos emergentes do meio físico na AID está indicada na Figura 6.3.4-8.

QUADRO 6.3.4-8

PROCESSOS DE DINÂMICA SUPERFICIAL - ÁREAS CRÍTICAS NA AID

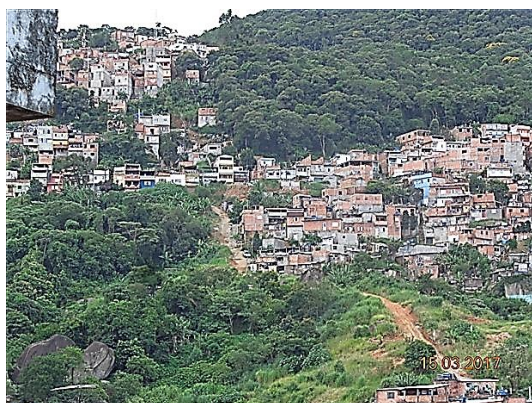
ÁREAS	DESCRIÇÃO	MUNICÍPIO	LOCALIZAÇÃO	FOTOS	COORDENADAS	
1	Loteamento Qualiteto - Cooperativa Estadual Habitacional de São Paulo	São Paulo	Parque Taipas	1, 2	322.184	7.409.552
2	Ocupação irregular		Parque Taipas	3, 4	325.262	7.408.164
3	Ocupação irregular		Jardim Peri	5, 6	329.140	7.405.376
4	Ocupação irregular		Jardim Corisco	7, 8	338.350	7.408.565
5	Loteamento	Guarulhos	Construção alvenaria	9	346.799	7.410.960
6	Ocupação irregular		Estrada do Taboão	10	349.723	7.411.331
7	Loteamento		Estrada Guarulhos-Nazaré	11	352.487	7.412.219
8	Erosão		Sítio sr. Costa	12	354.191	7.412.074
9	Erosão		Estrada Albino Martelo	13	356.036	7.412.069

ÁREAS	DESCRIÇÃO	MUNICÍPIO	LOCALIZAÇÃO	FOTOS	COORDENADAS	
10	Loteamento	Arujá	Jardim Cury	14	361.609	7.409.251
11	Assoreamento		Jardim Cury	15	361.800	7.409.255
12	Terreno		Jardim Cury	16	361.910	7.409.295
13	Ocupação	Itaquaquecetuba	Jardim Canaã	17	361.923	7.408.542
14	Campo		Nippon Blue Jays Beisebol	18	362.326	7.407.428
15	Ocupação		Rua Alfazema	19	361.262	7.406.366
16	Terreno		Estr. Firminio Manuel Pereira	20	-	-

FOTOS ILUSTRATIVAS DOS PROCESSOS EMERGENTES DO MEIO FÍSICO NA AID



Fotos 6.3.4-1 e 2 – Processos erosivos lineares, superficiais e profundos, em grande área do Loteamento Qualiteto - Cooperativa Estadual Habitacional de São Paulo. Parque Taipas, São Paulo (Área 1)



Fotos 6.3.4-3 e 4 – Ocorrência de processos erosivos lineares nas encostas e risco de deslizamentos, pela ocupação irregular e abertura de arruamentos em áreas de alta declividade. Parque Taipas, São Paulo (Área 2)



Fotos 6.3.4-5 e 6 - Ocorrência de processos erosivos lineares nas encostas, pela ocupação irregular e abertura de arruamentos em áreas de alta declividade, bem como risco de inundações no fundo de vale ocupado. Jardim Peri, São Paulo (Área 3)



Fotos 6.3.4-7 e 8 - Processos erosivos lineares nas encostas a montante, ocupação irregular e abertura de arruamentos em áreas de alta declividade, e inundações no fundo de vale. Jardim Corisco, São Paulo (Área 4)



Foto 6.3.4-9 – Arruamento aberto em loteamento em Guarulhos provocando aceleração de processos erosivos (Área 5)



Foto 6.3.4-10 – Aceleração de processos erosivos pela ocupação irregular em área de solo exposto próxima às obras do Rodoanel, na Estrada do Taboão em Guarulhos (Área 6)



Foto 6.3.4-11 e 12 – Aceleração de processos erosivos pela exposição de solo (loteamento) na Estrada Guarulhos-Nazaré, em Guarulhos (Área 7)



Foto 6.3.4-13 – Aceleração de processos erosivos pela exposição de solo (sítio sr. Costa), em Guarulhos (Área 8)

Foto 6.3.4-14 – Aceleração de processos erosivos (ao centro e ao fundo) pela exposição de solo por terraplanagem na Estrada Albino Martelo, em Guarulhos (Área 9)



Foto 6.3.4-15 – Aceleração de processos erosivos pela exposição de solo, Jardim Curi, em Arujá (Área 10)

Foto 6.3.4-16 – Acelerado processo de assoreamento e despejo inadequado de resíduos da construção em recurso hídrico. Jardim Curi, Arujá (Área 11)



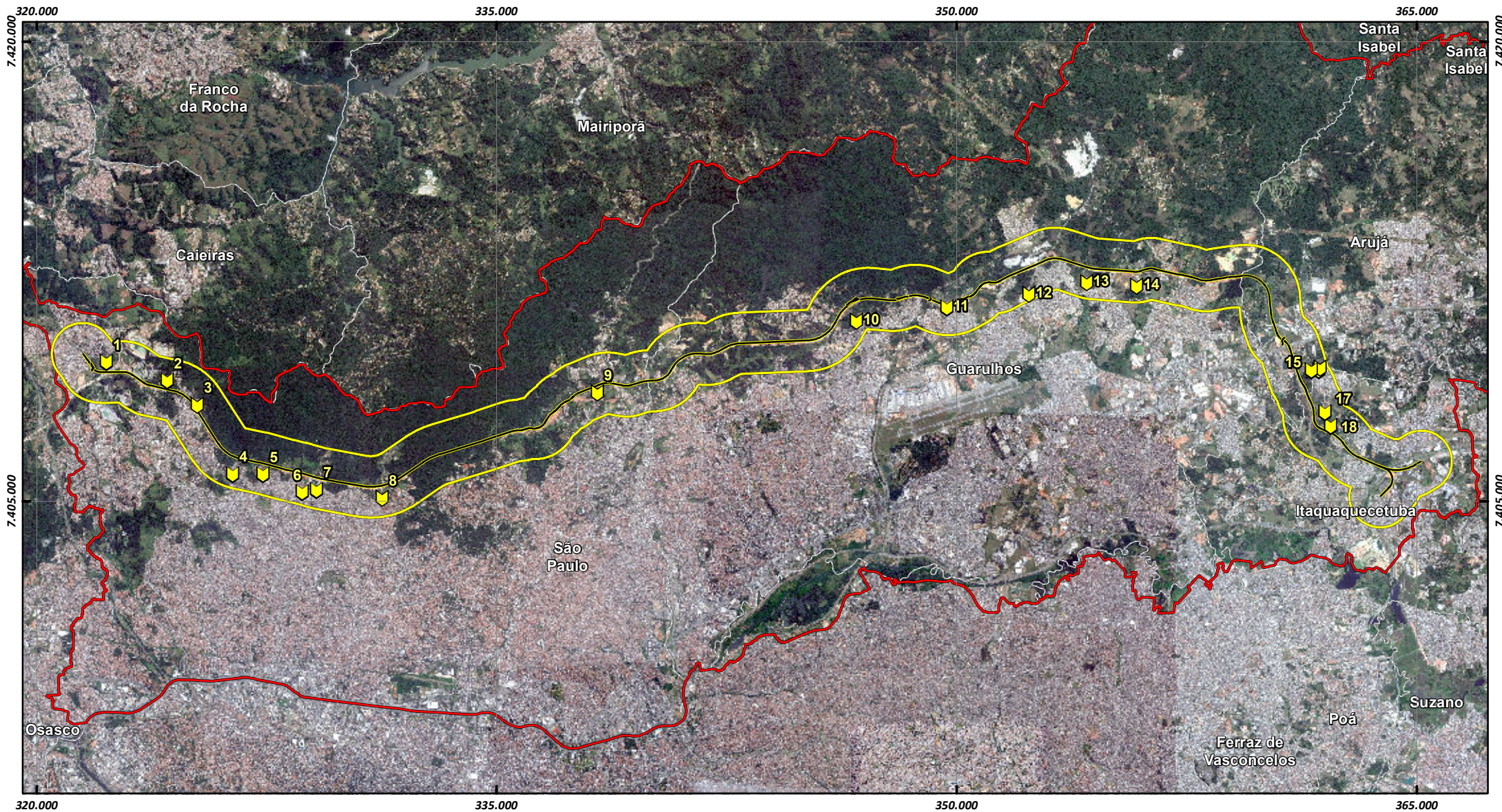
Foto 6.3.4-17– Aceleração de processos erosivos superficiais e lineares pela exposição de solo e terraplanagem. Jardim Curi, em Arujá (Área 12)



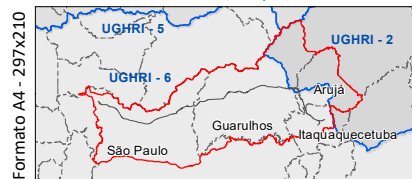
Foto 6.3.4-18 – Aceleração de processos erosivos superficiais e lineares pela exposição de solo e terraplanagem. Jardim Canaã, em Itaquaquecetuba (Área 13)



Foto 6.3.4-19 e 20 – Aceleração de processos erosivos superficiais e lineares pela exposição de solo e terraplanagem. Clube Nippon Blue Jays Beisebol, em Itaquaquecetuba (Área 14)



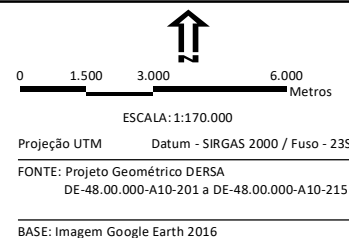
PROCESSO : 282/15



Formato A4 - 297x210

- Eixo Ferroanel Norte
- Limite de Municípios
- ▭ AII - Meios Físico e Biótico
- ▭ AID - Área de Influência Direta
- ▼ Pontos Críticos

Responsável : Geógrafo Rogério Peter de Camargo / CREA-5061888558
AmbGIS - rogerio@ambgis.com.br



EIA/RIMA - FERROANEL NORTE

AII - Área de Influência Indireta

Localização dos Processos Emergentes do Meio Físico na AID

DATA: Jun/2017 Folha Única FIGURA : 6.3.4-8

6.3.5 Geotecnia da ADA

Para a caracterização da geotecnia da ADA foram utilizados os dados de sondagem realizados para os projetos e obras do Rodoanel Norte e do Rodoanel Leste, bem como a análise de detalhe dos mapas e plantas disponíveis, análise do modelo digital do terreno, análise da carta de declividade do terreno e na caracterização de campo com base nas frentes de obra do empreendimento Rodoanel Norte, que se encontra em construção (DERSA e Consórcio PRIME/Ambiente Brasil/JHE).

Os dados de sondagens que foram compilados dos relatórios da fase do projeto e da implantação do Rodoanel Norte e do Rodoanel Leste, onde foram utilizados os boletins de sondagem, bem como alguns perfis geotécnicos, principalmente nos trechos de túneis.

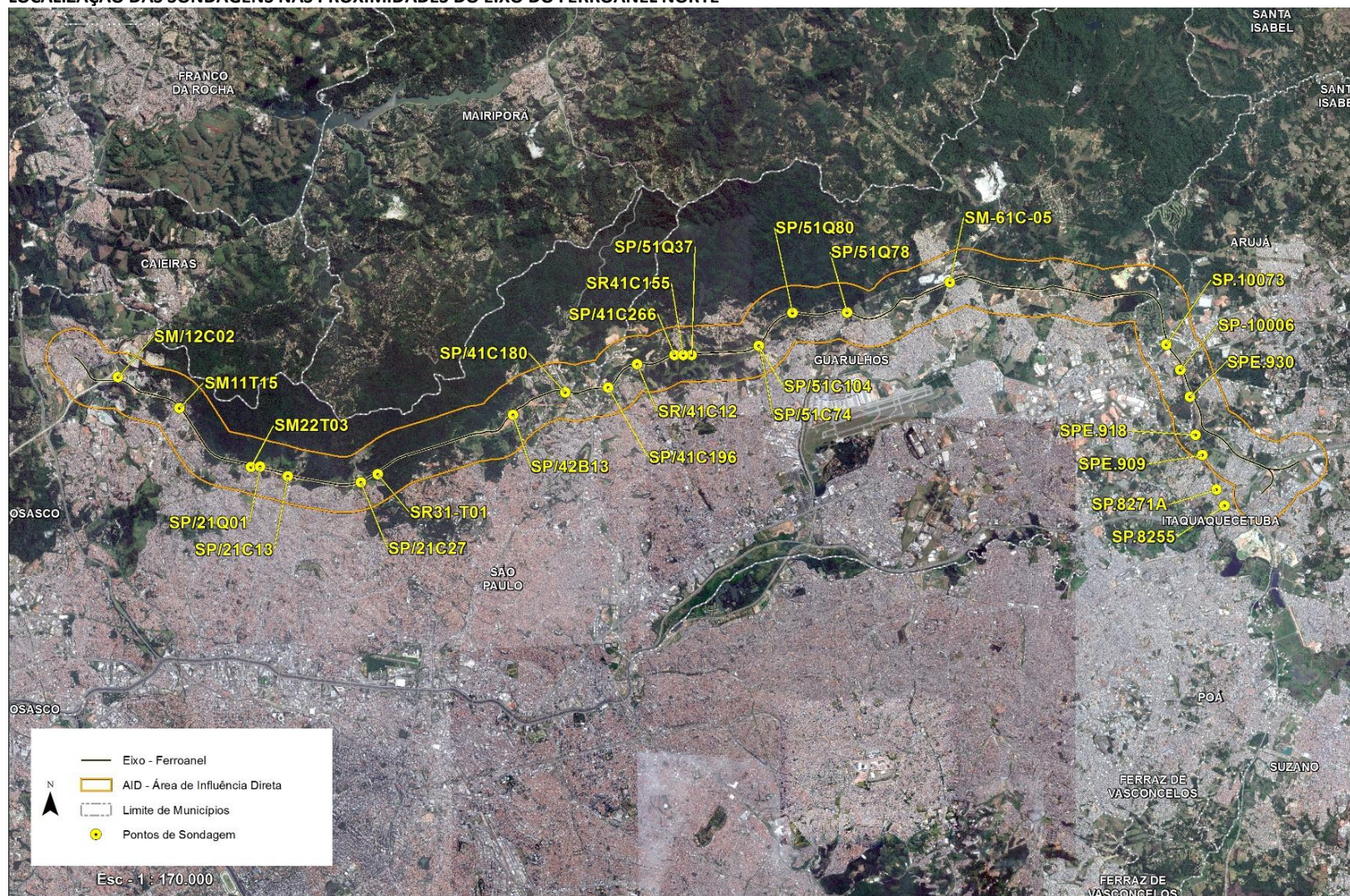
A seguir, na Figura 6.3.5-1 é apresentada a localização das sondagens e no Quadro 6.3.5-1 a compilação dos dados das sondagens que foram selecionadas como as mais representativas para a caracterização geotécnica dos terrenos que serão atravessados pelo Ferroanel Norte. A seleção foi realizada por meio da análise técnica de todas as sondagens realizadas, análise de perfis geológicos-geotécnicos, identificação dos terrenos similares e definição daquelas que se apresentam como as mais representativas.

Também, foram selecionados perfis geológicos-geotécnicos que estão apresentados nas Figuras 6.3.5-2 a 6.3.5-3, que representam situações típicas do local onde será construído o empreendimento.

Na sequência, é apresentado levantamento com a identificação dos trechos críticos ao longo da ADA, tendo em vista a instalação das obras do Ferroanel Norte e a sua operação.

Na ADA foram identificados 24 segmentos homogêneos com relação às características e comportamento do meio físico, de acordo com o conjunto das características do substrato rochoso, topografia e relevo, solos, entalhamento dos canais de drenagem, processos morfodinâmicos e aspectos geotécnicos quanto ao material de alteração. Esses compartimentos foram individualizados pela predominância de suas características naturais, separados em trechos do projeto do Ferroanel Norte, como apontado no Quadro 6.3.5-2.

FIGURA 6.3.5-1
LOCALIZAÇÃO DAS SONDAGENS NAS PROXIMIDADES DO EIXO DO FERROANEL NORTE



QUADRO 6.3.5-1
CARACTERÍSTICAS DOS PERFIS DE SONDAGEM NAS PROXIMIDADES DO EIXO DO FERROANEL NORTE

Sonda- gem nº	Estaca Ferroa- nel	Estaca corres- pondente do Rodoanel	Profundi- dade	NA	Descrição do Material	CO- ORD. X_COA	CO- ORD. Y_COA
SM/12C02	1080	1030 Raimundo P. Ma- galhães	20,25	Seco	Rocha Ígnea: Turmalina, Granito, Textura Média, Equigranular cinza claro.	322842	7409336
SM11T15	1204	1156,5 Túnel 101 Estaqueamento Médio	64,45	17,76	0,80 = Areia fina a grossa argilosa com materia orgânica (COL) 2,95 = Areia fina a grossa siltosa pouco micácea; 5,70 = Blocos de Granito porfirítico muito alterado a alterado (RAM/RAD) com trechos de RAM não recuperado; 12,00 = Blocos de Granito são/alterado duro (RS/RAD) nº golpes 3/15.	325043	7408236
SM22T03	1379 Túnel 2	2011,5 Túnel 201 Estaqueamento Médio	40,35	9,27	0,00 a 0,03: Piso de concreto; 0,03 a 0,60: Argila siltosa, com areia fina a grossa, plástica, com matéria orgânica, marrom; 0,60 a 4,60: Argila siltosa, com areia grossa a fina, plástica, rija, vermelho róseo com manchas brancas; 4,60 a 7,85: Silte arenoso (areia média a grossa), pouco micáceo, medianamente compacto, vermelho róseo e amarelo; 7,85 a 12,00: Silte argiloso, com areia fina a média, rija, amarelo e cinza variegado; 12,00 a 13,00: Provável cavidade (sem amostragem e SPT muito baixp); 13,00 a 14,00: Areia grossa a fina siltosa, pouco micácea, medianamente compacta, marro e cinza variegado; 14,00 a 16,05: Solo de alteração de zona cisalhada granítica gradando para rocha alterada mole (SA/RAM); silte arenoso (areia fina a média), pouco micáceo; 16,05 a 19,84: Fragmentos de rocha alterada em meio arenoso de cor marrom amarelado, com presença de películas pretas; 19,84 a 38,70: Zona cisalhada granítica sã a alterada dura (RS/RAD), microfissurada verticalmente com fraturas seladas com películas verdes de até 12 mm, com pórfiros de k-feldspato; 38,70 a a 40,35: Zona cisalhada granítica sã a alterada dura (RS/RAD), microfissurada verticalmente com fraturas seladas com películas verdes de até 12 mm, com pórfiros de k-feldspato.	327598	7406115

Sonda- gem nº	Estaca Ferroa- nel	Estaca corres- pondente do Rodoanel	Profundi- dade	NA	Descrição do Material	CO- ORD. X_COA	CO- ORD. Y_COA
SP/21Q01	1395 Túneis 2 e 3 72 a 96	2027	23,75	22,65	0,50 a 1,70: Argila arenosa fina/média com detritos vegetais; 1,70 a 11, 50: Silte argiloso com areia fina/grossa vermelha; 11,50 a 23,75: Silte arenoso micáceo; 23,75: Sondagem paralisada em material impenetrável a percussão em provável rocha ou matacão.	327932	7406132
SP/21C13	1446	Túnel 202 Estaqueamento Médio E = 2080	17,28	1,58	0,50 a 16,00: Silte arenoso (fina/média) Micácea variegado (amarelo com manchas amarelas e cinza); 16,00 a 17,36 Silte arenoso Micácea variegado (cinza dom manchas brancas); 17,2: Sondagem paralisada em material impenetrável a percussão em provável rocha ou matacão.	328925	7405785
SP/21C27	1579	E = 2214	12,84	9,55	0,00 A 2,70: Areia (fina/média) siltosa com pedregulhos marrom; 2,70 a 10,00: Argila arenosa (fina/grossa) com pedregulhos médios/grandes e pedaços de madeira variegada marrom; 10,00 a 12,84: Areia (fina/média) siltosa (amarela clara com manchas cinza); 12,84: Sondagem paralisada em material impenetrável a percussão em provável rocha ou matacão.	331547	7405570
SR31-T01	1612,5	E = 3003	38,23	seco	0,00 a 1,00: Argila arenosa (areia fina a grossa quartzosa), coesa e plástica, com raros detritos vegetais (principalmente raízes); 1,00 a 3,00: Argila silto-arenosa (areia grossa a média quartzosa), coesa medianamente plástica mole a média; 3,00 a 12,70: Silte arenoso (areia grossa a fina com grãos angulosos) composto por feldspato e biotita, pouco coeso compacto a coeso a medianamente compacto; 12,70 a 38,23: Granito porfiro de estrutura maciça, matriz fanerítica grossa a média, composta predominantemente por quartzo, feldspato e biotita, com fenocristais até centimétricos de feldspato. As fraturas quando preenchidas são predominantemente por óxido de ferro e manganês.	332148	7405855
SP/42B13	1885	E = 4010,5	15,45	3,50	0,00 a 1,80: Argila arenosa pouco siltosa, mole marrom (aterro); 1,80 a 3,60: Argila siltosa pouco arenosa muito mole amarela (sedimento); 3,60 a 15,45: Silte arenoso pouco argiloso medianamente compacto cinza claro e amarelo (solo residual).	336998	7407986

Sonda- gem nº	Estaca Ferroa- nel	Estaca corres- pondente do Rodoanel	Profundi- dade	NA	Descrição do Material	CO- ORD. X_COA	CO- ORD. Y_COA
SP/41C196	2069	E = 4385	10,25	0,00	0,45 a 2,65: Aterro de argila arenosa com detritos vegetais cinza a marrom, seguidos de argila siltosa pouco arenosa marrom/amarela; 2,65 a 10,25: Silte argiloso arenoso com caulim, roxo e cinza.	340404	7408970
SR/41C12	2138	E = 4454	6,1	2,00	0,00 a 1,25: Solo: 1,25 a 6,10: Granito Gnaiss textura fina média, cinza. Fraturas com orientação sub-horizontal; De 1,05 a 1,35 A2, E2/E3, D3/D4, F2.R2.RAD; 1,35 a 6,10: A1, E2, D3, F1, R1, Rs.	341451	7409798
SP/41C180	1992	Fernão Dias E = 4220	17,25	SECO	0,00 a 17,25: Areia (fina grossa) siltosa com fragmentos de rocha variegado amarelo e cinza muito compacta. Solo de alteração de rocha.	338874	7408790
SP/41C266	2209	4524,5	12,27	0,00	0,00 a 0,40: Aterro de silte argiloso pouco arenoso com detritos vegetais, marrom; 0,40 a 2,50: Silte argiloso pouco arenoso, marrom e amarelo (mole); 2,50 a 6,30: Silte arenoso com fragmentos de rocha, caulim e mica, amarelo cinza (médio a rijo); 6,30 a 12,27: Silte argiloso arenoso com mica variegado (rijo duro); 9,70 a 12,27: Silte argiloso arenoso, cinza e marrom (duro).	342786	7410125
SP/51Q37	2240	5007	25	0,00	0,00 a 1,60: Silte argiloso com areia fina a média com detritos vegetais marrom variegado mole (SR); 1,60 a 2,86: Silte argiloso vermelho claro médio (SR); 2,86 a 9,00: Silte arenoso fino pouco argiloso marrom variegado. Medianamente compacto a muito compacto (SR); 9,00 a 12,00: Silte argiloso com areia fina a média vermelho variegado. Duro (SR); 12,00 a 18,86: Silte arenoso fino pouco argiloso marrom variegado, muito compacto (SR); 18,86 a 21,00: Silte arenoso fino com pedregulhos pequenos (provável veio de quartzo) vermelho variegado muito compacto (SR); 21,00 a 25,03: Silte argiloso com areia fina a média vermelho e marrom variegado duro (SR).	343404	7410138

Sonda- gem nº	Estaca Ferroa- nel	Estaca corres- pondente do Rodoanel	Profundi- dade	NA	Descrição do Material	CO- ORD. X_COA	CO- ORD. Y_COA
SR41C155	2225	4539,5	30,25	4,20	0,00 a 1,00: Argila siltosa (areia fina composta por quartzo e concreções ferruginosas), pouco plástica, mole, com detritos vegetais cor marrom; 1,00 a 3,00: Argila siltosa pouco arenosa (areia muito fina, composta predominantemente por quartzo), pouco plástica, média, cor marrom amarelado; 3,00 a 9,00: Silte argiloso pouco arenoso (areia fina e fragmentos de rocha, pouco plástico, médio, cor variegado (vermelha, cinza e amarela); 9,00 a 13,31: Silte argiloso com grãos de areia fina e fragmentos de rocha, pouco plástico, rijo a duro cor cinza, preto e branco; 13,31 a 30,25: Rocha metabásica cinza escura levemente foliada, areia composta por fragmentos de rocha, muito compacta, Brecha carbonática (fragmentos de metabásica cimentados em matriz carbonática) cinza escura e rocha metacarbonática cinza escura composta essencialmente por calcita, apresentando zonas com oxidação de minerais ferromagnetos.	343094	7410135
SP/51C74	2364	E = 5131,5 OAE 503	2,32	0,00	0 a 0,20: Argila silto-arenosa com raízes, cinza escura (mole); 0,20 a 2,15: Argila siltosa pouco arenosa, marrom (mole); 2,15 a 2,32: Silte argiloso com fragmentos de rocha, caulim e mica, cinza e amarelo (muito compacto); 2,32: Impenetrável a ferramenta de trado.	345835	7410459
SP/51C104	2363	5130,5 OAE 506	24,03	Seco	0,00 A 0,93: Aterro de argila silto-arenosa com raízes, marrom; 0,93 a 1,87: Argila orgânica siltosa pouco arenosa, preta (muito mole); 1,87 a 3,53: Areia fina argilosa pouco siltosa, cinza escuro (fofa); 3,53 a 15,00: Silte argiloso pouco arenoso com caulim, roxo e cinza (mole a médio); 15,00 a 24,03: Silte arenoso pouco argiloso com fragmentos de rocha e caulim, cinza e amarelo (muito compacto).	345812	7410459
SP/51Q78	2549	E = 5315		Seco	0,00 A 0,80: Argila arenosa (fina a média), marrom clara (solo residual); 0,80 a 3,00: Silte argiloso com areia fina vermelha (solo residual); 3,00 a 10,70: Silte arenoso (fino a médio) pouco argiloso variegado vermelho, pouco compacto a compacto (solo residual); 10,70 a xxx: Silte arenoso (fino a médio) pouco argiloso, variegado vermelho com manchas cinza (solo residual compacto).	348977	7411661

Sonda- gem nº	Estaca Ferroa- nel	Estaca corres- pondente do Rodoanel	Profundi- dade	NA	Descrição do Material	CO- ORD. X_COA	CO- ORD. Y_COA
SP/51Q80	2449	E = 5216,5	20,45	20,22	0,00 A 0,78: Silte argiloso com detritos vegetais, marrom escuro (solo superficial); 0,78 a 15,00: Silte arenoso (areia fina), marrom claro, pouco compacto a muito compacto (solo de alteração de rocha - filito); 15,00 a 20: Silte arenoso (areia fina) pouco argiloso, com fragmentos de rocha, óxido de manganês marrom amarelado, muito compacto. (Solo de alteração de rocha - metabásica); 20,00 a 20,45.	347020	7411645
SM-61C- 05	2753	6117	28,09	Seco	0,00 a 0,50: Silte arenoso (fina), com argila, com pedregulho (fino médio), marrom; 0,50 a 3,57: Silte pouco argiloso, com areia fina, com mica, amarelo acinzentado; 3,57 a 14,00: Silte com areia fina, com pedregulho fino (quartzo, feldspato e xisto), micáceo, cinza amarelo variegado; 14,00 a 28,00: Silte com areia fina, com argila, com pedregulho fino (xisto), micáceo, com MnO, marrom acinzentado variegado; Critério de paralização 10 cm abaixo do greide.	352657	7412736
SP-10006	3270	6435 E	14,45	9,73	0,00 a 0,18: Camada vegetal, argila arenosa, pouco siltosa, muito mole, cor marrom e vermelho; 0,18 a 2,63: Argila siltosa, pouco arenosa, muito mole, a mole, cor vermelho e amarelo; 2,63 a 12,00: Silte argiloso, pouco arenoso, com mica, muito mole, a médio, cor variegada, vermelho, roxo e amarelo; 12,00 a 12,45: Silte argiloso, pouco arenoso, médio a rijo cor variegado, roxo, vermelho e amarelo.	360921	7409600
SP.10073	3218	6578	9,95	1,86	0,00 a 0,52: Argila silto-arenosa, com detritos vegetais, cinza escura (AT); 0,52 a 2,00: Argila plástica pouco arenosa, cor cinza (AL); 2,00 a 5,00: Areia média a fina pouco argilosa, com pedregulhos médios, cinza clara; 5,00 a 9,95: Silte areno-argiloso, micáceo, com fragmentos de rocha, variegado (cinza) (SAR).	360418	7410506

Sonda- gem nº	Estaca Ferroa- nel	Estaca corres- pondente do Rodoanel	Profundi- dade	NA	Descrição do Material	CO- ORD. X_COA	CO- ORD. Y_COA
SPE.909	3423	6275	8,46	Seco	0,00 a 0,30: Argila siltosa pouco arenosa, com detritos vegetais, marrom (AT); 0,30 a 2,00: Argila siltosa pouco arenosa, amarela avermelhada (SR); 2,00 a 5,00: Silte argiloso pouco arenoso, variegado, e silte areno-argiloso, micáceo, variegado (roxo avermelhado) SAR; 5,00 a 8,46: Silte areno-argiloso, micáceo, variegado (roxo avermelhado) SAR.	361716	7406550
SPE.918	3387	6294	15,3	0,67	0,00 a 0,85: Argila plástica arenosa, com detritos vegetais variegada (marrom amare- lada) (Camada Vegetal); 0,85 a 4,60: Argila plástica pouco arenosa, com matéria orgânica e Argila plástica silto- arenosa, variegada (amarela acinzentada) (AL/SR); 4,60 a 12,73: Silte argilo-arenoso, micáceo com fragmentos de rocha, variegado (cinza amarelado) (SAR); 12,73 a 15,30: Silte arenoso pouco arenoso, micáceo, com fragmentos de rocha varie- gado (cinza amarelado) (SAR).	361471	7407275
SPE.930	3320	6386	13,45	Seco	0,00 a 0,03: Camada vegetal; 0,03 a 2,53: Argila plástica pouco arenosa com matéria orgânica, cinza escura (AL); 2,53 a 5,60: Argila plástica silto-arenosa, variegada (amarela acinzentada) (SR); 5,60 a 13,45: Silte argilo-arenoso, micáceo com fragmentos de rocha e Silte arenoso pouco arenoso micáceo com fragmentos de rocha variegado (cinza amarelado) (SAR).	361257	7408637
SP.8255	3520	6175	16,03	1,87	0,00 a 0,40: Areia fina a média argilosa, com entulhos de construção, variegada (mar- rom acinzentada) (AT); 0,40 a 4,50: Argila plástica pouco arenosa, variegada (cinza amarelada); 4,50 a 10,00: Areia média pouco argilosa, com pedregulhos médios cinza clara, e silte argiloso pouco arenoso, maiacáceo variegado (cinza amarelado) (SAR); 10,00 a 16,03: Silte areno-argiloso micáceo com fragmentos de rocha, variegado (cinza amarelado) (SAR).	362507	7404733
SP.8271A	3480	6208	9,66	3,88	0,00 a 0,30: Argila siltosa pouco arenosa, com detritos vegetais, marrom (AT); 0,30 a 3,50: Argila silto-arenosa, com pedregulhos finos, variegada (amarela) (AT/AL); 3,50 a 5,60: Argila plástica siltosa pouco arenosa, variegada (marrom) (AT); 5,60 a 9,66: Silte areno-argiloso, micáceo, variegado (amarelo) e Silte areno-argiloso, micáceo, com fragmentos de rocha, variegado (cinza) (SAR).	362207	7405314

FIGURA 6.3.5-2

Exemplo de perfil geológico – geotécnico elaborado para o projeto do Rodoanel Norte (Parada de Taipas – São Paulo)

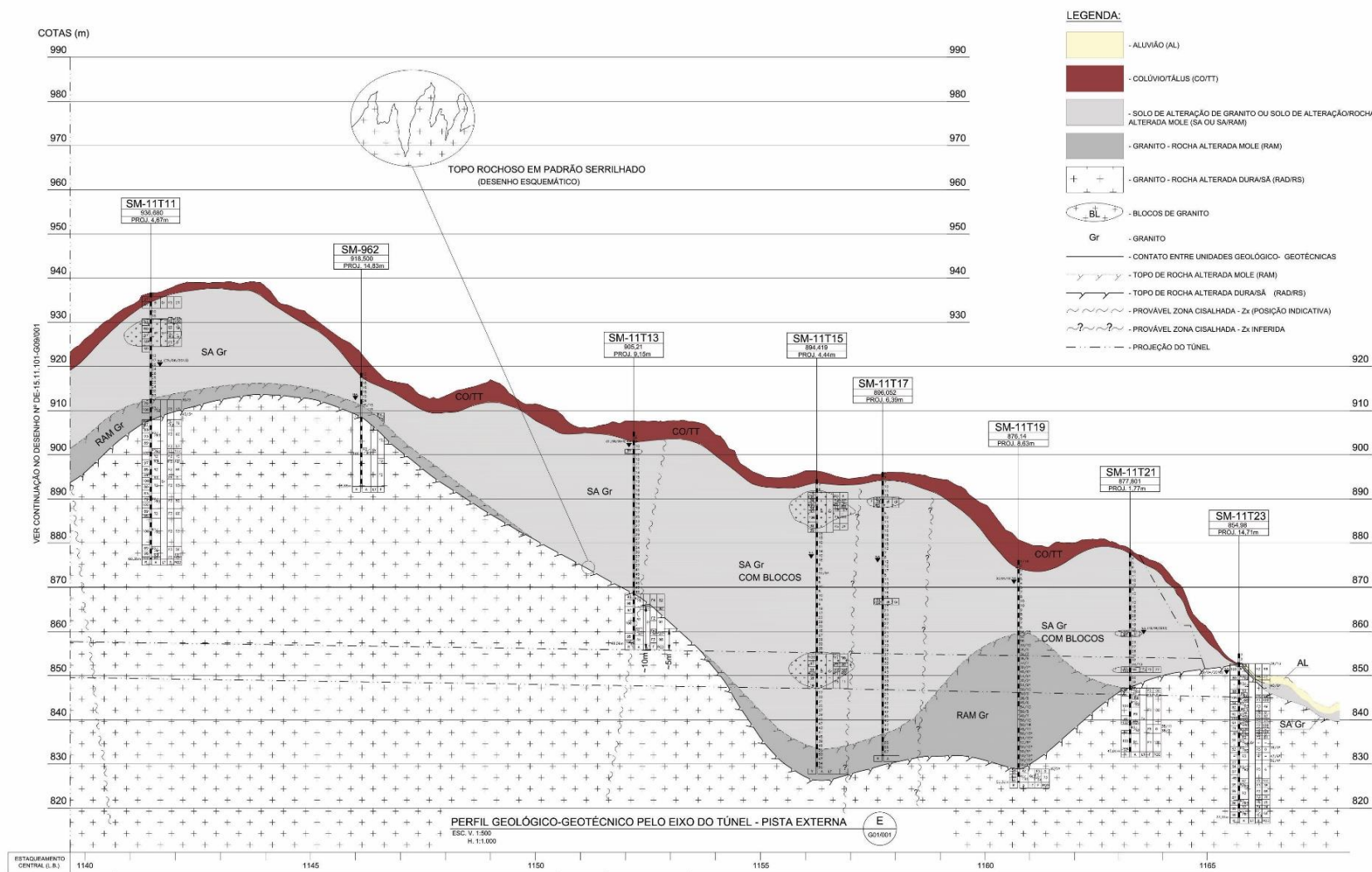
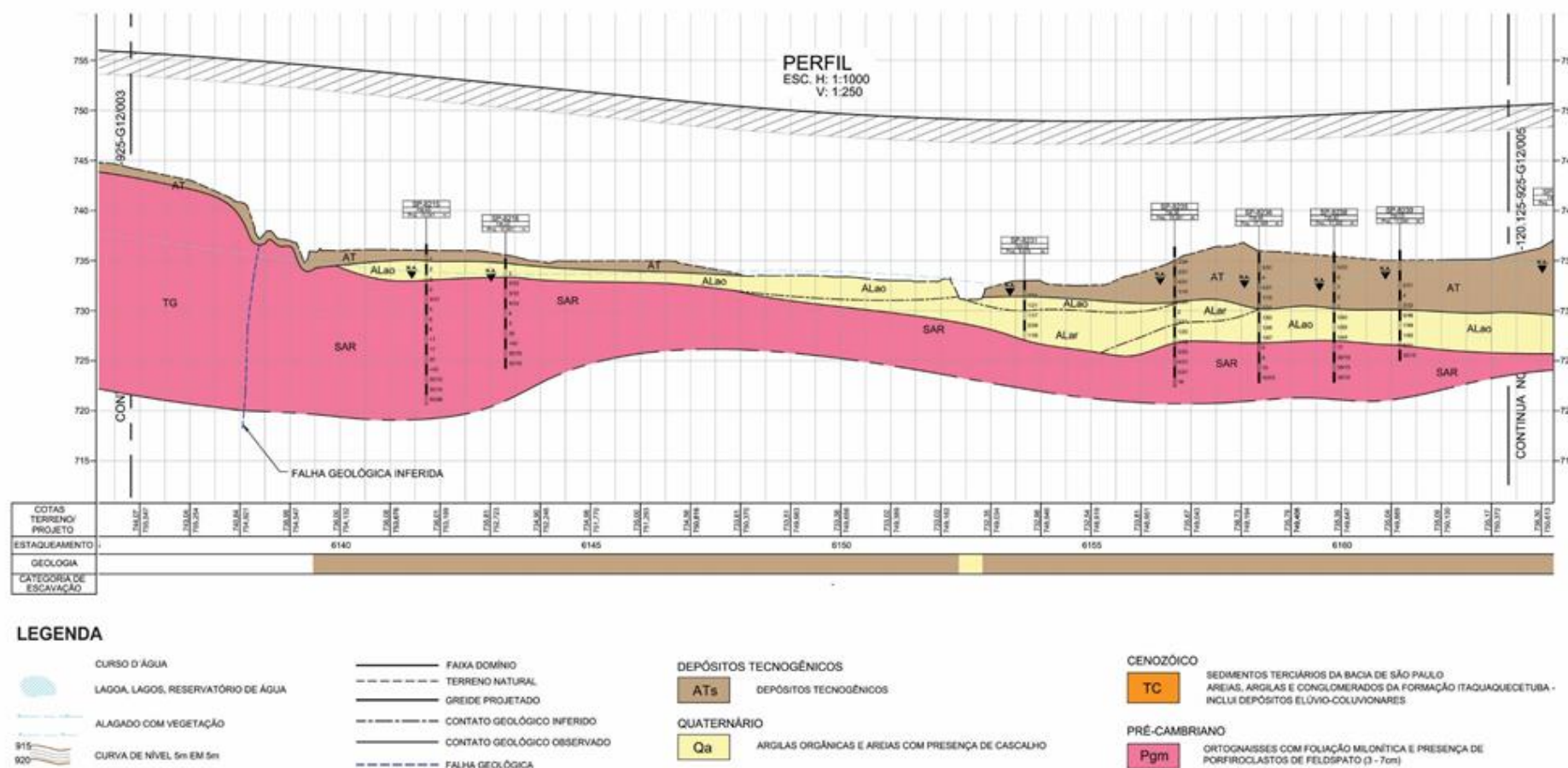


FIGURA 6.3.5-3
EXEMPLO DE PERFIL GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO ELABORADO PARA A CONSTRUÇÃO DO RODOANEL LESTE EM ITAQUAQUECETUBA



QUADRO 6.3.5-2

SÍNTESE DAS CARACTERÍSTICAS PREDOMINANTES DO MEIO FÍSICO NA ADA

TRECHO NA ADA	SUBSTRATO ROCHOSO DOMINANTE	RELEVO E BACIA HIDROGRÁFICA NA AID	TOPOGRAFIA E DECLIVIDADE PREDOMINANTE	DESCRIÇÃO DOS SOLOS	GEOTECNIA	SUSCETIBILIDADE A PROCESSOS DO MEIO FÍSICO
Segmento 1 Início do empreendimento – antes do emboque do Túnel 1 Várzea Estaca 982 a 1.040	Sedimentos quaternários	Várzea de afluente do rio Juqueri. Relevo plano.	Topografia planar com declividade entre 0 – 3%	Solos aluviais	Solo inconsolidado sujeito a recalques e afundamentos na superfície.	a) alta suscetibilidade à inundações; b) nível d'água raso; c) presença de solos moles
Segmento 2 Túnel 1 Estaca 1.040 a 1.323	Sedimentos Terciários, Granitos e Gnaisses	Morros altos.	Topografia acidentada e declividades entre 12% e 30%, sendo superior a 30% com frequência	Argissolo Vermelho Amarelo	Solo de alteração profundo, argilo arenoso nas camadas mais superficiais, porém mais siltoso quando se aprofunda o perfil.	a) muito alta suscetibilidade a escorregamentos (naturais e induzidos); b) blocos e matacões soltos em meio ao maciço de solo do manto de alteração; c) alta suscetibilidade à erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentos de terra.
Segmento 3 Viadutos e corte e aterro Estaca 1.323 a 1.357	Sedimentos Quaternários, Granitos e Gnaisses	Planícies fluviais restritas do córrego Vista Alegre - Canivete e de seus afluentes. Também atravessa porções de Morros.	Topografia plana em alguns trechos e de Morro em outros. Declividade variando de 0 a 30%, com predomínio entre 13 e 30%	Solos aluviais nos fundos de vale e Argissolo Vermelho Amarelo nos Morros	Solo de alteração profundo, argilo arenoso nas camadas mais superficiais, porém mais siltoso quando se aprofunda o perfil e encontra-se fragmentos de rocha.	a) Alta suscetibilidade a escorregamentos (naturais e induzidos); b) blocos e matacões soltos em meio ao maciço de solo do manto de alteração; c) alta suscetibilidade à erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentos de terra; d) alta suscetibilidade a inundações nos fundos de vale; e e) presença de solos moles nos fundos de vale.
Segmento 4 Túnel 2 e 3 Estacas 1.357 a 1.390	Granitos e Gnaisses	Morros altos	Morros altos da Serra da Cantareira, topografia ondulada, declividades altas superiores a 30%, Vales bem entalhados, rede de drenagem de alta densidade. Blocos de rocha soltos no interior do maciço de solo do manto de alteração.	Argissolo Vermelho Amarelo	Solo de alteração profundo, argilo arenoso nas camadas mais superficiais, porém mais siltoso quando se aprofunda o perfil e encontra-se fragmentos de rocha.	a) muito alta suscetibilidade a escorregamentos (naturais e induzidos); b) blocos e matacões soltos em meio ao maciço de solo do manto de alteração; c) alta suscetibilidade à erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentos de terra.

TRECHO NA ADA	SUBSTRATO ROCHOSO DOMINANTE	RELEVO E BACIA HIDROGRÁFICA NA AID	TOPOGRAFIA E DECLIVIDADE PREDOMINANTE	DESCRIÇÃO DOS SOLOS	GEOTECNIA	SUSCETIBILIDADE A PROCESSOS DO MEIO FÍSICO
Segmento 5 Cortes e aterros e viadutos Estaca 1.390 – 1.482 Com a várzea do piscinão entre a 1.412 e 1.417 e várzea do córrego Itaguaçu entre a 1.445 e 1.455, e várzea de afluente do rio Cabuçu de Baixo entre as estacas 1.465 a 1.482	Sedimentos Quaternários, Granitos e Gnaisses	Morros médios intercalados a planícies aluviais	Morros médios, topografia ondulada, declividades predominantes entre 13 e 30 %. Nas várzeas vales abertos, drenagem de alta densidade.	Argissolo Vermelho Amarelo nos Morros e solos aluviais nas várzeas	Solo de alteração profundo, argilo arenoso nas camadas mais superficiais, porém mais siltoso quando se aprofunda o perfil e encontra-se fragmentos de rocha. Nas várzeas solos inconsolidados.	a) muito alta suscetibilidade a escorregamentos (naturais e induzidos); b) blocos e matacões soltos em meio ao maciço de solo do manto de alteração; c) alta suscetibilidade à erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentos de terra; d) alta suscetibilidade a inundações nos fundos de vale; e e) presença de solos moles nos fundos de vale.
Segmento 6 Túnel 4 Estaca 1.482 a 1.510,5	Granitos e Gnaisses	Morros altos	Morros Altos com declividades predominates superiores a 30%	Argissolo Vermelho Amarelo	Solo de alteração profundo, argilo arenoso nas camadas mais superficiais, porém mais siltoso quando se aprofunda o perfil e encontra-se fragmentos de rocha.	a) muito alta suscetibilidade a escorregamentos (naturais e induzidos); b) blocos e matacões soltos em meio ao maciço de solo do manto de alteração; c) alta suscetibilidade à erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentos de terra.
Segmento 7 Viadutos e pequeno corte e aterro Estaca 1.510,5 a 1.564 Entre as estacas 1.520 a 1.532 ocorre a várzea do córrego do Bispo.	Granitos e Gnaisses e Sedimentos quaternários	Morros Altos e várzea do córrego do Bispo	Topografia com declividade alta, próxima aos 30% ou superior nos Morros e baixa na várzea 0-3%	Argissolo Vermelho Amarelo nos Morros e solos aluviais nas várzeas	Solo de alteração profundo, argilo arenoso nas camadas mais superficiais, porém mais siltoso quando se aprofunda o perfil e encontra-se fragmentos de rocha. Nas várzeas solos inconsolidados.	a) muito alta suscetibilidade a escorregamentos (naturais e induzidos); b) blocos e matacões soltos em meio ao maciço de solo do manto de alteração; c) alta suscetibilidade à erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentos de terra; d) alta suscetibilidade a inundações nos fundos de vale; e e) presença de solos moles nos fundos de vale

TRECHO NA ADA	SUBSTRATO ROCHOSO DOMINANTE	RELEVO E BACIA HIDROGRÁFICA NA AID	TOPOGRAFIA E DECLIVIDADE PREDOMINANTE	DESCRIÇÃO DOS SOLOS	GEOTECNIA	SUSCETIBILIDADE A PROCESSOS DO MEIO FÍSICO
Segmento 8 Viaduto – várzea ETA Guaraú Estaca 1.564 a 1.601 Da estaca 1.601 a 1.611 Depósito da barragem da ETA	Granitos e Gnaisses e Sedimentos quaternários	Morros Altos e várzea do córrego do Guaraú e seus afluentes	Topografia com declividade alta, próxima aos 30% ou superior nos Morros e baixa na várzea 0-3%	Argissolo Vermelho Amarelo nos Morros e solos aluviais nas várzeas	Solo de alteração profundo, argilo arenoso nas camadas mais superficiais, porém mais siltoso quando se aprofunda o perfil e encontra-se fragmentos de rocha. Nas várzeas solos inconsolidados.	a) muito alta suscetibilidade a escorregamentos (naturais e induzidos); b) blocos e matacões soltos em meio ao maciço de solo do manto de alteração; c) alta suscetibilidade à erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentos de terra; d) alta suscetibilidade a inundações nos fundos de vale; e e) presença de solos moles nos fundos de vale
Segmento 9 Túnel 5 Estaca 1.611 a 1.776	Granitos e Gnaisses	Morros altos	Morros Altos com declividades predominates superiores a 30%	Argissolo Vermelho Amarelo	Solo de alteração profundo, argilo arenoso nas camadas mais superficiais, porém mais siltoso quando se aprofunda o perfil e encontra-se fragmentos de rocha.	a) muito alta suscetibilidade a escorregamentos (naturais e induzidos); b) blocos e matacões soltos em meio ao maciço de solo do manto de alteração; c) alta suscetibilidade à erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentos de terra;
Segmento 10 Várzea da Faz Sta Maria Estaca 1.776 a 1.932	Aluviões quaternários	Planícies fluviais amplas a do córrego Cassununga e seus afluentes e pequenas Colinas	Topografia plana a colinosa, declividades 0 a 12%	Solos Aluviais	Solo inconsolidado sujeito a recalques e afundamentos na superfície.	a) alta suscetibilidade a inundações nos fundos de vale; e b) presença de solos moles nos fundos de vale
Segmento 11 Túnel 6 – trevo da Fernão Estaca 1.932 a 1.986	Filitos, Gnaisses e Mica xistos	Morros médios a altos	Topografia; declividades entre 12 % e 30%	Latossolo Vermelho-Amarelo	Solo de alteração profundo. Se torna mais siltoso em profundidade. Presença de mica na transição de rocha alterada.	a) alta suscetibilidade à erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentos de terra; b) média suscetibilidade a escorregamentos (exclusivamente induzidos).
Segmento 12 Viadutos - Multilixo Estaca 1.986 a 2.105 Várzea do rio Cabuçu de Cima	Aluviões quaternários	Planícies fluviais amplas a do córrego Cabuçu de cima e seus afluentes e pequenas Colinas	Topografia plana a colinosa, declividades predominantes 0 a 3%	Solos Aluviais	Solo inconsolidado sujeito a recalques e afundamentos na superfície.	a) alta suscetibilidade a inundações nos fundos de vale; e b) presença de solos moles nos fundos de vale

TRECHO NA ADA	SUBSTRATO ROCHOSO DOMINANTE	RELEVO E BACIA HIDROGRÁFICA NA AID	TOPOGRAFIA E DECLIVIDADE PREDOMINANTE	DESCRIÇÃO DOS SOLOS	GEOTECNIA	SUSCETIBILIDADE A PROCESSOS DO MEIO FÍSICO
Segmento 13 Cortes de grandes dimensões Estaca 2.105 a 2.129	Filitos, Gnaisses e Mica xistos	Morros médios a altos	Topografia; declividades entre 12 % e 30%	Latossolo Vermelho-Amarelo	Instabilidades durante a escavação relacionadas à xistosidade do maciço rochoso	a) alta suscetibilidade à erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentos de terra; b) média suscetibilidade a escorregamentos (exclusivamente induzidos).
Segmento 14 Viadutos corte e aterro Estaca 2.129 a 2.210	Filitos, Gnaisses e Mica xistos	Morros médios a altos	Topografia; declividades entre 12 % e 30%	Latossolo Vermelho-Amarelo	Instabilidades em cortes relacionadas à xistosidade do maciço rochoso.	a) alta suscetibilidade à erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentos de terra; b) média suscetibilidade a escorregamentos (exclusivamente induzidos).
Segmento 15 Túnel 7 – Estaca 2.210 a 2.223	Filitos, Gnaisses e Mica xistos	Morros médios a altos	Topografia; declividades entre 12 % e 30%	Latossolo Vermelho-Amarelo	Instabilidades durante a escavação relacionadas à xistosidade do maciço rochoso.	a) alta suscetibilidade à erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentos de terra; b) média suscetibilidade a escorregamentos (exclusivamente induzidos).
Segmento 16 Túnel 8 e 9 – viadutos e corte/aterro Estaca 2.223 a 2.354 Algumas planícies locais de afluentes do Cabuçu de Cima	Filitos, Gnaisses e Mica xistos	Morros médios a altos	Topografia; declividades entre 12 % e 30%	Latossolo Vermelho-Amarelo	Instabilidades durante a escavação e construção de cortes relacionadas à xistosidade do maciço rochoso.	a) alta suscetibilidade à erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentos de terra; b) média suscetibilidade a escorregamentos (exclusivamente induzidos).
Segmento 17 Viadutos corte e aterro Estaca 2.354 a 2.436 Várzea do córrego Invernada e afluentes	Aluviões quaternários	Planícies fluviais amplas a do córrego Invernada e seus afluentes e pequenas Colinas	Topografia plana a colinosa, declividades predominantes 0 a 3% com alguns locais chegando a 12%	Solos Aluviais	Solo inconsolidado sujeito a recalques e afundamentos na superfície.	a) alta suscetibilidade a inundações nos fundos de vale; e b) presença de solos moles nos fundos de vale
Segmento 18 Túnel 10 e 11 – corte e aterro Estaca 2.436 a 2.555 Filito	Filitos, Gnaisses, Migmatitos e Mica xistos	Morros médios a altos	Topografia; declividades entre 12 % e 30%	Latossolo Vermelho-Amarelo	Instabilidades durante a escavação e construção de cortes relacionadas à xistosidade do maciço rochoso.	a) alta suscetibilidade à erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentos de terra; b) média suscetibilidade a escorregamentos (exclusivamente induzidos).
Segmento 19 Viadutos corte e aterro Estaca 2.555 a 2.600	Aluviões quaternários	Planícies fluviais amplas a do córrego Água Suja e seus afluentes e pequenas Colinas	Topografia plana a colinosa, declividades predominantes 0 a 3% com alguns locais chegando a 12%	Solos Aluviais	Solo inconsolidado sujeito a recalques e afundamentos na superfície.	a) alta suscetibilidade a inundações nos fundos de vale; e b) presença de solos moles nos fundos de vale

TRECHO NA ADA	SUBSTRATO ROCHOSO DOMINANTE	RELEVO E BACIA HIDROGRÁFICA NA AID	TOPOGRAFIA E DECLIVIDADE PREDOMINANTE	DESCRIÇÃO DOS SOLOS	GEOTECNIA	SUSCETIBILIDADE A PROCESSOS DO MEIO FÍSICO
Várzea de córrego e afluentes						
Segmento 20 Corte e aterro, e viadutos Estaca 2.600 a 3.104 Várzeas 2.685 a 2.787, 2.787 a 2.810, 2.834 a 2.860	Filitos, Gnaisses, Migmatitos e Mica xistos, e aluviões quaternários	Morros médios a altos com fundos de vale abertos	Topografia; declividades entre 12 % e 30% e masis suaves nos fundos de vale	Argissolo Vermelho-Amarelo e solos aluviais nos fundos de vale	Solo de alteração profundo, mais siltoso em profundidade. Presença de mica na transição de rocha alterada. Solo inconsolidado nas várzeas.	a) alta suscetibilidade à erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentos de terra; b) média suscetibilidade a escorregamentos (exclusivamente induzidos).
Segmento 21 Aterro Estaca 3.104 a 3.245 Várzeas hortaliças Arujá	Aluviões quaternários	Planícies fluviais amplas	Topografia plana a colinosa, declividades predominantes 0 a 3%	Solos Aluviais com espessa camada de matéria orgânica	Solo inconsolidado sujeito a recalques e afundamentos na superfície.	a) alta suscetibilidade a inundações nos fundos de vale; e b) presença de solos moles favorecendo a ocorrência de colapsos.
Segmento 22 Tuneis 12 e 13 Arujá e Itaquaquetuba Estaca 3.245 a 3.412 Pré-Cambriano na base e Terciário/Quaternário. 3.359 a 3.381 pequeno trecho de corte e aterro entre os túneis.	Sedimentos Terciários	Morros médios a altos com fundos de vale abertos	Topografia; declividades entre 12 % e 30%	Argissolo Vermelho-Amarelo	Solo de alteração profundo. Se torna mais siltoso em profundidade. Presença de mica na transição de rocha alterada.	a) alta suscetibilidade à erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentos de terra; b) média suscetibilidade a escorregamentos (exclusivamente induzidos).
Segmento 23 Corte e aterro Arujá e Itaquaquetuba Estaca 3.412 a 3.515 Terciário e Quaternário.	Sedimentos Terciários e Aluviões Quaternários	Colinas suaves definidas pelos sedimentos Terciários	Topografia plana a colinosa, declividades 0 a 3% com alguns locais chegando a 12%	Solos Aluviais e Argissolo Vermelho-Amarelo	Solo de alteração profundo, com porções de solo inconsolidado	a) Média suscetibilidade a erosão; e b) Presença de solos moles favorecendo a ocorrência de colapsos
Segmento 24 Aterro Arujá e Itaquaquetuba Estaca 3.515 a 3.585 4.060 a 4.070 Várzea rio Tietê e seus afluentes	Aluviões Quaternários	Planícies fluviais amplas a do córrego Tietê e seus afluentes	Topografia plana a colinosa, declividades predominantes 0 a 3% com alguns locais chegando a 12%	Solos Aluviais com camada de matéria orgânica	Solo inconsolidado sujeito a recalques e afundamentos na superfície.	a) alta suscetibilidade a inundações nos fundos de vale; e b) presença de solos moles favorecendo a ocorrência de colapsos.

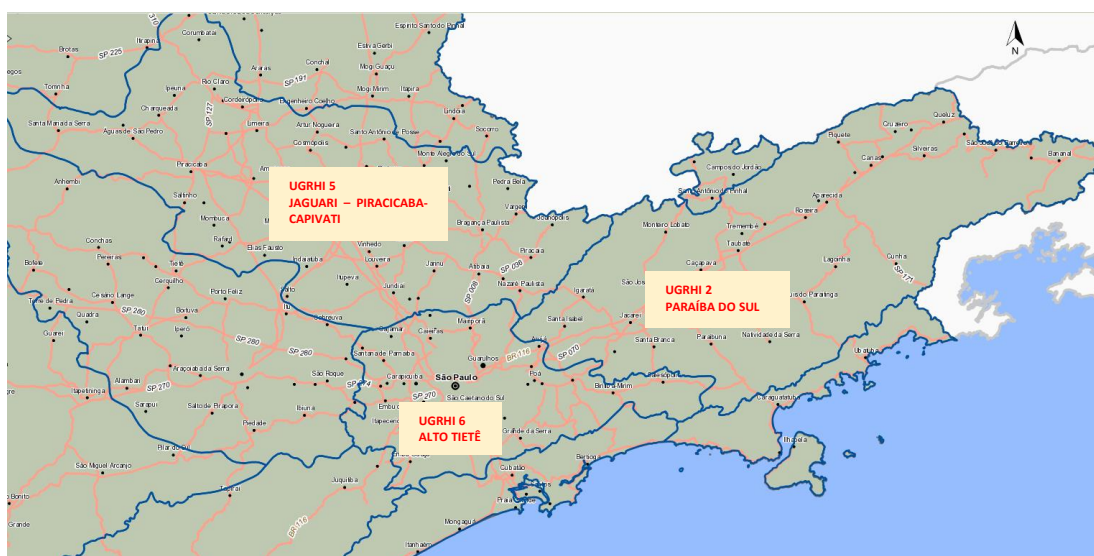
6.3.6 Recursos hídricos superficiais

6.3.6.1 Hidrografia

A área de influência do empreendimento situa-se quase que integralmente na porção norte da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Alto Tietê - UGRHI 06, e restrito setor no leste da UGRHI 02 – Paraíba do Sul.

A bacia do Alto Tietê possui uma área de drenagem total de 5.985 km², englobando, mesmo que parcialmente, 34 dos 39 municípios que integram a Região Metropolitana de São Paulo, e é formada pelo curso do rio Tietê, desde suas cabeceiras até a barragem de Rasgão, no município de Pirapora do Bom Jesus.

FIGURA 6.3.6.1-1
UNIDADES DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS



Fonte: DataGeo, SMA

O curso principal do Rio Tietê atravessa integralmente a AII no seu limite sul, desde Itaquaquetuba, passando por Guarulhos e São Paulo. Na sua porção leste, o Rio Tietê apresenta leito sinuoso que percorre regiões que alternam:

- Trechos com curso sinuoso em largas várzeas ainda preservadas (ocupados pelo Parque Várzeas do Tietê e Parque Ecológico do Tietê);
- Trechos com várzeas densamente ocupadas, sujeitando a população residente à ocorrência frequente de inundações, e
- Trecho canalizado, a jusante da Barragem da Penha, com uma calha regular e em cujas margens situa-se a Avenida Marginal Tietê, uma das mais importantes vias urbanas da cidade de São Paulo e com relevante papel na distribuição do tráfego de veículos, caminhões e ônibus da RMSP.

Os principais afluentes do Rio Tietê (Aricanduva, Tamanduateí e Pinheiros) situam-se em sua margem esquerda, estando, portanto, fora da influência do empreendimento.

Na margem esquerda destacam-se os seguintes afluentes, cujas bacias de drenagem são atravessadas pelo traçado do Ferroanel Norte:

- Rio Baquirivu-Guaçu, que se desenvolve inicialmente no sentido leste-oeste, paralelo ao rio Tietê desde Arujá até a região do Aeroporto Internacional de Guarulhos, para então defletir para sul até sua foz no Tietê, ainda em território do município de Guarulhos;

- Rio Cabuçu de Cima, com desenvolvimento no sentido norte-sul, tem suas cabeceiras na Serra da Cantareira tanto no município de Guarulhos quanto de São Paulo, servindo seu leito como divisa entre esses dois municípios em grande parte de seu percurso; sua bacia de drenagem situa-se predominantemente em São Paulo e é cortada pela Rodovia Fernão Dias;
- Rio Cabuçu de Baixo, também com nascentes na Serra da Cantareira, sua bacia situa-se integralmente na zona norte do município de São Paulo.

Completando a hidrografia principal da área de influência, menciona-se a bacia do Córrego Perus, situado no extremo oeste da All, em cuja margem se fará a conexão do Ferroanel Norte com a linha ferroviária existente utilizada pela CPTM e MRS. Embora pertença à Bacia do Alto Tietê, o Córrego Perus é afluente direto do rio Juqueri, este afluente do rio Tietê.

O curso principal do rio Tietê desenvolve-se ao longo de toda a All em uma planície sedimentar, com baixa velocidade, tendo suas margens praticamente ocupadas pela urbanização, exceto nos trechos preservados por parques urbanos.

Os afluentes, no entanto, passam por regiões de diferentes características de relevo e de ocupação, e possuem diferentes comportamentos hidráulicos. Nos trechos de cabeceira, tendo suas nascentes na Serra da Cantareira, em terrenos de declividade das encostas, há predominância de escoamento torrencial e maior poder erosivo dos canais. No curso intermediário, esses rios desenvolvem-se em áreas com relevo mais ameno, onde as declividades e os gradientes hídricos são menores, o que permite o início da ocorrência de processos de deposição de sedimentos e formação de planícies fluviais estreitas e descontínuas. Mais adiante, em direção à foz no rio Tietê os afluentes apresentam amplas planícies fluviais que constituem os terrenos de Várzea, com amplo desenvolvimento na bacia dos rios Cabuçu de Cima e Baquirivu, onde predominam processos de deposição fluvial e nos quais se observam maior ocorrência de solos moles.

O traçado do Ferroanel Norte deve interceptar os corpos d'água em seu trecho médio e baixo, o que requer cuidados com o controle de erosão e o acompanhamento da intensificação da ocorrência de processos de assoreamento.

Destacam-se ainda na All os seguintes elementos hidrográficos pertencentes à Bacia do Alto Tietê:

- Reservatório do Cabuçu, no interior do Parque Estadual da Serra da Cantareira, formado pelas cabeceiras do rio Cabuçu de Cima, é utilizado pelo Serviço Autônomo de Águas e Esgoto (SAAE) de Guarulhos para produção de 300 L/s de água bruta.
- Reservatórios de Tanque Grande e Engordador: são pequenos reservatórios já utilizados no passado de abastecimento público, porém fora de operação;

As bacias hidrográficas desses reservatórios estão enquadradas como Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais (APRM) pelas Leis Estaduais Nº 898/75 e Nº 1.172/76, que estabelecem restrições ao uso e à ocupação do solo nas áreas situadas nas bacias produtoras. Estão situados a montante da do traçado do Ferroanel Norte, não sendo, portanto, afetados por impactos do empreendimento.

- Barragem da Penha: barragem no rio Tietê situada pouco a montante da foz do rio Cabuçu de Cima, no município de São Paulo, construída para fins de regularização de vazões e controle de enchentes no trecho paulistano do rio; está em fase final de construção uma eclusa que permitirá ampliar a navegação no Tietê entre São Miguel Paulista, na zona leste de São Paulo, e Santana de Parnaíba, na zona oeste RMSP, em um percurso de cerca de 53 km.
- Barragem Móvel, conhecida como Barragem do Cebolão, também no rio Tietê, na altura da foz do rio Pinheiros, construída para permitir obras de derrocamento no trecho de jusante e utilizada para operação do sistema Tietê-Pinheiros.

A porção da All na Bacia do Rio Paraíba do Sul é formada pelas cabeceiras de dois afluentes do rio Jaguari, os ribeirões Cachoeirinha e Tomé Gonçalves. A bacia do rio Jaguari, até a barragem do mesmo nome,

também está inserida nas Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais (APRM) definidas pelas Leis Estaduais Nº 898/75 e Nº 1.172/76, e parcialmente na APA Mananciais da Bacia do Paraíba do Sul.

A Figura 6.3.6.1-2 mostra as bacias hidrográficas dos rios da área de influência.

O Quadro 6.3.6.1-1 indica a localização dos cursos de água e nascentes diretamente atravessados pelo traçado do Ferroanel Norte (terraplenagem e via elevada). Verifica-se que apenas uma nascente será afetada em área de aterro no desemboque do Túnel 16. Cerca de 66 cursos de água serão cruzados pelo traçado, sendo que:

- 2, são canais do sistema de drenagem da ferrovia existente e da rod. Ayrton Senna;
- 15, são corpos de água que foram ou serão objeto de intervenção pela obra do Rodoanel Norte, nos trechos em que há compartilhamento da plataforma;
- 13, deverão ser objeto de obras de drenagem correntes (tubulações ou galerias em concreto armado), executadas nos trechos de terraplenagem pelo Ferroanel; e
- 36, são cursos de água atravessados pelo Ferroanel em via elevada, para os quais não há previsão de interferência direta.

QUADRO 6.3.6.1-1
INTERFERÊNCIAS EM NASCENTES E CURSOS DE ÁGUA

No.	Estaca	Nascente ou Curso de Água	Nome	Tipo de obra (Ferroanel)	Solução prevista
1	982 a 1022	Curso de água	Córrego Perus	Aterro	Canalização do trecho sob o aterro
2	1327	Curso de água	Afluente do Córrego do Canivete	Via elevada	Não há interferência
3	1342	Curso de água	Córrego do Canivete	Via elevada	Não há interferência
4	1371	Curso de água	Córrego Vista Alegre	Aterro	Obra de drenagem corrente sob aterro
5	1416	Curso de água	Afluente do Córrego do Bananal	Via elevada	Não há interferência
6	1449	Curso de água	Córrego do Olaria – Afluente do Córrego do Bananal	Via elevada	Não há interferência
7	1469	Curso de água	Afluente do Córrego do Guaraú	Via elevada	Não há interferência
8	1477 a 1479	Curso de água	Afluente do Córrego do Guaraú	Emboque do Túnel 4 / Via elevada	Não há interferência
9	1523	Curso de água	Afluente do Córrego do Guaraú	Via elevada	Não há interferência
10	1527	Curso de água	Afluente do Córrego do Guaraú	Via elevada	Não há interferência
11	1590	Curso de água	Afluente do Córrego do Guaraú	Via elevada	Não há interferência
12	1784	Curso de água	Rio Piqueri	Via elevada	Não há interferência
13	1792	Curso de água	Rio Piqueri	Via elevada	Não há interferência
14	1794	Curso de água	Afluente do Rio Piqueri	Via elevada	Não há interferência
15	1795	Curso de água	Rio Piqueri	Via elevada	Não há interferência
16	1813	Curso de água já canalizado pela obra do Rodoanel	Afluente do Rio Piqueri	Via elevada	Não há interferência
17	1832	Curso de água	Afluente do Rio Piqueri	Via elevada	Não há interferência
18	1842	Curso de água já canalizado pela obra do Rodoanel	Afluente do Rio Piqueri	Via elevada	Não há interferência
19	1871	Curso de água já canalizado pela obra do Rodoanel	Afluente do Rio Piqueri	Via elevada	Não há interferência
20	1919	Curso de água	Afluente do Rio Piqueri	Via elevada	Não há interferência
21	1922	Curso de água	Rio Piqueri	Via elevada	Não há interferência
22	1993	Curso de água já canalizado pela obra do Rodoanel	Afluente do Rib. Engordador	Via elevada	Não há interferência
23	2047	Curso de água	Rib. Engordador - afluente do Rio Cabuçu	Via elevada	Não há interferência
24	2079	Curso de água	Rio Cabuçu	Via elevada	Não há interferência
25	2103	Curso de água	Rio Cabuçu	Via elevada	Não há interferência
26	2131	Curso de água	Afluente do Rio Cabuçu	Via elevada	Não há interferência
27	2137	Curso de água	Afluente do Rio Cabuçu	Via elevada	Não há interferência
28	2146	Curso de água	Afluente do Rio Cabuçu	Via elevada	Não há interferência
29	2153	Curso de água	Rio Cabuçu	Via elevada	Não há interferência
30	2168	Curso de água	Afluente do Rio Cabuçu	Via elevada	Não há interferência

No.	Estaca	Nascente ou Curso de Água	Nome	Tipo de obra (Ferroanel)	Solução prevista
31	2176	Curso de água.	Afluente do Rio Cabuçu	Aterro	Obra de drenagem corrente sob aterro
32	2189	Nascente e curso de água já canalizado pela obra do Rodoanel	Afluente do Rio Cabuçu	Aterro	Não há interferência
33	2198	Curso de água parcialmente canalizado pela obra do Rodoanel	Afluente do Rio Cabuçu	Aterro	Não há interferência
34	2205	Curso de água parcialmente canalizado pela obra do Rodoanel	Afluente do Rio Cabuçu	Aterro	Não há interferência
35	2208	Curso de água parcialmente canalizado pela obra do Rodoanel	Afluente do Rio Cabuçu	Aterro	Não há interferência
36	2229	Curso de água	Afluente do Rio Cabuçu	Via elevada	Não há interferência
37	2230	Curso de água	Afluente do Rio Cabuçu	Via elevada	Não há interferência
38	2260	Curso de água	Afluente do Rio Cabuçu	Via elevada	Não há interferência
39	2276	Curso de água	Afluente do Rio Cabuçu	Aterro	Obra de drenagem corrente sob aterro
40	2320	Curso de água já canalizado pela obra do Rodoanel	Afluente do Cór. do Invernada	Aterro	Não há interferência
41	2340	Curso de água já canalizado pela obra do Rodoanel	Afluente do Cór. do Invernada	Aterro	Não há interferência
42	2367	Curso de água	Afluente do Cór. do Invernada	Via elevada	Não há interferência
43	2373	Curso de água	Córrego do Invernada	Via elevada	Não há interferência
44	2387	Curso de água já canalizado pela obra do Rodoanel	Afluente do Cór. do Invernada	Via elevada	Não há interferência
45	2427	Curso de água já canalizado pela obra do Rodoanel	Afluente do Cór. do Invernada	Aterro	Não há interferência
46	2520	Curso de água	Córrego Capão da Sombra	Via elevada	Não há interferência
47	2567 a 2568	Curso de água	Córrego Água Suja	Via elevada	Não há interferência
48	2580	Curso de água	Afluente do Cór. Água Suja	Via elevada	Não há interferência
49	2639	Curso de água	Afluente do Cór. Tanque Grande	Aterro	Obra de drenagem corrente sob aterro
50	2678	Curso de água	Córrego Tanque Grande	Via elevada	Não há interferência
51	2716	Curso de água já canalizado pela obra do Rodoanel	Afluente do Cór. Tanque Grande	Aterro	Não há interferência
52	2770	Curso de água já canalizado pela obra do Rodoanel	Afluente do Rib. das Lavras	Aterro	Não há interferência
53	2793	Curso de água	Ribeirão das Lavras	Via elevada	Não há interferência
54	2840	Curso de água	Afluente do Rib. das Lavras	Via elevada	Não há interferência
55	2855	Curso de água	Afluente do Rib. das Lavras	Via elevada	Não há interferência
56	2960	Curso de água	Afluente do Rib. Araçau	Via elevada	Não há interferência
57	3000	Curso de água	Afluente do Rib. Araçau	Aterro	Obra de drenagem corrente sob aterro
58	3215	Canal aberto, entre as pistas da Av. Mário Covas	Rio Baquirivu	Via elevada	Não há interferência
59	3358	Nascente	Afluente do Cór. do Corredor	Desemboque do Túnel 16	Captação sub-superficial obra e drenagem sob aterro
60	3370	Curso de água	Afluente do Cór. do Corredor	Aterro	Obra de drenagem corrente sob aterro
61	3372	Curso de água	Afluente do Cór. do Corredor	Aterro	Obra de drenagem corrente sob aterro
62	3415	Curso de água	Afluente do Cór. do Corredor	Aterro	Obra de drenagem corrente sob aterro
63	3465	Curso de água	Afluente do Cór. do Corredor	Aterro	Obra de drenagem corrente sob aterro
64	3480	Curso de água	Córrego do Corredor	Aterro	Obra de drenagem corrente sob aterro
65	3499	Curso de água	Afluente do Cór. do Corredor	Aterro	Obra de drenagem corrente sob aterro
66	3528 e 4018	Canal aberto, lateral à Rod. Ayrton Senna	Afluente do Cór. do Corredor	Via elevada	Não há interferência
67	3575	Curso de água já canalizado pela ferrovia existente	Afluente do Cór. do Corredor	Aterro	Não há interferência

Para os cursos de água a serem atravessados por aterros, a Tabela 6.3.6.1-1 mostra as vazões máximas estimadas com base nos estudos hidrológicos realizados para o dimensionamento das obras de drenagem do Rodoanel Norte.

TABELA 6.3.6.1-1
VAZÕES MÁXIMAS EM CURSOS DE ÁGUA ATRAVESSADOS

Estaca	Nome	Área (ha)	Q (m³/s)	Método	Observações
1000 a 1022	Córrego Perus	2,378	78,50	(*)	
1371	Córrego Vista Alegre	95,06	13,88 16,87	Racional	TR = 25 anos TR = 100 anos
2176	Afluente do Rio Cabuçu	4,64	0,88 0,98 1,07	Racional	TR = 25 anos TR = 50 anos TR = 100 anos
2188 a 2197 + 2206	Afluente do Rio Cabuçu	30,44	5,79 6,41 7,03	Racional	TR = 25 anos TR = 50 anos TR = 100 anos
2198	Afluente do Rio Cabuçu	30,46	5,79 6,41 7,03	Racional	TR = 25 anos TR = 50 anos TR = 100 anos
2276	Afluente do Rio Cabuçu	11,45	2,18 2,41 2,64	Racional	TR = 25 anos TR = 50 anos TR = 100 anos
2320	Afluente do Cór. do Invernada	24,69	4,72 5,22 5,72	Racional	TR = 25 anos TR = 50 anos TR = 100 anos
2340	Afluente do Cór. do Invernada	7,30	1,42 1,57 1,72	Racional	TR = 25 anos TR = 50 anos TR = 100 anos
2427	Afluente do Cór. do Invernada	43,45	8,26 9,15 10,02	Racional	TR = 25 anos TR = 50 anos TR = 100 anos
2639	Afluente do Cór. Tanque Grande	46,16	8,27 9,16 10,04	Racional	TR = 25 anos TR = 50 anos TR = 100 anos
2710	Afluente do Cór. Tanque Grande	13,01	2,47 2,74 3,00	Racional	TR = 25 anos TR = 50 anos TR = 100 anos
2716	Afluente do Cór. Tanque Grande	33,15	6,30 6,98 7,65	Racional	TR = 25 anos TR = 50 anos TR = 100 anos
2757 a 2774	Afluente do Rib. das Lavras	6,45	0,92 1,02 1,12	Racional	TR = 25 anos TR = 50 anos TR = 100 anos
3000	Afluente do Rib. Araçau	732,82	33,73 41,49 49,52	HUT-US SCS	TR = 25 anos TR = 50 anos TR = 100 anos
3465	Afluente do Cór. do Corredor	36,30	7,64	(*)	TR = 50 anos
3480	Córrego do Corredor	72,51	15,27	(*)	TR = 50 anos
3499	Afluente do Cór. do Corredor	23,00	4,84	(*)	TR = 50 anos

(*) estimativas com base em vazões específicas.

6.3.6.2 Usos da Água

O levantamento dos usos da água na AID foi realizado por consulta ao banco de dados do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE), responsável pela outorga de uso dos recursos hídricos e que dispõe das informações cadastrais quanto aos usos da água. Um resumo das outorgas na AID é apresentado na Tabela 6.3.6.2-1.

A Figura 6.3.6.2-1 detalha a localização dos sistemas de captação de água para abastecimento urbano e industrial e de lançamento superficial, localizados na área de influência direta do empreendimento.

TABELA 6.3.6.2-1

NÚMERO DE OUTORGAS PARA USO DE RECURSOS HÍDRICOS NA AID

TIPO DE USO	SÃO PAULO	GUARULHOS	ARUJÁ	ITAQUAQUE- CETUBA	QUANTIDADE	%
CAPTAÇÃO	70	45	16	9	140	25%
Subterrânea	50	26	13	8	97	17%
Superficial	20	19	3	1	43	8%
LANÇAMENTO SUPERFICIAL	10	7	-	2	19	3%
OBRAS HIDRÁULICAS	65	54	14	-	133	24%
Barramento	9	4	5	-	18	3%
Reservação (Tq. subter.)	-	-	2	-	2	0,4%
Piscinão	1	-	-	-	1	0,2%
Desassoreamento	3	1	1	-	5	1%
Canalização	52	49	6	-	107	19%
TRAVERSIAS	113	116	29	12	270	48%
TOTAL GERAL	258	222	59	23	562	100%

Os usos da água podem ser classificados, de modo geral, como (i) usos consuntivos, como abastecimento humano e animal, irrigação e abastecimento industrial, entre outros; e (ii) usos não consuntivos, como a geração de energia elétrica, a pesca, a piscicultura, o afastamento e diluição de efluentes, os usos recreacionais e a navegação.

Na AID foram identificados os seguintes usos:

a) abastecimento público

Não há sistema de abastecimento público de água localizado na AID do empreendimento.

Os municípios que abrangem a área de influência do Ferroanel Norte são abastecidos por três sistemas produtores superficiais: os Sistemas Produtores Cantareira e Alto Tietê operados pela SABESP, que fornecem 33 e 15 m³/s para abastecimento do sistema integrado da RMSP e atendem aos municípios de São Paulo, Arujá e Itaquaquecetuba; o sistema operado pelo SAAE de Guarulhos, que capta cerca de 3 m³/s no reservatório Cabuçu, em 28 poços tubulares, além de receber água tratada do Sistema Produtor Cantareira.

b) uso industrial

O cadastro de Outorgas do DAEE indica que há ainda captações superficiais e subterrâneas para abastecimento de atividades industriais, especialmente em Guarulhos e São Paulo.

c) uso recreacional

Os reservatórios de água situados na AID são utilizados para fins recreacionais, além de pesca em inúmeros estabelecimentos do tipo “pesque e pague”, instalados em pequenos reservatórios (tanques) construídos com o barramento de pequenos cursos de água da rede drenagem

d) afastamento e diluição de esgotos

Uso verificado nas várias sub-bacias que integram a AID, em áreas desprovidas de rede de coleta de esgotos ou sistemas de afastamento para estações de tratamento.

6.3.6.3 Qualidade da Água

O enquadramento dos corpos de água para fins de usos preponderantes é definido pelo Decreto Estadual Nº 10.755/77. Os cursos de água da AII estão enquadrados nas classes 1 a 4, como mostram o Quadro 6.3.6.3-1 e a Figura 6.3.6.3-1.

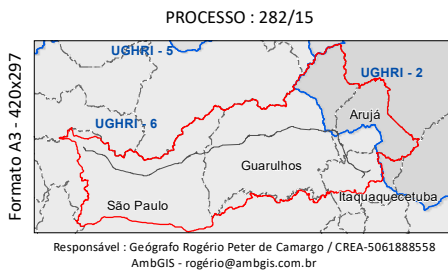
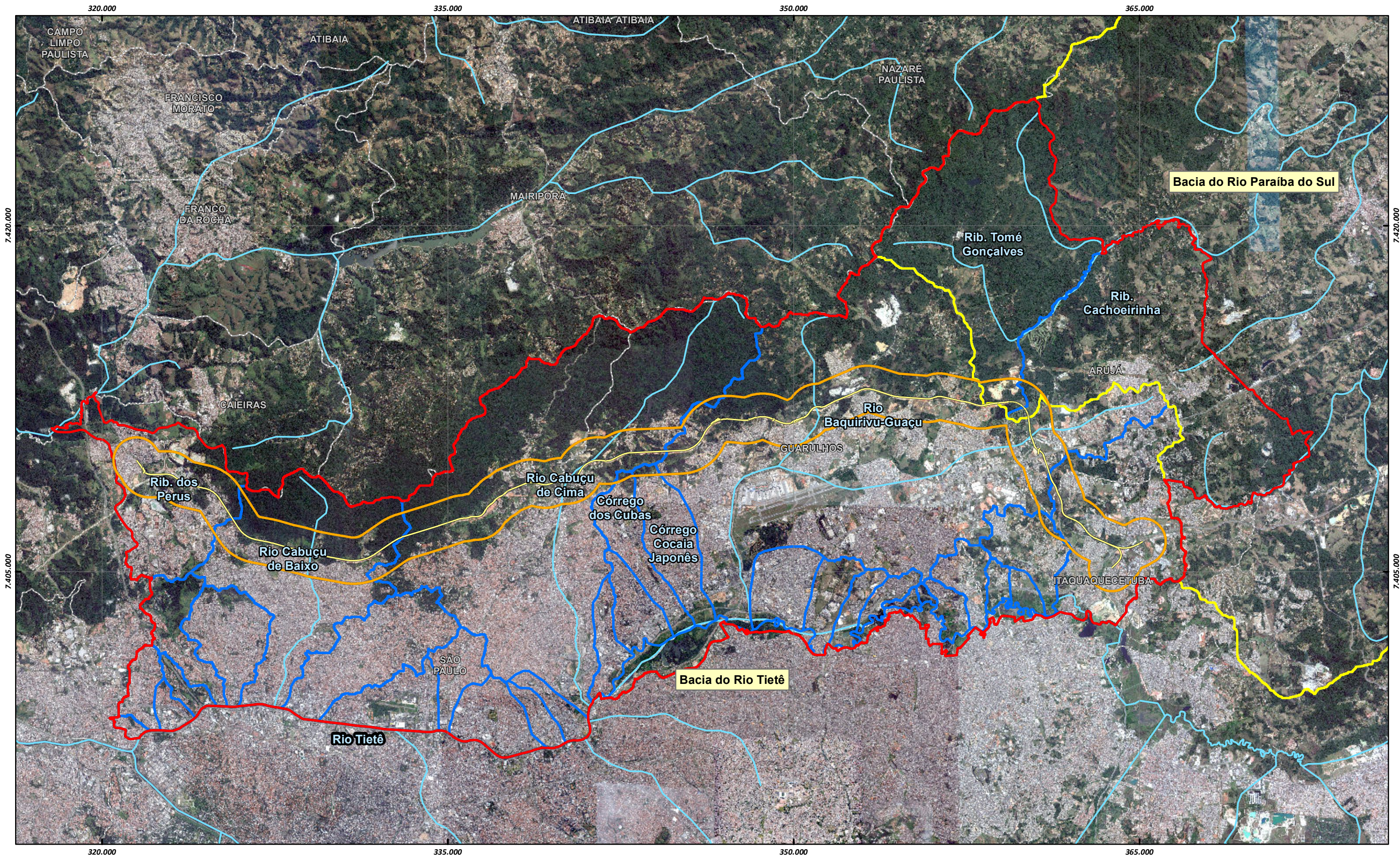
QUADRO 6.3.6.3-1

ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA NA AII

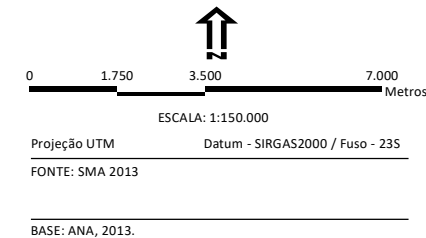
CLASSE	BACIAS / SUB-BACIAS
CLASSE ESPECIAL (RES. CONAMA Nº 357/05)	Reservatório do Cabuçu e todos os seus afluentes no rio Cabuçu de Cima até a barragem, no Município de Guarulhos;
CLASSE 1	Reservatórios da Cantareira e todos os seus afluentes no rio Cabuçu de Baixo até as barragens, no Município de São Paulo; Reservatório do Engordador e todos os seus afluentes até a barragem, no Município de São Paulo; Reservatório do Tanque Grande e todos os seus afluentes até a barragem, no Município de Guarulhos.
CLASSE 2	Todos os corpos de água, exceto os enquadrados em outras classes específicas;
CLASSE 3	Rio Tietê e todos os seus afluentes <u>da margem direita</u> , desde a confluência com o Ribeirão Botujuru (Mogi das Cruzes) até a confluência com o rio Itaquera, no Município de São Paulo; todos os <u>afluentes da margem esquerda</u> do rio Tietê compreendidos entre a confluência com o rio Botujuru até a confluência com o rio Itaquera, com exceção dos rios: Jundiá até a confluência com o Ribeirão Oropó, Taiaçupeba até a barragem do Reservatório de Taiaçupeba, Guaió, Córrego Três Pontes, Ribeirão Itaim e Ribeirão do Lajeado. Rio Baquirivu-Guaçu e todos os seus afluentes, com exceção do Reservatório do Tanque Grande e seus afluentes até a confluência com o rio Tietê, no Município de Guarulhos;
CLASSE 4	Ribeirão Itaim, Ribeirão do Lajeado e Ribeirão Três Pontes e todos os seus afluentes até a confluência com o rio Tietê, no Município de São Paulo e divisa com Itaquaquecetuba; Canal de Pinheiros e todos os seus afluentes, no Município de São Paulo; Rio Itaquera e todos os seus afluentes até a confluência com o rio Tietê, no Município de São Paulo; Rio Tietê, no Município de São Paulo, e todos os seus afluentes desde a confluência com o rio Itaquera até a Barragem de Pirapora, no Município de Pirapora do Bom Jesus, com exceção dos trechos de afluentes já classificados.

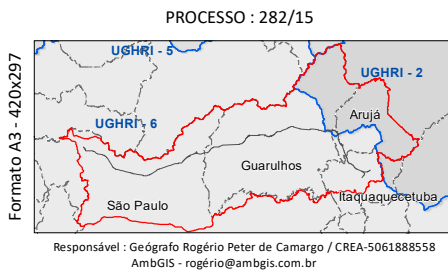
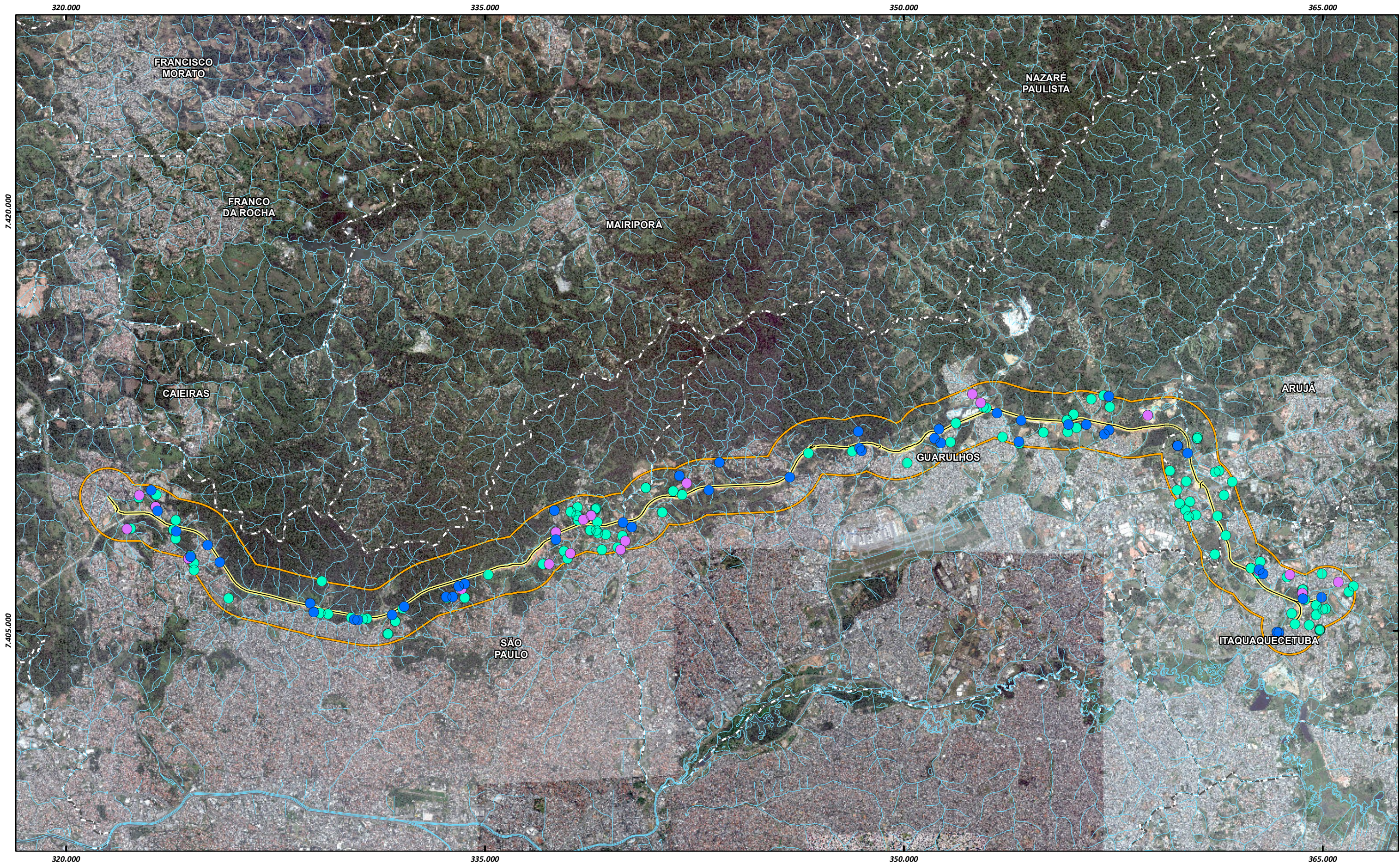
Quanto à qualidade dos recursos hídricos superficiais, a principal referência utilizada neste EIA é o Relatório de Qualidade de Águas Interiores do Estado de São Paulo, editado anualmente pela CETESB, com resultados da Rede de Monitoramento de Qualidade de Água, tendo sido analisados os dados do período 2010 a 2015. Essa rede abrange os principais cursos de água, servindo como referencial de base para toda a AII.

Para o âmbito da AID e ADA serão utilizados os resultados das campanhas realizadas ao longo da implantação das obras do Rodoanel Norte, que compõem o Subprograma de Monitoramento da Qualidade da Água.

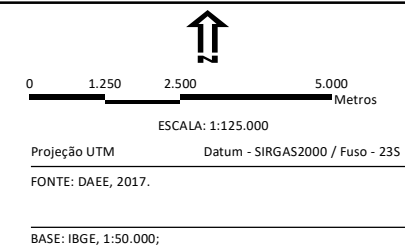


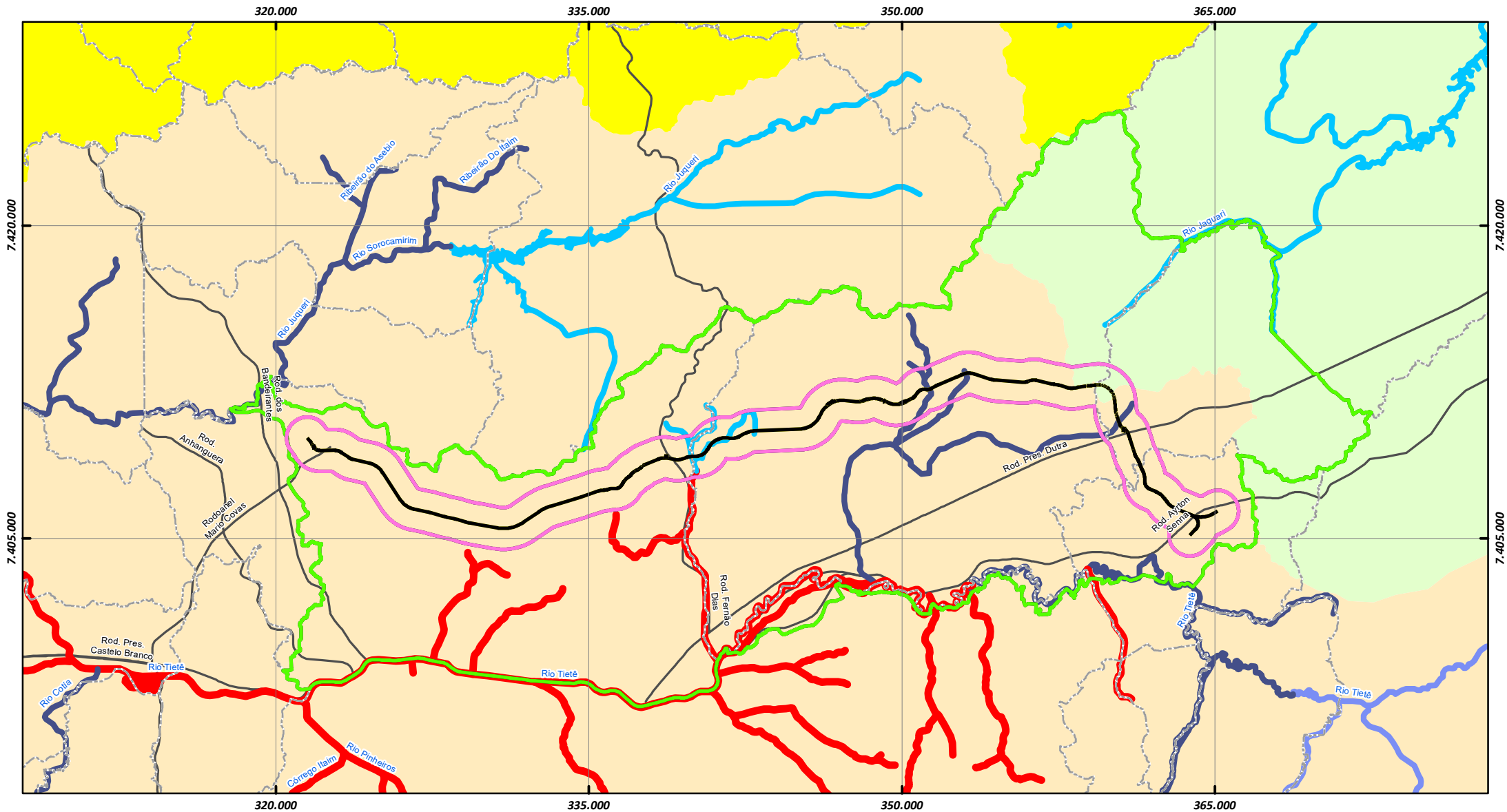
- | | |
|-----------------------------------|----------------------|
| Eixo Ferroanel Norte | Hidrografia |
| AII - Área de Influência Indireta | Bacia Paraíba do Sul |
| AID - Área de Influência Direta | Subbacias |
| Limite de Municípios | |





- Eixo Ferroanel Norte
- AID - Área de Influência Direta
- Hidrografia
- Captação Subterrânea
- Captação Superficial
- Lançamento Superficial





Formato A4 - 297x210

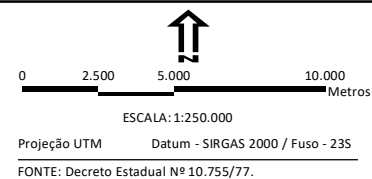
PROCESSO : 282/15






- Eixo Ferroanel Norte
- AID_Ferroanel
- Limite de Municípios
- Rodovias

- Bacias Hidrográficas UGRHI
- 02 - Paraíba do Sul
 - 05 - Piracicaba/Capivari/Jundiaí
 - 06 - Alto Tietê

- Enquadramento
- Classe 1
 - Classe 2
 - Classe 3
 - Classe 4



BASE:

EIA/RIMA - FERROANEL NORTE

AII - Área de Influência Indireta

Enquadramento de Cursos D'Água

DATA: Jun/2017

Folha Única

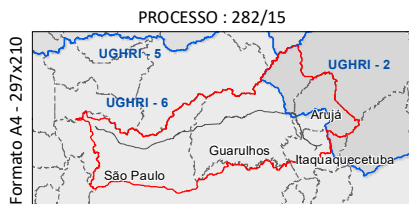
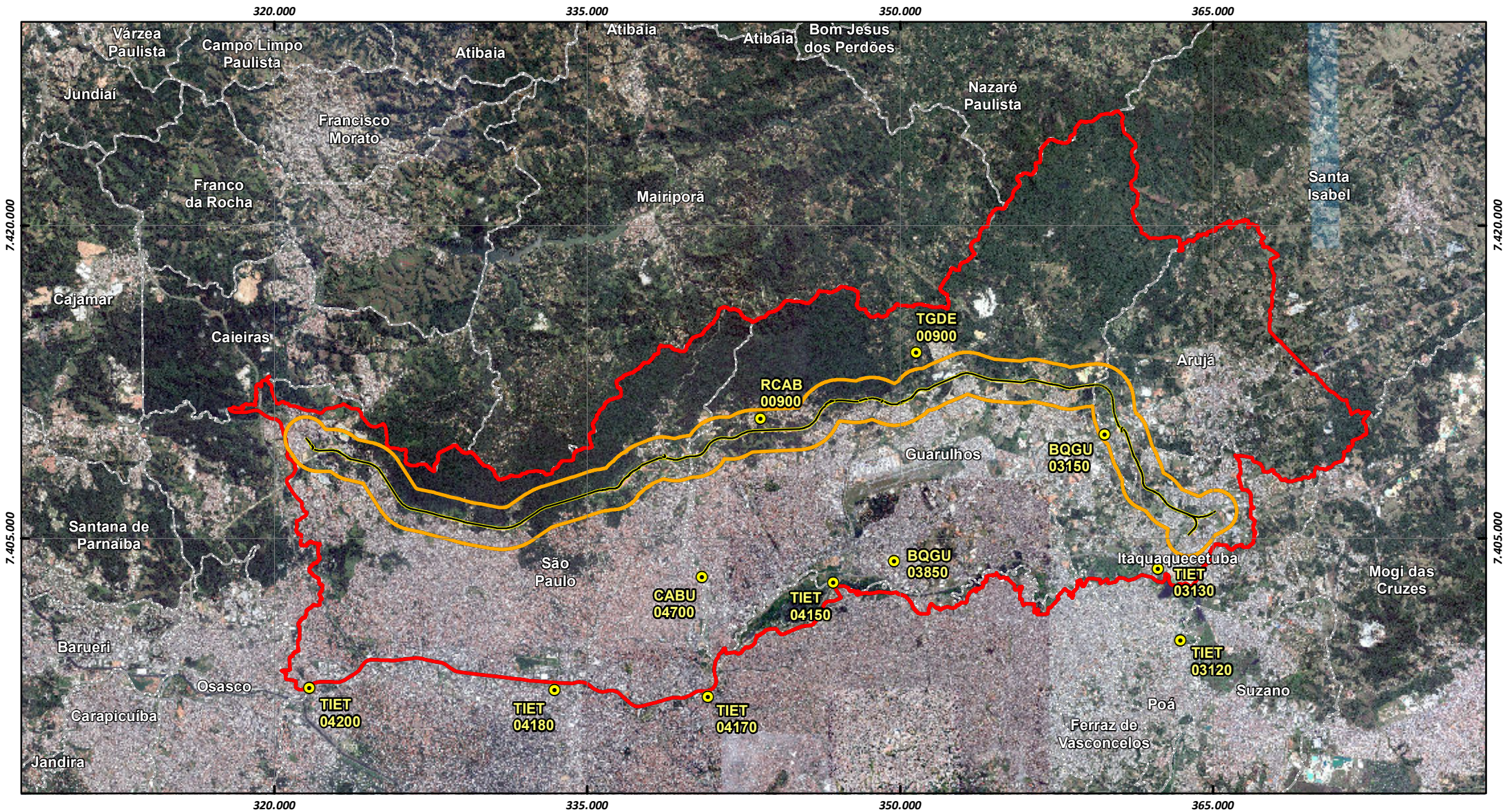
FIGURA : 6.3.6.3-1

6.3.6.3.1 Resultados da Rede de Monitoramento da CETESB

A avaliação geral da qualidade da água na AI tem foco na análise dos índices de qualidade da água desenvolvidos pela própria CETESB, conforme definidos a seguir:

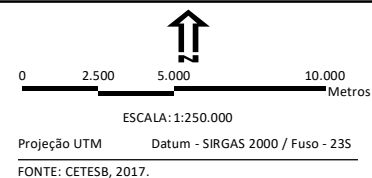
- **IQA – Índice de Qualidade das Águas** – Desenvolvido pela CETESB na década de 1970, incorpora nove parâmetros considerados relevantes à avaliação da qualidade da água, tendo como determinante principal a utilização no abastecimento público: temperatura, pH, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO_{5,20}), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduos totais e turbidez. Cada parâmetro possui um peso relativo no cálculo do índice;
- **IAP – Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público** – Índice criado pela Resolução SMA Nº 65/98, resulta do produto da ponderação dos resultados do IQA e do ISTO (Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas), que é composto pelo grupo de substâncias que afetam a qualidade organoléptica da água (fenóis, ferro, manganês, alumínio, cobre e zinco) e pelos parâmetros que indicam a presença de substâncias tóxicas, incluindo metais (cádmio, chumbo, cromo total, mercúrio e níquel), além de testes de mutagenicidade e do potencial de formação de trihalometanos – THMPF;
- **IVA – Índice de Qualidade da Água para Proteção da Vida Aquática** – Diferencia-se dos índices para avaliação da água para o consumo humano e recreação de contato primário, tendo como objetivo avaliar a qualidade da água para fins de proteção da fauna e flora em geral. Nesse propósito, considera a presença e concentração de contaminantes químicos tóxicos, seu efeito sobre os organismos aquáticos (toxidade), o pH e o OD, agrupados no IPMCA (Índice de Parâmetros Mínimos para a Preservação da Vida Aquática), além dos resultados do IET;
- **IET - Índice do Estado Trófico** – Indica o estado da água quanto aos diferentes graus de trofia, servindo, portanto, à avaliação da qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seus efeitos, especialmente os relacionados ao crescimento excessivo de algas e ao potencial para o crescimento de macrófitas aquáticas. As variáveis que integram este índice são a concentração de fósforo (P) e de clorofila (CL).

Para o presente diagnóstico são considerados os resultados obtidos em pontos de monitoramento inseridos na AI ou situados externamente, mas representativos da situação de qualidade da água observada nos corpos d'água nela situados, conforme descritos no Quadro 6.3.6.3-2 e indicados na Figura 6.3.6.3-2. As Tabelas 6.3.6.3-1 a 6.3.6.3-3 mostram um resumo dos valores observados para os indicadores de qualidade da água ao longo do período de 2010 a 2015.



- Eixo Ferroanel Norte
- All - Meios Físico e Biótico
- AID - Área de Influência Direta
- Limite_Município
- Pontos de Monitoramento

Responsável : Geógrafo Rogério Peter de Camargo / CREA-506188558
AmbGIS - rogerio@ambgis.com.br



BASE: Imagem Google Earth 2016



EIA/RIMA - FERROANEL NORTE

All - Área de Influência Indireta

Pontos de Monitoramento
CETESB

DATA: Jun/2017

FIGURA : 6.3.6.3-2

QUADRO 6.3.6.3-2

LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO SELECIONADOS – REDE BÁSICA DA CETESB

CÓDIGO CETESB	CORPO DE ÁGUA	CLASSE	LOCAL DE AMOSTRAGEM	MUNICÍPIO
TIET 03120	Rio Tietê	3	A jusante da ETE de Suzano	Suzano
TIET 03130	Rio Tietê	3	Ponte na Estrada de Santa Isabel, na entrada de Itaquaquecetuba	Itaquaquecetuba
TIET 04150	Rio Tietê	4	Ponte na rodovia Ayrton Senna, a montante do Parque Ecológico	São Paulo
TIET 04170	Rio Tietê	4	Ponte na avenida Aricanduva	São Paulo
TIET 04180	Rio Tietê	4	Ponte das Bandeiras	São Paulo
TIET 04200	Rio Tietê	4	Ponte dos Remédios	São Paulo
BQGU 03150	Rio Baquirivu	3	Ponte na Estrada dos Vados, próxima ao Nippon Country Club, na divisa municipal Arujá/Guarulhos	Arujá
BQGU 03850	Rio Baquirivu	3	Ponte na rua José Marques Prata, a jusante da penitenciária de Guarulhos	Guarulhos
CABU 04700	Rio Cabuçu de Cima	4	Ponte da rodovia Fernão Dias, km 88, passarela do Parque Eloi Chaves	São Paulo
RCAB 00900	Res. do Cabuçu	0	Junto à barragem da captação do município de Guarulhos (SAEE)	Guarulhos
TGDE 00900	Res. Tanque Grande	1	Junto à barragem	Guarulhos

TABELA 6.3.6.3-1

ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) - BACIA DO TIETÊ

Ponto	Corpo d'água	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Média
TIET 03120	Rio Tietê	33	32	26	26	21	24	26
TIET 03130	Rio Tietê	-	-	27	27	22	23	25
TIET 04150	Rio Tietê	19	19	27	19	15	18	20
TIET 04170	Rio Tietê	22	20	18	19	16	19	19
TIET 04180	Rio Tietê	20	17	16	15	18	16	17
TIET 04200	Rio Tietê	19	16	18	17	15	15	17
BQGU 03150	Rio Baquirivu	-	37	37	33	23	26	31
BQGU 03850	Rio Baquirivu	-	18	17	19	12	13	16
CABU 04700	Rio Cabuçu de Cima	18	19	17	16	15	13	16
RCAB 00900	Res. do Cabuçu	80	67	79	83	72	55	73
TGDE 00900	Res. Tanque Grande	77	71	73	74	70	75	73

Fonte: CETESB, 2016

TABELA 6.3.6.3-2

ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS BRUTAS PARA FINS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO (IAP)

Ponto	Corpo d'água	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Média
RCAB 00900	Res. do Cabuçu	80	67	83	83	72	55	73
TGDE 00900	Res. Tanque Grande	74	58	65	70	61	69	66

Fonte: CETESB, 2016

TABELA 6.3.6.3-3

ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA (IVA)

Ponto	Corpo d'água	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Média
TIET 03120	Rio Tietê	7,6	7,6	7,6	11,2	8,6	7,6	8,4
BQGU 03150	Rio Baquirivu	-	-	-	10,7	12,5	15,8	13,0
RCAB 00900	Res. do Cabuçu	-	2,9	2,5	2,7	3,8	3,5	3,1
TGDE 00900	Res. Tanque Grande	-	2,1	2,1	2,5	3,6	3,3	2,7

Fonte: CETESB, 2016

LEGENDA CONFORME CETESB, 2016

Índice de Qualidade	Categoria				
IQA	Ótima $79 < IQA \leq 100$	Boa $51 < IQA \leq 79$	Regular $36 < IQA \leq 51$	Ruim $19 < IQA \leq 36$	Péssima $IQA \leq 19$
IAP	Ótima $79 < IAP \leq 100$	Boa $51 < IAP \leq 79$	Regular $36 < IAP \leq 51$	Ruim $19 < IAP \leq 36$	Péssima $IAP \leq 19$
IVA	Ótima $IVA \leq 2,5$	Boa $2,6 \leq IVA \leq 3,3$	Regular $3,4 \leq IVA \leq 4,5$	Ruim $4,6 \leq IVA \leq 6,7$	Péssima $IVA \geq 6,8$

Análise dos resultados de IQA, IAP e IVA*Rio Tietê e Afluentes*

O rio Tietê no trecho considerado, cuja qualidade das águas é representada por 6 pontos da rede da CETESB (TIET 03120, TIET 03120, TIET 04150, TIET 04170, TIET 04180 e TIET 04200), tem sua bacia predominantemente urbanizada o que resulta em elevada degradação da qualidade das águas, apesar dos avanços decorrentes dos investimentos em coleta e tratamento de esgotos realizados pelo Projeto Tietê. O trecho está classificado nas Classes 3 (representado pelos pontos TIET 03120 e TIET 03130) e 4 (demais pontos).

No trecho considerado para efeito deste estudo, o rio Tietê apresenta IQA médio que está na categoria ruim nos três pontos de montante, e péssima nos demais pontos, situação que perdura ao longo do período analisado. A mesma baixa qualidade é refletida pelo IVA.

O rio Baquirivu-Guaçu, um dos maiores afluentes da margem direita do rio Tietê com uma bacia de cerca de 42,8 km², drena parte da área urbana de Arujá e a zona leste do município de Guarulhos, recebendo efluentes domésticos e industriais, apresenta também condições inadequadas de qualidade de água. O IQA mantém-se nas categorias ruim e péssimo e o IVA na categoria péssima.

O rio Cabuçu de Cima, outro importante afluente da margem direita do rio Tietê, drena a porção oeste de Guarulhos e a região do Tremembé e Jaçanã do município de São Paulo. Sua bacia de drenagem totaliza cerca de 132 km². O IQA ao longo de todo o período analisado indica qualidade péssima.

Concentrações dos Principais Parâmetros Indicadores de Qualidade de água

As Tabelas 6.3.6.3-4 a 6.3.6.3-6 apresentam os valores médios anuais observados na Rede de Monitoramento da CETESB para alguns parâmetros (DBO, OD, Pt, SDT e pH) ao longo do período de 2010 a 2015.

TABELA 6.3.6.3-4
MÉDIA ANUAL DOS PARÂMETROS ANALISADOS DE INTERESSE EM CORPOS D'ÁGUA DE CLASSE 1

Parâmetro	Unidade	Resolução CONAMA 357/05 (classe 1)	RCAB 00900						TGDE 00900					
			2010	2011	2012	2013	2014	2015	2010	2011	2012	2013	2014	2015
DBO	mg/L	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3
OD	mg/L	≥ 6	8,3	8,1	8,4	8,5	7,6	7,5	7,3	6,9	7,4	7,0	6,8	6,4
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,030	0,011	0,011	0,020	0,030	0,030	0,025	0,018	0,007	0,020	0,460	0,025
Sólidos Dissolv. Totais	mg/L	500	100	100	100	100	100	100	100	100	100	101	100	101
pH a 25° C	-	6,0 a 9,0	7,3	7,3	7,8	7,5	7,5	7,3	7,1	7,0	7,3	7,0	7,0	7,1

TABELA 6.3.6.3-5
MÉDIA ANUAL DOS PARÂMETROS ANALISADOS DE INTERESSE EM CORPOS D'ÁGUA DE CLASSE 3

Parâmetro	Unidade	Resolução CONAMA 357/05 (classe 3)	BQGU 03150						BQGU 03850						TIET 03120						TIET 03130					
			2010	2011	2012	2013	2014	2015	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2010	2011	2012	2013	2014	2015
DBO	mg/L	10	-	18	31	24	30	39	-	60	64	73	86	88	6	8	11	13	33	14	-	-	9	12	22	11
OD	mg/L	≥ 4	-	6,1	7,2	6,1	8,3	3,9	-	1,2	1,3	1,8	0,4	0,6	0,9	1,4	0,8	1,2	0,6	0,5	-	-	0,6	1,1	0,9	0,5
Fósforo Total	mg/L	0,075	-	1,01	1,02	1,36	2,13	1,98	-	1,01	1,03	1,41	1,89	2,51	0,29	0,33	0,49	0,52	0,78	0,63	-	-	0,40	0,50	0,78	0,69
Sólidos Dissol. Totais	mg/L	500	-	202	257	216	259	253	-	361	478	481	538	680	154	196	290	276	460	398	-	-	253	239	395	345
pH a 25° C	-	6,0 a 9,0	-	7,7	7,6	7,4	7,8	7,4	-	7,2	7,5	7,4	7,6	7,7	6,9	6,8	7,0	6,8	7,0	7,0	-	-	7,0	6,9	7,1	7,0

TABELA 6.3.6.3-6
MÉDIA ANUAL DOS PARÂMETROS ANALISADOS DE INTERESSE EM CORPOS D'ÁGUA DE CLASSE 4

Parâmetro	Unidade	Resolução CONAMA 357/05 (classe 4)	TIET 04150						TIET 04170						TIET 04180					
			2010	2011	2012	2013	2014	2015	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2010	2011	2012	2013	2014	2015
DBO	mg/L	-	27	32	30	41	56	51	32	49	33	41	55	58	37	39	31	50	53	41
OD	mg/L	≥ 2	0,5	0,5	1,2	1,5	0,6	0,6	1,5	0,9	0,9	1,7	1,4	1,4	0,8	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7
Fósforo Total	mg/L	-	0,87	1,30	0,90	1,29	1,73	1,69	1,17	1,30	1,12	1,47	1,83	1,82	1,03	1,22	0,97	1,51	1,70	1,94
Sólidos Dissolv. Totais	mg/L	-	253	297	319	342	478	418	252	300	329	286	413	406	262	356	310	347	393	369
pH a 25° C	-	6,0 a 9,0	6,8	7,0	7,2	7,0	7,2	7,1	7,1	7,1	7,1	7,2	7,2	7,2	7,1	7,1	7,2	7,0	7,2	7,2

Parâmetro	Unidade	Resolução CONAMA 357/05 (classe 4)	TIET 04200						CABU 04700					
			2010	2011	2012	2013	2014	2015	2010	2011	2012	2013	2014	2015
DBO	mg/L	-	41	53	33	55	64	58	35	50	58	78	63	93
OD	mg/L	≥ 2	0,9	0,5	0,4	1,0	0,5	0,4	1,1	1,7	1,3	0,8	0,8	0,3
Fósforo Total	mg/L	-	1,09	1,33	0,41	1,71	1,78	2,22	1,92	1,03	1,76	2,35	2,14	3,13
Sólidos Dissolv. Totais	mg/L	-	250	289	270	309	311	343	201	299	332	274	384	359
pH a 25° C	-	6,0 a 9,0	7,1	7,1	7,2	7,1	7,1	7,2	7,5	7,6	7,6	7,5	7,8	8

6.3.6.3.2 Qualidade da água na AID: resultados monitoramento do Rodoanel Norte

O Subprograma de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais para a etapa de construção do Rodoanel Norte teve por objetivo verificar eventuais alterações na qualidade da água nos cursos d'água na área diretamente afetada durante a implantação da rodovia. Foram realizadas campanhas de amostragem dos corpos d'água atravessado pelo traçado para caracterizar as condições físico-químicas (parâmetros que constituem o Índice de Qualidade da Água - IQA) nos pontos definidos nas licenças de instalação.

Antes do início das obras foram selecionados 48 pontos para monitoramento da qualidade da água. Após o início das obras, os pontos passaram a ser monitorados mensalmente e ativados conforme a abertura de frentes de obra ao longo dos 6 lotes em que o empreendimento foi dividido.

A Tabela 6.3.6.3-7 apresenta a relação dos pontos de monitoramento, sua localização e o período de monitoramento realizado até dezembro de 2015 (Figura 6.3.6.3-3). Destaca-se que muitos pontos de monitoramento se situam a montante (M) e a jusante (J) da faixa de obras em um mesmo curso de água que é atravessado. Outros pontos são localizados em corpos de água não atravessados diretamente pelo traçado, mas que poderiam sofrer influência decorrente da localização de áreas de apoio ou caminhos de serviços.

TABELA 6.3.6.3-7

PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA – RODOANEL NORTE

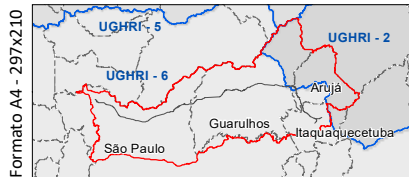
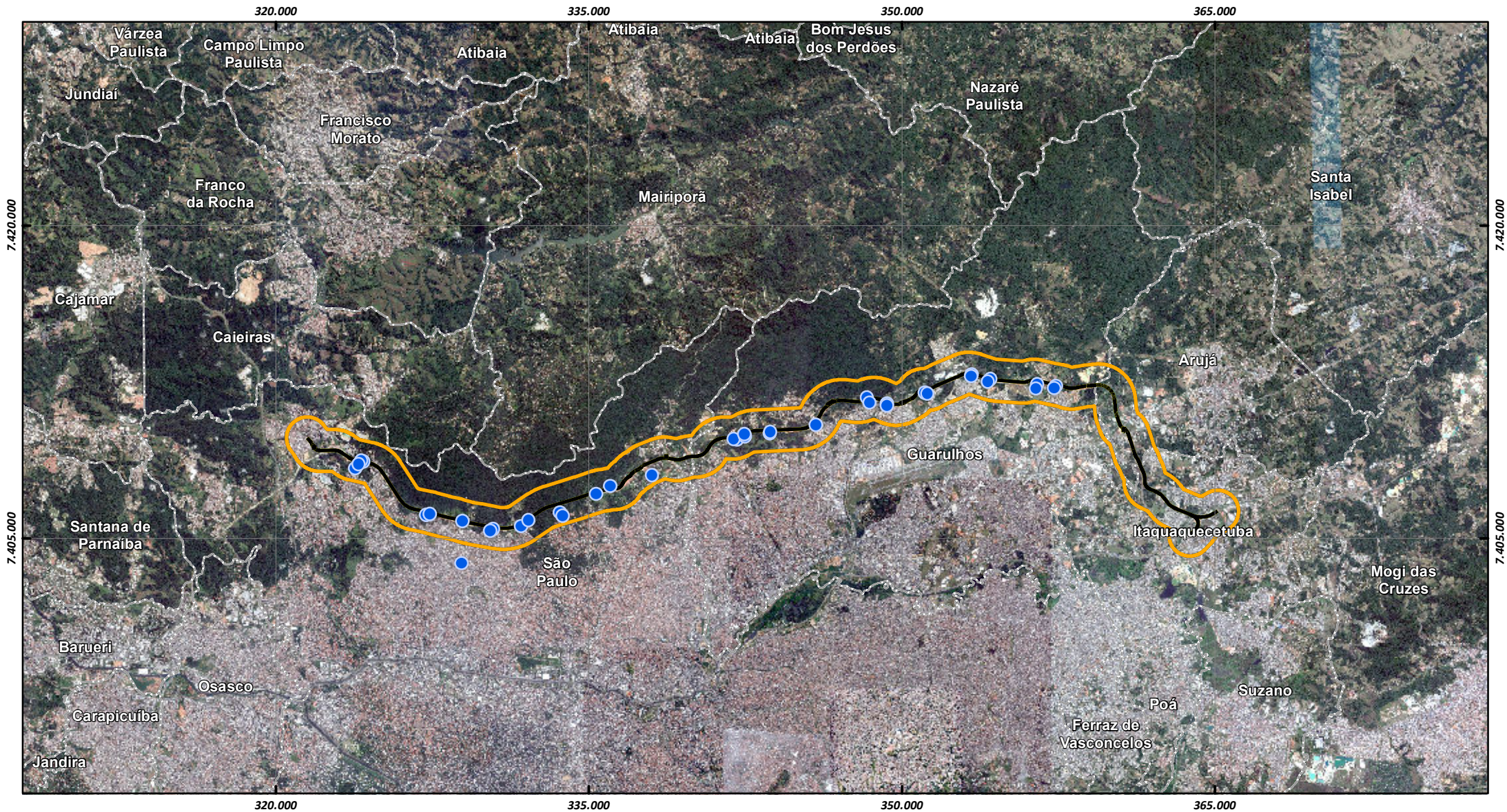
Ponto de Monitoramento	Lote da Obra	Coordenadas Geométricas	Período de Monitoramento	
			Pré-Obra	Início
P1M	1	S 23° 25' 18.84" / O 46° 43' 12.89"	Sim	Mar/14
P1J	1	S 23° 25' 29.22" / O 46° 43' 27.18"	Sim	Set/13
P29M	1	S 23° 25' 17.63" / O 46° 43' 16.47"	Não	Jan/15
P29J	1	S 23° 25' 22.51" / O 46° 43' 21.08"	Não	
P2J3	1	S 23° 26' 43.14" / O 46° 41' 28.24"	Não	Set/14
P2M3	2	S 23° 26' 41.52" / O 46° 41' 21.83"	Sim	
P4M	2	S 23° 26' 53.57" / O 46° 40' 26.91"	Sim	Jul/14
P4J	2	S 23° 27' 59.07" / O 46° 40' 29.56"	Sim	Jul/13
P5M	2	S 23° 27' 6.05" / O 46° 39' 35.31"	Sim	Abr/14
P5J	2	S 23° 27' 9.27" / O 46° 39' 40.08"	Não	Jul/13
P6J	2	S 23° 27' 2.51" / O 46° 38' 47.75"	Não	Ago/14
P6M	3	S 23° 26' 53.22" / O 46° 38' 35.10"	Não	Ago/14
P7M	3	S 23° 26' 42.31" / O 46° 37' 42.04"	Não	Jul/14
P7J	3	S 23° 26' 47.14" / O 46° 37' 37.84"	Não	Ago/14
P8M	4	S 23° 26' 14.03" / O 46° 36' 40.26"	Não	Ago/15
P8J	4	S 23° 26' 1.54" / O 46° 36' 16.39"	Não	Ago/14
P9	4	S 23° 25' 45.30" / O 46° 35' 5.72"	Não	Set/14
P27M	4	S 23° 24' 51.88" / O 46° 32' 40.85"	Não	Jan/15
P27J	4	S 23° 24' 50.17" / O 46° 32' 47.25"	Não	
P11M	4	S 23° 24' 46.33" / O 46° 32' 27.32"	Não	Ago/14
P11J	4	S 23° 24' 42.88" / O 46° 32' 29.01"	Não	
P13M	5	S 23° 24' 41.58" / O 46° 31' 46.15"	Não	Ago/14
P13J	5	S 23° 24' 39.76" / O 46° 31' 45.50"	Não	Ago/14
P14/P14J	5	S 23° 24' 29.60" / O 46° 30' 28.27"	Não	Out/14
P15M	5	S 23° 23' 47.37" / O 46° 29' 1.00"	Sim	Ago/14
P15J	5	S 23° 23' 56.05" / O 46° 28' 56.72"	Sim	Jul/14

Ponto de Monitoramento	Lote da Obra	Coordenadas Geométricas	Período de Monitoramento	
			Pré-Obra	Início
P17M	5	S 23° 23' 57.41" / O 46° 28' 27.78"	Não	Jul/14
P17J	5	S 23° 24' 0.27" / O 46° 28' 27.80"	Sim	
P18M	6	S 23° 23' 41.29" / O 46° 27' 23.30"	Não	Jul/14
P18J	6	S 23° 23' 42.41" / O 46° 27' 19.49"	Não	
P19M1	6	S 23° 23' 13.53" / O 46° 26' 4.72"	Sim	Mar/14
P19J1	6	S 23° 23' 16.18" / O 46° 26' 5.42"	Não	Ago/14
P19M2	6	S 23° 23' 20.98" / O 46° 25' 32.67"	Sim	Mar/14
P19J2	6	S 23° 23' 24.62" / O 46° 25' 36.76"	Não	Ago/14
P20M	6	S 23° 23' 29.99" / O 46° 24' 13.76"	Não	Jul/14
P20J	6	S 23° 23' 36.74" / O 46° 24' 15.52"	Sim	
P25M	6	S 23° 23' 32.61" / O 46° 23' 42.12"	Não	Fev/15
P25J	6	S 23° 23' 35.93" / O 46° 23' 45.48"	Não	

As concentrações obtidas permitiram o cálculo do IQA, conforme metodologia da CETESB como indicador de alterações na qualidade da água ao longo das campanhas. Os resultados gerais obtidos estão indicados na Tabela 6.3.6.3-8.

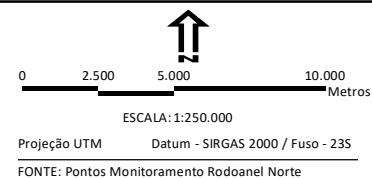
De forma geral, os resultados indicam concentrações muito próximas entre os pontos a montante e a jusante das obras, corroborados pela mesma classificação obtida no IQA. A maioria dos corpos monitorados (28) apresentaram IQA médio na categoria BOA e os demais 10 pontos na categoria REGULAR.

Ao longo do período, entretanto, algumas amostragens indicaram qualidade PÉSSIMA. Tais ocorrências foram consideradas anômalas, pois diversos fatores locais podem interferir nas concentrações de alguns parâmetros de qualidade da água, especialmente as ações antrópicas. Todavia, essas ocorrências não persistiram no decorrer das campanhas para o mesmo parâmetro, indicando ser consequência de favor fortuito e demonstrando uma influência temporária e de baixo impacto da obra na qualidade do curso d'água.



Responsável : Geógrafo Rogério Peter de Camargo / CREA-506188558
AmbGIS - rogerio@ambgis.com.br

- Eixo Ferroanel Norte
- Limite de Municípios
- AII - Meios Físico e Biótico
- AID_Área de Influência Direta
- Pontos de Controle



BASE: Imagem Google Earth 2016



EIA/RIMA - FERROANEL NORTE

AII - Área de Influência Indireta

Pontos de Monitoramento de Água
Rodoanel Norte

DATA: Jun/2017

FIGURA : 6.3.6.3.-3

TABELA 6.3.6.3-8

RESULTADOS DO MONITORAMENTO DE QUALIDADE DE ÁGUA – RODOANEL NORTE - VALORES DE IQA

Ponto Monitorado	Pré Obra	jul/13	ago/13	set/13	out/13	nov/13	dez/13	jan/14	fev/14	mar/14	abr/14	mai/14	jun/14	jul/14	ago/14	set/14	out/14	nov/14	dez/14	jan/15	fev/15	abr/15	mai/15	jun/15	jul/15	ago/15	set/15	out/15	nov/15	dez/15	IQA Médica
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	9ª	10ª	11ª	12ª	13ª	14ª	15ª	16ª	17ª	18ª	19ª	20ª	21ª	23ª	24ª	25ª	26ª	27ª	28ª	29ª	30ª	31ª	
P1M	50	-	-	-	-	-	-	-	-	43	38	39	61	56	65	42	47	42	44	60	50	58	47	49	60	22	32	46	27	37	46
P1J	51	-	-	64	44	58	42	48	52	46	51	34	64	51	64	48	43	52	51	41	56	59	61	63	55	41	46	49	30	45	50
P29M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	45	56	55	56	62	40	42	40	34	43	47
P29J	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	49	58	74	53	55	45	62	28	33	43	49
P2M3	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	76	79	66	71	80	69	82	80	78	69	62	76	82	56	64	73
P2J3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	78	72	78	68	68	67	83	73	65	71	66	61	58	65	54	68
P4M	68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55	61	73	72	79	57	77	57	75	62	66	53	59	80	75	61	54	66
P4J	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64	60	44	65	65	36	69	36	78	73	66	58	63	63	79	60	54	61
P5M	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	27	16	76	83	85	79	73	80	82	65	76	89	80	73	71	73	90	58	66	69
P5J	-	75	82	79	74	79	63	68	85	54	55	59	72	43	60	48	49	71	68	78	52	70	73	72	69	76	57	79	60	59	67
P6M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85	70	63	59	74	70	72	81	78	71	71	67	59	80	64	63	70
P6J	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66	73	63	77	49	45	67	67	71	70	74	61	54	77	57	61	65
P7M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	75	87	82	81	78	75	80	80	70	81	68	69	71	78	83	66	65	76
P7J	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65	58	65	58	60	69	68	68	74	67	57	57	65	60	55	62	63
P8M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	82	-	-	-	-	71	71	63	77	67	48	53	68	59	48	59	64
P8J	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64	-	-	-	-	58	66	78	62	53	52	57	72	58	48	61	61
P9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	46	35	51	44	50	21	45	27	45	44	63	30	38	52	43
P27M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	82	56	74	81	70	72	65	78	56	69	56	69
P27J	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64	79	74	78	66	66	67	81	54	71	51	68
P11M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67	81	79	74	69	77	72	77	66	69	74	77	76	59	55	65	71
P11J	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	72	77	75	74	73	76	74	58	74	74	62	77	55	71	54	69
P13M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	56	74	74	67	44	66	72	72	65	37	61	58	58	59	29	58
P13J	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	61	79	71	64	59	68	74	71	71	55	58	49	53	50	58	62
P14/P14J	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	47	41	39	56	65	65	51	56	55	60	42	52	42	51
P15M	66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71	70	63	58	59	63	60	59	84	51	56	61	61	52	51	55	61
P15J	61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70	60	64	63	38	56	56	52	68	70	51	57	54	54	55	43	52	57
P17M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	82	87	68	72	70	70	56	77	66	74	77	79	61	61	66	56	58	69
P17J	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62	69	67	72	-	43	53	57	56	60	74	70	77	46	36	53	53	59
P18M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66	82	83	79	84	69	70	67	64	71	64	72	60	54	59	62	58	68
P18J	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62	62	78	61	65	61	73	54	68	68	64	69	58	51	57	60	57	63
P19M1	36	-	-	-	-	-	-	-	-	32	21	33	28	-	39	34	41	44	46	48	43	57	33	46	55	26	46	29	38	31	39
P19J1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	50	37	43	50	36	52	59	32	44	44	25	41	29	32	32	40
P19M2	66	-	-	-	-	-	-	-	-	35	38	53	35	66	82	70	64	81	67	70	64	69	66	69	76	58	43	61	64	59	61
P19J2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	76	76	68	79	65	67	49	62	65	70	68	62	51	53	59	51	64
P20M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56	64	65	68	71	60	-	60	64	63	61	70	31	59	39	57	66	60
P20J	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62	53	48	58	74	54	-	55	63	49	54	67	38	52	44	54	63	56
P25M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59	46	49	51	61	39	36	35	68	48	49
P25J	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61	50	53	50	60	42	38	38	69	46	51

6.3.6.3.3 Qualidade da água na AID: resultados monitoramento do Rodoanel Leste

O “Subprograma de Monitoramento da Qualidade das Águas Durante a Construção” parte integrante do “Programa de Supervisão e Monitoramento Ambiental da Construção”, propostos pelo Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do Rodoanel Mário Covas – Trecho Leste, teve por objetivo a verificação das alterações resultantes das atividades de construção nos cursos d’água da sua área de influência, com o intuito de quantificar o impacto efetivo nesse componente ambiental e sinalizar para problemas com a eficácia das medidas de controle de poluição/contaminação.

Foram indicados quinze (15) pontos de amostragem de água superficial nos corpos d’água existentes nas áreas de influência das atividades de construção do Rodoanel Leste, sendo que 3 deles estão situados nas vizinhanças da AID do Ferroanel Norte: dois pontos no Rio Tietê e um no Rio Baquirivu-Guaçu, conforme informações da de localização na Tabela 6.3.6.3-9. A localização geográfica dos pontos é exibida na Figura 6.3.6.3-4. As informações apresentadas foram fornecidas pela Concessionária SPMAR, responsável pela construção e operação do Rodoanel Leste.

TABELA 6.3.6.3-9

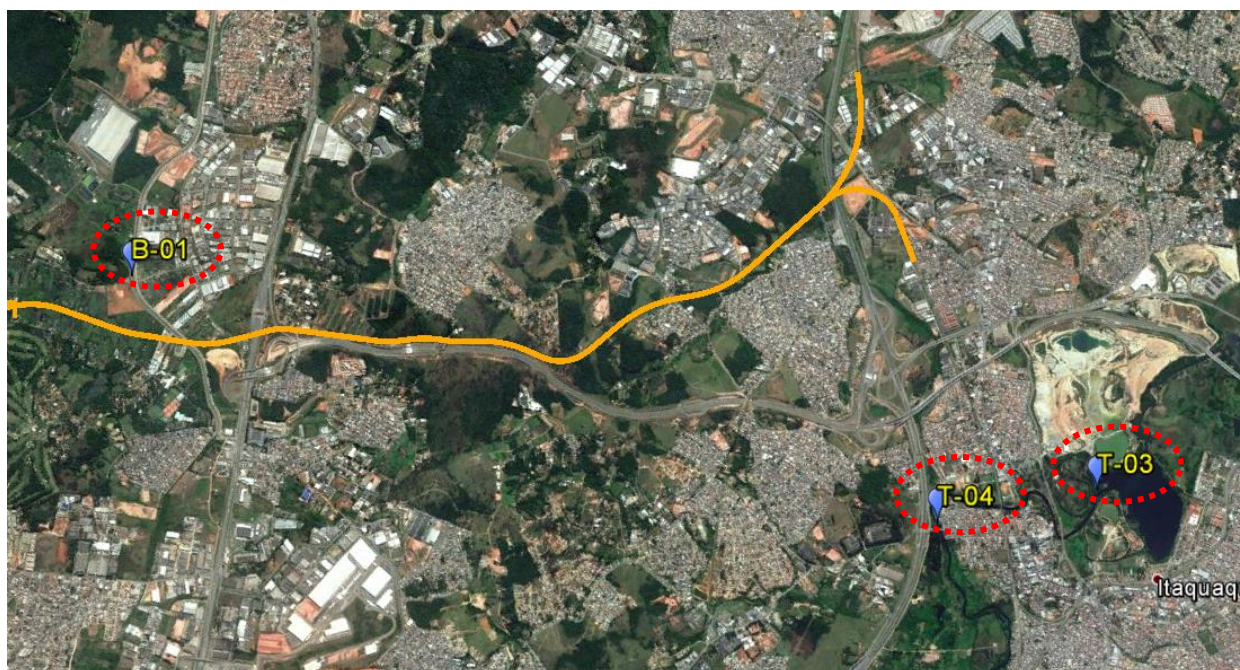
LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO DO RODOANEL LESTE DE INTERESSE

CÓDIGO CETESB	CORPO DE ÁGUA	CLASSE	LOCAL DE AMOSTRAGEM	MUNICÍPIO	COORDENADAS	
					LAT	LON
B-01	Rio Baquirivu-Guaçu	3	Ponte no entroncamento da Avenida João Manuel com a Rua Fatec	Arujá	360.743	7.411.263
T-03	Rio Tietê	3	Nas margens do Tietê, no interior do Parque Ecológico de Itaquaquecetuba	Itaquaquecetuba	362.671	7.402.910
T-04	Rio Tietê	3	Ponte da Rua Tiradentes, próximo da Rodovia Ayrton Senna	Itaquaquecetuba	361.829	7.404.041

* Coordenadas referenciadas ao datum horizontal SAD-69.

FIGURA 6.3.6.3-4

PONTOS DE MONITORAMENTO DE INTERESSE DO RODOANEL LESTE



A Tabela 6.3.6.3-10 mostra um resumo da análise dos resultados das campanhas de amostragem realizadas entre Setembro/2011 e Setembro/2013, para os parâmetros BDO, Coliformes Termotolerantes, Óleos e graxas, Turbidez, Fósforo Total e Nitrogênio Amoniacal, compilados dos relatórios periódicos de andamento fornecidos pela Concessionária. Os Gráficos 6.3.6.3-1 a 6.3.6.3-3 mostram as variações ao longo das campanhas das concentrações de DBO, Coliformes Termotolerantes e Turbidez.

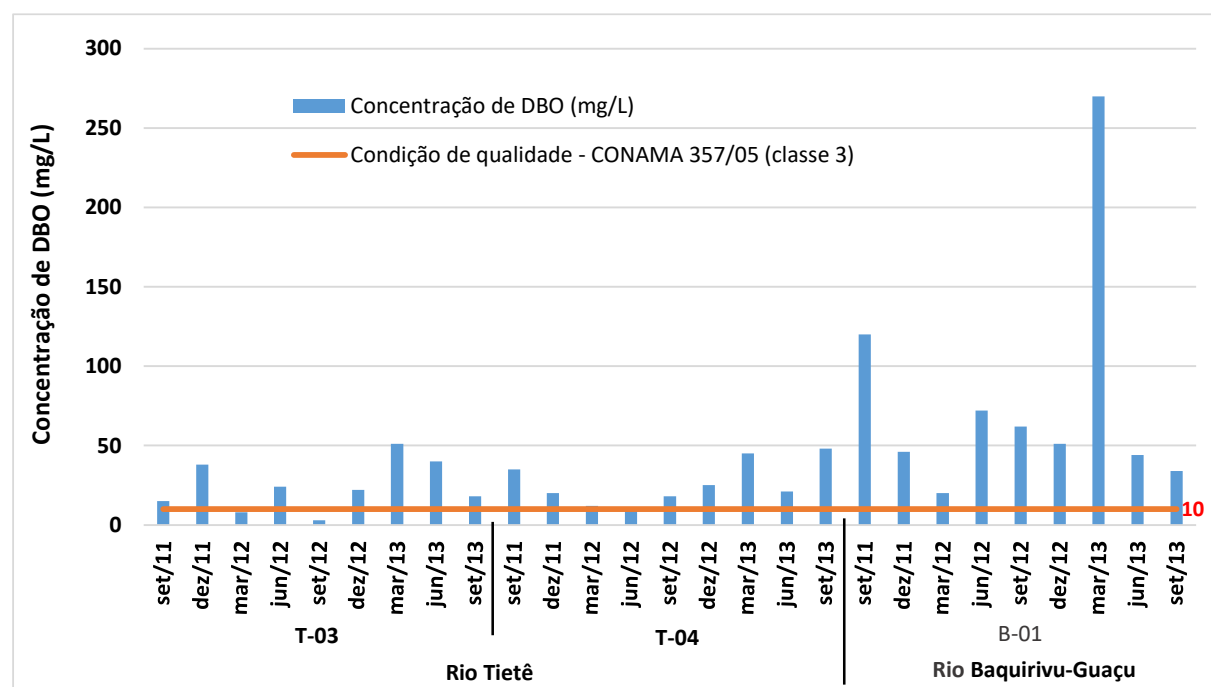
TABELA 6.3.6.3-10

SÍNTESE DOS RESULTADOS DAS CAMPANHAS DE QUALIDADE DE ÁGUA – RODOANEL LESTE (SET/2011 A SET/2013)

PARÂMETRO	RESULTADOS		
	T-03	T-04	B-01
DBO	7 amostras com concentrações superiores ao padrão de classe, com máximo de 50mg/L;	8 amostras com concentrações superiores ao padrão de classe, com máximo próximo de 50 mg/L;	Todas amostras (9) com concentrações superiores ao padrão de classe, com valores 8 valores acima de 40mg/L e uma acima de 260mg/L;
Coliformes Termotolerantes	Nos 3 pontos foram obtidas concentrações superiores ao padrão de classe em 6 amostras, com valores muito próximos e nos meses correspondentes, indicando descargas de esgotos domésticos;		
Turbidez	Em conformidade, exceto em apenas uma amostra, na medição de dezembro/2011;		Todas as amostras em conformidade com a resolução

GRÁFICO 6.3.6.3-1

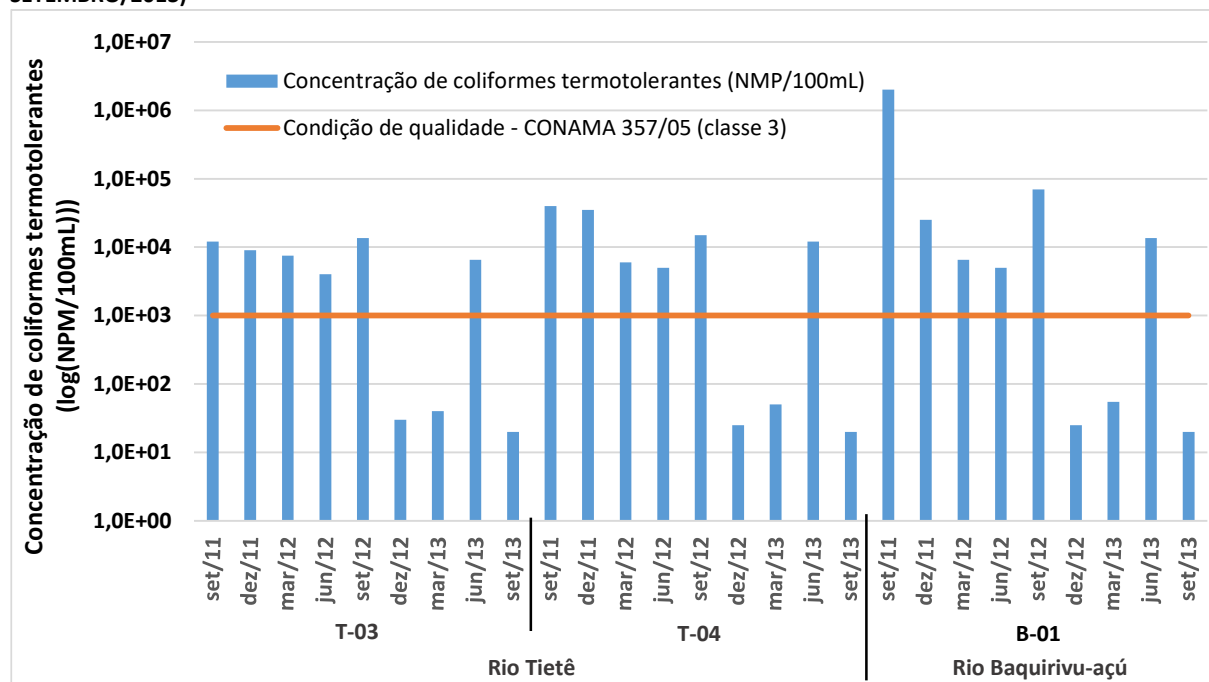
CONCENTRAÇÕES DE DBO – MONITORAMENTO RODOANEL LESTE (SETEMBRO/2011 E SETEMBRO/2013)



Fonte: SPMAR, 2013

GRÁFICO 6.3.6.3-2

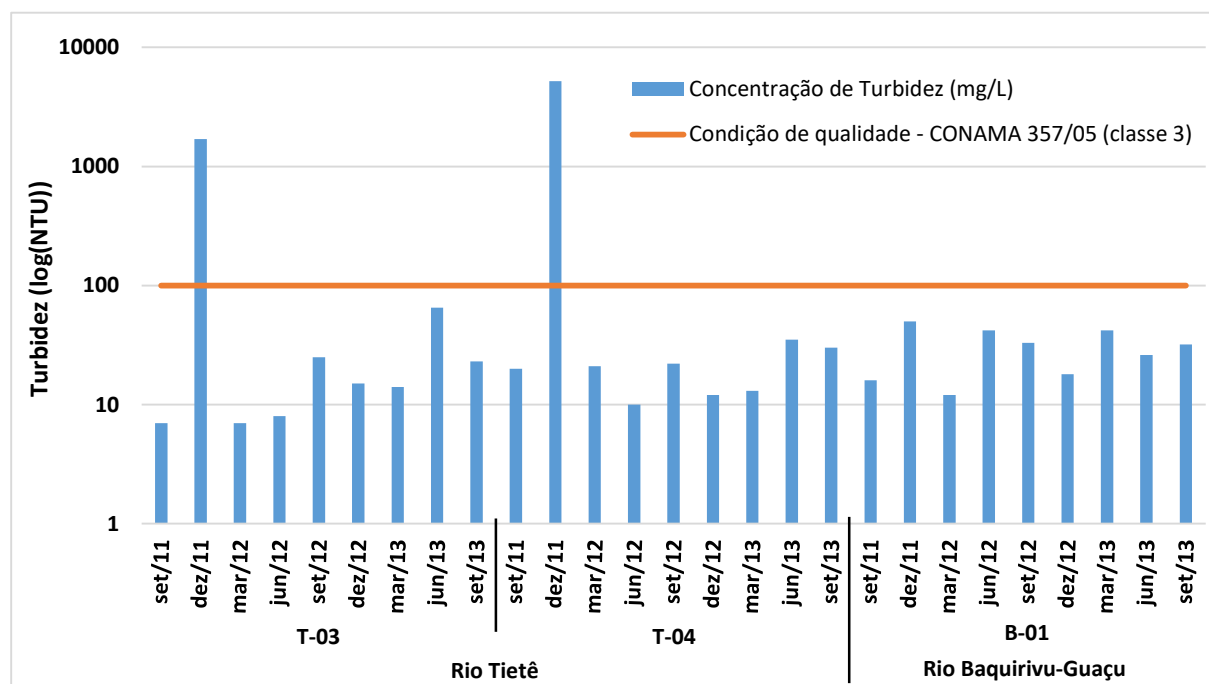
CONCENTRAÇÕES DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES – MONITORAMENTO RODOANEL LESTE (SETEMBRO/2011 E SETEMBRO/2013)



Fonte: SPMAR, 2013

GRÁFICO 6.3.6.3-3

CONCENTRAÇÕES DE TURBIDEZ – MONITORMAMENTO RODOANEL LESTE (SETEMBRO/2011 E SETEMBRO/2013)



Fonte: SPMAR, 2013

Concluindo a análise, apresenta-se na Tabela 6.3.6.3-11 a evolução do IQA para as amostras de água superficial coletadas nos corpos d'água existentes nas áreas de influência do empreendimento, obtidos nas campanhas trimestrais realizadas entre Setembro/2008 (1ª Campanha do EIA) e Março/2013.

TABELA 6.3.6.3-11

EVOLUÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA), OBTIDOS ENTRE SET/2008 E SET/2013.

Ponto	Set/2008 (EIA 1ª Camp.)	Jan/2009 (EIA 2ª Camp.)	Set/2011	Dez/2011	Mar/2012	Jun/2012	Set/2012	Dez/2012	Mar/2013	Jun/2013	Set/2013
T-03	Ruim (25)	Ruim	Regular (47)	Ruim (23)	Ruim (35)	Ruim (26)	Ruim (36)	Ruim (31,1)	Ruim (32,3)	Ruim (19,4)	Ruim (32,6)
T-04	Ruim (24)	-	Ruim (23)	Ruim (26)	Regular (39)	Ruim (35)	Ruim (29)	Ruim (30,9)	Ruim (32)	Ruim (20,7)	Ruim (26,4)
B-01	Ruim (22)	-	Péssima (15)	Ruim (22)	Ruim (33)	Ruim (21)	Ruim (24)	Regular (38,4)	Ruim (31,6)	Ruim (32,1)	Ruim (29,3)

De acordo com os dados históricos obtidos nas áreas de influência do empreendimento, observou-se que os pontos de amostragem dos rios Tietê (T-04) e Baquirivu-Guaçu (B-01), apresentaram valores de IQA, na campanha de Setembro/2013, dentro dos intervalos de variação obtidos nas duas campanhas trimestrais anteriores (Março/2013 e Junho/2013). Já no ponto T-03 houve uma ligeira melhora na qualidade da água.

6.3.7 Recursos Hídricos Subterrâneos

A All assenta-se sobre substrato compreendido por dois domínios hidrogeológicos principais:

- Domínio cristalino, constituído por rochas cristalinas magmáticas e metamórficas, no qual o armazenamento de água ocorre principalmente em descontinuidades das rochas como fraturas, falhas etc.; e
- Domínio sedimentar, constituído por rochas sedimentares depositadas na Era Cenozoica, no qual o armazenamento de água se dá, principalmente, nos poros dos sedimentos.

Os estudos de potencialidade hídrica distinguem dois grandes domínios hidroestratigráficos: aquíferos sedimentares (Aquífero São Paulo) e aquíferos fissurais (Aquífero Cristalino). O zoneamento de valores de Q/s mostra distribuição bastante irregular, conforme ilustrado no Mapa das Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo, escala 1: 1.000.000 (DAEE et al., 2005) – (Figura 6.3.7-1).

Aquífero São Paulo

O Aquífero São Paulo é constituído por rochas sedimentares terciárias e quaternárias que preenchem a Bacia de São Paulo, que inclui as rochas paleogênicas do Grupo Taubaté (Formações Resende, Tremembé e São Paulo), as rochas neogênicas da Formação Itaquaquecetuba, e as coberturas aluvionares e coluvionares do Quaternário (RICCOMINI; COIMBRA, 1992 apud DAEE et al., 2005). Estas são encontrados notadamente a sul-sudeste da serra da Cantareira, na porção centro-sul e sudoeste do município de Guarulhos, e em área dos distritos de Vila Maria, Vila Guilherme, Tucuruvi, Vila Medeiro e Jaçanã, no município de São Paulo, em área aflorante de 746 km². Embora recobrindo apenas 25% da área da bacia hidrográfica do Alto Tietê, é o mais intensamente explorado. Essas Formações compõem aquíferos livres, descontínuos, heterogêneos, anisotrópicos e com espessuras variadas.

Possuem, em geral, média a alta produtividade (vazões médias predominantes entre 6 e 20 m³/h). Das vazões específicas do Aquífero São Paulo, 54% são de até 0,5 m³/h/m sendo que 28% são menores do que 0,2 m³/h/m. A região norte da cidade de São Paulo, Guarulhos e parte da região leste da RMSP, possuem alta vazão explotável, da ordem de 20 – 40 m³/s. Ou seja, o Sistema Aquífero São Paulo, nesta região apresenta elevado potencial de vazão, função tanto da ocorrência de maiores espessuras saturadas, quanto possivelmente devido à presença de areias basais pertencentes à Formação Resende. Nessas regiões, é também onde ocorre a maior espessura saturada dos sedimentos, superiores a 100m de profundidade. Outras ocorrências de Coberturas Indiferenciadas correlatas à Formação São Paulo (TQis), distribuídas a nordeste da All em território do município de Santa Isabel, são apresentadas no Mapa das

Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (DAEE et al., 2005) como pertencentes ao Sistema Aquífero Taubaté. Nas áreas de ocorrência dessas coberturas foram estimadas espessuras inferiores a 100 m e vazão explorável menor que 10 m³/h.

Com relação à qualidade das águas, esse aquífero possui baixa salinidade, predominando águas bicarbonatadas cálcicas. Em estudos realizados pelo DAEE 1975 apud DAEE et al., 2005, os dados analisados apresentaram teores de resíduo seco menores que 250 mg/L, dureza total abaixo de 65 mg/L de CaCO₃, baixa concentração de cloretos (65 mg/L de Cl), concentração de sulfato menor que 80 mg/L de SO₄ e pH variando entre 5,5 e 6,5.

Segundo a Cetesb (2007), esse aquífero possui boa qualidade da água subterrânea, embora haja constatação de concentrações de ferro e alumínio ultrapassando o padrão de potabilidade.

Aquíferos Aluviais

Também ocorrem na All aquíferos menos importantes associados a depósitos aluviais, ao longo das planícies fluviais dos principais corpos d'água, como o rio Tietê, Baquirivu e Cabuçu de Cima. Esses aquíferos são caracterizados como livres, descontínuos, heterogêneos, anisotrópicos e com espessuras variadas, constituídos por arenitos de granulometria variável, argilas, cascalhos e demais depósitos aluviais. Possuem, em geral, baixa produtividade (vazões médias predominantes entre 1 e 30 m³/h).

Aquífero Cristalino

O Aquífero Cristalino é constituído por rochas pré-cambrianas, que correspondem aos gnaisses, xistos e quartzitos, entre outras, e rochas ígneas (granitos). No estado de São Paulo a área aflorante corresponde a aproximadamente 61.312 km², na sua porção leste. Na All, esse aquífero é caracterizado por sua abrangência regional e pelo caráter fissurado, descontínuo, heterogêneo e anisotrópico, comportando-se eventualmente como aquífero livre a semiconfinado. Com relação às vazões específicas, o Aquífero Cristalino apresenta um potencial de produção variável, em razão da sua heterogeneidade, resultando em grande variação das condições de produção, com valores extremos de 0 a 50 m³/h, média de 7 m³/h; vazão específica média de 0,3 m³/h/m, oscilando entre 0,06 e 0,7 m³/h/m e transmissividade média entre 0,4 e 14 m²/dia, sendo que 83% alcançam até 0,5 m³/h/m, e que 43% situam-se entre 0,2 m³/h/m e 0,5 m³/h/m, o que representa uma produção muito reduzida em relação aos aquíferos sedimentares, de acordo com Cetesb (2007).

Segundo o mapa de classes de potenciais hidrogeológicos do estado de São Paulo (DAEE et al., 2005), é identificado que o Aquífero Cristalino na All possui um intervalo de vazão estimado entre 1 e 12 m³/h em área de exposição das rochas graníticas da Fácies Cantareira e metamórficas do Complexo Amparo, Complexo Paraíba do Sul e em áreas do Grupo São Roque. Na área de ocorrência do Complexo Embu, a sudeste do município de Arujá e sul-sudeste de Santa Isabel, porção leste da All, o intervalo de vazão é superior, estimado entre 3 e 23 m³/h.

Sua exploração é feita através de, aproximadamente, 6.500 poços tubulares, com profundidades médias variando de 50 a 100 m (São Paulo - Conselho Estadual de Recursos Hídricos, 1990). Na área de interesse, dos 132 poços tubulares que integram a rede de monitoramento da Cetesb, 24 exploram água do sistema aquífero cristalino.

Uma das características dos aquíferos cristalinos é que pode condicionar a sua produtividade está relacionada com a espessura do manto de alteração. Nesses casos o manto de alteração, que recobre a rocha sã, funciona como um aquífero poroso, com comportamento similar aos aquíferos sedimentares. Na região da All a espessura do manto inconsolidado é considerado intermediária (5 a 15 m) ou espesso (superior a 15 m), sendo que os mais espessos possuem maior produtividade hídrica. Esse manto pode, muitas vezes, encontrar-se saturado, podem atingir dezenas de metros e conformar localmente boas unidades aquíferas, sobretudo em poços tubulares mistos ou rasos escavados.

Segundo a Cetesb (2007), as águas do Sistema Aquífero Cristalino são pouco mineralizadas e com sólidos dissolvidos totais variando de 99 a 271 mg/L, sendo que cerca de 83% das amostras analisadas

apresentaram valores menores do que 200 mg/L de concentração de resíduos secos. A dureza é inferior a 85 mg/L de CaCO_3 em 100% das amostras, e a concentração de ferro total é menor que 0,12 mg/L em 100% das amostras analisadas. Verifica-se que o cálcio e potássio são correlacionáveis com o aumento dos sólidos dissolvidos totais. Assim, a água subterrânea é considerada bicarbonatada cálcica ou sódica, com pH ácido a neutro para estas ocorrências. Destaca-se, ainda, que, sistematicamente, são encontradas concentrações de fluoreto, nitrato e chumbo, em não conformidade com os valores máximos permitidos.

O meio em que se insere a AID do empreendimento é caracterizado por esses dois compartimentos altamente interligados, mas com diferentes características hidráulicas: o solo residual pouco espesso (média de 20 m), na parte superior; e o maciço rochoso, imediatamente abaixo, cuja porção mais superficial apresenta-se mais fraturada e permeável, devido, principalmente, aos processos de alteração intempérica e, em alguns locais, devido ao alívio de tensões (IPT 2011).

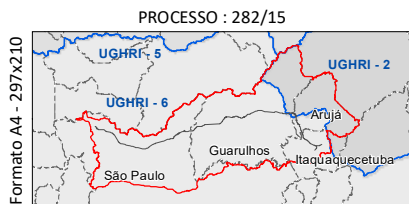
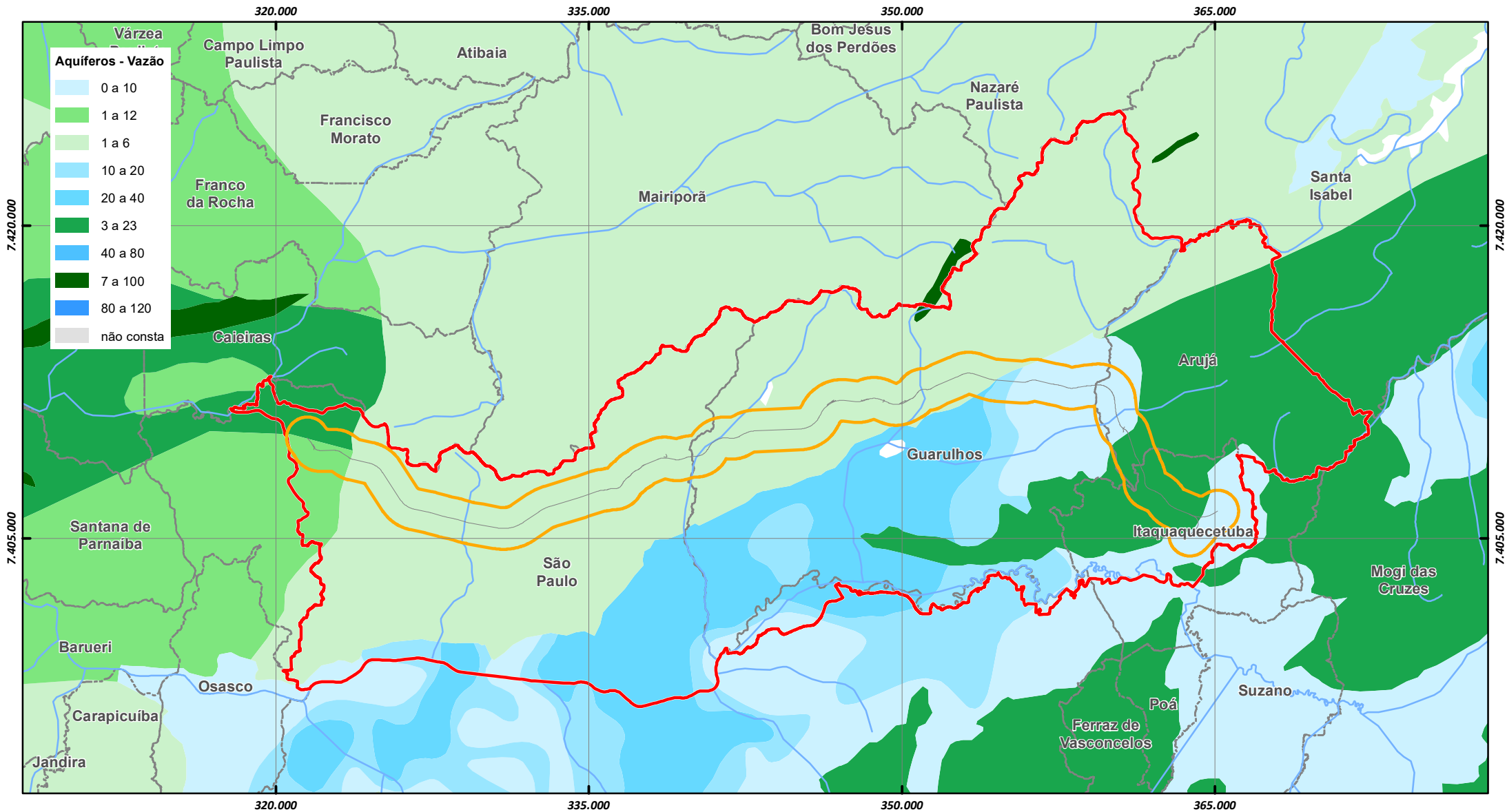
O modelo de circulação de água subterrânea indica que a recarga do aquífero ocorre por infiltração de águas pluviais no solo e por algumas drenagens, quando intermitentes. A descarga dos fluxos de água ocorre principalmente nas drenagens e nascentes de sopé de encostas.

O fluxo de água no aquífero ocorre por entre as fraturas e apresenta um nível potenciométrico raso localizado na porção de solo residual que, em geral, acompanha a topografia, ou seja, em regiões de alto topográfico o nível da água tende a ser mais profundo e vice-versa. Ainda segundo o IPT (2011) existe um fluxo de água local, em que a descarga do aquífero é próxima à região de recarga, e um fluxo regional, onde a água, a partir de seu ponto de recarga, circula por mais tempo no subsolo e encontra a sua área de descarga em regiões mais distantes.

Nas conclusões do referido relatório do IPT, sugere-se que os prováveis impactos potenciais no meio hidrogeológico promovidos pela implantação das obras estariam, de modo geral, relacionados à alteração no fluxo d'água subterrânea nas áreas de construção dos túneis, assim como nas áreas dos cortes e aterros. Diz ainda, que: “a interceptação, ou aterramento, quase contínua das nascentes de sopé de encostas, pode provocar elevação do nível freático, cujas conseqüências podem estar relacionadas à saturação da base do aterro e provável surgimento de nascentes em locais não esperados, o que pode acarretar o desenvolvimento de processos indesejáveis (*piping*, borrachudos, entre outros)”.

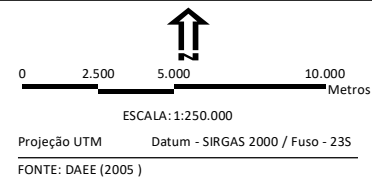
Nas áreas dos emboques dos túneis, de modo geral, seria possível a interceptação do nível d'água, o que acarretaria a interferência no fluxo d'água subterrâneo, uma vez que as áreas dos túneis se configuram, de modo geral, como zonas de recarga do aquífero e os emboques estão posicionados no sentido do fluxo subterrâneo em direção às zonas de descarga do aquífero. A interceptação ou aterramento de nascentes nas áreas dos túneis (principalmente próximo aos emboques) poderiam alterar a vazão de drenagens à jusante. De modo geral, nas áreas dos túneis, haveria a possibilidade de redução de vazões de nascentes devido à maior ou menor presença de condicionamentos estruturais à circulação de água e ao grau de fraturamento do maciço rochoso.

No entanto, o que se observou após o desenvolvimento de aproximadamente 36 meses de obras do Rodoanel Norte, com significativo avanço na terraplenagem para a construção dos cortes e aterros, e também significativo avanço na perfuração dos referidos túneis, alguns deles já transpassados, é que a interferência no fluxo subterrâneo é mínima. Não foram observadas alterações significativas nas vazões dos córregos nas proximidades do empreendimento, bem como nas nascentes que se localizam nas proximidades dos emboques túneis e dos cortes e aterros mais profundos ou espessos. O monitoramento visual das nascentes mostra que durante todo o período foi observado um pleno funcionamento das mesmas.



Responsável : Geógrafo Rogério Peter de Camargo / CREA-5061888558
AmbGIS - rogerio@ambgis.com.br

- Eixo Ferroanel Norte
- Limite de Município
- AII - Meios Físico e Biótico
- AID - Área de Influência Direta
- Hidrografia



BASE: Projeto Geométrico DERSA
DE-48.00.000-A10-201 a DE-48.00.000-A10-215



EIA/RIMA - FERROANEL NORTE

AII - Área de Influência Indireta

Mapa de Águas Subterrâneas
do Estado de São Paulo

DATA: Jun/2017

Folha : Única

FIGURA: 6.3.7-1

6.3.8 Qualidade do Ar

Os padrões de qualidade do ar no Estado de São Paulo foram atualizados por meio do Decreto Estadual nº 59.113, de 23/04/2013, tendo por base as diretrizes estabelecidas pela OMS. O Decreto estabelece: (i) Metas Intermediárias - (MI) - valores temporários a serem cumpridos em etapas, visando à melhoria gradativa da qualidade do ar, baseada na busca pela redução das emissões de fontes fixas e móveis, em linha com os princípios do desenvolvimento sustentável; (ii) Padrões Finais (PF) - determinados pelo melhor conhecimento científico para que a saúde da população seja preservada.

O Quadro 6.3.8-1 apresenta os padrões de qualidade do ar estabelecidos no Decreto Estadual nº 59.113/2013, sendo que os padrões vigentes estão assinalados em vermelho. Para efeito de avaliação geral da qualidade do ar, a CETESB utiliza o Índice de Qualidade do Ar, que considera faixas de variação para cada poluente em relação aos riscos à saúde, conforme o Quadro 6.3.8-2. É utilizado o índice mais elevado dos poluentes medidos em cada estação da rede de amostragem da CETESB.

QUADRO 6.3.8-1

PADRÕES ESTADUAIS DE QUALIDADE DO AR (DECRETO ESTADUAL Nº 59.113, DE 23/04/2013)

Poluente	Tempo de Amostragem	MI 1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MI 2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MI 3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PF ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
partículas inaláveis (MP_{10})	24 horas	120	100	75	50
	MAA ¹	40	35	30	20
partículas inaláveis finas ($\text{MP}_{2,5}$)	24 horas	60	50	37	25
	MAA ¹	20	17	15	10
dióxido de enxofre (SO_2)	24 horas	60	40	30	20
	MAA ¹	40	30	20	-
dióxido de nitrogênio (NO_2)	1 hora	260	240	220	200
	MAA ¹	60	50	45	40
ozônio (O_3)	8 horas	140	130	120	100
monóxido de carbono (CO)	8 horas	-	-	-	9 ppm
fumaça* (FMC)	24 horas	120	100	75	50
	MAA ¹	40	35	30	20
partículas totais em suspensão* (PTS)	24 horas	-	-	-	240
	MGA ²	-	-	-	80
chumbo** (Pb)	MAA ¹	-	-	-	0,5

1 - Média aritmética anual. 2 - Média geométrica anual.

* Fumaça e Partículas Totais em Suspensão - parâmetros auxiliares a serem utilizados apenas em situações específicas, a critério da CETESB.

** Chumbo - a ser monitorado apenas em áreas específicas, a critério da CETESB.

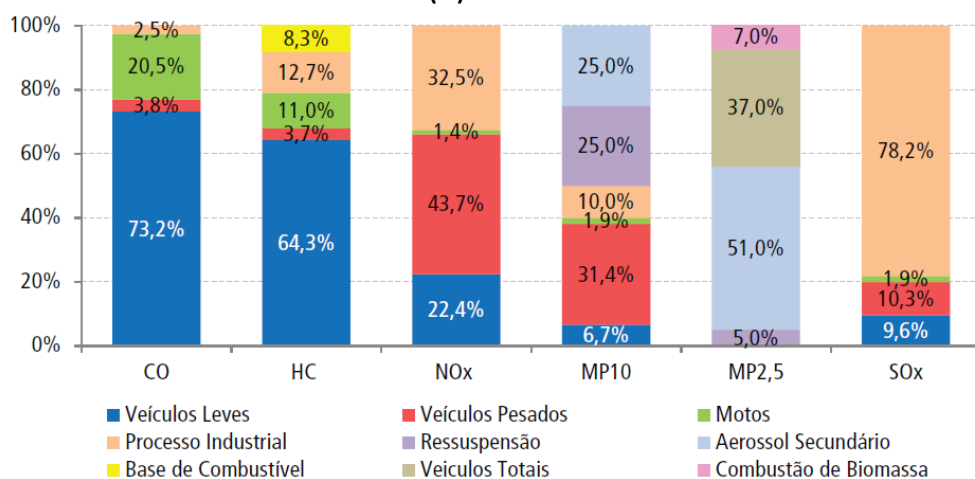
Fonte: CETESB, Relatório de Qualidade do Ar 2015

QUADRO 6.3.6-2
ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR - CETESB

Qualidade	Índice	MP ₁₀ (µg/m³) 24h	MP _{2,5} (µg/m³) 24h	O ₃ (µg/m³) 8h	CO (ppm) 8h	NO ₂ (µg/m³) 1h	SO ₂ (µg/m³) 24h	Fumaça (µg/m³) 24h	Significado
N1 - BOA	0 - 40	0 - 50	0 - 25	0 - 100	0 - 9	0 - 200	0 - 20	0 - 50	
N2 - MODERADA	41-80	>50 - 100	>25 - 50	>100 - 130	>9 - 11	>200 - 240	>20 - 40	>50 - 100	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população, em geral, não é afetada.
N3 - RUIM	81-120	>100 - 150	>50 - 75	>130 - 160	>11 - 13	>240 - 320	>40 - 365	>100 - 150	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
N4 - MUITO RUIM	121-200	>150 - 250	>75 - 125	>160 - 200	>13-15	>320 - 1130	>365 - 800	>150 - 250	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas).
N5 - PÉSSIMA	>200	> 250	>125	> 200	> 15	> 1130	>800	> 250	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

O Gráfico 6.3.8-1 mostra a contribuição percentual das fontes de poluição atmosférica na RMP, segundo a CETESB: as emissões veiculares respondem por elevados percentuais das emissões de CO e HC (veículos leves) e NOx e MP10 (veículos pesados). A atividade industrial é primordial nas emissões de SOx.

GRÁFICO 6.3.8-1
EMISSIONES ATMOSFÉRICAS POR FONTE (%)



Fonte: CETESB, Relatório de Qualidade do Ar 2015

Os resultados da rede de monitoramento, publicados nos relatórios anuais, indicam a queda gradual das concentrações dos poluentes atmosféricos na RMSP, na última década, exceto para Ozônio que se encontra estável. A qualidade geral é BOA, como mostram os dados da Tabela 6.3.8-1, construída com informações extraídas do relatório Anual de Qualidade do Ar de 2015.

TABELA 6.3.8-1
DISTRIBUIÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR (%) – RMSP

CLASSE	MP ₁₀	MP _{2,5}	OZÔNIO	NO ₂	CO	SO ₂
BOA	89,85	82,1	84,92	99,84	100	100
MODERADA	9,99	17,3	10,99	0,12	-	-
RUIM	0,16	0,6	3,20	0,04	-	-
MUITO RUIM	-	-	0,82	-	-	-
PÉSSIMO	-	-	0,08	-	-	-

Fonte: CETESB, Relatório de Qualidade do Ar 2015

Na AII do Ferroanel Norte existem três estações automáticas da rede de monitoramento da qualidade do ar da CETESB: uma no bairro de Santana, em São Paulo, e duas em Guarulhos, uma junto ao Paço Municipal e outra no bairro dos Pimentas. A Tabela 6.3.8-2 resume os resultados das concentrações de poluentes nessas estações, conforme o mesmo relatório anual da CETESB.

TABELA 6.3.8-2
CONCENTRAÇÕES DE POLUENTES DO AR – ESTAÇÕES DA CETESB NA AII

CONCENTRAÇÕES DE POLUIENTES DO AR - ESTAÇÕES DA CEEB NA AR							
ESTAÇÃO	MP ₁₀ (µg/m³)		MP _{2,5} (µg/m³)		SO ₂ (µg/m³)		Ozônio Dias de ultrapassagens do padrão
	Média Diária		Média Diária		Média Diária		
	1ª. Máx.	2ª. Máx.	1ª. Máx.	2ª. Máx.	1ª. Máx.	2ª. Máx.	
Guarulhos - Pimentas	119	105	65	51	16	14	3
Guarulhos - Paço Municipal	82	77	-	-	-	-	8
Santana	70	67	-	-	-	-	11
Padrão	120	120	60	60	60	60	140 µg/m³ - 8h

Fonte: CETESB, Relatório de Qualidade do Ar 2015

EMISSIONES DE GASES DE EFEITO ESTUFA

A Tabela 6.3.8-3 mostra os resultados do 1º. Inventário de Emissões de Gases Efeito Estufa no Estado de São Paulo, para o setor de transportes no período 2000-2008.

No período, o transporte ferroviário passa de 259 a 518 GG/ano, um aumento percentual de 100%, porém sua participação no total emitido pelo setor não passava de 1,3% em 2008. O transporte rodoviário, no mesmo ano, foi responsável por 90% das emissões de GEE do setor.

TABELA 6.3.8-3
EMISSIONES DE GEE DO SETOR DE TRANSPORTES NO ESTADO DE SÃO PAULO [GG/ANO]

TIPO	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Transporte Aéreo	1.743	1.876	2.174	1.484	1.659	1.829	2.220	2.339	2.018
Transporte Aquaviário	3.569	2.861	2.341	2.218	2.191	1.992	1.863	1.697	1.493
Transporte Ferroviário	259	373	409	446	428	452	449	452	518
Transporte Rodoviário	33.084	33.500	33.356	32.153	32.922	33.767	33.439	35.315	36.239
Total	38.655	38.610	38.280	36.302	37.200	38.039	37.972	39.802	40.268

Fonte: Emissões do setor de energia: subsetor de transportes. CETESB, 2014

Na Tabela 6.3.8-4 são apresentadas as emissões dos principais GEE pelo Transporte Ferroviário.

TABELA 6.3.8-4

EMISSIONES DE GEE DO TRANSPORTE FERROVIÁRIO NO ESTADO DE SÃO PAULO [GG/ANO]

POLUENTE	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
CO ₂	231	333	3655	398	382	403	401	403	462
CH ₄	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
N ₂ O	0,09	0,13	0,14	0,15	0,15	0,16	0,15	0,16	0,18

Fonte: Emissões do setor de energia: subsetor de transportes. CETESB, 2014

6.3.9 Ruído e Vibrações

Para a caracterização dos níveis de ruído na AID do Ferroanel Norte, assim como em outros indicadores da qualidade ambiental, utiliza-se a base de informações disponíveis das avaliações dos níveis sonoros realizada para os empreendimentos Rodoanel Leste e Norte, nos trechos de compartilhamento das respectivas faixas de domínio, complementando-se com medições adicionais em receptores críticos com potencial de impacto pelo Ferroanel Norte.

A Tabela 6.3.9-1 mostra a localização dos receptores críticos utilizados para caracterização da linha de base dos níveis sonoros para o Ferroanel Norte. O conjunto totaliza 21 pontos de medição, dos quais 11 foram amostrados no projeto do Rodoanel Norte, 1 no projeto do Rodoanel Leste (P26) e 9 são pontos de medição específicas para o presente EIA. A tabela indica o valor do L_{RA} e o padrão recomendado para o tipo de receptor, conforme a Decisão de Diretoria 389/2010/P da CETESB, que regulamenta a avaliação de níveis sonoros em empreendimentos rodoviários e ferroviários. A Figura 6.3.9-1 mostra a localização dos receptores críticos.

As medições de ruído adicionais, específicas para o EIA do Ferroanel Norte, foram realizadas no dia 19 de abril de 2017, no período diurno, com acompanhamento por equipe da CETESB. Conforme reunião prévia com a Cetesb, foram feitas medições de nível sonoro, com um período de amostragem mínimo de 10 minutos, desde que o valor do L_{Aeq} estivesse estabilizado, conforme o procedimento CETESB DD-100/2009.

A numeração dos pontos segue o convencionado no EIA, no qual se consideraram diversos pontos já avaliados nos estudos do Rodoanel, não sendo, portanto, sequencial.

As medições de ruído foram feitas com análise estatística dos dados, sendo anotados, entre outros parâmetros, o L_{Aeq} (nível equivalente contínuo), que é o índice caso em análise, o L_{90} (ruído de fundo), e o L_{10} . O L_{Aeq} representa o nível de ruído que, emitido de forma constante, apresenta a mesma energia da fonte medida na prática. Pode, portanto, ser considerado como o “ruído médio”. Já o L_{90} é o nível de ruído que é ultrapassado 90% do tempo, sendo denominado “ruído de fundo”. Finalmente, o L_{10} é o ruído que é ultrapassado em 10% do tempo sendo, portanto, o nível sonoro máximo, se forem desconsiderados os picos isolados.

Para a realização dos trabalhos de campo, foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Medidor de Ruído: Marca Svantek, modelo 958A, com análise estatística de dados. Com certificado de calibração nº 85.248 (cópia em anexo), emitido em 29/03/2017, pelo laboratório da Chrompack (pertencente à RBC credenciamento nº 256, emitido pelo Cgre/Inmetro).
- Calibrador Acústico: Svan SV 30A, devidamente aferido pelo fabricante. Com certificado de calibração nº 84.946 (cópia em anexo), Chrompack (pertencente à RBC credenciamento nº 256, emitido pelo Cgre/Inmetro).
- Software Svan PC+, para conexão com computador e análise de resultados.

- Microcomputador: NEC Versa FC160, conectado ao medidor de nível sonoro.
- GPS: Marca Garmim, modelo GPSmap CSx60, com altímetro barométrico.

Os procedimentos de medição atenderam plenamente os requisitos da Norma Cetesb DD nº 100/2009/P. Todas as fotografias utilizadas para ilustrar os locais avaliados são do momento da medição.

O Relatório Técnico de Avaliação Acústica Prévia, que inclui os laudos de medição de ruído com os registros gráficos, a localização dos pontos, os resultados brutos obtidos e os certificados de calibragem dos equipamentos utilizados são apresentados no Anexo 6.3-1. A Tabela 6.3.9-1 resume os valores de referência para todos os Receptores Críticos identificados.

Em síntese os resultados mostram que na maior parte dos casos, os receptores críticos estão situados em áreas cujo ruído ambiente estão abaixo dos padrões estabelecidos, fazendo com que esse valor seja utilizado como base para avaliação do ruído incremental decorrente da operação do Ferroanel Norte.

Dos 21 pontos de referência, 4 (19%) apresentam níveis acima do padrão, com valores variando entre 63,4 e 66,6 dB(A), sendo 3 deles em locais de ocupação do tipo III.

TABELA 6.3.9-1
NÍVEIS DE RUÍDO EM RECEPTORES CRÍTICOS NA AID DO FERROANEL NORTE

Ponto		Localização	Tipo de Ocupação	Coordenadas Geométricas		LRA	NCA
Atual	Anterior			E	N		
São Paulo							
F1	-	Rua Armando de Oliveira, 547 – Perus, São Paulo	Tipo II – Residências, comércio e serviços locais	321942	7409238	50,0	60
F2	P4	Rua Elias Galvão, 218	Tipo II – Residências, comércio e serviços locais	326524	7406200	55,9	60
F3	P5	C.E.U. Paz - Rua Daniel Cerri, 1.549 - Jardim Paraná / Brasilândia	Tipo III - Escolas	327456	7405911	63,4	63
F4	P6	ESPRO Ensino Social Profissionalizante - Avenida Arquiteto Roberto Aflalo, 31	Tipo III – Instituições de ensino	328819	7405580	66,6	63
F5	-	Condomínio Residencial - Rua Otávio Zampirolo com Rua Dr. Wady Mattar - Jardim Peri, São Paulo	Tipo II - Residências	329307	7405841	52,8	60
F6	P9	Condomínio Fechado - Residencial Itatinga 1	Tipo II - Residências	332116	7405761	40,9	60
F7	P10	Clube de Campo Centro Campestre – Rua Julião Fagundes, 652B	Tipo II - Residências	336720	7408005	50,0	60
F8	-	Rua Fortaleza, s/n – Jardim Brasil Novo, São Paulo	Tipo II - Residências	337698	7408459	55,4	60
Guarulhos							
F9	P12	Vila Gregório, 11 - Guarulhos	Tipo II – Residências, comércio e serviços locais	340789	7409229	52,0	60
F10	P14	Escola Municipal Recreio São Jorge – Rua Itororó - Guarulhos	Tipo III - Escolas	345413	7410851	54,5	63
F11	-	Rua Paulo Otaviano, 21 - Recreio São Jorge, Guarulhos	Tipo II - Residências	345981	7410762	56,4	60
F12	-	Escola Municipal Nazira Abbud Zanardi - Rua Santana, 214 – Recreio São Jorge, Guarulhos	Tipo III - Escolas	345992	7411194	53,8	63
F13	P17	Escola Municipal na Rua Dias Gomes, 268 - Guarulhos	Tipo III - Escolas	349328	7411242	63,5	63
F14	603	Rua Palmeira, 916 - Guarulhos	Tipo II – Residências, comércio e serviços locais	352613	7412634	63,5	60
F15	-	Condomínio Bosque do Jd. São João - Estr. Guarulhos-Nazaré, 6.218 - São João, Guarulhos	Tipo II - Residências	353304	7412989	52,7	60
F16	604	Av. Luiz Gonzaga do Nascimento, altura do nº 240 - Guarulhos	Tipo II – Residências, comércio e serviços locais	355008	7412282	54,7	60
F17	-	Rua Amarilis, 183 - Parque Res. Bambi, Guarulhos	Tipo II - Residências	356806	7412579	51,1	60
F18	605	Rua Serra Azul, s/nº, Vila Carmela I - Guarulhos	Tipo II – Residências, comércio e serviços locais	357498	7412149	53,6	60
Itaquaquecetuba							
F19	P26	Sociedade Beneficente Casa da Esperança	Tipo I - Casas de Saúde	361233	7407485	48,8	55
F20	-	E.E. Filomena Enadis Elano - Rua Eusébio Paulo de Siqueira - Jd. Ipê, Itaquaquecetuba	Tipo III - Escolas	362321	7407125	49,1	63
F21	-	Rua Pirajuí esquina com Rua Presidente Prudente - Jardim Maragóipe, Itaquaquecetuba	Tipo II - Residências	363481	7406280	51,5	60

6.3.10 Áreas Contaminadas

Para a caracterização do potencial de contaminação do solo na AID do Ferroanel Norte, assim como em outros indicadores da qualidade ambiental, utilizou-se a base de informações disponíveis das avaliações preliminares e investigações confirmatórias realizadas para os empreendimentos Rodoanel Leste e Norte, nos trechos de compartilhamento das respectivas faixas de domínio, complementando-se com Avaliação Preliminar nas áreas não abrangidas nos estudos anteriores: a extremidade oeste, em Perus, e a extremidade leste, no trecho em que o traçado do Ferroanel Norte se distancia do Rodoanel Leste, em Itaquaquecetuba.

No trecho de interesse do Rodoanel Leste, a Avaliação Preliminar foi realizada pela empresa *Regea Geologia e Estudos Ambientais*, a qual identificou, no trecho de interesse para o Ferroanel Norte (Arujá e Itaquaquecetuba), cerca de 4 (quatro) áreas suspeitas de contaminação (Figura 6.3.10-1):

- ARU 04 IFA – antigo aterro, hoje alterado pelas alças de acesso ao Rodoanel;
- ARU 04 SIPOL, oficinas de manutenção de máquinas e equipamentos (Techint S.A.);
- ARU 06 SIPOL, indústria química (IQA); e
- ARU 12 SIPOL, indústria de fabricação de embalagens de papelão.

FIGURA 6.3.10-1

ÁREAS SUSPEITAS DE CONTAMINAÇÃO – RODOANEL LESTE



Para o caso do Ferroanel Norte, como as obras de escavação da passagem inferior prevista sob a Rod. Dutra, ao lado da Indústria IQA, uma das APs então identificadas, recomenda-se, antes do início da construção no trecho, uma reavaliação da situação local, com atualização de uma avaliação preliminar, seguida de investigação confirmatória, se recomendado, conforme o Manual de Gestão de Áreas

Contaminadas da CETESB. As demais áreas indicadas não estão sob a influência das obras do Ferroanel Norte.

No projeto do Rodoanel Norte foram identificadas 47 (quarenta e sete) áreas com potencial de contaminação na Avaliação Preliminar realizada pela empresa *Geocon Projetos e Consultoria*, que abrangeu a AID daquele empreendimento, a qual praticamente se confunde com a AID do Ferroanel Norte. Quando da definição final do projeto de engenharia, mais 5 (cinco) áreas foram indicadas e cerca de 22 (vinte e duas) áreas foram consideradas como situadas na influência direta do traçado, razão pela qual foram objeto de Investigações Confirmatórias. O Quadro 6.3.10-1 resume as áreas com potencial de contaminação identificadas na Avaliação Preliminar, aquelas para as quais foram realizadas Investigações Confirmatórias e os respectivos resultados.

As investigações confirmatórias demonstraram a não existência de contaminação em 20 áreas, e confirmaram contaminação em apenas 2 (Figura 6.3.10-2):

- AP-18, área utilizada para reciclagem de resíduos situada à Rua Manoel de Araújo, 10 (São Paulo) nas margens da Rod. Fernão Dias; a área foi reabilitada e indicado monitoramento de água subterrânea;
- AP-40, área utilizada por empresa de remoção de resíduos industriais; foi recomendada investigação detalhada e a área foi reabilitada.

FIGURA 6.3.10-2

ÁREAS SUSPEITAS COM INVESTIGAÇÃO CONFIRMATÓRIA – RODOANEL NORTE



Das demais áreas com potencial de contaminação identificadas na Avaliação Preliminar e que não foram objeto de Investigação Confirmatória, apenas a AP-38 situa-se nas proximidades do traçado do Ferroanel Norte e para a qual se recomenda que permaneça como objeto de atualização de sua situação quanto a potencial de contaminação.

QUADRO 6.3.10-1
ÁREAS POTENCIAMENTE CONTAMINADAS E INVESTIGAÇÕES CONFIRMATÓRIAS - RODOANEL NORTE

ÁREA	Coordenadas		LOCALIZAÇÃO	FEIÇÃO	NOME (Uso Real)	ETAPA DO GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS	CLASSIFICAÇÃO	OBSERVAÇÕES
	X	Y						
AP-01	323586,60	7408638,92	Rua Nilo Bruzzi, 07	Galpão	Galpão para Festas e Eventos	Avaliação Ambiental Preliminar (RG11_020 Geocon) Março 2011	Área sem Potencial de Contaminação	Fora da área de projeto
AP-02	323831,58	7408567,44	Estrada Clementina Cardoso da Silva, 7B	Galpão	Oficina Mecânica	Avaliação Ambiental Preliminar (RG11_020 Geocon) Março 2011	Área com Potencial de Contaminação	Fora da área de projeto
AP-03	323893,89	7408579,65	Estrada Clementina Cardoso da Silva, 78	Galpão	ERCA Metalúrgica	Avaliação Ambiental Preliminar (RG11_020 Geocon) Março 2011	Área com Potencial de Contaminação	Fora da área de projeto
AP-04	324134,23	7408598,20	Estrada Clementina Cardoso da Silva, 373	Galpão	Funilaria e Pintura de Veículos	Investigação Confirmatória (ConAm-LBR - Maio/2013)	Área Não Contaminada (ANC)	
AP-05	323357,36	7407465,18	Estrada Sítio Monteiro, 190	Galpão	Fábrica de Fumo de Corda	Avaliação Ambiental Preliminar (RG11_020 Geocon) Março 2011	Área sem Potencial de Contaminação	Fora da área de projeto
AP-06	325272,55	7407474,00	Estr. Salmo de David, 13	Galpão	Plastoil - Embalagens Químicas	Avaliação Ambiental Preliminar (RG11_020 Geocon) Março 2011	Área com Potencial de Contaminação	Fora da área de projeto
AP-07	325316,58	7407455,65	Estr. Salmo de David, 13	Galpão	Solcalor Metalúrgica	Avaliação Ambiental Preliminar (RG11_020 Geocon) Março 2011	Área com Potencial de Contaminação	Fora da área de projeto
AP-08	325438,58	7407363,20	Rua da Encosta, 79	Galpão e Resíduos	Área abandonada com resíduos	Avaliação Ambiental Preliminar (RG11_020 Geocon) Março 2011	Área com Suspeita de Contaminação	Fora da área de projeto
AP-09	337228,11	7408016,83	Rua Porto Seguro, 02	Galpão	NS Usinagem	Avaliação Ambiental Preliminar (ConAm-LBR - Set/2013)	Potencial de Contaminação Descartado	
AP-10	339128,09	7408308,29	Rua Virgínia de Araújo s/ nº	Resíduos	Área abandonada com resíduos	Investigação Confirmatória (ConAm-LBR - Julho/2013)	Área Não Contaminada (ANC)	
AP-11	339207,02	7408375,12	Rodovia Fernão Dias, km 82,5	Resíduos	Jordão Leilões - Área para aluguel com resíduos	Investigação Confirmatória (ConAm - Ago/2013)	Área Não Contaminada (ANC)	
AP-12	339171,97	7408437,54	Rodovia Fernão Dias, km 82,5	Galpão	Kalhebe Areia e Pedras	Investigação Confirmatória (ConAm-LBR - Ago/2013)	Área Não Contaminada (ANC)	
AP-13	339141,38	7408483,93	Rodovia Fernão Dias, km 82,5	Galpão e Resíduos	Arsepele Reciclagem	Investigação Confirmatória (ConAm-LBR - Julho/2013)	Área Não Contaminada (ANC)	

ÁREA	Coordenadas		LOCALIZAÇÃO	FEIÇÃO	NOME (Uso Real)	ETAPA DO GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS	CLASSIFICAÇÃO	OBSERVAÇÕES
	X	Y						
AP-14	339127,29	7408533,65	Rodovia Fernão Dias, km 82,5	Estacionamento	Moverauto	Investigação Confirmatória (ConAm-LBR - Julho/2013)	Área Não Contaminada (ANC)	
AP-15	339100,39	7408566,12	Rodovia Fernão Dias, km 82,5	Galpão	Área abandonada, sem denominação	Avaliação Ambiental Preliminar (ConAm-LBR - Ago/2013)	Potencial de Contaminação Descartado	
AP-16	339002,06	7408679,34	R. Manoel de Araújo, 208	Galpão	Marmoraria	Avaliação Ambiental Preliminar (RG11_020 Geocon) Março 2011	Área sem Potencial de Contaminação	
AP-17	338973,61	7408639,86	Rua Manoel de Araújo, 9 A	Galpão	Itimirim Comércio Agrícola Ltda.	Avaliação Ambiental Preliminar (RG11_020 Geocon) Março 2011	Área com Potencial de Contaminação	Fora da área de projeto (Ajuste de Projeto)
AP-18	338989,51	7408571,38	Rua Manoel de Araújo, 10	Resíduos	Reciclagem de materiais	Monitoramento da Água Subterrânea (ConAm-LBR - Nov/2015)	Área Reabilitada (AR)	Considerada AR para uso da obra
AP-19	338948,28	7408599,22	Rua Manoel de Araújo, 5	Galpão	Jateamento de Estruturas Metálicas	Avaliação Ambiental Preliminar (RG11_020 Geocon) Março 2011	Área sem Potencial de Contaminação	
AP-20	338943,57	7408517,49	Rua Manoel de Araújo, 11 B	Galpão	Carrocerias Maringá	Investigação Confirmatória (ConAm-LBR - Ago/2013)	Área Não Contaminada (ANC)	
AP-21	338937,07	7408548,60	Rua Manoel de Araújo, 16	Resíduos	Reciclagem de materiais	Investigação Confirmatória (ConAm-LBR - Ago/2013)	Área Não Contaminada (ANC)	
AP-22	338964,26	7408497,45	Rua Manoel de Araújo, 15	Galpão	Construvar Tijolos	Investigação Confirmatória (ConAm-LBR - Set/2013)	Área Não Contaminada (ANC)	
AP-23	338890,49	7408744,77	Rodovia Fernão Dias, km 81,3	Resíduos	ME Transbordo	Investigação Confirmatória (ConAm-LBR - Fev/2014)	Área Não Contaminada (ANC)	
AP-24	338855,72	7408795,20	Rodovia Fernão Dias, km 81,3	Estacionamento	Paulistana Truck	Avaliação Ambiental Preliminar (RG11_020 Geocon) Março 2011	Área sem Potencial de Contaminação	
AP-25	339047,84	7408818,20	Estrada das Três Cruzes, 711	Galpão	Héliocar (Fábrica e Reforma de Carretas)	Investigação Confirmatória (ConAm-LBR - Jul/2013)	Área Não Contaminada (ANC)	
AP-26	339074,64	7408971,30	Estrada das Três Cruzes, 718	Galpão	DEKRA - Vistoria de Automóveis	Avaliação Ambiental Preliminar (RG11_020 Geocon) Março 2011	Área sem Potencial de Contaminação	Fora da área de projeto
AP-27	339096,08	7408878,65	Estrada das Três Cruzes, 714	Galpão	Romeu Cedrini (esquadrias de alumínio)	Avaliação Ambiental Preliminar (RG11_020 Geocon) Março 2011	Área sem Potencial de Contaminação	Fora da área de projeto

ÁREA	Coordenadas		LOCALIZAÇÃO	FEIÇÃO	NOME (Uso Real)	ETAPA DO GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS	CLASSIFICAÇÃO	OBSERVAÇÕES
	X	Y						
AP-28	338837,57	7409076,57	Rodovia Fernão Dias, km 80,5	Galpão	NCR Lavanderia Industrial	Investigação Confirmatória (ConAm-LBR - Fev/2014)	Área Não Contaminada (ANC)	
AP-29	339680,35	7408677,54	Estrada das Três Cruzes, 107/109	Galpão	Ricton Reciclagem	Avaliação Ambiental Preliminar (RG11_020 Geocon) Março 2011	Área com Potencial de Contaminação	Fora da área de projeto
AP-30	339920,21	7408325,71	Estrada das Três Cruzes, 94	Galpão	Borges Lajes e Blocos	Avaliação Ambiental Preliminar (RG11_020 Geocon) Março 2011	Área sem Potencial de Contaminação	Fora da área de projeto
AP-31	340012,01	7408388,62	Estrada das Três Cruzes, 148	Resíduos	Prioridade Ambiental (transbordo)	Avaliação Ambiental Preliminar (RG11_020 Geocon) Março 2011	Área com Potencial de Contaminação	Fora da área de projeto
AP-32	339837,11	7408121,31	Estrada das Três Cruzes, 99	Galpão	Midea (fábrica de blocos de concreto)	Avaliação Ambiental Preliminar (RG11_020 Geocon) Março 2011	Área sem Potencial de Contaminação	Fora da área de projeto
AP-33	339753,65	7407697,76	Estrada das Três Cruzes, 228	Galpão e Resíduos	Larua Regina Menillo (reciclagem)	Avaliação Ambiental Preliminar (RG11_020 Geocon) Março 2011	Área sem Potencial de Contaminação	Fora da área de projeto
AP-34	339754,81	7407795,30	Estrada das Três Cruzes, 700	Resíduos	Depósito (carcaças de veículos)	Avaliação Ambiental Preliminar (RG11_020 Geocon) Março 2011	Área com Potencial de Contaminação	Fora da área de projeto
AP-35	339417,20	7408406,42	Rodovia Fernão Dias, km 82	Galpão	Pan Papel	Investigação Confirmatória (ConAm-LBR - Out/2013)	Área Não Contaminada (ANC)	
AP-36	339440,50	7408382,43	Rodovia Fernão Dias, km 82	Galpão	RDP - Rodopress Air Cargo	Avaliação Ambiental Preliminar (RG11_020 Geocon) Março 2011	Área sem Potencial de Contaminação	Esta área foi renomeada para AP- 48.
AP-37	340257,09	7409025,72	Estrada Dona Ana Diniz, 121	Resíduos	Madevila (moagem de madeira)	Avaliação Ambiental Preliminar (ConAm-LBR - Abr/2014)	Potencial de Contaminação Descartado	
AP-38	340431,40	7409072,99	Estrada do Cabuçu, 34	Galpão	Flacipel Reciclagem	Avaliação Ambiental Preliminar (RG11_020 Geocon) Março 2011	Área com Potencial de Contaminação	Fora da área de projeto
AP-39	349737,60	7411290,29	Rua Antonio Martins, 37	Substação Elétrica	ETD Valter José dos Santos (substação)	Avaliação Ambiental Preliminar (RG11_020 Geocon) Março 2011	Área com Potencial de Contaminação	Fora da área de projeto
AP-40	340137,79	7408865,28	Estrada Dona Ana Diniz, s/n	Resíduos	Recilix Remoção de Resíduos Industriais	Investigação Ambiental Detalhada e Análise de Risco	Área Reabilitada (AR)	

ÁREA	Coordenadas		LOCALIZAÇÃO	FEIÇÃO	NOME (Uso Real)	ETAPA DO GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS	CLASSIFICAÇÃO	OBSERVAÇÕES
	X	Y						
AP-41	339841,88	7407589,08	Estrada das Três Cruzes, 28	Resíduos	Tamisol (reciclagem de tambores)	Avaliação Ambiental Preliminar (RG11_020 Geocon) Março 2011	Área com Potencial de Contaminação	Fora da área de projeto
AP-42	339789,80	7407658,75	Estrada das Três Cruzes, 138	Resíduos	NF-Reciclagem	Avaliação Ambiental Preliminar (RG11_020 Geocon) Março 2011	Área com Potencial de Contaminação	Fora da área de projeto
AP-43	352623,00	7.412.654,00	Estrada Guarulhos Nazaré, 5919	Posto de Combustível	Posto Jardim Nazaré	Investigação Confirmatória (ConAm-LBR - Jul/2013)	Área Não Contaminada (ANC)	
AP-44	356692,86	7412279,7	4 km a Oeste da Rodovia Presidente Dutra	Área agrícola	Sítio Izumi (atividades rurais)	Investigação Confirmatória (ConAm-LBR - Dez/2013)	Área Não Contaminada (ANC)	
AP-45	357250,77	7412361,19	Estrada Morro Grande, 77	Galpão	Exitus Comercial Ltda. (comércio de salvados)	Investigação Confirmatória (ConAm-LBR - Nov/2013)	Área Não Contaminada (ANC)	
AP-46	357246,19	7412319,29	Estrada Morro Grande, 69	Galpão	Cássio - Blocos de Concreto	Avaliação Ambiental Preliminar (RG11_020 Geocon) Março 2011	Área sem Potencial de Contaminação	
AP-47	360030,00	7411477,00	Propriedade Particular próxima a Estaca 6528	Galpão	Propriedade Particular	-	-	Descartada - Fora da área de projeto
AP-48	339443,98	7408385,55	Rodovia Fernão Dias, km 82	Terreno	Rodopress Transportes Ltda	Investigação Confirmatória (ConAm-LBR - Out/2013)	Área Não Contaminada (ANC)	Mesma localização da AP-36 Investigada em decorrência dos ajustes de projeto
AP-49	360451,00	7410043,00	Área de implantação da OAE 615	Terreno	Propriedade Particular	-	-	Descartada
AP-50	326885,23	7406282,35	Área de implantação da OAE 109	Terreno	Margens do Córrego	-	-	Descartada
AP-51	324122,50	7408687,33	Estr. Clementina Cardoso da Silva, 415 (Área da OAE 108)	Área de Apoio	Atividades de Manutenção da SABESP	Investigação Confirmatória (ConAm-LBR - Mai/2014)	Área Não Contaminada (ANC)	Originada decorrente de ajustes de projeto
AP-52	352646,00	7412728,00	Estr. Guarulhos/Nazaré Paulista, km 32,2	Oficinas Mecânicas	Oficinas Mecânicas e Terreno Anexo	Investigação Confirmatória (ConAm-LBR - Mai/2014)	Área Não Contaminada (ANC)	Originada decorrente de ajustes de projeto
AP-53	340535,93	7409003,32	Próximo Estr. Dna. Ana Diniz, 121 (Área OAE 469)	Terreno	Área da OAE-469	Investigação Confirmatória (ConAm-LBR - Out/2014)	Área Não Contaminada (ANC)	Originada decorrente de ajustes de projeto

Fonte: DERSA

A Avaliação Preliminar em trechos, dois complementares para este EIA, foi realizada pela empresa *Geocon Projetos e Consultoria*, cujos relatórios finais encontram-se no Anexo 6.3.10: o primeiro trecho corresponde ao segmento inicial da ferrovia, em Perus, até o emboque do Túnel 1, e o segundo, no trecho final em Itaquaquecetuba, desde o desemboque do Túnel 13 até a ferrovia existente.

A AP concluiu pela identificação de 6 (seis) Áreas Suspeitas de Contaminação às quais se recomenda a execução de investigação confirmatória.

O Quadro 6.3.10-2 resume as Áreas com Potencial de Contaminação de interesse para o Ferroanel Norte, para as quais se recomenda: (i) a atualização da Avaliação Preliminar na AP-38 remanescente do Rodoanel Norte, e realização de Investigação Confirmatória, se cabível; e (ii) realização de Investigação Confirmatória nas Áreas Suspeitas identificadas nas Avaliações Preliminares nas áreas de Perus e Itaquaquecetuba, realizadas para este EIA. A localização dos pontos é indicada na figura 6.3.10-3.

QUADRO 6.3.10-2
ÁREAS POTENCIAMENTE CONTAMINADAS PARA O FERROANEL NORTE

ÁREA	COORDENADAS		LOCALIZAÇÃO	FEIÇÃO	NOME (USO REAL)
	X	Y			
AP 38 / Rodoanel Norte	340431,40	7409072,99	Estrada do Cabuçu, 34	Galpão	Flacipel Reciclagem
AS-01 / Perus	322010,61	7409226,10	Rodoanel Mário Covas, Km 01.	Aterro de inertes	
AS-02 / Perus	321801,00	7409389,00	Rua Ana Maria Franco Laranjeira, S/Nº	Antigo depósito de materiais diversos provenientes da construção civil	
AS-01 / Itaquaquecetuba	364293,31	7406014,45	Estrada de Santa Isabel, 7655.	Fábrica de refratários metálicos	Vesúvio
AS-02 / Itaquaquecetuba	364444,90	7405992,55	Estrada de Santa Isabel, 7080	Posto de Combustíveis	Centro Automotivo Arujá Ltda.
AS-03 / Itaquaquecetuba	364669,96	7406076,54	Estrada de Santa Isabel, 7920	Indústria de embalagens plásticas	Arima Ind. e Com. Ltda

FIGURA 6.3.10-3
LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS SUSPEITAS DE CONTAMINAÇÃO – FERROANEL NORTE

