

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 303 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciolla Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

9 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MEIO FÍSICO

As informações abordadas neste item correspondem ao diagnóstico do meio físico das áreas de influência do empreendimento, sendo elas: regional - Área de Influência Indireta (AII); local - Área de Influência Direta (AID); e a área que irá sofrer as intervenções das obras - Área Diretamente Afetada (ADA). A delimitação dessas áreas encontra-se aprovada de acordo com o Parecer Técnico da CETESB Nº 018/22/IET de 14/04/2022.

As informações foram apresentadas e detalhadas de acordo com as áreas de influência estabelecidas. Dessa forma, nos itens subsequentes serão abordados aspectos relacionados ao clima e meteorologia, qualidade do ar, aspectos geológico-geotécnicos, recursos e processos minerários, espeleologia, paleontologia, aspectos geomorfológicos e morfométricos, pedologia, suscetibilidade a processos de dinâmica superficial, recursos hídricos superficiais e recursos hídricos subterrâneos.

Para apresentação e caracterização do meio físico na Área de Influência Indireta – AII e Área de Influência Direta – AID, utilizaram-se dados secundários e referências bibliográficas. Para o estudo da Área Diretamente Afetada – ADA, além das consultas a dados secundários e a referências bibliográficas, foram realizados levantamentos de campo, visando aprofundar os dados descritos sobre o meio físico da região, obtendo-se assim dados primários da área do empreendimento. Além da descrição textual, as informações estão apresentadas em mapas temáticos, de forma a permitir o entendimento do contexto em que se insere o empreendimento.

9.1 CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DO CLIMA E DAS CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

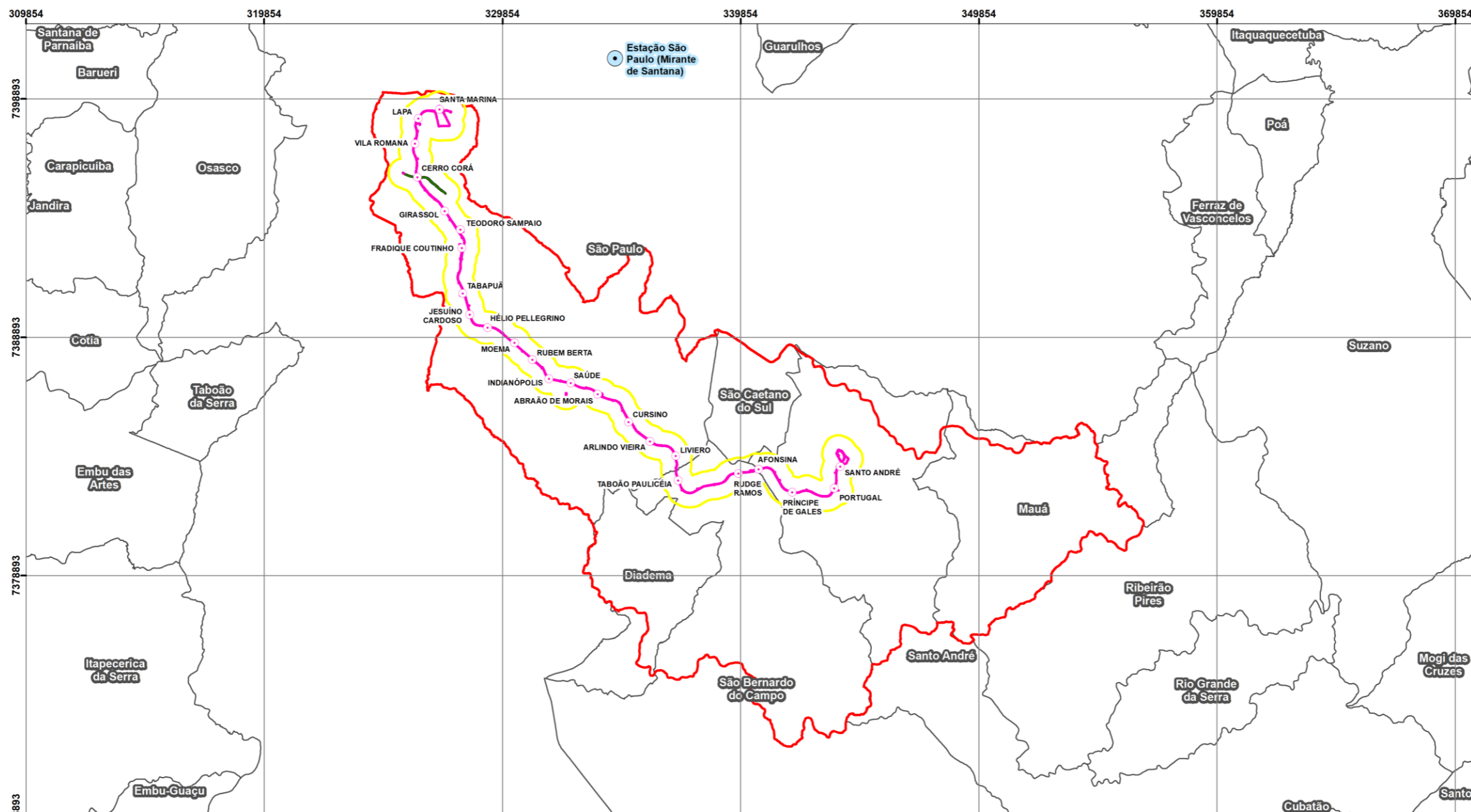
Como forma de consolidar o diagnóstico do presente tema, foi determinada a estação meteorológica mais representativa para as áreas de influência do empreendimento, a fim de se conhecer as principais características do clima e da meteorologia da região. Dessa maneira,

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 304 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciolla Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

pela distância (cerca de 6 km da AII) e pela disponibilidade de dados, optou-se pela Estação São Paulo (Mirante de Santana) localizada no município de São Paulo, mantida pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e que fornece dados desde a década de 1940. A localização da estação meteorológica está referenciada no **Mapa 9.1-1**. Utilizou-se para análise a Normal Climatológica da estação para o período de 1991 a 2020. As Normais Climatológicas são obtidas pelo cálculo das médias de parâmetros meteorológicos, obedecendo a critérios recomendados pela Organização Meteorológica Mundial (OMM).

Mapa 9.1-1: Localização da estação meteorológica.



LEGENDA

- Estações
- ▭ ADA - Linha 20-Rosa
- ▭ ADA - Prolongamento Linha 2-Verde
- ▭ AID
- ▭ AII
- ▭ Limites municipais
- Estação São Paulo (Mirante de Santana)

Convenções Cartográficas

PROJEÇÃO:
UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM
SIRGAS 2000 - 23S

LOCALIZAÇÃO

Localização da Estação Meteorológica

Fonte de dados
Metrô de São Paulo
INMET

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 306 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

9.1.1 TIPOS DE CLIMA

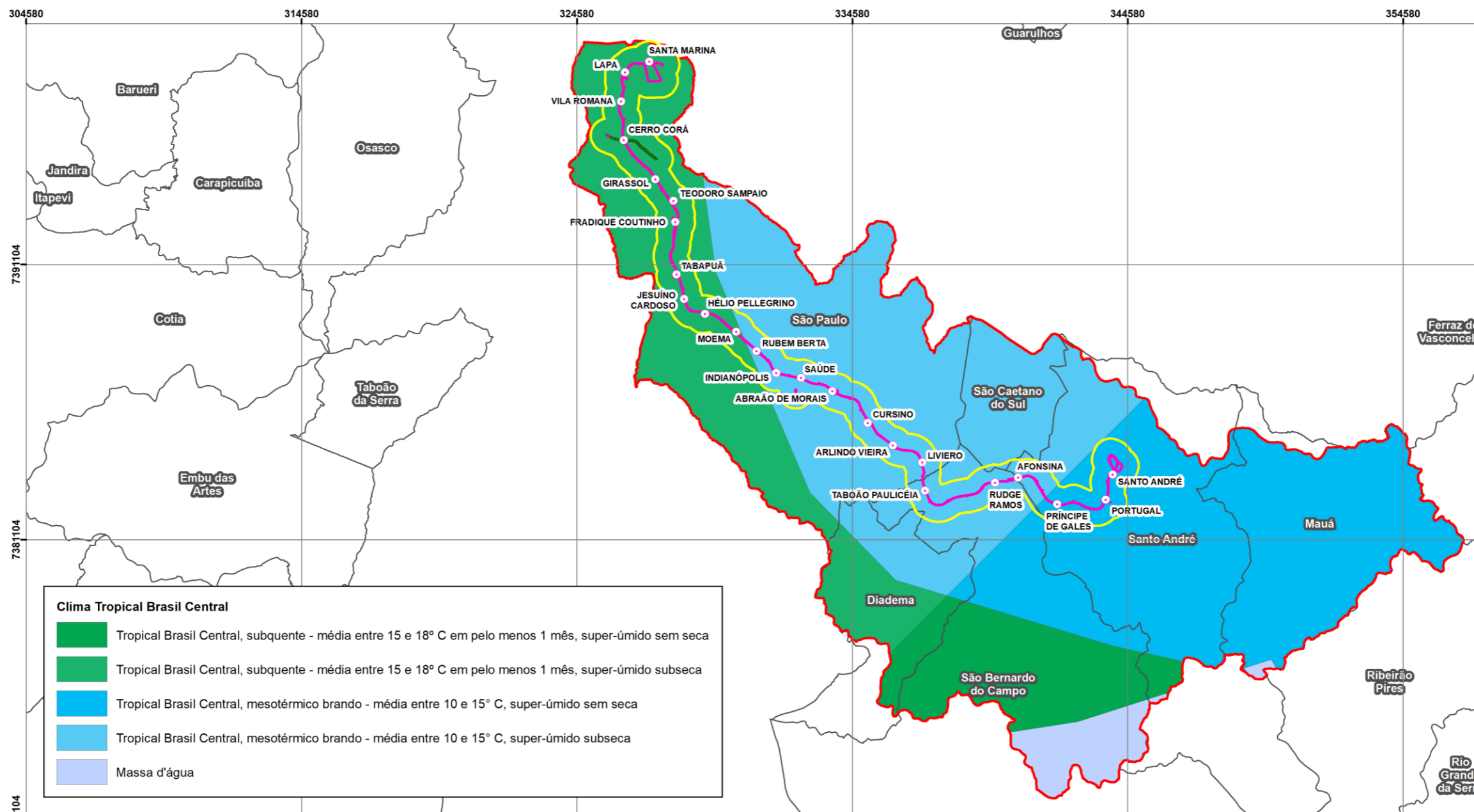
A Classificação Climática de Köppen-Geiger é o sistema de classificação global dos tipos climáticos mais utilizada em Climatologia e Meteorologia. De acordo com essa classificação, baseada em dados mensais de temperatura e pluviometria, o Estado de São Paulo abrange oito tipos climáticos diferentes, predominando climas mesotérmicos. De acordo com essa classificação, na região abrangida pela All do empreendimento há a presença de apenas um tipo climático: a unidade Cfb (C: climas mesotérmicos; f: sempre úmido; b: verões brandos).

Estudos climatológicos compilados pelo IBGE partiram da classificação global de Köppen, a fim de realizar uma análise de maior detalhe para regiões climáticas brasileiras. Assim, foi elaborado o Mapa de Clima do Brasil (IBGE, 2002) em escala 1:5.000.000, que representa as diferentes zonas climáticas do território brasileiro agrupadas pela temperatura e umidade. Desta forma, observa-se que das cinco zonas climáticas do território brasileiro, apenas a Tropical Brasil Central é evidenciada na All do empreendimento, sendo que essa classificação é subdividida em duas unidades:

- Tropical Brasil Central subquente, com média entre 15 e 18° C em pelo menos 1 mês, super-úmido sem seca/subseca;
- Tropical Brasil Central mesotérmico brando, com média entre 10 e 15° C, super-úmido sem seca/subseca.

O **Mapa 9.1-2** ilustra a representação dessa caracterização climática na All.

Mapa 9.1-2: Caracterização climática.



Clima Tropical Brasil Central

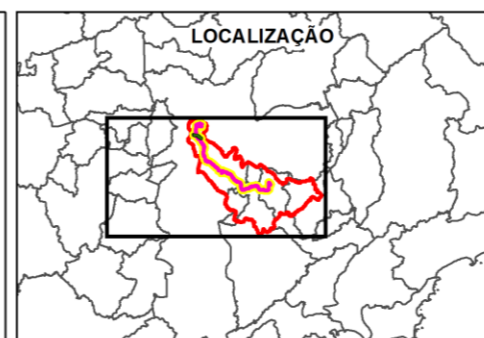
	Tropical Brasil Central, subquente - média entre 15 e 18° C em pelo menos 1 mês, super-úmido sem seca
	Tropical Brasil Central, subquente - média entre 15 e 18° C em pelo menos 1 mês, super-úmido subseca
	Tropical Brasil Central, mesotérmico brando - média entre 10 e 15° C, super-úmido sem seca
	Tropical Brasil Central, mesotérmico brando - média entre 10 e 15° C, super-úmido subseca
	Massa d'água

LEGENDA

	Estações
	ADA - Linha 20-Rosa
	ADA - Prolongamento Linha 2-Verde
	AID
	AII
	Limites municipais

Convenções Cartográficas

PROJEÇÃO:
UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM
SIRGAS 2000 - 23S



Caracterização Climática

Fonte de dados
Metrô de São Paulo
IBGE

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 308 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

9.1.2 TEMPERATURA E PLUVIOMETRIA

De acordo com os dados da Normal Climatológica da Estação São Paulo (Mirante de Santana) para o período de 1991 a 2020, as temperaturas médias anuais ficam em torno de 20,4°C. O mês de fevereiro é o que apresenta as maiores temperaturas, com média de 23,5°C, enquanto o mês de julho apresenta as menores, com média de 17,2°C.

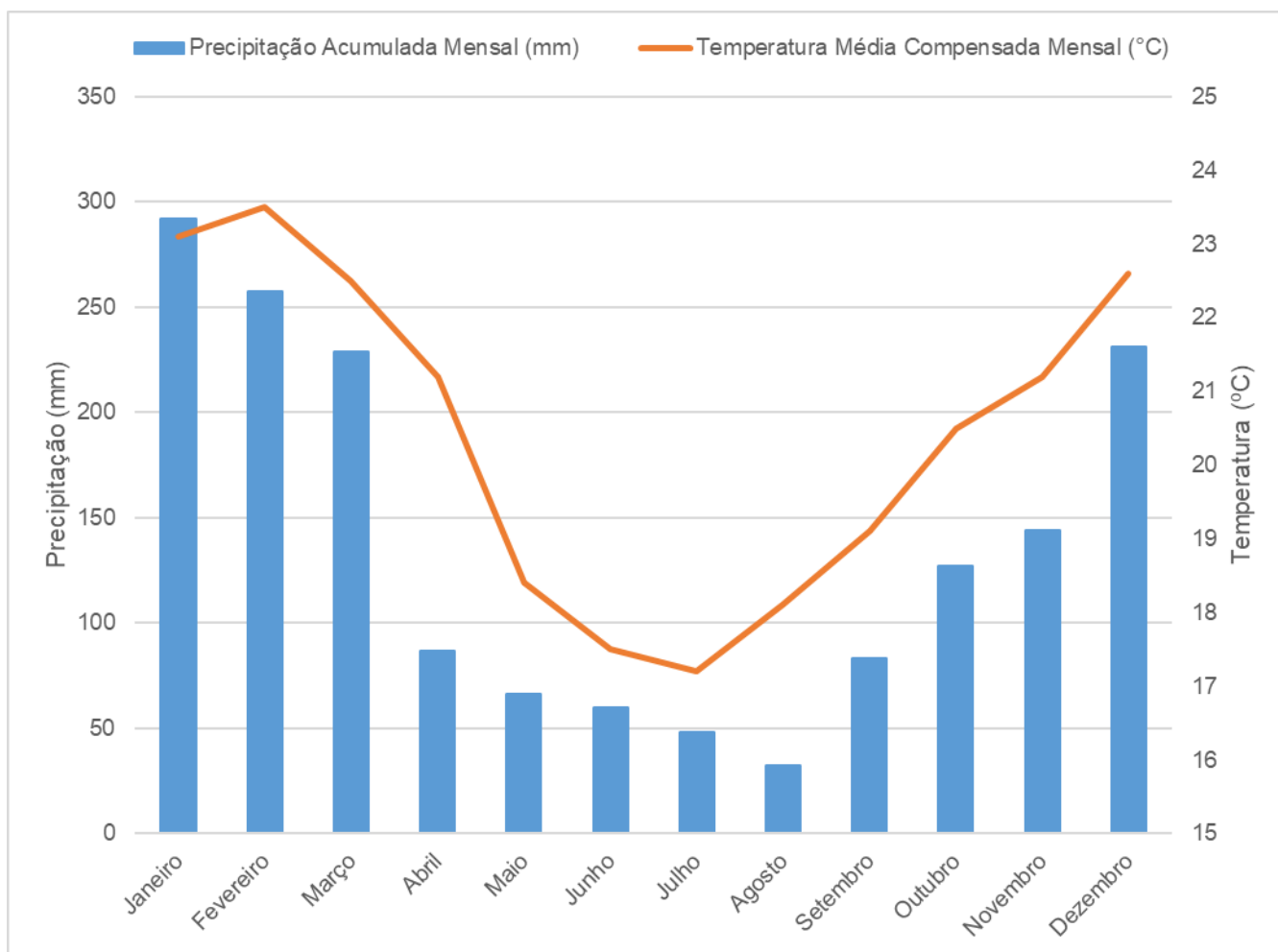
Os dados de precipitação acumulada da estação revelam uma precipitação anual média de 1.658,3 mm. Quanto à sazonalidade, o período mais chuvoso ocorre entre outubro e março, com destaque para o mês de janeiro com uma média de 292,1 mm. O período mais seco se dá entre os meses de abril e setembro, com destaque para o mês de agosto que possui os menores registros de precipitação, com média de 32,3 mm.

As características pluviométricas e da temperatura média mensal aferidos na Estação São Paulo (Mirante de Santana), no período de 1991 a 2020, são apresentadas no **Gráfico 9.1-1**.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 309 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman <hr/> ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

Gráfico 9.1-1: Temperatura e pluviometria mensais médias na Estação São Paulo (Mirante de Santana) – 1991 a 2020.



9.1.3 UMIDADE RELATIVA DO AR

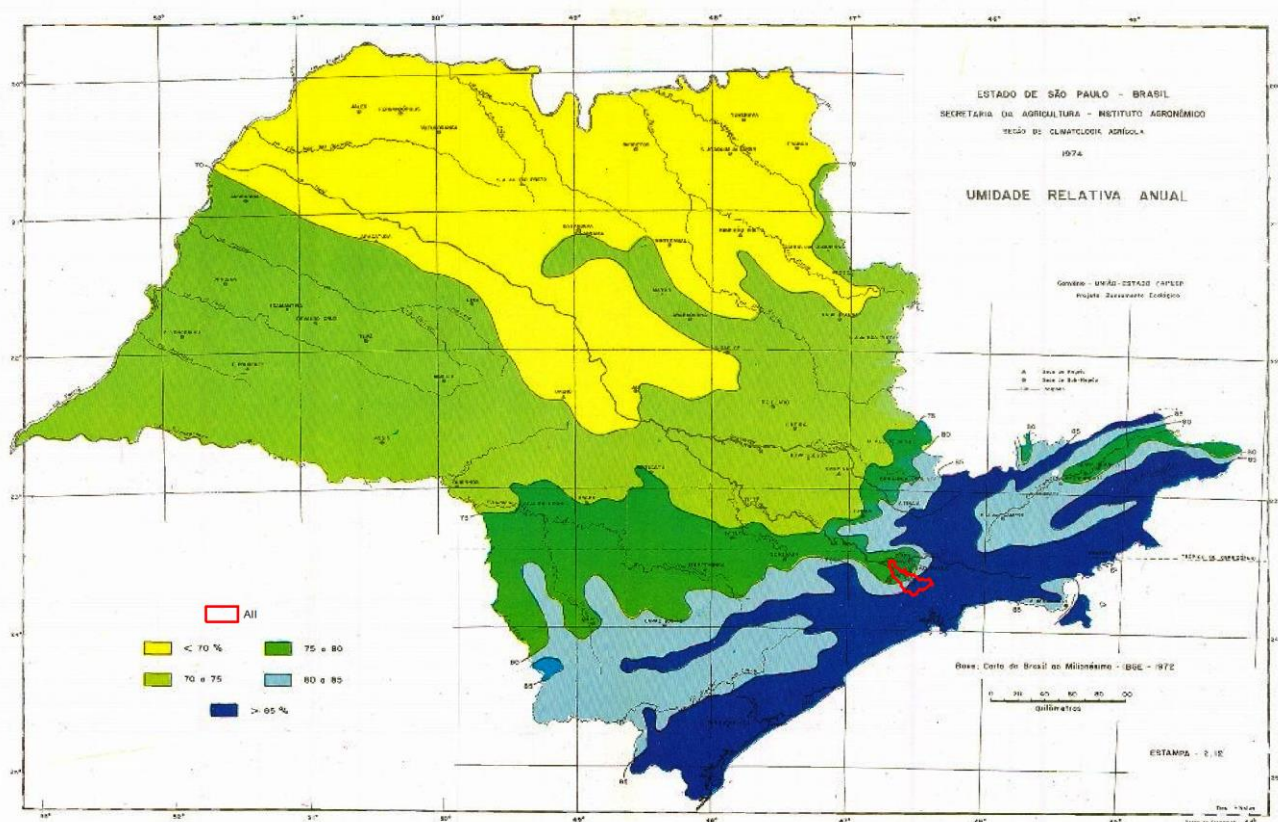
De acordo com a Carta Climática da Umidade Relativa do Ar, elaborada pela Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo (CIIAGRO, 1974), pode-se observar que as umidades relativas mais elevadas se acham na faixa litorânea e nas regiões montanhosas do sul e leste do Estado. A carta indica a distribuição da umidade atmosférica média no território do Estado. É baseada em determinações da umidade relativa em 94 postos meteorológicos distribuídos pelo Estado de São Paulo e alguns em localidades próximas de estados vizinhos. Como é

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 310 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
 CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA
	Victor Bassetti Martinho

mostrado na **Figura 9.1-1**, a All do empreendimento está localizada numa região onde predomina um intervalo de umidade relativa que varia de 75% a mais de 85%.

Figura 9.1-1: Carta climática da umidade relativa do ar anual do Estado de São Paulo.



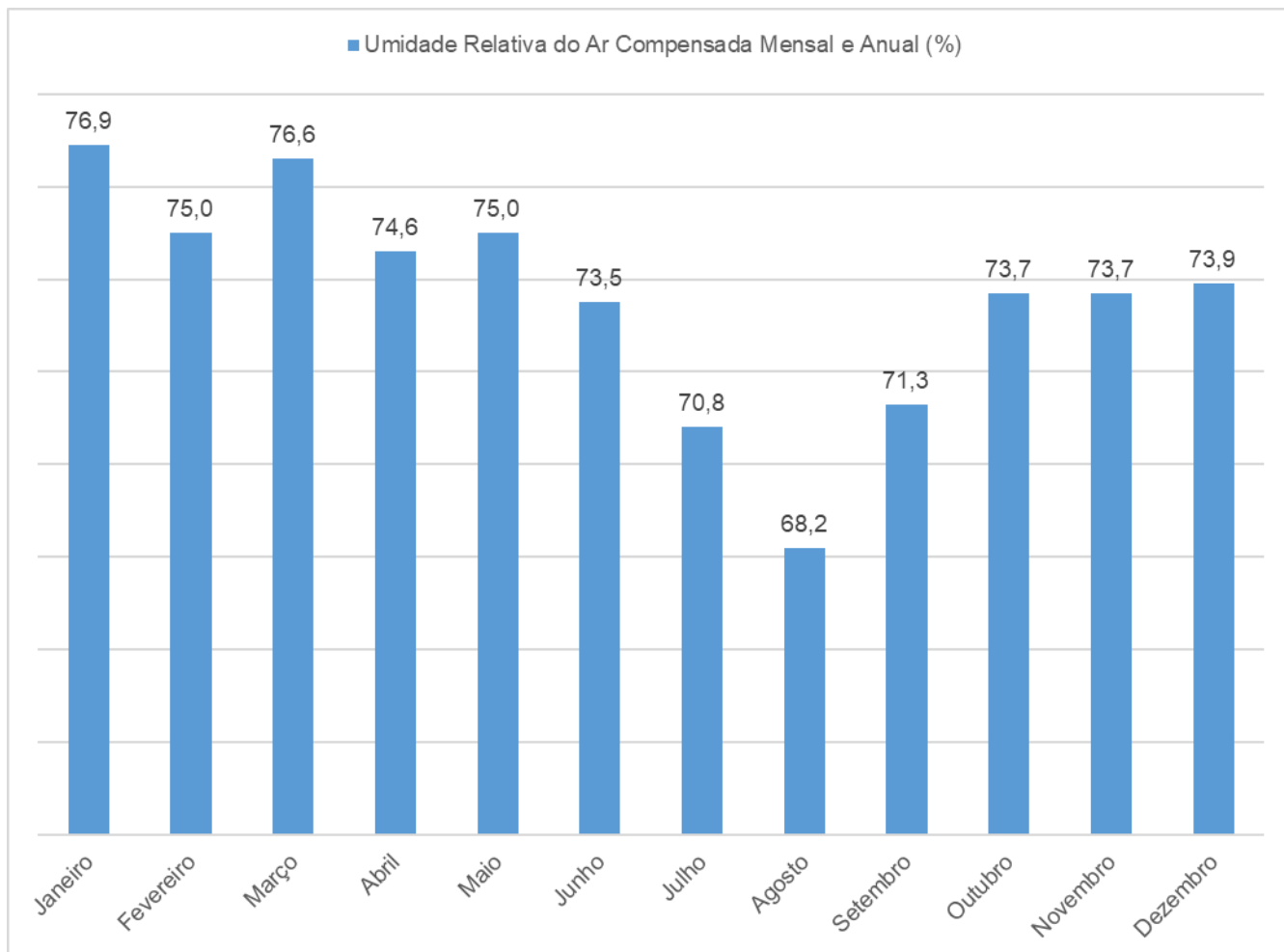
Fonte: Modificado de CIIAGRO, 1974.

Os dados da Normal Climatológica da Estação de São Paulo (Mirante de Santana) mostram que, de 1991 a 2020, a umidade relativa média anual é de 73,6%, sendo agosto o mês de menor média, 68,2%, e janeiro o mês com o maior percentual, 76,9, o que vai de encontro com os meses de menor e maior pluviosidade, respectivamente. O **Gráfico 9.1-2** apresenta as médias mensais da umidade relativa do ar para o período analisado.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 311 de 1815

<p>EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)</p>  <p>CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC</p>	<p>EMITENTE</p> <p>Fernando Facciola Kertzman</p> <hr/> <p>ANÁLISE TÉCNICA</p> <p>Victor Bassetti Martinho</p>
---	--

Gráfico 9.1-2: Umidade relativa do ar mensal média na Estação São Paulo (Mirante de Santana) – 1991 a 2020.



9.1.4 DIREÇÃO E VELOCIDADE DOS VENTOS

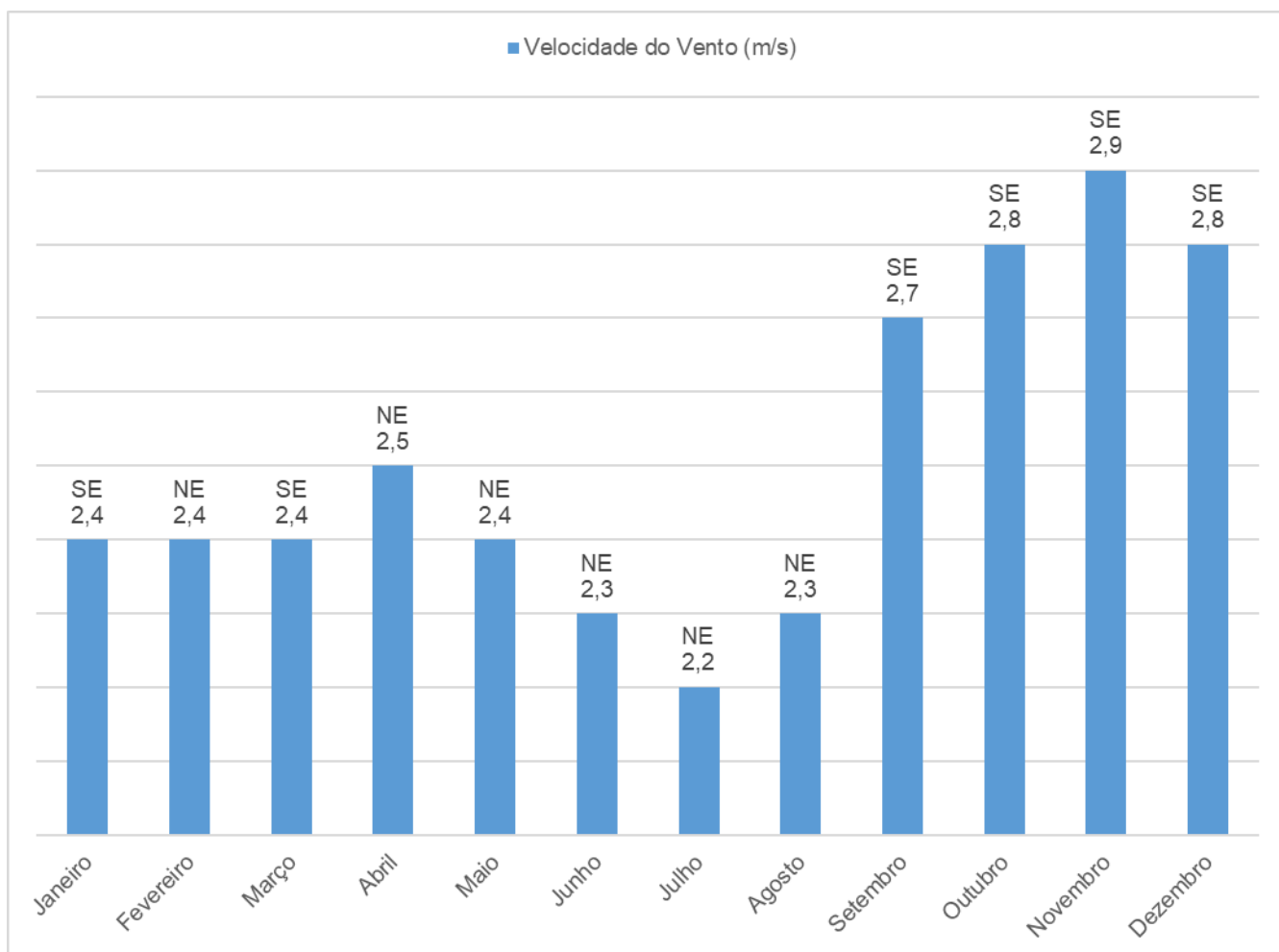
Os ventos constituem fator importante para dissipar o calor estocado nas áreas edificadas e dispersar boa parte da poluição do ar nos grandes centros. Os dados da Normal Climatológica da Estação de São Paulo (Mirante de Santana) mostram que a velocidade média do vento é de 2,5 m/s (9 km/h), sendo o mês de novembro o que apresenta o maior valor, 2,9 m/s (10,4 km/h), e o mês de julho o menor, 2,2 m/s (7,9 km/h). Quanto à direção predominante do vento, tem-se basicamente dois períodos distintos: de fevereiro a agosto a direção predominante é nordeste, com exceção do mês de março, em que é sudeste; enquanto de setembro a janeiro

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 312 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

a direção predominante é sudeste. As velocidades médias e direções predominantes mensais dos ventos, entre 1991 e 2020, são apresentados no **Gráfico 9.1-3**.

Gráfico 9.1-3: Direção e velocidade médias dos ventos na Estação São Paulo (Mirante de Santana) – 1991 a 2020.



CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 313 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

9.2 QUALIDADE DO AR

Poluente atmosférico é “qualquer forma de matéria em quantidade, concentração, tempo ou outras características, que tornem ou possam tornar o ar impróprio ou nocivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade ou às atividades normais da comunidade” (BRASIL, 2018).

De acordo com CETESB (2022a), é muito grande a variedade de substâncias que pode ser encontrada na atmosfera. Assim, são adotados como critérios de medição, a importância do componente em relação aos potenciais danos à saúde, a frequência de ocorrência e a disponibilidade de equipamentos e métodos que permitam a medição na forma e periodicidade que o monitoramento requer. A CETESB monitora os poluentes que possuem as características de indicadores de qualidade do ar, adotados universalmente. A legislação deve explicitar quais limites máximos podem ser admitidos na atmosfera, os assim denominados “Padrões de Qualidade”, permitindo que os órgãos de controle tenham ações efetivas. Por serem estabelecidos em lei, são denominados de “Poluentes Regulamentados”. Uma caracterização desses poluentes é apresentada na **Figura 9.2-1**. Já a **Figura 9.2-2** apresenta a caracterização dos poluentes não regulamentados que são medidos nas redes de monitoramento da CETESB.

CÓDIGO	REVISÃO
RT-20.EA.00.00/8LP-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
20/03/2023	314 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
 <p>CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC</p>	Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA
	Victor Bassetti Martinho

Figura 9.2-1: Fontes, características e efeitos dos principais poluentes regulamentados na atmosfera.

Poluente	Características	Fontes Principais	Efeitos Gerais ao Meio Ambiente
PTS Partículas Totais em Suspensão	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar na forma de neblina, aerossol, fumaça, fuligem. Com tamanho até 50 micra.	Processos industriais e veículos motorizados, poeira de rua ressuspensa, queima de biomassa. Fontes naturais como pólen e aerossol marinho.	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade, contaminação do solo e da água por deposição e provocam a sujidade em residências, edifícios e monumentos de arte.
MP ₁₀ Partículas Inaláveis e FMC Fumaça	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar na forma de neblina, aerossol, fumaça, fuligem. Com tamanho até 10 micra.	Processos de combustão (indústria e veículos), outros processos industriais, solo ressuspensa, e aerossóis secundários (partículas que se formam na atmosfera pela reação de gases).	Irritação e alteração da função respiratória e cardiovascular. Danos à vegetação e redução de visibilidade.
MP _{2,5} Partículas Inaláveis Finas	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar na forma de neblina, aerossol, fumaça, fuligem. Com tamanho até 2,5 micra.	Processos de combustão (indústria e veículos), outros processos industriais, processos industriais, e aerossóis secundários formados na atmosfera por reação de gases.	Penetram profundamente no aparelho respiratório atingindo os alvéolos, alterando as funções respiratórias. Provocam redução de visibilidade.
SO ₂ Dióxido de Enxofre	Gás incolor, com forte odor, oxida-se a SO ₃ facilmente dando origem ao ácido sulfúrico. Reagem formando partículas como os sulfatos secundários.	Resulta principalmente da queima de combustíveis que contém enxofre, como óleo diesel, óleo combustível industrial e gasolina.	É agressivo ao trato respiratório, sendo um dos componentes da chuva ácida. Reduz a visibilidade ao se transformar em sulfato.
CO Monóxido de Carbono	Gás incolor e inodoro e inodoro.	Resulta da queima incompleta de combustíveis, sendo a principal a queima de combustíveis automotores.	Combina com a hemoglobina do sangue dificultando o transporte do oxigênio.
O ₃ Ozônio"	Gás incolor e inodoro nas concentrações ambientais.	Não é emitido diretamente para atmosfera. Produzido fotoquimicamente pela reação de óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos na presença de luz solar.	É agressivo ao sistema respiratório. Provoca danos à vegetação.
Pb Chumbo	Metal que quando presente na atmosfera externa se encontra na forma de material particulado.	Principal fonte são as reprocessadoras de chumbo que fornecem matéria prima para o fabrico de baterias de automóveis.	O chumbo é um componente tóxico, com atuação principalmente no sistema nervoso central.
NO ₂ Dióxido de Nitrogênio	Gás marrom avermelhado com forte odor.	Formado em todos os processos de combustão. Destaca-se a queima de combustível em veículos pesados e também proveniente de processos industriais.	Afeta a saúde provocando irritação no sistema respiratório. Forma ácido nítrico componente da chuva ácida. Forma nitratos secundários, particulado. Reage com compostos orgânicos e é fundamental em processos fotoquímicos formando o ozônio.

Fonte: CETESB, 2022a.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 315 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

Figura 9.2-2: Fontes, características e efeitos dos principais poluentes não regulamentados na atmosfera.

Poluente	Características	Fontes Principais	Efeitos Gerais ao Meio Ambiente
ERT Enxofre Reduzido Total	Sob este título genérico encontram-se na atmosfera principalmente o sulfeto de hidrogênio, metil-mercaptana, dimetil-sulfeto, dimetil-dissulfeto.	Principais fontes: refinarias de petróleo, fábricas de celulose e de rayon®-viscose, plantas de tratamento de esgoto, os rios poluídos e naturalmente em ambientes similares aos pântanos.	Produzem odor desagradável semelhante ao de ovo podre ou repolho, mesmo em baixas concentrações, causando incômodo à população exposta.
COVs Compostos Orgânicos Voláteis	Compostos de carbono principalmente os hidrocarbonetos, aromáticos e alifáticos, assim como alguns compostos oxigenados.	Principal origem é a queima incompleta de combustíveis assim como estocagem e transferências de combustível.	Os aromáticos monocíclicos são precursores do ozônio e alguns podem causar efeitos adversos à saúde. Os terpenos, exalados por árvores que participam das reações fotoquímicas, além de aldeídos que também participam dos processos fotoquímicos.

Fonte: CETESB, 2022a.

9.2.1 PADRÕES DE QUALIDADE DO AR

Padrões de qualidade do ar são os máximos valores de concentração associados a um tempo de exposição de um determinado poluente, permitidos por lei, de forma a preservar a saúde. Seguindo as recomendações da OMS, o Estado de São Paulo revisou suas legislações anteriores e estabeleceu os padrões ora vigentes pelo Decreto Estadual nº 59.113, de 23/04/2013 (SÃO PAULO, 2013). Da mesma maneira, no âmbito federal, o CONAMA revogou a Resolução nº 03/1990 (BRASIL, 1990) substituída pela Resolução nº 491/2018 (BRASIL, 2018). Os padrões estabelecidos por esta Resolução são iguais aos vigentes no Estado de São Paulo (2021), à exceção dos padrões de curto prazo para dióxido de enxofre.

O Decreto Estadual nº 59.113/2013, preconiza que a administração da qualidade do ar no território do estado de São Paulo será efetuada por meio de etapas progressivas denominadas metas intermediárias. A meta intermediária em vigência é considerada o Padrão de Qualidade do Ar (PQAr).

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 316 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

As Metas Intermediárias (MI) são estabelecidas como valores temporários a serem cumpridos em etapas, visando à melhoria gradativa da qualidade do ar no Estado de São Paulo, baseada na busca pela redução das emissões de fontes fixas e móveis, em linha com os princípios do desenvolvimento sustentável. As MI devem ser atendidas em três etapas até que se alcancem os valores dos padrões finais. Os Padrões Finais (PF) são os valores-guia indicados pela OMS-2005 para a proteção da saúde das pessoas.

- MI1 - Valores de concentração poluentes atmosféricos vigentes de 24/04/2013 a 31/12/2021.
- MI2 - Valores de concentração de poluentes atmosféricos que devem ser respeitados subsequentemente à MI1, vigentes a partir de 01/01/2022 por Decisão CONSEMA nº 04/2021 de 19/05/2021 (SÃO PAULO, 2021).
- MI3 - Valores de concentração de poluentes atmosféricos que devem ser respeitados nos anos subsequentes à MI2, com seu prazo de duração definido pelo CONSEMA, com base nas avaliações realizadas na Etapa 2.
- PF - Padrões determinados pelo melhor conhecimento científico para que a saúde da população seja preservada ao máximo em relação aos danos causados pela poluição atmosférica.

A **Figura 9.2-3** apresenta as metas intermediárias estabelecidas no Decreto Estadual nº 59.113/2013 (SÃO PAULO, 2013), sendo que os padrões vigentes em 2021 estão assinalados em vermelho. O mesmo decreto estabelece critérios para episódios críticos de poluição do ar, apresentados na **Figura 9.2-4**.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 317 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

Figura 9.2-3: Padrões Estaduais de Qualidade do Ar.

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

Fonte: CETESB (2022) adaptado do Decreto Estadual nº 59.113/2013 (SÃO PAULO, 2013)

Nota 1:

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.

Nota 2: Padrões vigentes em vermelho.

Nota 3:

Padrões Nacionais (BRASIL, 2018a) = Padrões Estaduais (SÃO PAULO, 2013), exceto para o padrão de curto prazo para SO_2

Padrão nacional de curto prazo para SO_2 (BRASIL, 2018a): $\text{PI1}=125 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{PI2}=50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{PI3}=30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $\text{PF}=20 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Fonte: CETESB, 2022a.

A declaração dos estados de Atenção, Alerta e Emergência, além dos níveis de concentração excedidos, requer a previsão de condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 318 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

Figura 9.2-4: Critérios para episódios críticos de poluição do ar.

Parâmetros	Atenção	Alerta	Emergência
partículas inaláveis finas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24h	125	210	250
partículas inaláveis ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24h	250	420	500
dióxido de enxofre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24h	800	1.600	2.100
dióxido de nitrogênio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 1h	1.130	2.260	3.000
monóxido de carbono (ppm) - 8h	15	30	40
ozônio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 8h	200	400	600

Fonte: CETESB, 2022a.

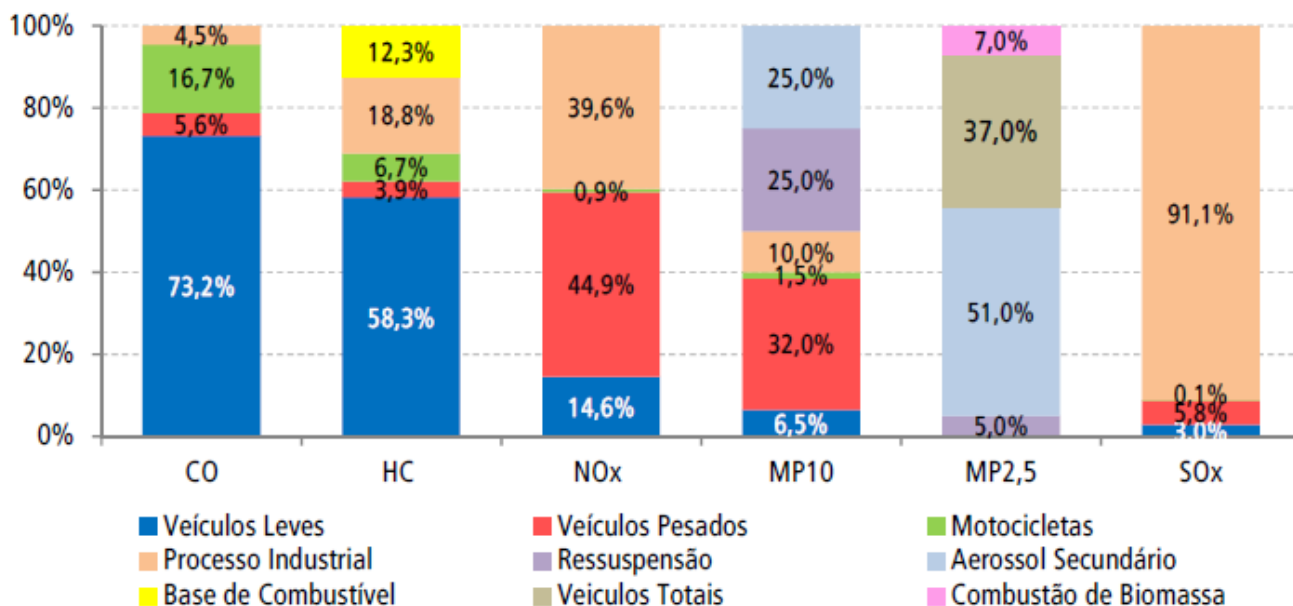
9.2.2 FONTES DE POLUIÇÃO DO AR NA RMSP

A deterioração da qualidade do ar na RMSP é decorrente principalmente das emissões atmosféricas provenientes dos veículos e das indústrias. A **Figura 9.2-5** apresenta as estimativas de emissões relativas dos diversos poluentes por tipo de fonte. Para o cálculo das contribuições relativas de MP_{10} e $\text{MP}_{2,5}$, foram levados em consideração os resultados dos estudos do Balanço Químico de Massa (CETESB, 2002), em que foram estimadas as contribuições das diversas fontes na formação do material particulado, por meio da técnica do modelo receptor que utiliza dados da composição química das partículas da atmosfera e das fontes.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 319 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman <hr/> ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.2-5: Emissões relativas por tipo de fonte – RMSP.



Fonte: CETESB, 2022a.

9.2.3 CLASSIFICAÇÃO RELATIVA À QUALIDADE DO AR OBSERVADA

Para a caracterização da qualidade do ar nas áreas de influência do empreendimento, considerando os parâmetros consagrados universalmente como indicadores mais abrangentes da qualidade do ar, utilizaram-se os dados disponibilizados no Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo - 2021 (CETESB, 2022a) e no Relatório de Classificação de Municípios do Estado de São Paulo relativa à qualidade do ar observada (CETESB, 2022b).

O Decreto Estadual nº 59.113, de 23 de abril de 2013, determina que para o gerenciamento da qualidade do ar são criadas Regiões de Controle de Qualidade do Ar – RCQA, coincidentes com as 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI no Estado de São Paulo. Ainda, as RCQA poderão ser divididas ou agrupadas em sub-regiões, constituídas de um ou mais municípios ou parte deles, com a possibilidade de abranger municípios de diferentes UGRHIs. A sub-região para o ozônio é o território compreendido pelos municípios que, no todo ou em parte, estejam situados a uma distância de 30 (trinta) km da estação de

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 320 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

monitoramento da qualidade do ar; para os demais poluentes, é o território do município onde está localizada a estação de monitoramento da qualidade do ar. Dessa maneira, foram consideradas as classificações relativas à qualidade do ar observada atribuídas pela CETESB (2022b) a cada um dos municípios interceptados pelas áreas de influência do empreendimento, a saber: Diadema, Mauá, Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul e São Paulo.

A classificação de um município em relação à sua qualidade do ar é efetuada, a cada três anos, seguindo os critérios estabelecidos no Decreto Estadual nº 59.113/2013. Esta classificação é utilizada para o estabelecimento de planos de ação para o controle das emissões de poluentes e licenciamento de fontes fixas de forma que as áreas degradadas sejam recuperadas e áreas preservadas não sofram degradação. Para realizar a classificação cotejam-se as concentrações de poluentes observadas nas estações de monitoramento da qualidade do ar da CETESB com os padrões de qualidade do ar (metas intermediárias e o padrão final) estabelecidos no Decreto Estadual nº 59.113/2013, sendo os municípios enquadrados nas seguintes categorias: >M1 (maior que M1), M1, M2, M3 e MF. São considerados os seguintes poluentes: partículas inaláveis (MP₁₀), partículas inaláveis finas (MP_{2,5}), dióxido de enxofre (SO₂), dióxido de nitrogênio (NO₂) e ozônio (O₃), sendo a classificação específica para cada poluente.

Para efeito de licenciamento de ampliação ou de novas fontes de emissão de poluentes atmosféricos, deve ser verificada a classificação do município, o poluente que determina essa classificação e as emissões que serão adicionadas com o novo empreendimento ou ampliação de um existente. Seguir então o determinado nos artigos 11º e 12º do Decreto Estadual nº 59.113/2013. Caso o município não esteja relacionado na Tabela de Classificação de Municípios, a ele é atribuída a categoria de "Sem Classificação" e para efeito de licenciamento o resultado das emissões de uma fonte não deve superar os valores estabelecidos na Meta Intermediária 2, seguindo também os artigos 11º e 12º do referido Decreto.

A seguir, a **Tabela 9.2-1** apresenta a classificação dos municípios em análise para cada um dos parâmetros, relativa aos anos de 2018 a 2021, e efetiva de 23/12/2022 até 2025.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 321 de 1815

<p>EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)</p>  <p>CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC</p>	<p>EMITENTE</p> <p>Fernando Facciola Kertzman</p> <hr/> <p>ANÁLISE TÉCNICA</p> <p>Victor Bassetti Martinho</p>
---	--

Tabela 9.2-1: Classificação dos municípios interceptados pelas áreas de influência relativa à qualidade do ar observada.

Município	MP	SO ₂	NO ₂	O ₃
Diadema	M3	-	-	>M1
Mauá	M2	-	-	>M1
Santo André	M3	M3	MF	>M1
São Bernardo do Campo	M2	-	MF	>M1
São Caetano do Sul	M2	M3	MF	>M1
São Paulo	M1	M3	MF	>M1

É possível perceber que, para os parâmetros que possuem classificação nos municípios analisados, praticamente todos se enquadraram nos padrões vigentes, com exceção do ozônio (O₃), que apresenta desconformidade em todos os municípios.

De acordo com CETESB (2022a), o ozônio depende dos óxidos de nitrogênio e de compostos orgânicos voláteis para a sua formação, fazendo-se necessário o controle de ambos. É um controle complexo, pois a teoria indica que há situações em que o controle de apenas um dos precursores pode levar a um aumento das concentrações de ozônio. Atribui-se a esse fato o observado durante a pandemia quando, em várias cidades do mundo, a redução do tráfego levou a uma redução de NO na atmosfera, mas sendo observado um aumento das concentrações de ozônio. A RMSP possui condições mais propícias à formação do ozônio que nas outras áreas do estado, devido ao tamanho de sua frota, portanto da magnitude de suas emissões. Tem-se atribuído à sua característica de poluente secundário, dependente de precursores e da radiação solar, o comportamento variável desse poluente, não permitindo uma consistente análise de tendência.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 322 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

9.2.4 ÍNDICES DE QUALIDADE DO AR

Há cuidado especial na divulgação da qualidade do ar, pois ela deve ser compreendida pela população em geral. Como os padrões para cada poluente têm valores diferenciados por possuírem agressividade diferenciada, foi elaborado um Índice de Qualidade do Ar.

A relação entre índice, qualidade do ar e efeitos à saúde é apresentada na **Figura 9.2-6**. Embora a qualidade do ar de uma estação seja avaliada para todos os poluentes monitorados, a sua classificação, para divulgação, é determinada pelo índice mais elevado (pior caso) dentre os índices calculados para cada poluente. A classificação da qualidade do ar está associada a efeitos à saúde e, portanto, independe do padrão de qualidade/meta em vigor.

A qualidade do ar é classificada como “Boa” apenas quando as concentrações dos poluentes se encontram abaixo das concentrações dos respectivos Padrões Finais, estabelecidos no Decreto Estadual nº 59.113/2013 (SÃO PAULO, 2013). A classificação de qualidade “Ruim” não indica obrigatoriamente a ultrapassagem dos padrões de curto prazo vigentes em 2021. A única exceção é o CO, para o qual a qualidade “Moderada” já indica que o respectivo PQAr é ultrapassado.

Para atribuir um índice de qualidade do ar aos municípios interceptados pelas áreas de influência do empreendimento, é necessário analisar os valores de concentração para exposição de curto prazo das estações de monitoramento presentes em tais municípios. A **Tabela 9.2-2** mostra a relação das estações nos municípios analisados, juntamente com a média aritmética do quarto maior valor diário de cada um dos últimos 3 (três) anos analisados (2019, 2020 e 2021). O **Mapa 9.2-1** mostra a localização das estações em relação ao empreendimento.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 323 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

Figura 9.2-6: Índice Geral.

Qualidade	Índice	MP ₁₀ (µg/m ³) 24h	MP _{2.5} (µg/m ³) 24h	O ₃ (µg/m ³) 8h	CO (ppm) 8h	NO ₂ (µg/m ³) 1h	SO ₂ (µg/m ³) 24h	Fumaça (µg/m ³) 24h	Significado
N1 - BOA	0 - 40	0 - 50	0 - 25	0 - 100	0 - 9	0 - 200	0 - 20	0 - 50	Atende os valores-guia para exposição de curto prazo definidos pela Organização Mundial da Saúde.
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.

Fonte: CETESB, 2022a.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 324 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

Tabela 9.2-2: Média aritmética do 4º maior valor diário de cada um dos últimos 3 anos.

Estação	Município	MP ₁₀ (24h)	MP _{2,5} (24h)	SO ₂ (24h)	NO ₂ (1h)	O ₃ (8h)
		(µg/m ³)	(µg/m ³)	(µg/m ³)	(µg/m ³)	(µg/m ³)
Capão Redondo	São Paulo	71	-	-	-	118
Cid.Universitária-USP-Ipen	São Paulo	-	43	-	-	176
Diadema*	Diadema	57	-	-	-	140
Grajaú-Parelheiros	São Paulo	-	-	-	-	115
Ibirapuera*	São Paulo	-	36	-	137	166
Interlagos	São Paulo	68	-	4	90	151
Itaim Paulista	São Paulo	91	54	-	122	129
Itaquera	São Paulo	-	-	-	-	161
Mauá*	Mauá	76	41	-	-	144
Mooca	São Paulo	-	41	-	-	144
Nossa Senhora do Ó	São Paulo	69	-	-	-	138
Parque D.Pedro II	São Paulo	83	45	-	166	143
Perus	São Paulo	81	34	-	-	162
Pico do Jaraguá	São Paulo	-	31	-	85	171
Pinheiros*	São Paulo	-	-	4	-	136
S.André-Capuava	Santo André	60	-	9	140	140
S.Bernardo-Centro*	São Bernardo do Campo	-	39	-	148	-
S.Bernardo-Paulicéia*	São Bernardo do Campo	69	-	-	-	154
Santana	São Paulo	-	43	-	-	149
Santo Amaro	São Paulo	67	-	-	-	121
São Caetano do Sul*	São Caetano do Sul	71	43	5	149	141

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 325 de 1815

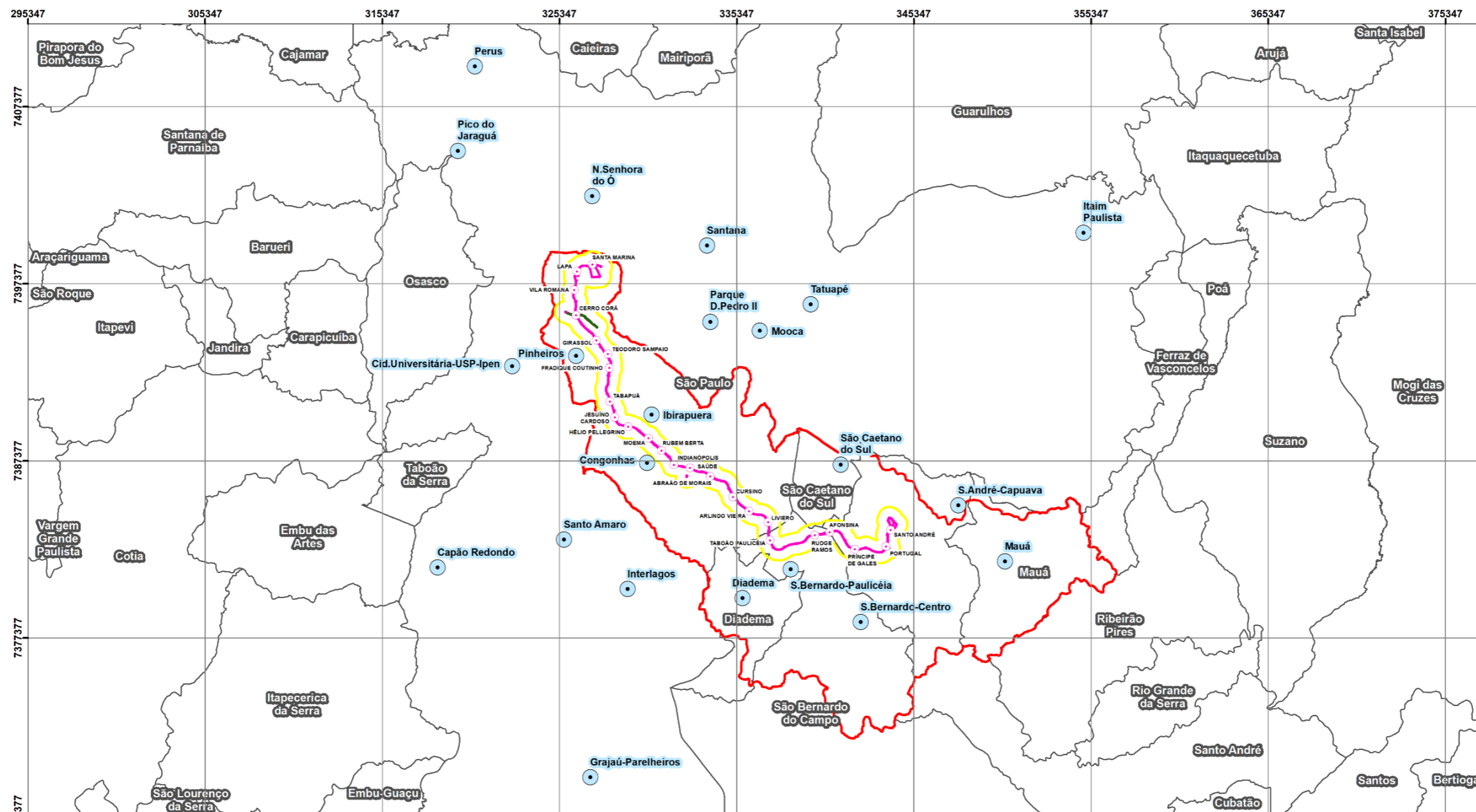
EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

Estação	Município	MP ₁₀ (24h)	MP _{2,5} (24h)	SO ₂ (24h)	NO ₂ (1h)	O ₃ (8h)
		(µg/m ³)	(µg/m ³)	(µg/m ³)	(µg/m ³)	(µg/m ³)
Tatuapé	São Paulo	-	-	3	-	-

*Estações inseridas na AII.

De acordo com CETESB (2022a), a classificação da qualidade do ar é determinada pelo índice mais elevado (pior caso) dentre os índices calculados para cada poluente. Dessa maneira, os municípios de Diadema, Mauá, Santo André, São Bernardo do Campo e São Caetano, apresentam qualidade do ar na categoria N3 – Ruim, por estarem em desconformidade em relação aos valores padrões de ozônio. Nesses municípios, 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. Já o município de São Paulo apresenta uma desconformidade ainda maior para o mesmo parâmetro, sendo enquadrado na categoria N4 – Muito Ruim para qualidade do ar. Nesse município, 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. Podem ocorrer efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas).

Mapa 9.2-1: Estações de monitoramento de qualidade do ar – CETESB.



LEGENDA

- Estações CETESB
- Estações
- ▭ ADA - Linha 20-Rosa
- ▭ ADA - Prolongamento Linha 2-Verde
- ▭ AID
- ▭ AII
- ▭ Limites municipais

Convenções Cartográficas

PROJEÇÃO:
UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM
SIRGAS 2000 - 23S

LOCALIZAÇÃO

Estações de Monitoramento de Qualidade do ar - CETESB

Fonte de dados
Metrô de São Paulo
CETESB

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 327 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

9.3 ASPECTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

9.3.1 ASPECTOS GEOLÓGICOS DA AII E DA AID

O arcabouço geológico regional onde se insere o empreendimento consiste na macrounidade geotectônica denominada Faixa Ribeira ou Cinturão Ribeira (ALMEIDA *et al.*, 1973, HASUI *et al.*, 1975), constituída predominantemente por rochas ígneas e metamórficas que compõem o substrato de praticamente toda margem sudeste do Brasil. Esta grande unidade apresenta uma marcante estruturação regional com orientação NE-SW denotada por importantes extensas zonas de cisalhamento, quase sempre, com cinemática transcorrente dextral, responsáveis pela delimitação de três domínios tectônicos principais: São Roque-Serra do Itaberaba (porção noroeste), Embu (porção central) e Costeiro (porção sudeste) (CAMPANHA & SADOWSKI, 1999; HEILBRON & MACHADO, 2003; HEILBRON *et al.*, 2008; HEILBRON *et al.*, 2004; FALEIROS, 2008; BASEI *et al.*, 2010; FALEIROS *et al.*, 2011; CAMPANHA *et al.*, 2015). São terrenos antigos com complexo histórico evolutivo, sendo que o principal evento tectônico responsável pela estruturação e petrogênese da faixa se processou durante todo o Ciclo Brasileiro, entre 600 Ma (Neoproterozoico) e 400 Ma (Ordoviciano), incluindo a deformação e metamorfismo das rochas mais antigas e ocorrência de eventos vulcânicos e magmáticos resultando na acomodação de corpos ígneos diversos com predomínio de granitoides sin a tarditectônicos (HASUI, 2010). Este conjunto de rochas ígneas e metamórficas compõem o embasamento cristalino pré-cambriano do empreendimento, em particular, associado ao Complexo Embu, caracterizado pela ocorrência de xistos, gnaisses e, subordinadamente, migmatitos e milonitos.

Após um longo período de estabilidade tectônica e conformação da Plataforma Sul-Americana, no Jurássico Superior se deu início aos fenômenos associados à “Reativação Wealdeniana” (ALMEIDA, 1967), mais tarde referida como Ativação Mesozoica (ALMEIDA, 1972) ou evento Sul-Atlântico (SCHOBENHAUS *et al.*, 1984). Sob ação de esforços transpressionais relacionados ao processo de ruptura continental que evoluiria gradualmente para a abertura e desenvolvimento do oceano Atlântico, várias estruturas geológicas pré-existentes foram

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 328 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

reativadas e tiveram inícios os eventos magmáticos inicialmente com o vulcanismo toleítico associado aos diques, soleiras e derrames da Fm. Serra Geral, e posteriormente uma série de episódios de magmatismo alcalino.

Por fim, a evolução da margem continental atlântica e a contínua reativação das estruturas antigas levaram ao desenvolvimento de expressivas falhas normais e transcorrentes, respectivamente no Paleógeno e no Neógeno, que acabaram condicionando a formação de diversas bacias tafrogênicas alinhadas segundo a orientação preferencial NE-SW, e a conformação do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (RICCOMINI, 1989), do qual a Bacia Sedimentar de São Paulo é parte.

De acordo com os aspectos geológicos regionais descritos acima, é possível subdividir o arcabouço geológico da AII e da AID em três grandes compartimentos, a saber: Embasamento Cristalino, representado pelo Complexo Embu e os corpos ígneos associados; rochas sedimentares e sedimentos neógenos da Bacia de São Paulo, representadas pela Formação Resende e pela Formação São Paulo; e coberturas sedimentares colúvio-aluvionares quaternárias. Os percentuais de ocorrência de cada um desses compartimentos na AII são apresentados pela **Figura 9.3-1** enquanto os percentuais de ocorrência na AID são apresentados pela **Figura 9.3-2**. Em seguida, é apresentada a descrição litoestratigráfica das unidades geológicas presentes na AII e na AID, as quais são exibidas no **Mapa 9.3-1**.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 329 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman <hr/> ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

Figura 9.3-1: Percentual em área de exposição de cada compartimento geológico na All.

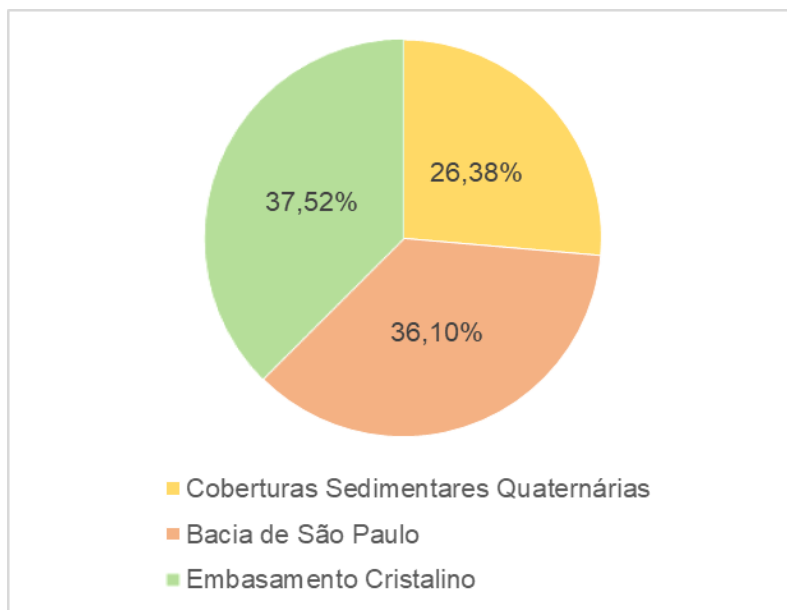
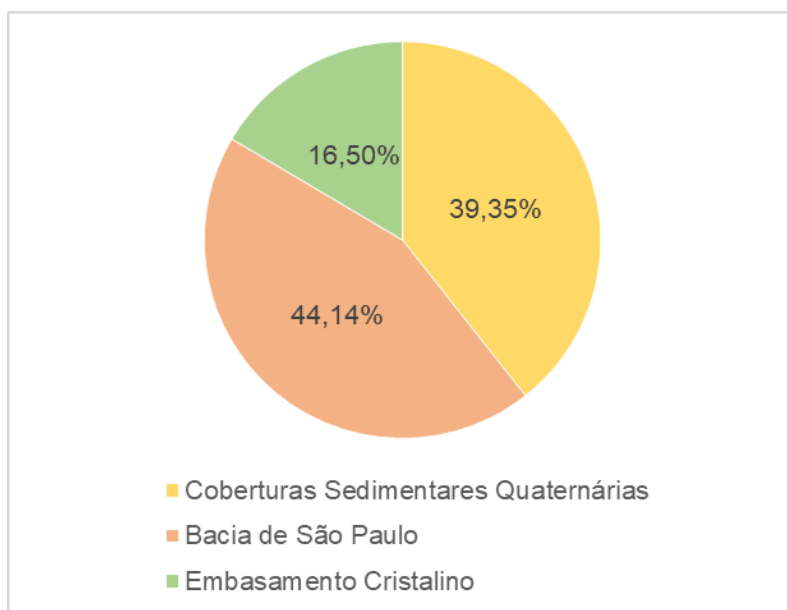


Figura 9.3-2: Percentual em área de exposição de cada compartimento geológico na AID.



CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 330 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

9.3.1.1 Embasamento Cristalino

9.3.1.1.1 Unidade NPepg – Complexo Embu, unidade paragnáissica

O Complexo Embu, originalmente definido por Hasui (1975 a) e Hasui e Sadowski (1976), ocorre como uma faixa contínua de direção NE-SW, desde o Estado do Rio de Janeiro até a divisa de São Paulo com o Paraná. A unidade paragnáissica é bastante expressiva, dominando a porção nordeste da área de afloramento do complexo.

Predominam muscovita-granada-sillimanita-biotita gnaisses migmatíticos, com aspecto nebulítico ou schlieren, e biotita gnaisses de composição tonalítica a granodiorítica. Rochas calcissilicáticas ocorrem como bandas ou boudins intercalados nestes gnaisses associados a anfibolitos (Fernandes 1991). Ocorrem ainda sillimanita-muscovita-biotita gnaisses quartzosos, com texturas xistosas e estruturas migmatíticas, e bandamento dado pela alternância de sillimanita-biotita xistos, sillimanita-biotita xistos gnaissóides e biotita gnaisses quartzosos (Silva 1992).

Esta unidade encontra-se presente em 7,71% da área da All, e em 14,40% da área da AID.

9.3.1.1.2 Unidade NPexm – Complexo Embu, unidade de xistos, localmente migmatíticos

A unidade de xistos migmatíticos do Complexo Embu é bastante expressiva, ocorrendo em toda a área de exposição do complexo, com amplo domínio em sua porção sul.

É constituída por mica xistos e quartzo xistos alternados ritmicamente. Localmente, a este conjunto predominante, intercalam-se rochas calcissilicáticas, anfibolitos e rochas metaultramáficas. Os mica xistos são descritos como muscovita-biotita-quartzo xistos com cianita, estauroлита, granada, sillimanita e turmalina, com estrutura xistosa, finamente laminada. Os quartzo xistos são compostos por quartzo, muscovita, biotita, granada e plagioclásio. Este conjunto é cortado por pegmatitos constituídos por K-feldspato, muscovita, quartzo e turmalina, subordinadamente, biotita e zircão (Vieira 1989, Fernandes 1991).

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 331 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

Esta unidade encontra-se presente em 25,14% da área da All, e apenas em 1,30% da área da AID.

9.3.1.1.3 Unidade NP3e_gamma_1 – Granitóides quimicamente indiferenciados, pré a sincolisionais, do Terreno Embu

O conjunto granitóides quimicamente indiferenciados, pré a sincolisionais, do Terreno Embu engloba dois corpos graníticos. O primeiro, sem designação específica, ocorre alojado na unidade de xistos, localmente migmatíticos (NPexm) do Complexo Embu, próximo à zona de falhamento de Caucaia. Corresponde a um biotita monzogranito inequigranular foliado.

Esta unidade encontra-se restrita ao noroeste das áreas de influência, presente somente em 0,30% da área da All, e apenas em 0,80% da área da AID.

9.3.1.1.4 Unidade NP3e_gamma_1S – Granitoides foliados peraluminosos, tipo S, pré a sincolisionais, do Terreno Embu

Na All ocorrem dois corpos pertencentes a esta unidade geológica: o Granito Guacuri (NP3e_gamma_1Sgu) e o Granito Três Lagos (NP3e_gamma_1Stl).

Os granitóides agrupados nessa unidade encontram-se encaixados, quase sempre, na unidade paragnáissica (NPepg) e na unidade de xistos, localmente migmatíticos (NPexm) do Complexo Embu. O conjunto de litotipos abrange desde biotita granitos porfíricos máficos, com índice de cor elevado, até muscovita-biotita leucogranitos equigranulares. Leucogranitos a turmalina e granada, são os termos mais diferenciados, e formam diversos corpos aplíticos e pegmatíticos intrusivos nos xistos regionais ou nos muscovita-biotita leucogranitos. Todas essas variedades podem estar presentes, em proporções diferentes, nos maciços de maior porte.

O Granito Guacari encontra-se restrito à porção sudoeste da All, em 0,65% de sua área, e o Granito Três Lagos na porção sul da All, representando 1,20% de sua área.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 332 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

9.3.1.1.5 Unidade NP3e_gamma_2S - Granitóides foliados peraluminosos, tipo S, sin a tardicolisionais, do Terreno Embu

O granito Mauá apresenta forma alongada na direção NE-SW e está encaixado entre as unidades paragnáissica (NPepg) e de xistos, localmente migmatíticos (NPexm) do Complexo Embu. Trata-se de biotita monzogranito porfirítico de cor cinza, com porções equigranulares mais claras, variando até muscovita leucogranito com turmalina, na extremidade sul do corpo. O Granito Mauá é explorado como rocha ornamental.

Esta unidade encontra-se restrita ao sudeste da AII, presente apenas em 2,44% de sua área.

9.3.1.2 Bacia de São Paulo

A Bacia de São Paulo se apresenta como uma depressão de forma alongada e direção próxima a NE-SW, de idade Paleógena e encontra-se alinhada a outras bacias cronocorrelatas (por exemplo: Taubaté, Resende, Itaboraí, Volta Redonda, Curitiba), que integram o *Rift* Continental do Sudeste do Brasil – RCSB (RICCOMINI, 1989). A estruturação e geometria destas unidades permitem associá-las a bacias do tipo *Rift* desenvolvidas em condições continentais a partir de áreas abatidas dispostas em padrão de *horsts*, *grábens* e *hemi-grabéns* (ALMEIDA, 1976; RICCOMINI, 1995).

Do ponto de vista estratigráfico, as rochas da Bacia de São Paulo encontram-se assentadas em contato discordante com as rochas ígneas e metamórficas do embasamento pré-cambriano representado pelo Complexo Embu. Em contato igualmente erosivo/discordante com as rochas sedimentares da bacia ocorrem coberturas e depósitos sedimentares quaternários.

A Bacia de São Paulo, por sua vez, apresenta um empilhamento marcado por três unidades litoestratigráficas, a saber: Formação Resende, Formação Tremembé e Formação São Paulo, dispostas respectivamente da base para o topo, perfazendo uma espessura de cerca de 300 metros (HASUI & CARNEIRO, 1980).

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 333 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

A AII e a AID apresentam exposições das formações Resende e São Paulo. A Formação Tremembé não apresenta grande continuidade lateral e não ocorre nas áreas de influência do empreendimento.

9.3.1.2.1 Unidade Er – Formação Resende

A Formação Resende consiste na unidade mais expressiva da Bacia de São Paulo, podendo ser responsável por cerca de 80% do seu preenchimento, atingindo espessuras superiores a 250 metros (RICCOMINI & COIMBRA, 1992). As condições de sedimentação remetem a leques aluviais associados com planícies fluviais distais associados com sistemas de rios entrelaçados, sendo as fácies resultantes destas duas condições associadas diretamente com os limites laterais e basais da bacia.

As fácies associadas aos leques aluviais se relacionam com sedimentos grosseiros, comumente brechas e diamictitos com matriz predominantemente lamítica, podendo conter micas detríticas e fragmentos de rochas do embasamento, além de porções mais intensamente cimentadas e coesas. As cores variam de cinza esverdeada, cinza a marrom e vermelho. Esta fácies apresenta consistência tipicamente dura a muito dura.

Os depósitos mais distais associados com canais de rios entrelaçados apresentam geralmente sedimentos de composição areníticas e conglomerática, podendo também conter mica detrítica. Possuem cor amarelo claro e cinza, se apresentando predominantemente compactos a muito compactos.

Entre estas duas fácies ocorrem depósitos de leques medianos a distais compostos por argilitos, lamitos argilosos a arenosos, plásticos, podendo conter grânulos esparsos de quartzo e micas detríticas, de cor cinza esverdeada, cinza, marrom e vermelho. Entre os minerais detríticos ocorrem predominantemente esmectitas (filossilicato expansivo) e subordinadamente caulinitas e cloritas. Geralmente apresentam coesão elevada e consistência dura. Estas ocorrências são comumente descritas no meio geotécnico como “taguá”.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 334 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

Localmente foram identificados processos de preenchimento de cimento calcítico (calcrete/caliche) preenchendo trincas de ressecamento de lamitos argilosos indicando paleoambiente de semiaridez climática, concordantes com a ocorrência de esmectitas detríticas. Outro aspecto indiretamente associado a Formação Resende consiste no processo de cimentação hidrotermal, descritos por SANT'ANNA & RICCOMINI (1995) que citam caulinita e opala-CT (cristobalita e tridimita) preenchendo os poros e recobrando os grãos das rochas da Fm. Resende e presença de barita preenchendo fraturas e recobrando clastos dos conglomerados e arenitos desta mesma formação. Com exceção às ocorrências de barita que seriam penecontemporâneas à sedimentação, os outros processos de cimentação teriam ocorrido posteriormente mediante controles estruturais.

Na Bacia de São Paulo foram identificadas camadas de arenitos e lamitos com elevada resistência a compressão e dificuldade de escavação (impenetráveis à percussão) na região do Largo da Batata (estação Faria Lima, Linha 4-Amarela), avenida Anhaia Mello na Vila Prudente, estação Adolfo Pinheiro (Linha 5-Lilás) e na região do Parque Dom Pedro II. Na AII, a Formação Resende encontra-se presente em 28,72% de sua área, enquanto na AID ela é encontrada em 31,18% do terreno.

9.3.1.2.2 Unidade Esp – Formação São Paulo

Recobrando os depósitos de leques aluviais e lacustres, tem-se os sedimentos da Formação São Paulo, compostos por camadas plano-paralelas e lenticulares constituídas por arenitos grossos conglomeráticos com estratificação cruzada e pelitos laminados e maciços. A análise faciológica desta formação indica a deposição a partir de sistemas de rios meandantes, com a presença de canais, pelitos de planícies inundáveis e depósitos de *crevasse splay*.

Na Formação São Paulo destacam-se três fácies principais. A camada mais superficial geralmente composta por lamitos argilosos plásticos a pouco plásticos, de coloração predominantemente avermelhada, e valores de NSPT tipicamente inferiores a 10 golpes, apresenta cerca de 10 metros de espessura sendo comumente referida como “argila porosa”. Sua gênese parece envolver processos pedogenéticos que atuaram nas camadas argilosas

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 335 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

que outrora sofreram processos de laterização e limonitização, similares as que localmente ocorrem nas proximidades do contato da camada arenosa basal e a camada argilosa.

Abaixo da “argila vermelha porosa” ocorrem argilitos e lamitos argilosos, plásticos com cores variadas com destaque para vermelha, amarela, roxa e cinza. Conhecidas de forma geral como “argilas variegadas”, apresentam consistência variável entre mole a dura.

Na base das formações ocorre a fácies predominantemente arenosa e conglomerática, com cores igualmente variadas, compactas a pouco compactas. Esta camada apresenta geralmente baixa coesão e alta permeabilidade.

De modo geral, o pacote de solos sedimentares da Formação São Paulo apresenta espessura variável, podendo ocorrer entre as cotas 720 e 820 metros, sendo mais comumente posicionado no intervalo entre 750 e 800 metros, faixa correspondente ao espigão central de São Paulo. Na AII, a Formação São Paulo encontra-se presente em 7,39% de sua área, enquanto na AID ela é encontrada em 12,96% do terreno.

9.3.1.3 Coberturas Sedimentares Quaternárias

Estes depósitos associam-se principalmente com os vales dos cursos d’água principais existentes na AII e na AID, com destaque para os rios Tietê (restrito à um pequeno segmento na borda norte da área), Pinheiros, na porção mais ocidental, incluindo seus vários afluentes na margem direita e, na porção centro-oriental da área, os ribeirões dos Couros e dos Meninos e o Rio Tamandateí. São constituídos por pacotes pouco espessos, inconsolidados a semiconsolidados apresentando diferentes graus de pedogênese. Do ponto de vista faciológico, são compostos por sedimentos arenosos, apresentando intercalações de níveis e camadas de argila enriquecida em matéria orgânica, e secundariamente lentes de cascalho e seixos.

Estes depósitos aluvionares são bastante recentes, datando predominantemente do quaternário, embora, por vezes, sugerem uma associação com terraços aluviais antigos e

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 336 de 1815

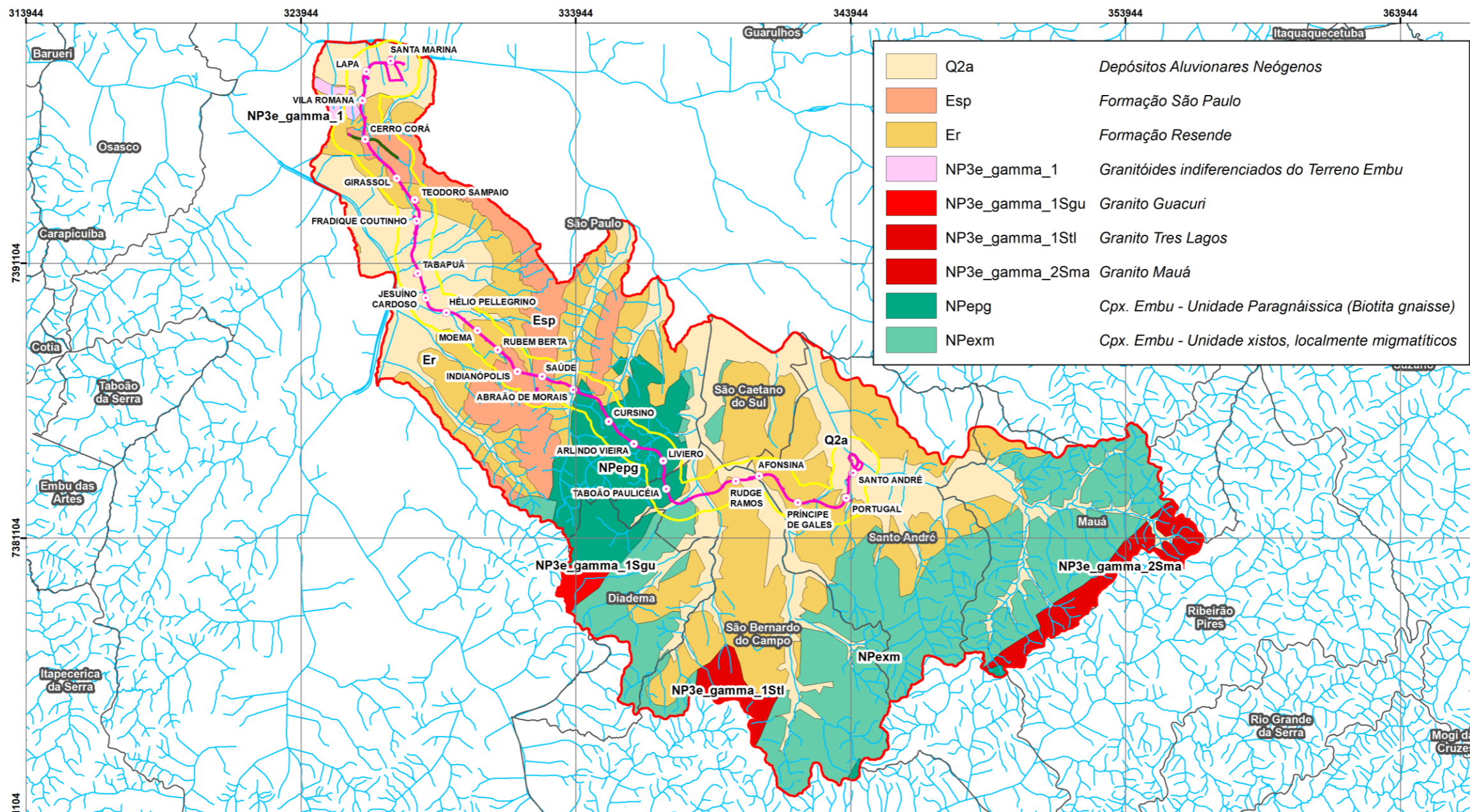
EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

decorrentes da evolução neógena da bacia, já com sua dissecação e consolidação dos cursos d'água. Localmente são ainda observadas lentes e sigmoidais intercaladas com níveis de pelitos, interpretadas como depósitos de barras em pontal associado ao processo de acreção lateral em sistemas fluviais meandrantés.

Por fim, sobrepostos às coberturas mais antigas, ocorrem pacotes siltosos e argilosos com espessura variável, correspondendo à sedimentação por suspensão em regiões de planícies de inundação recentes, podendo ainda apresentar intercalações delgadas de sedimentos de origem coluvial, quando na proximidade de pequenas encostas.

Esta unidade encontra-se presente em 26,38% da área da AII, e em 39,35% da área da AID.

Mapa 9.3-1: Geologia das áreas de influência.



Q2a	Depósitos Aluvionares Neógenos
Esp	Formação São Paulo
Er	Formação Resende
NP3e_gamma_1	Granitoides indiferenciados do Terreno Embu
NP3e_gamma_1Sgu	Granito Guacuri
NP3e_gamma_1Stl	Granito Tres Lagos
NP3e_gamma_2Sma	Granito Mauá
NPepg	Cpx. Embu - Unidade Paragnáissica (Biotita gnaiss)
NPexm	Cpx. Embu - Unidade xistos, localmente migmatíticos

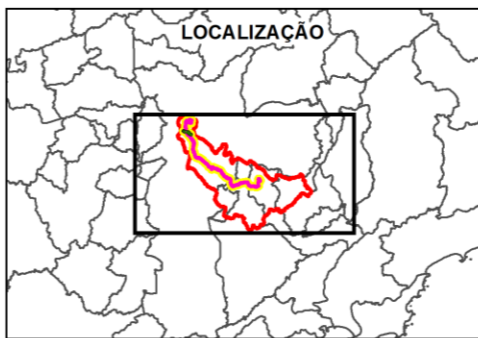
LEGENDA

- Estações
- ▭ ADA - Linha 20-Rosa
- ▭ ADA - Prolongamento Linha 2-Verde
- ▭ AID
- ▭ AII
- ▭ Limites municipais
- ▭ Cursos d'água

Convenções Cartográficas

PROJEÇÃO:
UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM
SIRGAS 2000 - 23S

0 1,5 3 6 9 KM



Geologia

Fonte de dados
Metrô de São Paulo
CPRM

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 338 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

9.3.2 ASPECTOS GEOTÉCNICOS DA AII E DA AID

Para o diagnóstico geotécnico da AII e da AID, foram compilados dados de mapeamentos geotécnicos disponíveis, sendo que as referências bibliográficas consultadas foram:

- Carta Geotécnica do estado de São Paulo – 1:500.000 (NAKAZAWA et. al, 1994)
- Áreas com restrições geotécnicas do município de São Paulo – 1:1000 (PMSP/SEL/CASE, 2019)

A análise integrada das fontes de dados permitiu dividir a AII do empreendimento em 4 unidades, e a AID em 3, as quais serão descritas a seguir. Ressalta-se que as referências utilizadas fornecem um panorama regional da área de interesse. Para um nível maior de detalhe, foram utilizadas referências apresentadas no item 9.9. Suscetibilidade a Processos de Dinâmica Superficial.

9.3.2.1 Alta suscetibilidade a inundações, recalques, assoreamento e solapamento das margens dos rios

Ocorre em áreas de planícies fluviais das principais drenagens da região, com destaque para as áreas originalmente correspondentes às várzeas dos rios Tietê e Pinheiros. São terrenos com predomínio de declividades inferiores a 5%, associado a depósitos sedimentares do quaternário. Essa unidade abrange 17,17% da AII e 31,59% da AID.

As inundações são frequentes em períodos de chuva, intensificadas pela impermeabilização do terreno que, devido à topografia plana, apresentam dificuldade de escoamento das águas, antes destas atingirem os cursos d'água. Junto aos cursos d'água são comuns processos de solapamento de margens e assoreamento dos canais das drenagens por sedimentos e detritos, além de lixo e entulho, acentuando as condições de inundação e comprometendo a qualidade das águas.

Do ponto de vista geotécnico, os problemas mais comumente encontrados nessas regiões correspondem a recalques diferenciais e adensamento de solos moles, além de dificuldades

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 339 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

nas escavações geradas pelo nível d'água subterrâneo raso. É observada uma área de restrição geotécnica inserida na All e distante cerca de 1.500 metros da AID: o "Perímetro Arizona", quadrilátero compreendido pela Rua George Ohm, Rua Arizona, Rua Guaraiuva e Rua Castilho, e instituído no Anexo II do Decreto nº 57.521, de 9 de dezembro de 2016, que regulamenta a aplicação de disposições da Lei nº 16.402, de 22 de março de 2016, é definido como sujeito a recalques e problemas geotécnicos.

9.3.2.2 Alta suscetibilidade a escorregamentos (naturais e induzidos), associada a alta suscetibilidade à erosão nos solos superficiais, induzida por movimentos de terra

Nas regiões sul, sudeste e leste da All predominam terrenos com alta suscetibilidade a escorregamentos (naturais e induzidos), associada a alta suscetibilidade à erosão nos solos superficiais, induzida por movimentos de terra. Esse processo da dinâmica superficial incide em 11,49% da All, onde os movimentos de massa ocorrem na forma de rastejos e escorregamentos de solo com geometria predominantemente planar, e associados a depósitos detríticos (tálus/coluviões).

De maneira geral, essas áreas apresentam potencialidade para movimentos de massa, queda e rolamento de blocos em afloramentos de rochas graníticas, escorregamentos e deslocamentos rochosos, condicionados por estruturas planares em afloramentos de rochas foliadas. Todos esses processos ocorrem naturalmente, deflagrados por eventos pluviométricos muito intensos e induzidos por intervenções relativas ao uso do solo.

Nesta unidade são encontrados, essencialmente, granitos e xistos do embasamento cristalino, em relevo montanhoso, com declividades predominantemente acima de 8°.

Cabe ressaltar que a área caracterizada por este processo é restrita à All, se situando nos limites da mancha urbana.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 340 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

9.3.2.3 Alta suscetibilidade à erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentos de terra, associada à média suscetibilidade a escorregamentos (exclusivamente induzidos), em rochas cristalinas do embasamento

Essa unidade corresponde a 30,14% da área da AII e 12,65% da área da AID, onde são encontrados essencialmente granitos e gnaisses do embasamento cristalino, em relevo de morros, com declividades de até 15°. Os processos erosivos são predominantes e ocorrem principalmente na forma de sulcos e ravinas, desenvolvidos a partir da concentração de escoamento superficial sobre o horizonte C (solos de alteração) “in situ”, geralmente associados a movimentos de terra, enquanto a erosão em solos superficiais (horizontes A e B) é pouco significativa. Em consequência aos processos erosivos, é comum a ocorrência de assoreamento nos sistemas de drenagem e reservatórios de abastecimento.

Os movimentos de massa são processos secundários e ocorrem na forma de rastejos e escorregamentos de solos planares e circulares associados aos setores de encosta com declividades acima de 20°, associados a depósitos detríticos localizados principalmente nas proximidades da unidade de alta suscetibilidade.

Tais processos de instabilização são induzidos essencialmente por fenômenos como movimentação de terra e mudança na dinâmica de vertentes, em geral decorrentes da execução de obras viárias.

9.3.2.4 Baixa suscetibilidade aos diversos processos do meio físico analisados

Essa unidade representa a maior parte da AII e da AID, correspondendo a 41,20% da área de influência indireta e 55,76% da área de influência direta do empreendimento. Sua disposição se dá basicamente sobre os sedimentos da Formação São Paulo e Resende, apresentando baixa suscetibilidade a desenvolver processos como inundação, erosão ou escorregamentos.

Essa unidade abrange duas áreas de restrição geotécnica. Instituída no Anexo II do Decreto nº 57.521, de 9 de dezembro de 2016, que regulamenta a aplicação de disposições da Lei nº 16.402, de 22 de março de 2016, relativas à ocupação do solo e condições de instalação dos

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 341 de 1815

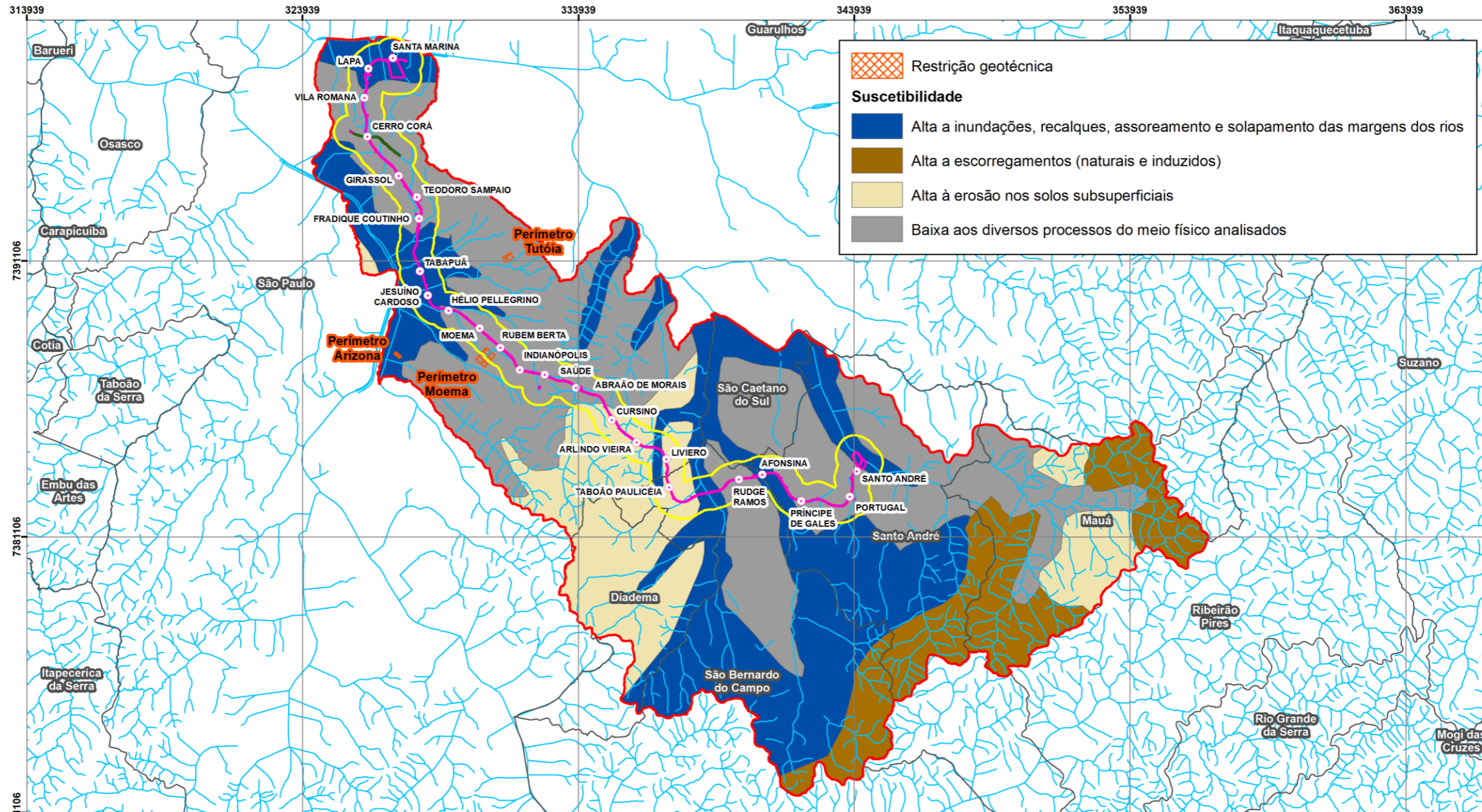
EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

usos, o “Perímetro Moema”, compreendido pela Alameda dos Anapurus, Avenida Jurucê, Avenida Moreira Guimarães e Avenida dos Imarés, é definido como uma área sujeita a recalques e problemas geotécnicos. A AID do empreendimento abrange aproximadamente metade deste perímetro, como é possível observar no **Mapa 9.3-2**. Fora dos limites da AID, porém dentro da All do empreendimento, encontra-se o “Perímetro Tutóia”, quadrilátero compreendido pela Rua Tutóia, Rua Curitiba, Rua Pirapora e Rua Livramento, a cerca de 1.800 metros da AID, definido como sujeito a recalques e problemas geotécnicos.

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

CÓDIGO	RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO	0
EMIÇÃO	20/03/2023	FOLHA	342 de 1815

Mapa 9.3-2: Geotecnia das áreas de influência.



LEGENDA	
	Estações
	ADA - Linha 20-Rosa
	ADA - Prolongamento Linha 2-Verde
	AID
	AII
	Limites municipais
	Cursos d'água

Convenções Cartográficas
PROJEÇÃO: UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM SIRGAS 2000 - 23S



Geotecnia
Fonte de dados Metrô de São Paulo PMSP/SEL/CASE, 2019; Nakazawa et. al, 1994; SEMPLA/SMSP/SEHAB/IPT, 1993.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 343 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

9.3.3 ASPECTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS DA ADA

Para a caracterização geológico-geotécnica da área diretamente afetada (ADA) do empreendimento, foram avaliadas as sondagens executadas pelo Metrô de São Paulo em campanhas anteriores das Linhas 01, 04, 05 e 06. Adicionalmente, foi executada uma campanha de investigação geotécnica, onde foram executadas 101 sondagens no total no entorno imediato da ADA, pois na atual etapa do projeto não é possível acessar os imóveis passíveis de desapropriação.

Além das sondagens, também foram realizados ensaios laboratoriais de caracterização tecnológica das amostras. Foram executados ensaios de análise granulométrica, limite de liquidez, limite de plasticidade, determinação de massa específica aparente de amostra indeformada – método da balança hidrostática, e determinação de massa específica dos grãos e massa específica aparente e absorção de água. As amostras foram obtidas durante a perfuração das sondagens.

Os dados das sondagens foram utilizados para caracterizar os aspectos geológico-geotécnicos da ADA e dar as diretrizes para o detalhamento dos projetos das unidades construtivas.

9.3.3.1 Aspectos geológicos das estações

A **Tabela 9.3-1** apresenta uma breve descrição dos litotipos encontrados em cada uma das estações, juntamente com a síntese da estratigrafia do local.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 344 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

Tabela 9.3-1: Estratigrafia das estações.

Estação	Estratigrafia	Descrição
Santa Marina	Fm. Resende	Escavação em sedimentos da Formação Resende, com NSPT elevado, sendo classificado como argila rija a dura. O nível de água se encontra próximo da superfície. Considerando o perfil geológico, não são esperados recalques superficiais que gerem problemas nas estruturas existentes.
Lapa	Depósitos tecnogênicos	O subsolo local é composto superficialmente por camada de depósitos tecnogênicos, seguida por depósitos aluvionares. A partir de 4 metros de profundidade a escavação será em solos da Formação Resende. O nível d'água é próximo à superfície.
	Depósitos aluvionares	
	Fm. Resende	
Vila Romana	Depósitos tecnogênicos	O perfil geológico no local é composto por camada superficial de depósitos tecnogênicos, seguida por solos do terciário sendo observada camada da Formação São Paulo sotoposta à Formação Resende. O nível d'água é elevado na área.
	Fm. São Paulo	
	Fm. Resende	
Cerro Corá	Fm. São Paulo	Escavação em solo da Formação São Paulo, com elevados valores de NSPT.
Girassol	Fm. São Paulo	Escavação em solo da Formação São Paulo, com elevados valores de NSPT.
Teodoro Sampaio	Fm. Resende	Escavação nos sedimentos terciários da Formação Resende. É observada a existência de camadas alternadas de areia e argila. Deverão ser tomadas medidas para minimizar possíveis recalques.
Fradique Coutinho	Fm. Resende	Interligação com a Linha 4-Amarela. A escavação será em solos da Formação Resende, sendo camadas alternadas de areias e argilas.
Tabapuã	Embasamento cristalino	Escavação em solo do embasamento cristalino, de elevada resistência. O solo previsto é de silte arenoso com uma camada fina de pedregulho.
Jesuíno Cardoso	Fm. Resende	A escavação do túnel do corpo da estação será realizada em transição entre solos da Formação Resende e embasamento cristalino. É observada uma fina camada de areia no teto do
	Embasamento cristalino	

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 345 de 1815

<p>EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)</p>  <p>CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC</p>	<p>EMITENTE</p> <p>Fernando Facciola Kertzman</p> <hr/> <p>ANÁLISE TÉCNICA</p> <p>Victor Bassetti Martinho</p>
---	--

Estação	Estratigrafia	Descrição
		túnel, seguida por argila siltosa que engloba a maior parte da escavação, sendo que no pé do arco invertido existe o silte arenoso do embasamento cristalino. Os valores de NSPT são elevados.
Hélio Pelegrino	<p>Depósitos tecnogênicos</p> <hr/> <p>Depósitos aluvionares</p> <hr/> <p>Fm. Resende</p>	O perfil geológico local é composto superficialmente por depósitos tecnogênicos, seguido por camada de depósitos aluvionares e por solos da Formação Resende. Na profundidade de escavação do túnel é observada a existência de camada de argila siltosa.
Moema	<p>Depósitos tecnogênicos</p> <hr/> <p>Fm. São Paulo</p> <hr/> <p>Fm. Resende</p>	Integração com a Linha 5-Lilás. A geologia local é formada por camada superficial de depósitos tecnogênicos, seguida por solos do terciário, sendo observada camada de solos da Formação São Paulo sotoposta à camada da Formação Resende. Na escavação do túnel do corpo da estação é esperada a ocorrência de camadas de areias muito compactas e argilas duras, solos de elevada resistência.
Rubem Berta	<p>Depósitos tecnogênicos</p> <hr/> <p>Fm. São Paulo</p> <hr/> <p>Fm. Resende</p>	Geologia local formada por camada superficial de depósitos tecnogênicos, seguida por solos do terciário, sendo observada camada de solos da Formação São Paulo sotoposta à camada da Formação Resende. O túnel do corpo da estação será escavado em camadas de areias compactas e argilas rija a dura.
Indianópolis	<p>Fm. São Paulo</p> <hr/> <p>Fm. Resende</p>	O solo composto por sedimentos terciários, com camada da Formação São Paulo seguida por camada da Formação Resende. Na região de escavação do túnel do corpo da estação o solo apresenta valores de NSPT elevados em camadas alternadas de areias e argilas.
Abraão de Moraes	Embasamento cristalino	Geologia composta por solos do embasamento cristalino, sendo observada a presença de maciço rochoso a partir de 10 metros de profundidade.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 346 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman <hr/> ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

Estação	Estratigrafia	Descrição
Cursino	Embasamento cristalino	Geologia composta pelo embasamento cristalino, sendo possível a ocorrência de uma falha, com transição entre maciço rochoso e silte argiloso do pré-cambriano.
Arlindo Vieira	Depósitos tecnogênicos	Geologia formada por camada superficial de depósitos tecnogênicos, seguida por depósitos aluvionares e solos do embasamento cristalino. A escavação do túnel do corpo da estação se dará em região de transição entre silte arenoso muito compacto e maciço rochoso.
	Embasamento cristalino	
Liviero	Fm. São Paulo	Subsolo formado por sedimentos do terciário seguido por camada do pré-cambriano. É observado superficialmente camada da Formação São Paulo seguida por camada da Formação Resende e de silte argiloso do embasamento cristalino, que é o material existente na profundidade de escavação do túnel do corpo da estação.
	Fm. Resende	
	Embasamento cristalino	
Taboão-Paulicéia	Fm. São Paulo <hr/> Embasamento cristalino	Observada camada espessa de sedimentos da Formação São Paulo seguida por camada do embasamento no local, sendo que a transição ocorre na cota de escavação do túnel do corpo da estação. Nesta profundidade são observadas camadas de areia argilosa, argila arenosa e silte argiloso com areia.
Rudge-Ramos	Depósitos aluvionares	Geologia composta por camada de depósitos aluvionares seguida por camadas da Formação Resende e do embasamento cristalino. Na região da escavação do túnel ocorre a transição entre areias e argilas da Formação Resende com camada de silte arenoso com fragmentos de rocha do embasamento cristalino.
	Fm. Resende	
	Embasamento cristalino	
Afonsina	Depósitos tecnogênicos	Subsolo formado por camada superficial de depósitos tecnogênicos, seguida por camada da Formação Resende, sendo observada camadas de argila siltosa e argila arenosa rija a dura. Na profundidade do túnel do corpo da estação ocorre argila rija com NSPT elevado, solo de elevada
	Fm. Resende	

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 347 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
 CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA
	Victor Bassetti Martinho

Estação	Estratigrafia	Descrição
		resistência. O nível d'água local é elevado e nas proximidades da estação existe um córrego.
Príncipe de Gales	Fm. São Paulo Fm. Resende	Subsolo composto por sedimentos do terciário, com camada da Formação São Paulo e da Formação Resende, na qual será realizada a escavação do túnel do corpo da estação. É observada a existência de argilas duras a rijas com valores elevados de NSPT.
Portugal	Depósitos tecnogênicos Fm. São Paulo Fm. Resende Embasamento cristalino	Perfil geológico de depósitos tecnogênicos, seguida por solos do terciário. É observada camadas de areias e argilas da Formação São Paulo seguida por camadas de argila e areia da Formação Resende. Em seguida está prevista a existência de maciço rochoso do embasamento cristalino. A escavação do túnel do corpo da estação se dará em região de transição entre solos da Formação Resende e maciço rochoso.
Santo André	Depósitos tecnogênicos Depósitos aluvionares Fm. Resende	Observada camada superficial de depósito tecnogênico no local, seguida por depósitos aluvionares nos primeiros metros da sondagem. A partir daí é observada camada de sedimentos terciários da Formação Resende, em camadas alternadas de areias e argilas. Na cota da escavação do túnel do corpo da estação são observadas camadas alternadas de areia e argila.

9.3.3.2 Mapa geológico e seção geológico-geotécnica

Para elaboração do mapa geológico e da seção geológico-geotécnica foram utilizados predominantemente os dados de sondagens, desde que estivessem próximos da ADA do empreendimento. Dessa maneira, eventuais diferenças para o **Mapa 9.3-1** são justificadas por um maior detalhamento geológico proporcionado pelas sondagens.

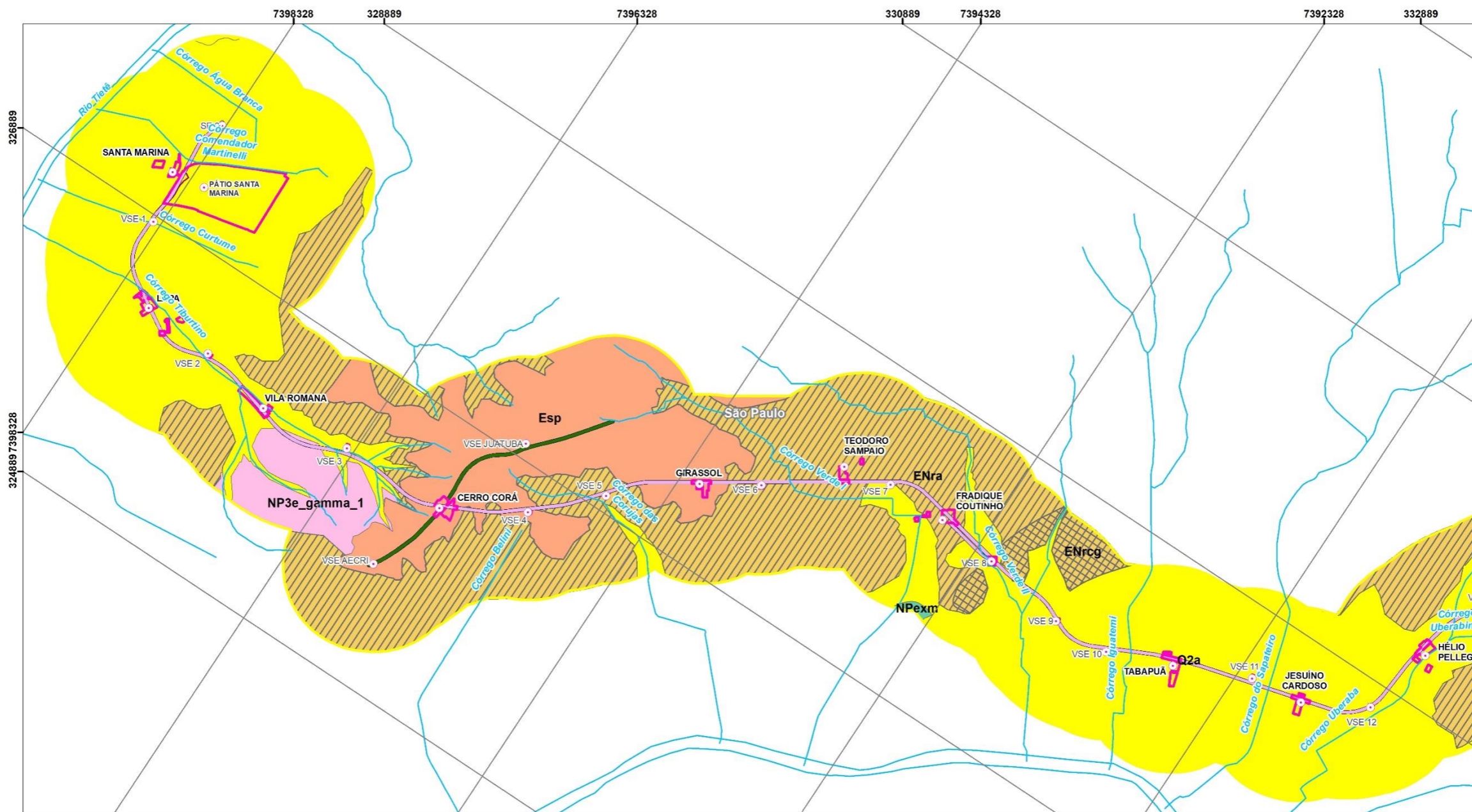
Complementarmente, foram usados os dados obtidos em visitas de campo e as informações de superfície extraídas de fontes secundárias.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 348 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

Os **Mapa 9.3-3**, **Mapa 9.3-4** e **Mapa 9.3-5** apresentam a geologia da AID e da ADA. As seções geológico-geotécnicas para cada uma das estações são apresentadas no Anexo 1.

Mapa 9.3-3: Geologia da AID/ADA. Folha 1/3.



LEGENDA

<ul style="list-style-type: none"> ○ Estações □ ADA Tunel □ ADA Linha-20 Rosa □ ADA de Uso Temporário □ ADA Prolongamento da Linha-2 Verde □ AID □ Limites Municipais — Cursos d'água 	<p>Litotipos</p> <ul style="list-style-type: none"> □ Q2a - Depósitos aluvionares □ Esp - Fm. São Paulo □ ENri - Fm. Resende - Indiferenciado □ ENra - Fm. Resende - Fácies arenito □ ENrcg - Fm. Resende - Fácies conglomerado □ NP3e_gamma_1 - Granito Ibiúna □ NPexm - Complexo Embu, Unidade de Xistos □ NPpg - Complexo Embu - Unidade de paragneisses
---	--

Convenções Cartográficas

PROJEÇÃO:
UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM
SIRGAS 2000 - 23S

0 0,275 0,55 1,1 1,65 KM

LOCALIZAÇÃO

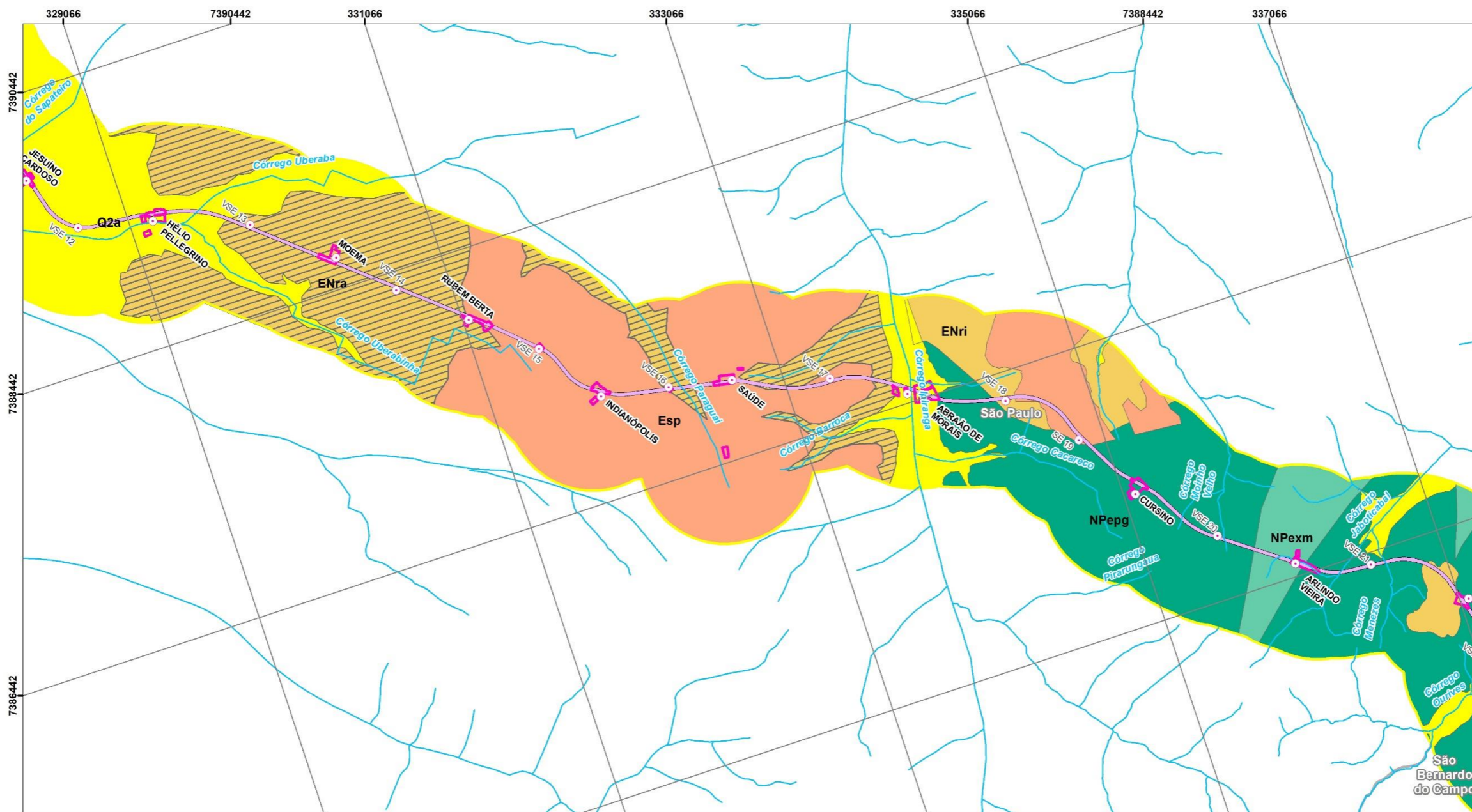
Mapa Geológico
Folha 1/3

Fonte de dados
Metrô de São Paulo
Cartas Topográficas (IBGE/IGC-SP) - 1980

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
 CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA
	Victor Bassetti Martinho

CÓDIGO	REVISÃO
RT-20.EA.00.00/8LP-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
20/03/2023	350 de 1815

Mapa 9.3-4: Geologia da AID/ADA. Folha 2/3.



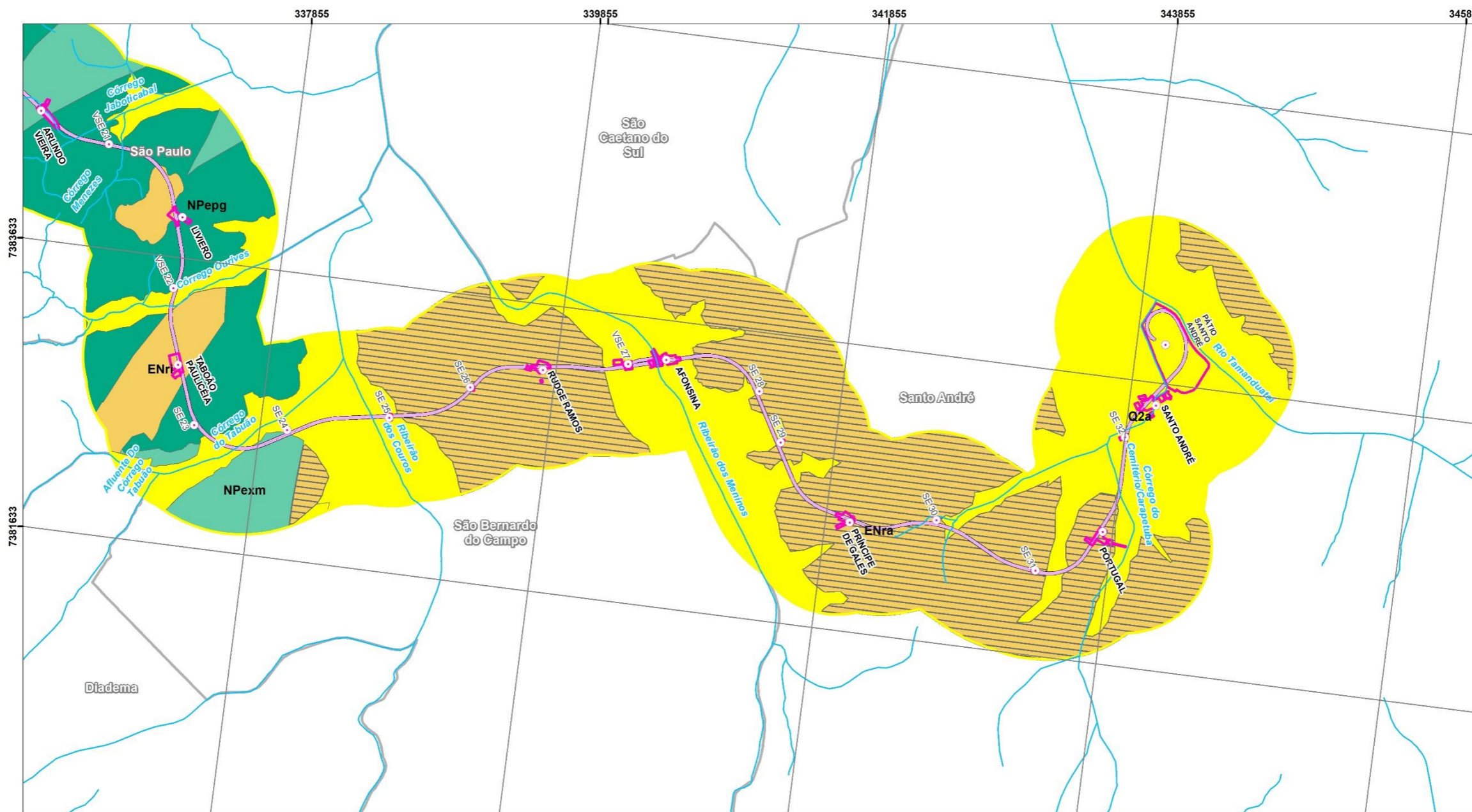
LEGENDA	
	Estações
	ADA Tunnel
	ADA Linha-20 Rosa
	ADA de Uso Temporário
	ADA Prolongamento da Linha-2 Verde
	AID
	Limites Municipais
	Cursos d'água
Litotipos	
	Q2a - Depósitos aluvionares
	Esp - Fm. São Paulo
	ENri - Fm. Resende - Indiferenciado
	ENra - Fm. Resende - Fácies arenito
	ENrg - Fm. Resende - Fácies conglomerado
	NP3e_gamma_1 - Granito Ibiúna
	NPxm - Complexo Embu, Unidade de Xistos
	NPpeg - Complexo Embu - Unidade de paragneisses

Convenções Cartográficas
PROJEÇÃO: UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM SIRGAS 2000 - 23S
0 0,275 0,55 1,1 1,65 KM



Mapa Geológico
Folha 2/3
Fonte de dados
Metrô de São Paulo Cartas Topográficas (IBGE/IGC-SP) - 1980

Mapa 9.3-5: Geologia da AID/ADA. Folha 3/3.



LEGENDA	
Estações	Q2a - Depósitos aluvionares
ADA Tunel	Esp - Fm. São Paulo
ADA Linha-20 Rosa	ENri - Fm. Resende - Indiferenciado
ADA de Uso Temporário	ENra - Fm. Resende - Fácies arenito
ADA Prolongamento da Linha-2 Verde	ENrg - Fm. Resende - Fácies conglomerado
AID	NP3e_gamma_1 - Granito Ibiúna
Limites Municipais	NPexm - Complexo Embu, Unidade de Xistos
Cursos d'água	NPpeg - Complexo Embu - Unidade de paragneisses

Convenções Cartográficas
PROJEÇÃO: UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM SIRGAS 2000 - 23S
0 0,275 0,55 1,1 1,65 KM



Mapa Geológico
Folha 3/3
Fonte de dados Metrô de São Paulo Cartas Topográficas (IBGE/IGC-SP) - 1980

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 352 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

9.4 RECURSOS E PROCESSOS MINERÁRIOS

Para caracterizar os recursos minerais existentes nas áreas de influência do empreendimento, foram consultados diversos documentos técnicos e científicos envolvendo a potencialidade mineral da Região Metropolitana de São Paulo, com destaque para as informações disponibilizadas pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e Agência Nacional de Mineração (ANM). Para identificação de eventuais processos minerários em interferência com o empreendimento, foram realizadas consultas ao banco de dados da ANM, incluindo o Sistema de Informações Geográficas da Mineração – SIGMINE (disponível em: <https://app.anm.gov.br/dadosabertos/SIGMINE/>), e também no Cadastro Mineiro (disponível em: <https://sistemas.anm.gov.br/scm/extra/site/admin/default.aspx>). As consultas foram realizadas em agosto de 2022.

Segundo o Mapa de Recursos Minerais do Estado de São Paulo que integra o mapa geológico do estado na escala 1:750.000 (PERROTA *et al.*, 2006), não existem ocorrências minerais destacadas nas áreas de influência. Também não foi identificada mineração em atividade na região.

No que diz respeito à potencialidade mineral, é possível afirmar que toda a Região Metropolitana de São Paulo apresenta um potencial relativamente baixo para bens metálicos, porém um potencial significativo para bens não metálicos, em especial aqueles voltados para a produção de agregados para construção civil. Este aspecto regional é bastante enfatizado pelo Projeto Materiais de Construção na Região Metropolitana de São Paulo – SP (disponível em <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/21373>, consultado em agosto de 2022), desenvolvido pelo Programa Geologia, Mineração e Transformação Mineral da CPRM (ALMEIDA *et al.*, 2019), cujos dados foram apresentados como um relatório de Informe de Recursos Minerais (Série Rochas e Minerais Industriais, nº 24) em 2019. Além do relatório, o projeto produziu um volume significativo de dados, incluindo um mapa geológico da região metropolitana de São Paulo, integrado na escala 1:250.000 acompanhado de um mapa de Potencial Geológico Para Agregados da Região Metropolitana de São Paulo, também na escala 1:250.000.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 353 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

A potencialidade foi avaliada para argila, areia e brita, tendo como base as características dos litotipos existentes no contexto geológico da região, além de uma grande compilação de ocorrências minerais, atividades minerárias ativas e inativas, visitas específicas de campo e dados sobre processos em andamento na ANM. Destaca-se que os mapas também não trazem registros de ocorrências minerais ou minas nas áreas de influência. Em termos de potencialidade mineral, o relatório enfatiza que, segundo dados da ANM, a RMSF apresenta uma potencialidade mineral significativa para estes bens minerais além de um número crescente de requerimentos e concessões de lavra para areia nos municípios de São Paulo e Mogi das Cruzes, que também se destacam para brita, neste caso, juntamente com Barueri, Santana do Parnaíba e Santa Izabel. Nota-se uma correlação clara com a geologia, onde a potencialidade para brita está diretamente vinculada à ocorrência de corpos graníticos, e a areia à ocorrência de rochas sedimentares predominantemente arenosas das bacias sedimentares de São Paulo e Taubaté e do manto intempérico das rochas metassedimentares ou mesmo gnaisses e granitos. O estudo cita que ensaios de caracterização de areias beneficiadas, proveniente desse contexto geológico, revelam bom potencial de uso como agregado. O informe aponta ainda uma influência da geologia estrutural na potencialidade e viabilidade econômica do aproveitamento das areias da Bacia de Taubaté, perfeitamente aplicável para as rochas da Bacia de São Paulo existentes nas áreas de influência. As minas de areia existentes na região da bacia se localizam preferencialmente nas proximidades de grandes falhas normais, onde a espessura dos pacotes sedimentares é maior, podendo chegar a mais de 300 metros.

Estes aspectos favoráveis e o contexto geológico análogo ao encontrado nas áreas de influência indicam uma potencialidade alta para areia associada às rochas da Bacia de São Paulo e aos depósitos aluvionares, e potencialidade baixa associada às rochas do Complexo Embu e granitoides indiferenciados, sendo que estes últimos também estariam associados com uma potencialidade alta para brita. Contudo, uma análise um pouco mais apurada deveria considerar outros fatores tais como geomorfologia, uso e ocupação do solo e questões ambientais. Acredita-se que uma análise multifatorial revelaria uma potencialidade mineral muito baixa para as áreas de influência, mesmo para materiais agregados para construção

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 354 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman <hr/> ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

civil. Esta análise expedita, apesar de ser ainda simplista, se mostra concordante com a inexistência de empreendimentos mineiros, ou apontamento de ocorrências minerais nos limites ou no entorno próximo das áreas de influência. E como mostrado adiante, também é compatível com o baixo interesse de pesquisa mineral nesta região.

A consulta realizada à ANM revelou 16 processos cujas poligonais têm alguma relação com a All, sendo que, em metade desses, as respectivas poligonais são intersectadas apenas pela sua borda, e apenas 1 processo cuja poligonal tem alguma relação com a AID, sendo que, apenas parte desta poligonal é interceptada pelo limite norte da área de influência direta. A **Tabela 9.4-1** apresenta as informações dos processos identificados. O **Mapa 9.4-1** apresenta a localização das poligonais e sua relação com as áreas de influência do empreendimento.

Tabela 9.4-1: Quadro síntese dos processos minerários localizados ou intersectados pelas áreas de influência.

Processo	Fase	Data último evento	Substância	Uso	Local
809329/1975	Req. de Lavra	07/02/2012	Água Mineral	Não informado	All
820496/1983	Req. de Lavra	29/06/2022	Argila	Não informado	All
820368/1990	Autor. de Pesquisa	14/03/2007	Água Mineral	Não informado	All
820016/1991	Req. de Lavra	17/03/2014	Granito	Não informado	All
820158/1991	Req. de Lavra	15/09/2015	Granito p/ brita	Não informado	All
820827/1995	Autor. de Pesquisa	29/03/2006	Água Mineral	Não informado	All
821227/2000	Autor. de Pesquisa	25/05/2009.	Granito	Brita	All
820931/2003	Req. de Pesquisa	09/03/2018	Caulim	Industrial	All
820411/2011	Req. de Pesquisa	13/11/2017	Água Potável de Mesa	Engarrafamento	All
820177/2012	Autor. de Pesquisa	29/07/2019	Granito	Brita	All
820381/2012	Autor. de Pesquisa	29/07/2019	Granito	Brita	All
820174/2014	Autor. de Pesquisa	01/10/2021	Argila	Industrial	All
820010/2020	Autor. de Pesquisa	01/10/2021	Areia	Construção civil	All
820011/2020	Autor. de Pesquisa	01/10/2021	Areia	Construção civil	All
820012/2020	Autor. de Pesquisa	01/10/2021	Areia	Construção civil	All

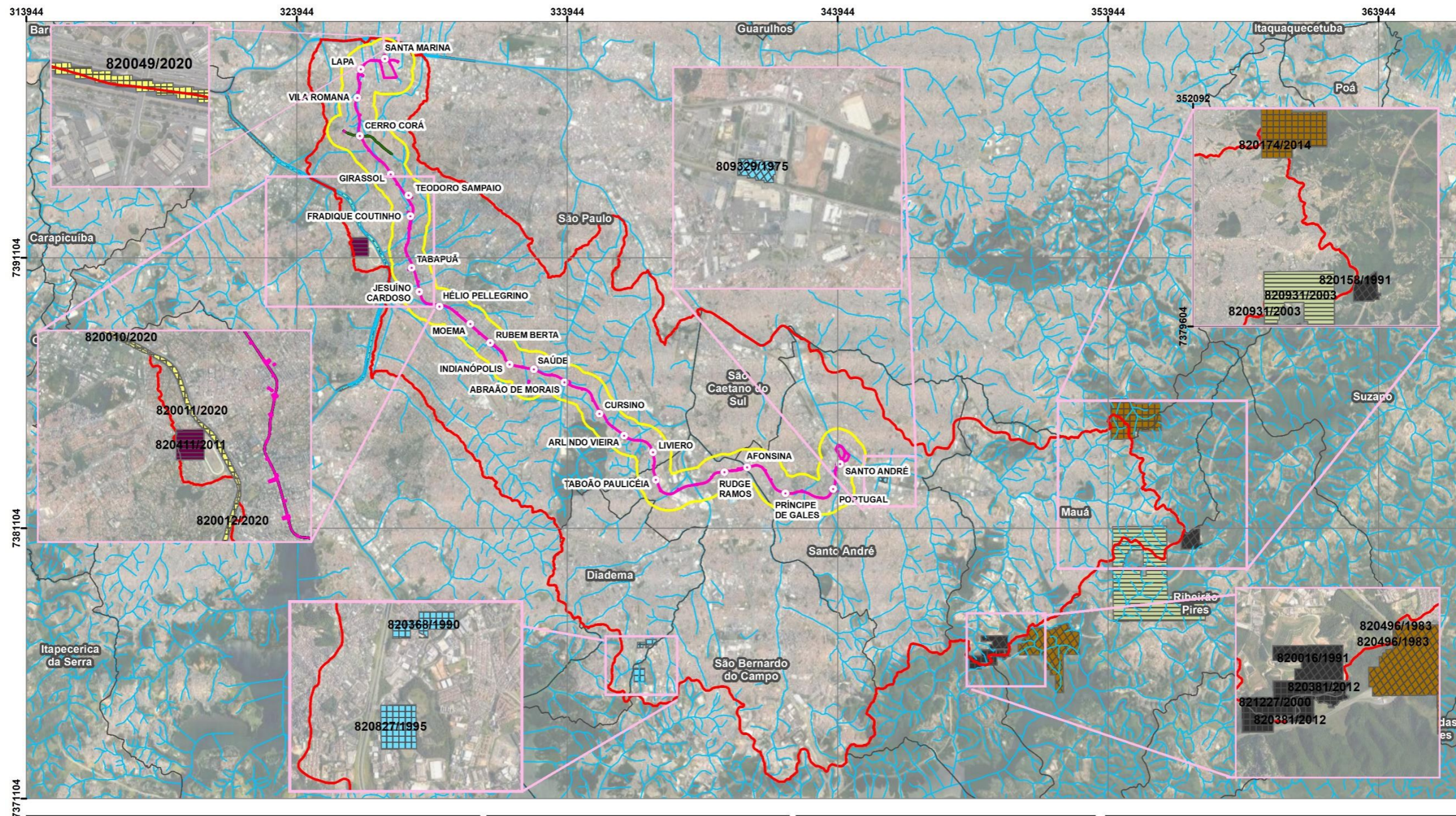
CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 355 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

Processo	Fase	Data último evento	Substância	Uso	Local
820049/2020	Autor. de Pesquisa	01/10/2021	Areia	Construção civil	All/AID

Fonte: Agência Nacional de Mineração – ANM (Sistema de Informações Geográficas de Mineração - SIGMINE, disponível em: <https://geo.anm.gov.br/portal/home/>, consultado em agosto/2022).

Mapa 9.4-1: Processos minerários.



LEGENDA

○ Estações	Substância	■ Argila
■ ADA - Linha 20-Rosa	■ Água Mineral	■ Caulim
■ ADA Prolongamento da Linha-2 Verde	■ Água Pot. de Mesa	■ Granito Total
■ AID	■ Areia	
■ All	Fase do Processo	
■ Limites municipais	■ Requerimento de Lavra	
■ Cursos d'água	■ Autorização de Pesquisa	
	■ Requerimento de Pesquisa	

Convenções Cartográficas

PROJEÇÃO:
UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM
SIRGAS 2000 - 23S

LOCALIZAÇÃO

Processos Minerários

Fonte de dados
Metrô de São Paulo
ANM
Google Earth

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 357 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

9.5 ESPELEOLOGIA

Visando descobrir a existência de cavidades naturais subterrâneas conhecidas nas áreas de influência do empreendimento, foi realizada em agosto de 2022 uma consulta digital ao Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE). O CANIE foi instituído pela Resolução CONAMA Nº347/2004, que dispõem sobre a proteção do patrimônio espeleológico e implementado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). O suporte técnico e gestão do cadastro é de responsabilidade do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV), atualmente integrado à estrutura organizacional do próprio ICMBio. Na mesma data fez-se também uma busca no banco de dados do Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil (CNC), tratando-se do primeiro e mais tradicional repositório espeleológico nacional, implementado e mantido pela Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE).

As consultas revelaram que não há ocorrência de nenhuma cavidade natural inserida nas áreas de influência do empreendimento. As cavidades mais próximas da borda da All registradas nos cadastros se encontram em um contexto fisiográfico bastante particular.

No entorno de 20 km externos à All, foram identificadas sete cavidades naturais subterrâneas no total, associadas diretamente com duas lentes de rocha granítica, mais especificamente, o Granito Taiaçupeba (granitos, peraluminosos, tipo S, tardiorogênicos) e o Granito Mauá (granitoides foliados, peraluminosos, tipo S, sin a tardicolisionais do Terreno Embu). Do ponto de vista geomorfológico, nas duas regiões se observam cotas significativamente mais elevadas e encostas naturais bastante íngremes, com declividades tipicamente superiores a 30%, podendo superar os 80%. As cavidades propriamente ditas possuem cotas variando entre 890 e 990 metros, enquanto a cota média da All se encontra próxima a 780 metros.

Foram identificadas apenas duas cavidades a menos de 5 km dos limites da All. O **Mapa 9.5-1** apresenta cartograficamente a localização dessas cavidades. A mais próxima, conhecida como Gruta de Santa Luzia, se situa no município de Mauá e dista cerca de 820 metros da extremidade leste da All. A Gruta da Quarta Divisão, segunda mais próxima, se encontra a

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 358 de 1815

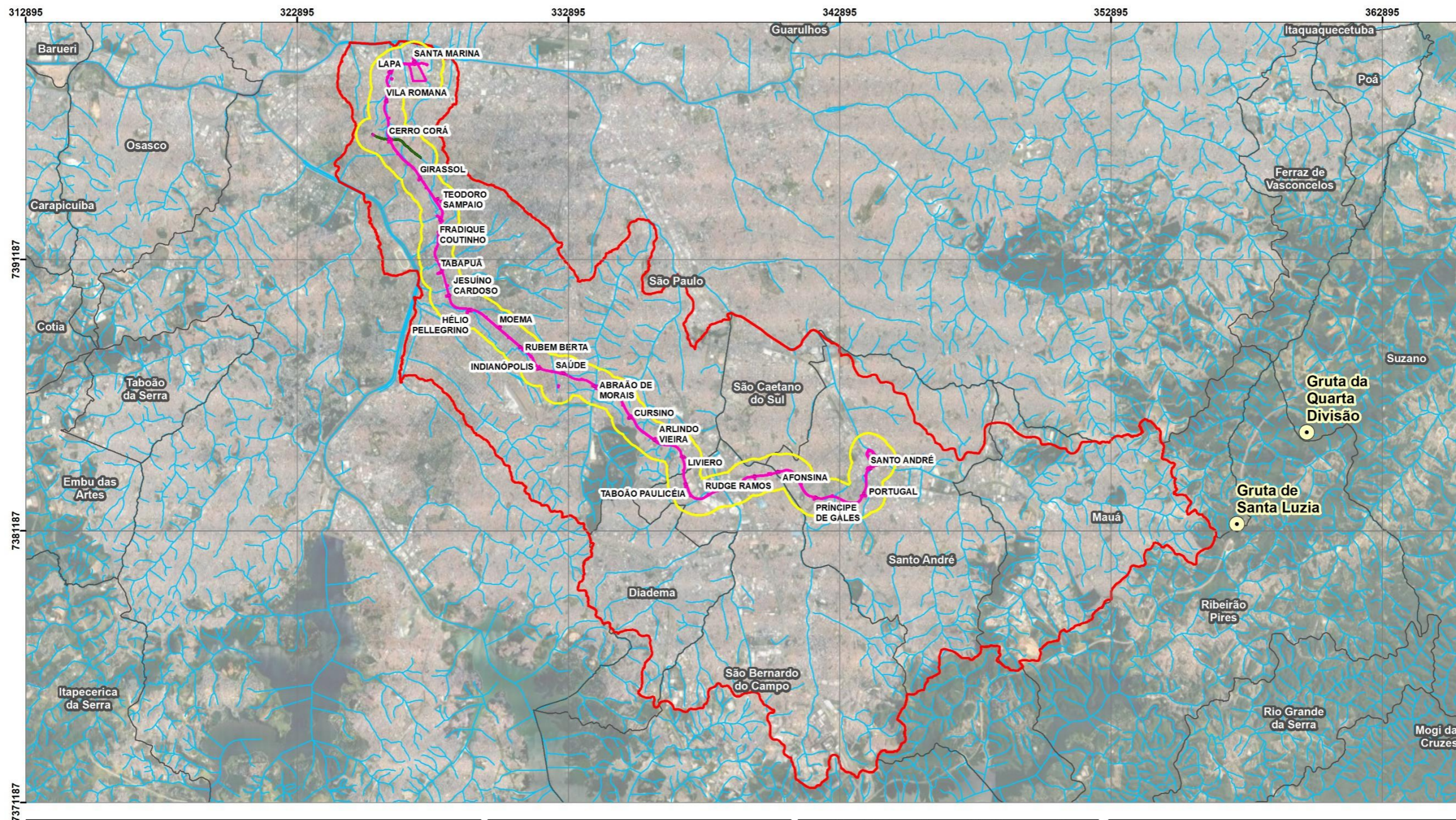
EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

cerca de 4.900 metros também da borda leste da All, já no município de Suzano. Estas cavernas são conhecidas de longa data, tendo sido objeto de estudos detalhados de vários grupos espeleológicos, com destaque para o Grupo Pierre Martim de Espeleologia (GPME) (<http://www.gpme.org.br>), que desde a década de 1980 tem se dedicado a atividades de prospecção e cartografia espeleológica nesta região. Segundo apurado pelo GPME, as primeiras menções às grutas da região datam de 1968.

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 359 de 1815

Mapa 9.5-1: Espeleologia.



<p>LEGENDA</p> <ul style="list-style-type: none"> Estações ADA AID All Prolongamento Linha 2-Verde Limites Municipais Cursos d'água Caverna 		<p>Convenções Cartográficas</p> <p>PROJEÇÃO: UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM SIRGAS 2000 - 23S</p>	<p>LOCALIZAÇÃO</p>	<p>Espeleologia</p> <p>Fonte de dados Metrô de São Paulo CECAV Google Earth</p>
--	--	--	---------------------------	---

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 360 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

9.6 PALEONTOLOGIA

Estudos paleontológicos focados especificamente na Bacia Sedimentar de São Paulo são relativamente escassos, e, embora esteja entre as maiores bacias sedimentares cenozoicas associadas ao *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (RICCOMINI, 1989), talvez seja uma das menos estudadas.

Em parte, isto certamente se deve ao módico registro fóssilífero encontrado nas unidades geológicas com maior expressividade em área e volume da bacia. A paleontologia desta bacia tem como protagonista a Formação Tremembé, que tem ocorrência bastante restrita em São Paulo, apenas em subsuperfície, de forma interdigitada com a Formação Resende.

Destaca-se o espesso pacote de argilitos identificados nas escavações da Estação Barra Funda durante as obras da Linha 3-Vermelha. Os argilitos maciços esverdeados ocorrem intercalados com argilitos cinza a pretos, ricos em matéria orgânica, evidenciando, segundo RICCOMINI (1989), o ambiente deposicional lacustre do tipo playa-lake. O primeiro registro fóssilífero significativo ocorreu em meados da década de 1950, tratando-se de duas algas (MEZZALIRA, 2000) identificadas em três amostras, sendo uma proveniente de Itaquaquecetuba, provavelmente da formação geológica homônima, e outras duas obtidas diretamente das escavações da estação Barra Funda.

Desde então, estas duas unidades geológicas se destacaram na caracterização paleontológica do “terciário” paulista. A Formação Tremembé se apresenta de forma bem mais expressiva na Bacia de Taubaté, onde passou a ser objeto de inúmeros estudos científicos que com o tempo revelaram uma diversidade de fósseis, desde restos vegetais até uma abundante paleofauna, incluindo: peixes, anfíbios, répteis, insetos, aves e mamíferos (COUTO-RIBEIRO, 2010).

Na Bacia de São Paulo, a Formação Itaquaquecetuba também acabou revelando um conteúdo fóssilífero significativo, rico em conteúdo vegetal (FITTIPALDI, 1990) que, por vezes, se encontram carbonizados. Existem relatos de espículas de espongiários (FITTIPALDI &

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 361 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

SIMÕES, 1989), diatomáceas e em 2002, registrou-se o primeiro registro de briófitas na Bacia Sedimentar de São Paulo (FITTIPALDI, 2002).

De qualquer forma, nas demais unidades geológicas da bacia, incluindo as formações São Paulo e Resende, o registro fossilífero consiste apenas na ocorrência de grãos de pólen, esporos e palinormorfos.

No início da década de 1980, a Universidade de São Paulo (USP) iniciou pesquisas na área de palinologia, buscando datar de forma mais precisa as diversas camadas sedimentares com idades paleógenas e neógenas. Os estudos palinológicos na Bacia de São Paulo se iniciaram em meados da década, com análise de amostras coletadas na Formação Itaquaquetuba. Atualmente, todas as unidades geológicas estudadas tanto na Bacia de São Paulo como nas demais bacias cenozoicas correlatas apresentam um vasto conteúdo palinológico documentado, com destaque para a diversidade de palinormorfos.

Embora a paleofauna da Formação Resende seja ainda desconhecida, em raras ocasiões já foram observadas feições associadas com bioturbação em camadas lamíticas. Apesar deste aspecto, estes registros já se encontram bem documentados e se revelam, na realidade, praticamente irrelevantes em termos de conteúdo fossilífero ou patrimônio paleontológico.

Adicionalmente foi realizada uma consulta à Base PALEO, mantida pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), a qual reúne as ocorrências fossilíferas registradas em território nacional, representando o local de achado de um exemplar fóssil, tanto animal quanto vegetal. A consulta revelou que não há nenhuma ocorrência fossilífera nas áreas de influência do empreendimento.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 362 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

9.7 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS E MORFOMÉTRICOS

9.7.1 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS E MORFOMÉTRICOS DA AII E DA AID

O terreno compreendido pelas áreas de influência do empreendimento encontra-se totalmente inserido na macrounidade geomorfológica conhecida como Planalto Atlântico (ALMEIDA, 1964). Essa unidade corresponde a uma faixa de direção NE-SW na porção leste do estado, e se encontra assentada em rochas pré-cambrianas pertencentes principalmente à Faixa Ribeira, unidade regionalmente constituída por rochas ígneas e metamórficas e rochas sedimentares cenozoicas relacionadas ao *Rift* Continental do Sudeste Brasileiro (RICCOMINI, 1995), como as Bacias de São Paulo e Taubaté (**Figura 9.7-1**).

O Planalto Atlântico se caracteriza pelo relevo relativamente movimentado com altitudes variando entre 700 e 2.000 metros. Predominam vertentes com declividades superiores a 15°, comumente atingindo os 30°. É constituído predominantemente por morros e morrotes arredondados, apresentando vertentes com perfis convexos a retilíneos. Ocorrem também, porções de relevo montanhoso e escarpado, com topos angulosos, vertentes ravinadas e perfis retilíneos. A rede de drenagem varia entre áreas menos e mais acidentadas, mas em linhas gerais é do tipo retangular, retilínea ou dendrítica, muito densa e comumente apresentando vales retilíneos muito escavados.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 363 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

Figura 9.7-1: Principais feições geomorfológicas do Rift Continental do Sudeste Brasileiro (RCSB), com destaque para as bacias sedimentares.



Legenda: bacias sedimentares de São Paulo (SP), Taubaté (TB), Resende (RE), Volta Redonda (VR) e Macacu (MC); os planaltos da Bocaina (PB) na Serra do Mar e de Campos do Jordão (CJ) na Serra da Mantiqueira, além dos maciços alcalinos de Poços de Caldas (PC), Passa Quatro (PQ), Itatiaia (IT), São Sebastião (SB), Tinguá (TI), Medanha (MD), dentre outros. Notar a marcante estruturação do embasamento segundo a direção geral ENE a NE, com zonas de cisalhamento proterozóicas, reativadas no Mesozoico e Cenozoico. Modelo digital de elevação obtido a partir de dados da missão SRTM (USGS, 2002). Fonte: RICCOMINI et al., 2004.

A área de influência indireta situa-se mais precisamente no Planalto Paulistano, que é uma das zonas pertencentes ao Planalto Atlântico (PONÇANO, 1981). Essa zona é composta predominantemente por relevo suavizado, desfeito em morros e espigões com elevações entre 715 e 900 metros que, de um modo geral, decrescem de sudeste para noroeste. Destacam-se ainda algumas poucas e localizadas elevações maiores. O Planalto Paulistano é limitado a sul pelas escarpas da Serra do Mar e Paranapiacaba. Este pode ser subdividido nas subzonas: Morraria do Embu e Colinas de São Paulo, domínios desenvolvidos, respectivamente, sobre as rochas cristalinas do Complexo Embu e rochas sedimentares da

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 364 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

Bacia de São Paulo. As duas subzonas ocorrem na All, predominando a subzona Colinas de São Paulo, que ocupa a porção centro-norte e a Morraria de Embu no restante da área.

A All apresenta predomínio da forma de relevo de colinas pequenas com espigões locais, que consiste em relevos colinosos (declividades inferiores a 15° e amplitudes locais inferiores a 100 metros), inseridos nos relevos de degradação em planaltos dissecados. Nestas formas de relevo, os interflúvios são restritos, geralmente sem orientação e com áreas inferiores a 1 km², e com topos arredondados. A ligação entre tais topos e as drenagens se dá através de vertentes de perfil convexos a retilíneos. A drenagem, de densidade média a baixa, organiza-se de forma subparalela, com planícies aluvionares mais desenvolvidas apenas nas drenagens mais importantes.

Outro tipo de relevo corresponde justamente às várzeas aluvionares que representam os relevos de agradação, ou seja, correspondem aos terrenos onde existe a deposição de materiais, principalmente areias e argilas e, eventualmente, cascalheiras na porção basal.

A morfometria, ou geomorfometria, consiste na caracterização essencialmente quantitativa das formas de terreno, com base na obtenção de diferentes parâmetros numéricos, baseados em dados topográficos e da rede de drenagens. Os parâmetros podem representar tamanho, direção, inclinações, elevação, razões de área, densidades relativas etc., a partir dos quais podem ser elaborados mapas, modelos tridimensionais, perfis e análises estatísticas.

A análise dos parâmetros e mapas morfométricos permite identificar aspectos distintos do relevo, padrões, tendências e anomalias que contribuem para qualquer estudo que apresente correlação direta ou indireta com a morfologia do terreno, de tal sorte que é uma ferramenta cada vez mais utilizada no desenvolvimento de estudos geológicos, geomorfológicos e ambientais. O avanço dos sistemas de informação geográfica (SIG) e a disponibilidade de modelos digitais de elevação (MDEs) globais trouxeram maior agilidade e confiabilidade na avaliação dos parâmetros associados à superfície topográfica.

A partir de técnicas de geoprocessamento é possível realizar interpolações de valores isolados, realizar cálculos aritméticos e geoestatísticos, obter mapas e curvas de isovalores, otimizando e facilitando as análises quantitativas e qualitativas de interesse.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 365 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

No presente trabalho, foram analisados os seguintes parâmetros: hipsometria, declividades, curvatura planar, curvatura de perfil e orientação de vertentes. Os respectivos mapas morfométricos foram elaborados através de técnicas de geoprocessamento, aplicadas sobre o MDE obtido diretamente do banco de dados Topodata (BRASIL, 2008).

Os dados altimétricos disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) no Topodata são resultado de refinamentos e aprimoramentos realizados sobre os dados brutos obtidos do projeto *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) através de tratamentos geoestatísticos específicos (VALERIANO, 2002; VALERIANO, 2004). O projeto SRTM, por sua vez, consistiu em um levantamento realizado em cooperação entre a *National Aeronautics and Space Agency* (NASA), o Centro Espacial Alemão (DLR) e a Agência Espacial Italiana (ASI), com o objetivo de rastrear a superfície do planeta obtendo dados precisos de altimetria, com base na interferometria de radar. Originalmente os dados altimétricos foram disponibilizados com resolução espacial de 3arcsec (~90m). Com os refinamentos aplicados pelo INPE a resolução foi aprimorada para aproximadamente 30m, embora diversos estudos comparativos tenham revelado que a resolução real é variável de acordo com a região estudada e as suas características geomorfológicas.

Cabe destacar que o nível de detalhe do modelo acaba por destacar feições de origem antrópicas, tais como obras de terraplenagem por exemplo. Estes mapas, além de proporcionarem uma avaliação geomorfológica da AII e da AID, contribuíram para refinar o mapa geológico e a caracterização geotécnica dos processos associados a dinâmica externa. Desta forma, sempre que possível os mapas geomorfológicos e morfométricos foram analisados juntamente com as imagens aéreas, visando evitar interpretações equivocadas oriundas de interferências antrópicas e do estágio avançado de urbanização da região abrangida pelas áreas de influência.

Hipsometria

Um mapa hipsométrico consiste basicamente na classificação altimétrica do relevo, sendo obtido diretamente do MDE. As classes foram selecionadas de acordo com a variação

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 366 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

topográfica da área visando destacar a amplitude e ressaltar eventuais alterações no padrão de relevo. O **Mapa 9.7-1** mostra claramente uma variação altimétrica muito significativa na área como um todo, ultrapassando 250 m, mais precisamente, as cotas mínimas e máximas são, respectivamente, 716 e 986 metros. Porém é importante notar que ocorrem dois domínios bastante distintos, aparentemente, com forte condicionamento geológico.

As áreas que apresentam cotas inferiores à média equivalente a 780 metros, se destacam também pelas baixas amplitudes de relevo, associado a colinas, planícies e espigões. Estas áreas são bastante concordantes com as ocorrências de rochas da Formação Resende e sedimentos aluvionares quaternários.

Nas porções onde as cotas são superiores a 780 metros, as amplitudes observadas tendem a ser maiores e o relevo de colinas com espigões isolados transacionam para morrotes alongados e espigões maiores, correspondendo a região de ocorrência da Formação São Paulo e boa parte das unidades metamórficas do Complexo Embu. Seguindo para as cotas mais elevadas da AII e da AID, a amplitude do relevo acompanha a tendência, aumentando significativamente, dando lugar a um relevo de morros paralelos e morros com serras restritas, associados com os corpos intrusivos do Complexo Embu.

Declividade

A declividade é a tangente da inclinação da superfície do terreno em relação à horizontal, ou seja, é a relação entre a diferença de altura entre dois pontos e a distância horizontal entre esses pontos. É dada pelo ângulo de inclinação (zenital) da superfície do terreno em relação à horizontal. Os valores de declividade podem variar de 0° a 90° e podem também ser expressos em porcentagem. Este cálculo matricial para determinação dos valores de declividade deriva diretamente do modelo digital de elevação.

O **Mapa 9.7-2** destaca que de um modo geral os valores tendem a ser baixos, inferiores a 20%, onde os valores mais elevados ocorrem de forma localizada, por exemplo, nos arredores da extremidade noroeste do espigão central associado ao afloramento da Formação São Paulo e nas áreas de ocorrência das rochas do embasamento.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 367 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

Curvatura Planar

Um mapa de curvatura planar descreve a capacidade de espalhamento ou afunilamento de fluxo no plano de direção ortogonal a declividade do terreno. Valores negativos caracterizam uma superfície côncava, onde o espalhamento de fluxo tem uma tendência de afunilamento. Valores positivos mostram uma superfície convexa onde o fluxo tenderia a se espalhar e alcançar uma área de interferência maior.

O **Mapa 9.7-3** reflete uma grande variabilidade espacial nas características de curvatura planar das encostas, contudo destaca-se a ocorrência de grandes porções de relevo plano associado com as planícies dos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí. Subordinadamente, na porção central das áreas de influência, é possível observar um padrão similar associado com o Ribeirão dos Meninos e seu principal afluente, o Ribeirão dos Couros. Nas demais porções ocorre um predomínio de superfícies convexas, tanto nas áreas de ocorrência das formações sedimentares paleógenas, quanto nas exposições do embasamento pré-cambriano.

Curvatura de Perfil

A curvatura de perfil descreve a intensidade de fluxo paralelo à direção da declividade do terreno. Valores negativos caracterizam uma superfície côncava, onde a velocidade de fluxo tem tendência de desaceleração. Valores positivos indicam uma superfície convexa onde o fluxo tenderia a alcançar maiores velocidades.

O **Mapa 9.7-4** demonstrou um resultado bastante similar ao mapa de curvatura planar. As mesmas áreas que se destacaram pelo relevo plano associado às planícies dos rios de maior porte também se demonstraram planas na análise de curvatura em perfil. Contudo, além desses vales e planícies de maior destaque, observa-se um padrão bastante marcante e comum a grande parte das demais drenagens da All no que diz respeito à expressividade das faixas com morfologia côncava nas encostas lindeiras aos cursos d'água. Observa-se que, assim como os vales tendem a aumentar juntamente com a ordem das drenagens, o mesmo ocorre com a largura dessas faixas, destacando indiretamente o processo de evolução da rede de drenagem e dissecação do relevo.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 368 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

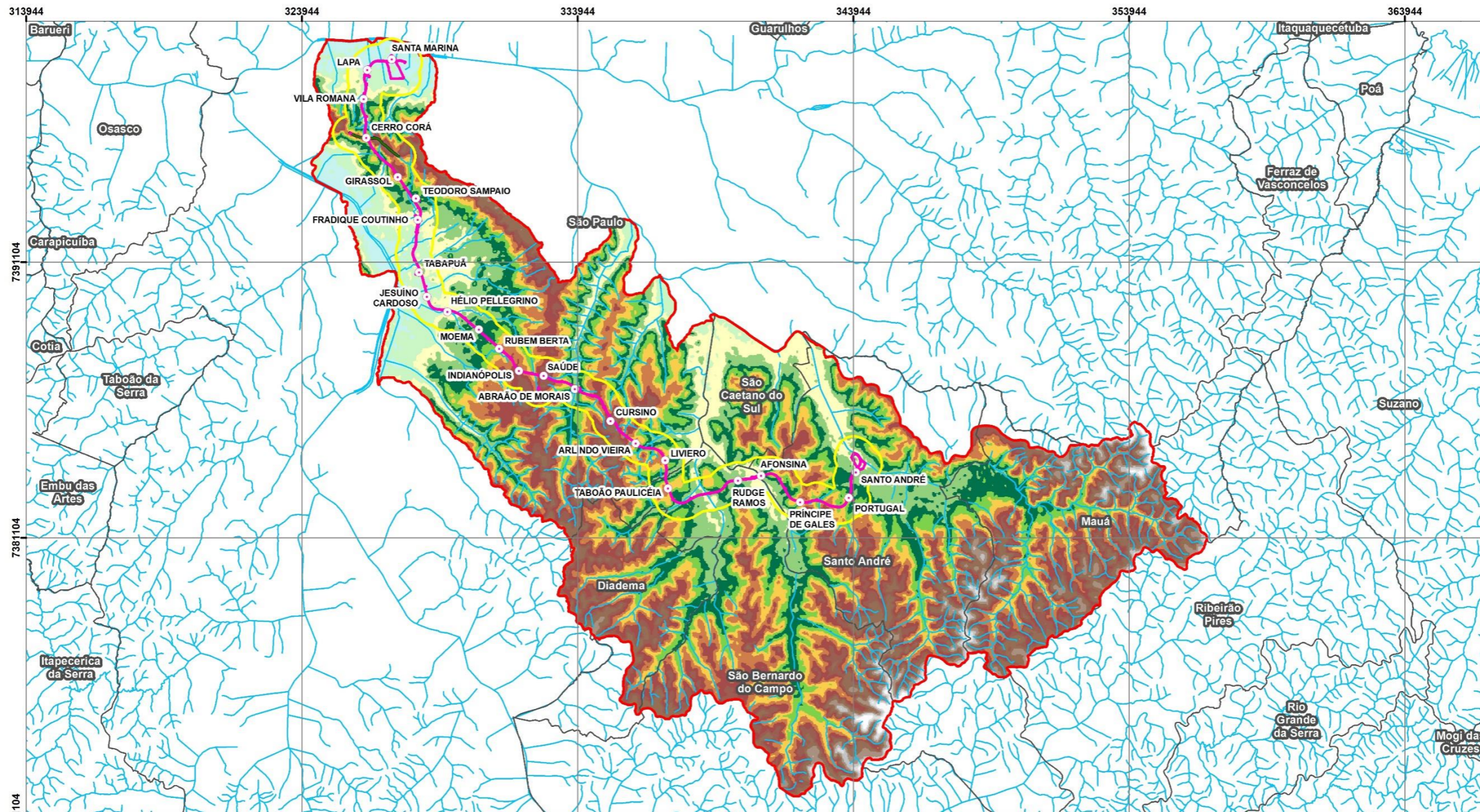
Orientação de Vertentes

O **Mapa 9.7-5** destaca principalmente o alinhamento dos vales de modo geral, aparentemente sem condicionamento geológico significativo.

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

CÓDIGO	REVISÃO
RT-20.EA.00.00/8LP-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
20/03/2023	369 de 1815

Mapa 9.7-1: Hipsometria.



LEGENDA

- Estações
- ADA - Linha 20-Rosa
- ADA Prolongamento da Linha-2 Verde
- Hipsometria
- AID
- AII
- Limites municipais
- Cursos d'água

< 730	760	790	820	880
740	770	800	840	900
750	780	810	860	>900

Convenções Cartográficas

PROJEÇÃO:
UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM
SIRGAS 2000 - 23S

LOCALIZAÇÃO

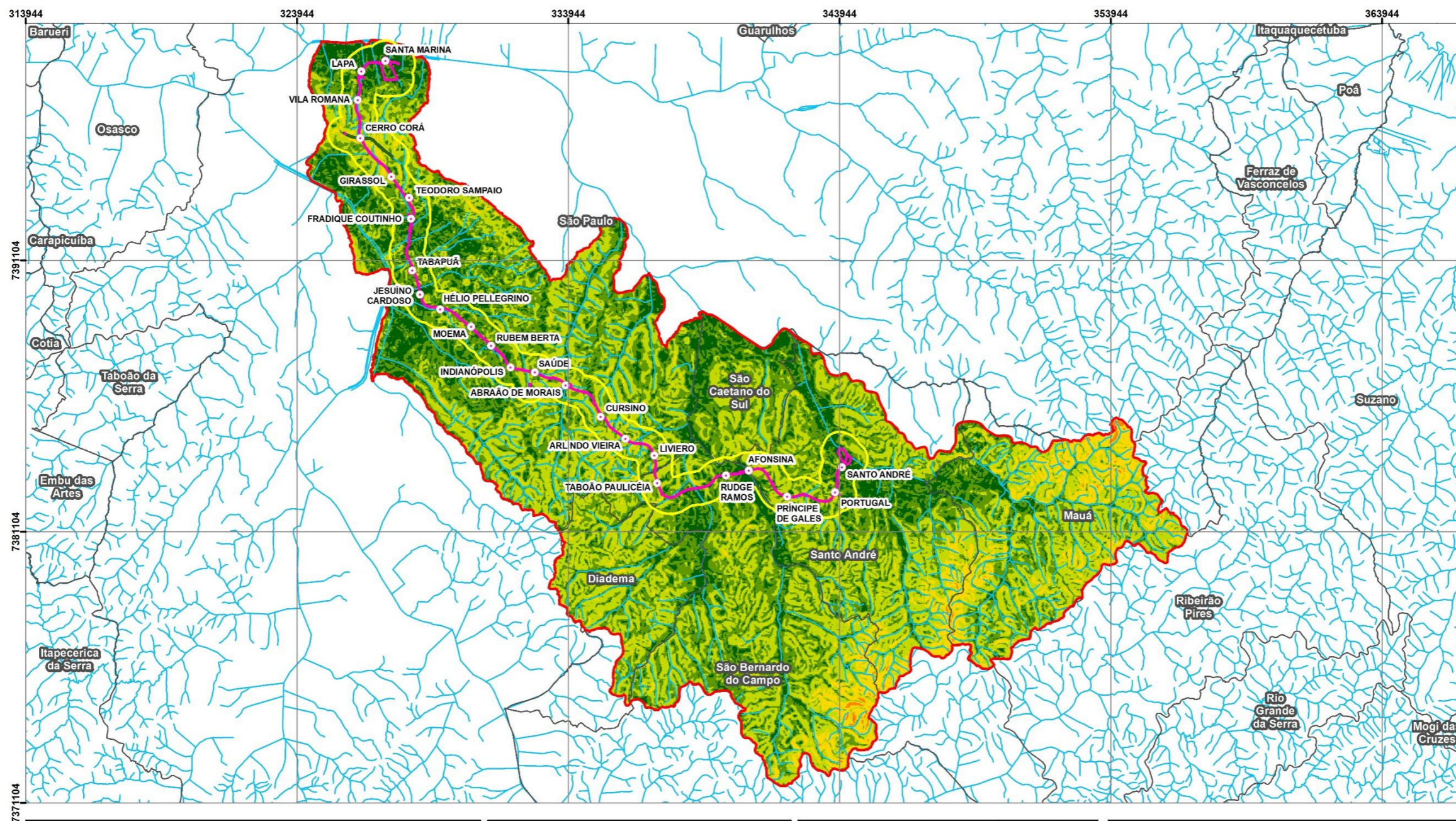
Hipsometria

Fonte de dados
Metrô de São Paulo
INPE
CETESB

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

CÓDIGO	REVISÃO
RT-20.EA.00.00/8LP-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
20/03/2023	370 de 1815

Mapa 9.7-2: Declividade.



LEGENDA	
● Estações	□ Limites municipais
— ADA - Linha 20-Rosa	— Cursos d'água
— ADA Prolongamento da Linha-2 Verde	Declividade
— AID	0 - 3
— AII	3 - 8
	8 - 20
	20 - 45
	45 - 75
	>75

Convenções Cartográficas
PROJEÇÃO: UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM SIRGAS 2000 - 23S

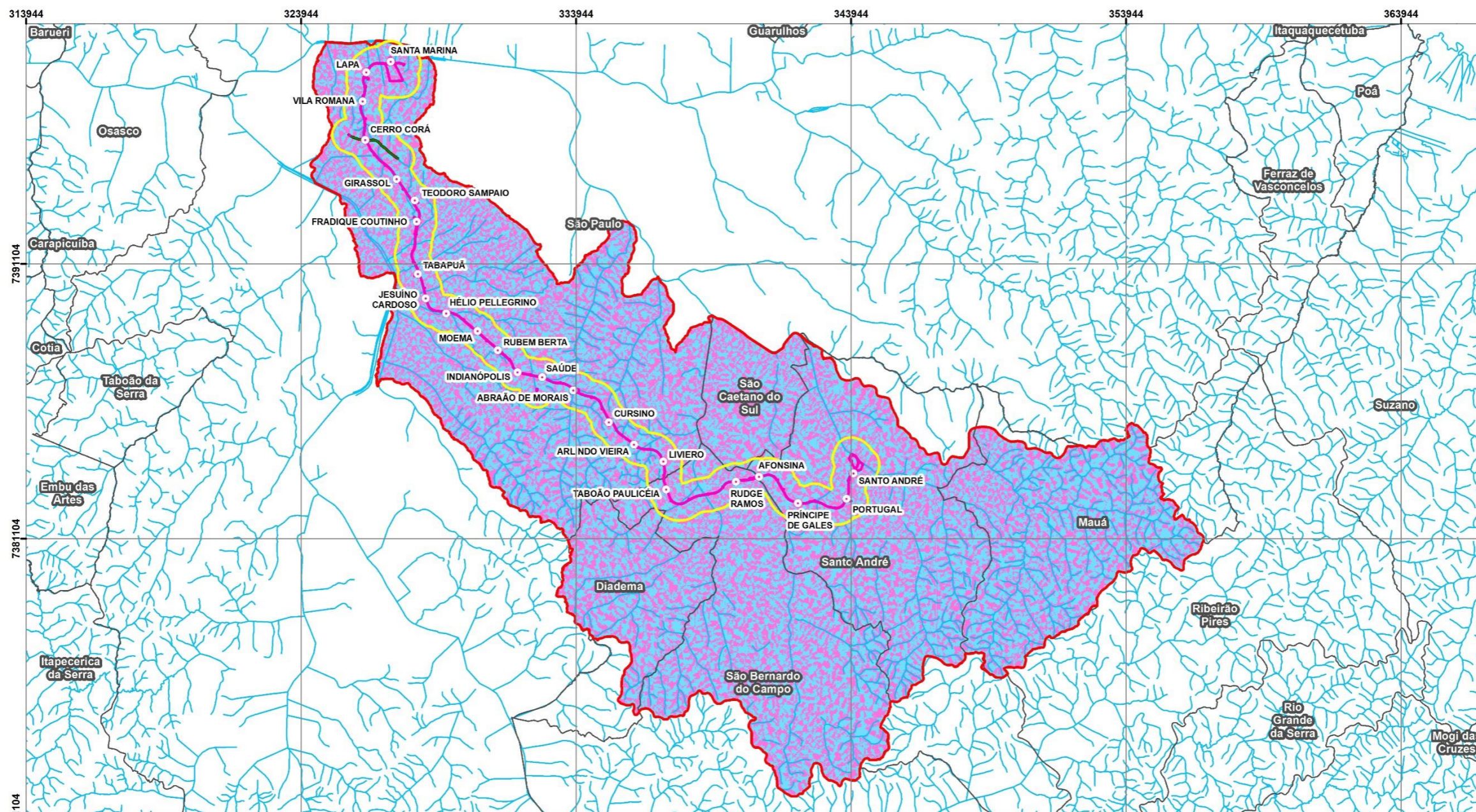


Declividade
Fonte de dados Metrô de São Paulo INPE CETESB

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

CÓDIGO	REVISÃO
RT-20.EA.00.00/8LP-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
20/03/2023	371 de 1815

Mapa 9.7-3: Curvatura planar.



LEGENDA	
● Estações	□ Limites municipais
▭ ADA - Linha 20-Rosa	— Cursos d'água
▭ ADA Prolongamento da Linha-2 Verde	Curvatura Planar
▭ AID	■ Côncava
▭ AII	□ Plana
	■ Convexa

Convenções Cartográficas

PROJEÇÃO:
UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM
SIRGAS 2000 - 23S



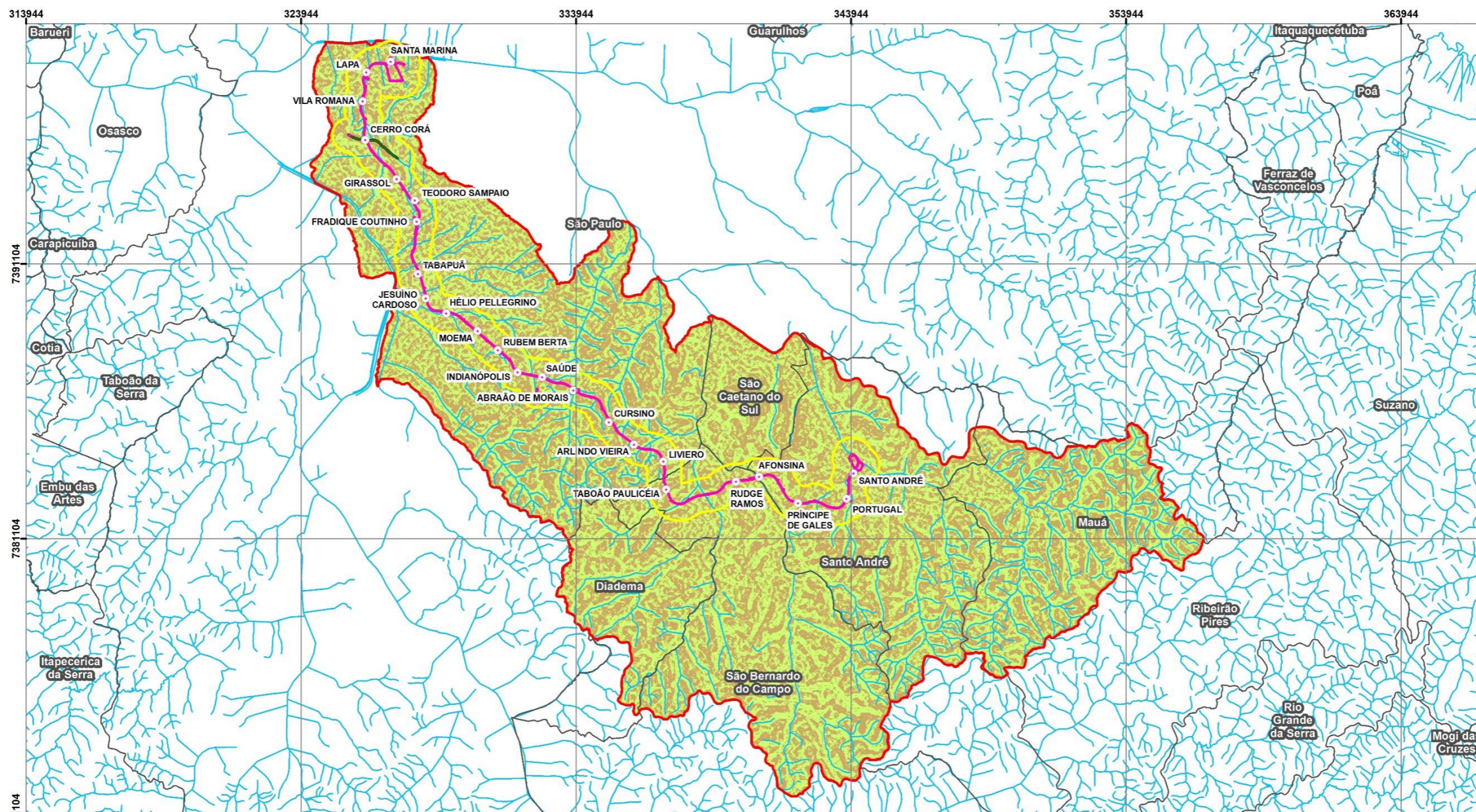
Curvatura Planar

Fonte de dados
Metrô de São Paulo
INPE
CETESB

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
 CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA
	Victor Bassetti Martinho

CÓDIGO	REVISÃO
RT-20.EA.00.00/8LP-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
20/03/2023	372 de 1815

Mapa 9.7-4: Curvatura de perfil.



LEGENDA	
● Estações	□ Limites municipais
▭ ADA - Linha 20-Rosa	▭ Cursos d'água
▭ ADA Prolongamento da Linha-2 Verde	▭ Côncavo
▭ AID	▭ Plana
▭ AII	▭ Convexa

Convenções Cartográficas

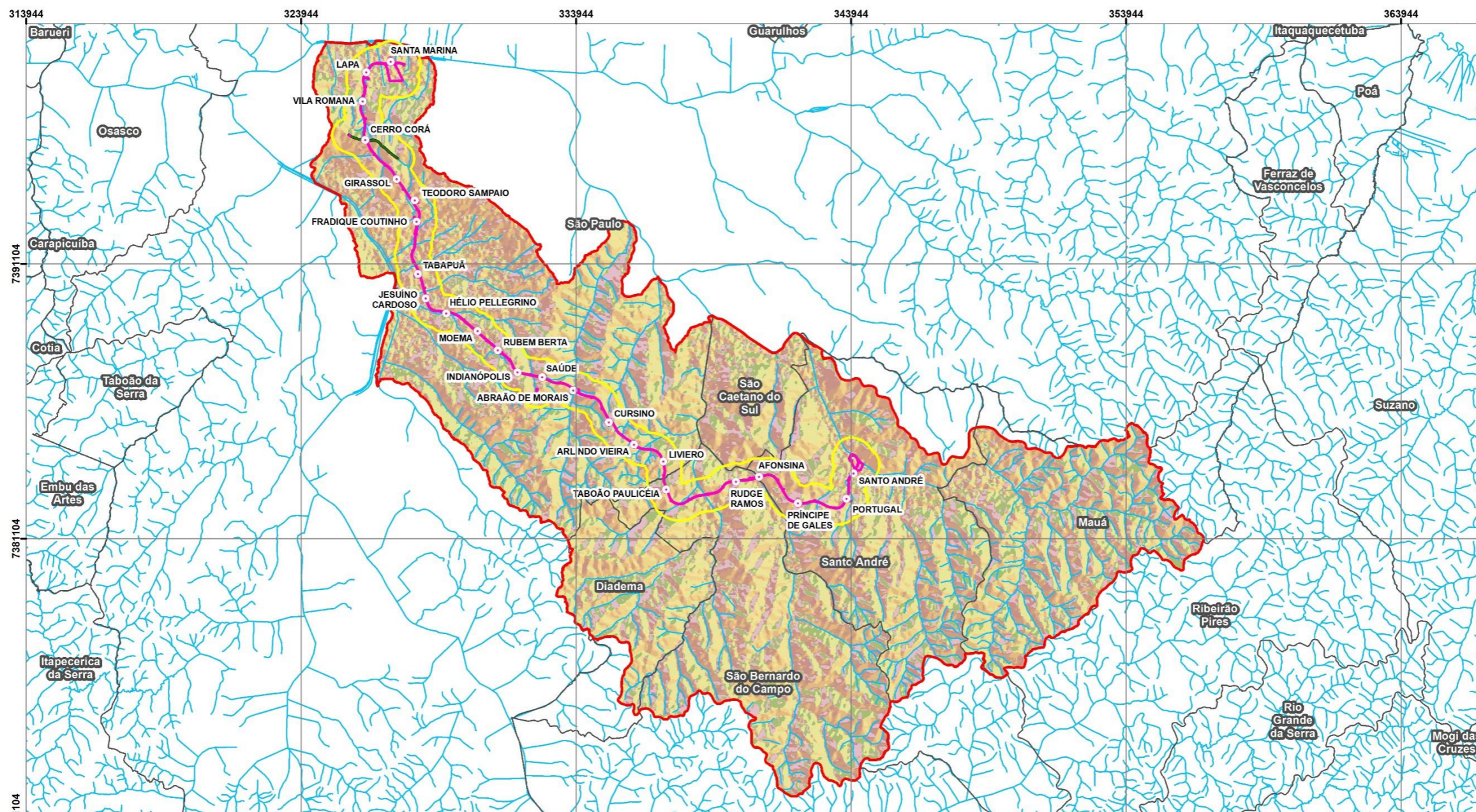
PROJEÇÃO:
UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM
SIRGAS 2000 - 23S



Curvatura de Perfil

Fonte de dados
Metrô de São Paulo
INPE
CETESB

Mapa 9.7-5: Orientação de vertentes.



LEGENDA

○ Estações	□ Limites municipais	— Cursos d'água
— ADA - Linha 20-Rosa	— Plano	— Sul
— ADA Prolongamento da Linha-2 Verde	— Norte	— Sudoeste
— AID	— Nordeste	— Oeste
— AII	— Leste	— Noroeste
	— Sudeste	— Norte

Convenções Cartográficas

PROJEÇÃO:
UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM
SIRGAS 2000 - 23S

LOCALIZAÇÃO

Orientação de Vertente

Fonte de dados
Metrô de São Paulo
INPE
CETESB

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 374 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

9.7.2 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS E MORFOMÉTRICOS DA ADA

A partir do Mapeamento de Recursos Naturais do Brasil (IBGE, 2021), em escala 1:250.000, foi possível identificar os diferentes modelados presentes. Os conceitos utilizados na proposta de mapeamento deste estudo seguem a metodologia do Manual Técnico de Geomorfologia do IBGE (IBGE, 2009), que têm como princípio básico o ordenamento dos fatos geomorfológicos de acordo com uma classificação temporal e espacial, na qual se distinguem os modelados como unidade básica e seus grupamentos hierarquicamente relacionados. Para a individualização destes conjuntos de feições, são considerados como parâmetros fatores causais, de natureza estrutural, litológica, pedológica, climática e morfodinâmica, responsáveis pela evolução das formas do relevo e pela composição da paisagem no decorrer do tempo geológico. De acordo com a ordem decrescente de grandeza são identificados: Domínios Morfoestruturais, Regiões Geomorfológicas, Unidades Geomorfológicas, Modelados e Formas de Relevo Simbolizadas, estas últimas, devido sua dimensão espacial, somente podendo ser representadas por símbolos lineares ou pontuais. Na ADA do empreendimento são observados 2 modelados distintos, os quais serão descritos a seguir.

O Planalto das Colinas de São Paulo é representado pelo Modelado de Dissecação Homogênea Convexa (Dc), que perfaz 43,39% da área da ADA. São caracterizados por dissecação (D) fluvial em litologias diversas que não apresenta controle estrutural marcante, caracterizada predominantemente por colinas, morros e interflúvios tabulares. No modelado de dissecação homogênea, observam-se diversos tipos de padrões de drenagem, porém são predominantes os padrões dendrítico, subparalelo, sub-retangular e outros compostos, cujos canais não obedecem a uma direção preferencial. As formas de topos convexos (c) são geralmente esculpidas em rochas ígneas e metamórficas e eventualmente em sedimentos, as vezes denotando controle estrutural. São caracterizadas por vales bem definidos e vertentes de declividades variadas, entalhadas por sulcos e cabeceiras de drenagem de primeira ordem.

Já as Planícies e Terraços Fluviais são representados pelo Modelado de Acumulação de Planície Fluvial (Apf), que abrange 56,61% da área da ADA. Têm como característica serem

CÓDIGO	REVISÃO
RT-20.EA.00.00/8LP-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
20/03/2023	375 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
 CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA
	Victor Bassetti Martinho

áreas planas resultante de acumulação fluvial, sujeita a inundações periódicas, correspondendo às várzeas atuais. Ocorre nos vales com preenchimento aluvial.

Para análise da hipsometria e declividade da ADA, adotou-se a mesma metodologia descrita para a AII e AID, assim como o mesmo modelo digital de elevação (MDE), oriundo do projeto Topodata. Foi possível observar que a ADA do empreendimento se situa de 723 a 826 metros de altitude. De maneira geral, as menores altitudes correspondem ao Modelado de Acumulação de Planície Aluvial das Planícies e Terraços Fluviais, e as maiores ao Modelado de Dissecção Homogênea Convexa do Planalto das Colinas de São Paulo.

De acordo com a classificação de classes de declividade definida pela EMBRAPA (1979), na ADA do empreendimento predomina a classe de 0 a 3%, consideradas de relevo plano e caracterizadas por uma superfície de topografia esbatida ou horizontal onde os desnivelamentos são muito pequenos, representando 45,90% da ADA

As declividades de 3 a 8% correspondente ao relevo suave, presentes em 39,52% da área da ADA. Essa classe representa áreas com superfície de topografia pouco movimentada, constituída por um conjunto de colinas e/ou outeiros apresentando declives suaves. As declividades de 8 a 20%, correspondente ao relevo ondulado, estão presentes em 13,97% da ADA e são caracterizadas por uma superfície de topografia pouco movimentada, constituída por um conjunto de colinas e/ou outeiros (elevações de altitudes relativas da ordem de 50 a 100 metros, respectivamente). As declividades de 20 a 45%, consideradas de relevo forte ondulado e caracterizadas por uma superfície de topografia movimentada formada por outeiros e/ou morros (elevações de 100 a 200 metros de altitude relativa) são as maiores declividades encontradas e representam apenas 0,61% da área da ADA.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 376 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

9.8 ASPECTOS PEDOLÓGICOS

9.8.1 ASPECTOS PEDOLÓGICOS DA AII

O solo é um sistema aberto entre os diversos geocossistemas do nosso Planeta, que está constantemente sob ação de fluxos de matéria e energia. Essa condição o torna um sistema dinâmico, ou seja, o solo evolui, se desenvolve e se forma de maneira contínua no ambiente em que está inserido.

As feições morfológicas e as características do solo refletem a atuação dos processos pedogenéticos na sua formação. A interpretação dos processos pedogenéticos permite entender o solo no seu ambiente de ocorrência e a organização de sistemas de classificação de solos.

Apesar de uma vasta análise integrada de diversos mapas em diversas escalas e abrangências distintas, todos os mapas pedológicos considerados como referência para o estado de São Paulo (OLIVEIRA, J. B., 1999; ROSSI, 2017; IBGE, 2021) apresentam a maior parte da AII inserida na grande mancha urbana da região metropolitana de São Paulo. Desta forma, a identificação das unidades pedológicas foi realizada com base nas pequenas inserções na extremidade sul e sudeste da AII de Cambissolos Háplicos, de Associações de Cambissolo Háplico e Latossolo Amarelo/Vermelho-Amarelo, e de Associações de Argissolo Vermelho-Amarelo e Cambissolo Háplico.

A Associação de Cambissolo Háplico e Latossolo Amarelo/Vermelho-Amarelo é a de maior distribuição em área, representando 3,62% da AII. A Associação de Argissolo Vermelho-Amarelo e Cambissolo Háplico está presente em 0,51% da AII, enquanto os Cambissolos Háplicos representam apenas 0,01% da área.

Abaixo tem-se uma descrição de cada um dos tipos de solo encontrados na AII até o quinto nível categórico. A **Tabela 9.8-1** apresenta um quadro síntese das unidades pedológicas e suas distribuições em área.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 377 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

Cambissolo Háplico + Latossolo Amarelo/Vermelho-Amarelo

Representados pela sigla CX16 em ROSSI (2017), são uma Associação de Cambissolo Háplico Tb A Moderado ou Proeminente + Latossolo Amarelo/Vermelho-Amarelo Típico ou Cambissólico A moderado, ambos Distróficos, textura média ou argilosa, fase relevo forte ondulado. Os Cambissolos são solos constituídos por material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial (exceto hístico com 40 cm ou mais de espessura) ou horizonte A chernozêmico quando o B incipiente apresentar argila de atividade alta e saturação por bases alta. Plintita e/ou petroplintita, horizonte glei ou horizonte vértico, se presentes, não satisfazem os requisitos para Plintossolos, Gleissolos ou Vertissolos, respectivamente. Os Latossolos são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico precedido de qualquer tipo de horizonte A dentro de 200 cm a partir da superfície do solo ou dentro de 300 cm se o horizonte A apresenta mais que 150 cm de espessura.

Argissolo Vermelho-Amarelo e Cambissolo Háplico

Representados pela sigla PVA32 em ROSSI (2017), são uma Associação de Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado ou proeminente, textura média/argilosa + Cambissolo Háplico, A moderado, textura argilosa, ambos fase relevo forte ondulado. Os Argissolos são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural imediatamente abaixo do A ou E, com argila de atividade baixa ou com argila de atividade alta desde que conjugada com saturação por bases baixa ou com caráter alumínico na maior parte do horizonte B. Já os Cambissolos, como mostrado anteriormente, são solos constituídos por material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial (exceto hístico com 40 cm ou mais de espessura) ou horizonte A chernozêmico quando o B incipiente apresentar argila de atividade alta e saturação por bases alta. Plintita e/ou petroplintita, horizonte glei ou horizonte vértico, se presentes, não satisfazem aos requisitos para Plintossolos, Gleissolos ou Vertissolos, respectivamente.

CÓDIGO	REVISÃO
RT-20.EA.00.00/8LP-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
20/03/2023	378 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
 CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA
	Victor Bassetti Martinho

Cambissolos Háplicos

Representado pela sigla CX10 em ROSSI (2017), o Cambissolo Háplico é Distrófico/Eutrófico textura argilosa e média, A moderado e proeminente, fase não rochosa e rochosa, relevo forte ondulado. São solos constituídos por material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial (exceto hístico com 40 cm ou mais de espessura) ou horizonte A chernozêmico quando o B incipiente apresentar argila de atividade alta e saturação por bases alta. Plintita e/ou petroplintita, horizonte glei ou horizonte vértico, se presentes, não satisfazem aos requisitos para Plintossolos, Gleissolos ou Vertissolos, respectivamente.

Tabela 9.8-1: Quadro com os solos encontrados na All e sua distribuição em área.

Unidade	Associação	% da All
CX16	Cambissolos Háplicos + Latossolo Amarelo/Vermelho-Amarelo	3,62%
PVA32	Argissolos Vermelho-Amarelos + Cambissolo Háplico	0,51%
CX10	Cambissolos Háplicos	0,01%
-	Área Urbana	95,86%

9.8.2 ASPECTOS PEDOLÓGICOS DA AID E DA ADA

Assim como para a All, apesar de uma vasta análise integrada de diversos mapas em diversas escalas e abrangências distintas, não foi possível obter dados indiretos dos horizontes pedológicos e tipos de solo na AID e ADA. Todos os mapas pedológicos considerados como referência para o estado de São Paulo (OLIVEIRA, J. B., 1999; ROSSI, 2017; IBGE, 2021) apresentam ambas totalmente inseridas na grande mancha urbana da região metropolitana de São Paulo.

Adicionalmente, os dados de sondagem apresentados no item 9.3.3 não trazem características pedológicas, como horizontes e tipos de solo, descrevendo os solos a partir de classificações geotécnicas.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 379 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Dessa maneira, não foi possível realizar uma caracterização detalhada dos aspectos pedológicos para a área de influência direta e para a área diretamente afetada do empreendimento.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 380 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

9.9 SUSCETIBILIDADE A PROCESSOS DE DINÂMICA SUPERFICIAL

De acordo com CERRI & AMARAL (1998), suscetibilidade representa a possibilidade de ocorrência de um processo geológico, induzido ou não, sem gerar perdas e danos. Segundo BITAR (2014), suscetibilidade refere-se à predisposição ou propensão dos terrenos estarem sujeitos ao desenvolvimento de um fenômeno ou processo do meio físico.

As cartas de suscetibilidade são documentos cartográficos que representam a possibilidade de ocorrência de um determinado evento. Os seguintes procedimentos metodológicos foram desenvolvidos pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) e pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) para a execução e apresentação de resultados de mapeamentos de áreas suscetíveis a escorregamentos e inundações:

- Compilação bibliográfica de mapas temáticos e estruturação da base de dados;
- Análise, classificação e zoneamento das suscetibilidades;
- Fotointerpretação de feições associadas aos escorregamentos e inundações;
- Composição do pré-mapa de áreas suscetíveis;
- Verificação e validação do pré-mapa em campo; e
- Revisão do pré-mapa e consolidação da carta síntese e da base de dados correspondentes.

Em especial, são feitos levantamentos de dados referentes a fatores predisponentes de natureza geológica (densidade de lineamentos estruturais, compreendendo zonas de falhas, fraturas, juntas e outras discontinuidades), geomorfológica (declividade) e hidrológico-pedológica (curvatura de encosta). O resultado obtido apresenta uma classificação relativa em termos de suscetibilidade (baixa, média e alta) e a representação do zoneamento segue domínios homogêneos, conforme a maior ou menor propensão à geração e desenvolvimento do processo analisado. A elaboração das Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações está prevista no Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 381 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

Para analisar a suscetibilidade a movimentos de massa, como os escorregamentos, e a suscetibilidade a inundação na área abrangida pelas áreas de influência, foi realizada uma consulta às cartas de suscetibilidade dos municípios interceptados pelo empreendimento. A **Tabela 9.9-1** mostra as cartas que foram utilizadas, a escala e ano em que foram publicadas. O Mapa de Suscetibilidade aos Processos Morfodinâmicos (**Mapa 9.9-1**) mostra a distribuição das classes nas áreas de influência.

Tabela 9.9-1: Cartas de suscetibilidade utilizadas para o estudo.

Município	Escala	Ano
Diadema	1:25.000	2015
Mauá	1:25.000	2015
Santo André	1:50.000	2015
São Bernardo do Campo	1:50.000	2015
São Caetano do Sul	1:10.000	2018
São Paulo	1:75.000	2015

Deve-se salientar que a classificação relativa obtida (alta, média, baixa) aponta áreas onde a propensão é maior ou menor em comparação a outras. A suscetibilidade baixa não significa que os processos analisados não poderão se desenvolver em seu domínio, pois atividades humanas podem alterar os processos e deflagrar ou acelerar sua dinâmica em qualquer área. As classes de suscetibilidade não indicam a trajetória e o alcance territorial dos materiais envolvidos nos fenômenos abordados e tampouco a sinergia entre os vários processos atuantes numa dada área. Dentro das zonas de maior ou menor suscetibilidade pode haver áreas com classe distinta, mas sua delimitação não se mostra compatível com a escala da carta.

Considerando toda a All, cerca de 94,6% de sua área é classificada como terrenos de baixa suscetibilidade a movimentos de massa, como os escorregamentos, enquanto 3,6% é classificada como de suscetibilidade média. Apenas 1,8% da área da All, ou cerca de 5,9 km²,

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 382 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

é classificada como terrenos de alta suscetibilidade a movimentos de massa. Esses terrenos se restringem às extremidades sul e sudeste da área de influência indireta do empreendimento, mais especificamente nas regiões serranas dos municípios de Mauá, Santo André e São Bernardo do Campo.

Quanto à inundação, cerca de 80,1% de toda a área da All não apresenta classificação quanto à suscetibilidade a desenvolver tal processo. Aproximadamente 7,0% de sua área é classificada como terrenos de baixa suscetibilidade a inundação, enquanto 4,7% é classificada como de suscetibilidade média. Em 8,2% da área da All, ou cerca de 26,8 km², são encontrados terrenos de alta suscetibilidade a inundação. Esses terrenos são distribuídos ao redor dos principais cursos d'água que cortam a área de influência indireta do empreendimento, como por exemplo o Rio Tamanduateí, o Ribeirão dos Meninos, o Ribeirão dos Couros, o Córrego Ipiranga e o Rio Pinheiros.

A **Tabela 9.9-2** apresenta uma síntese das porcentagens de cada classe de suscetibilidade encontradas na All.

Tabela 9.9-2: Classes de suscetibilidade e sua representatividade na All.

Movimentos de massa		
Classe	Área (km ²)	% da All
Alta	5,9	1,8
Média	11,6	3,6
Baixa	309,0	94,6
Inundação		
Classe	Área (km ²)	% da All
Alta	26,8	8,2
Média	15,3	4,7
Baixa	22,9	7,0
Sem classe	261,5	80,1

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 383 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman <hr/> ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

Em relação à AID, cerca de 98,32% de sua área é classificada como terrenos de baixa suscetibilidade a movimentos de massa, como os escorregamentos, enquanto o restante, ou 1,68%, é classificada como de suscetibilidade média. Na AID não foram verificadas áreas de suscetibilidade alta a movimentos de massa.

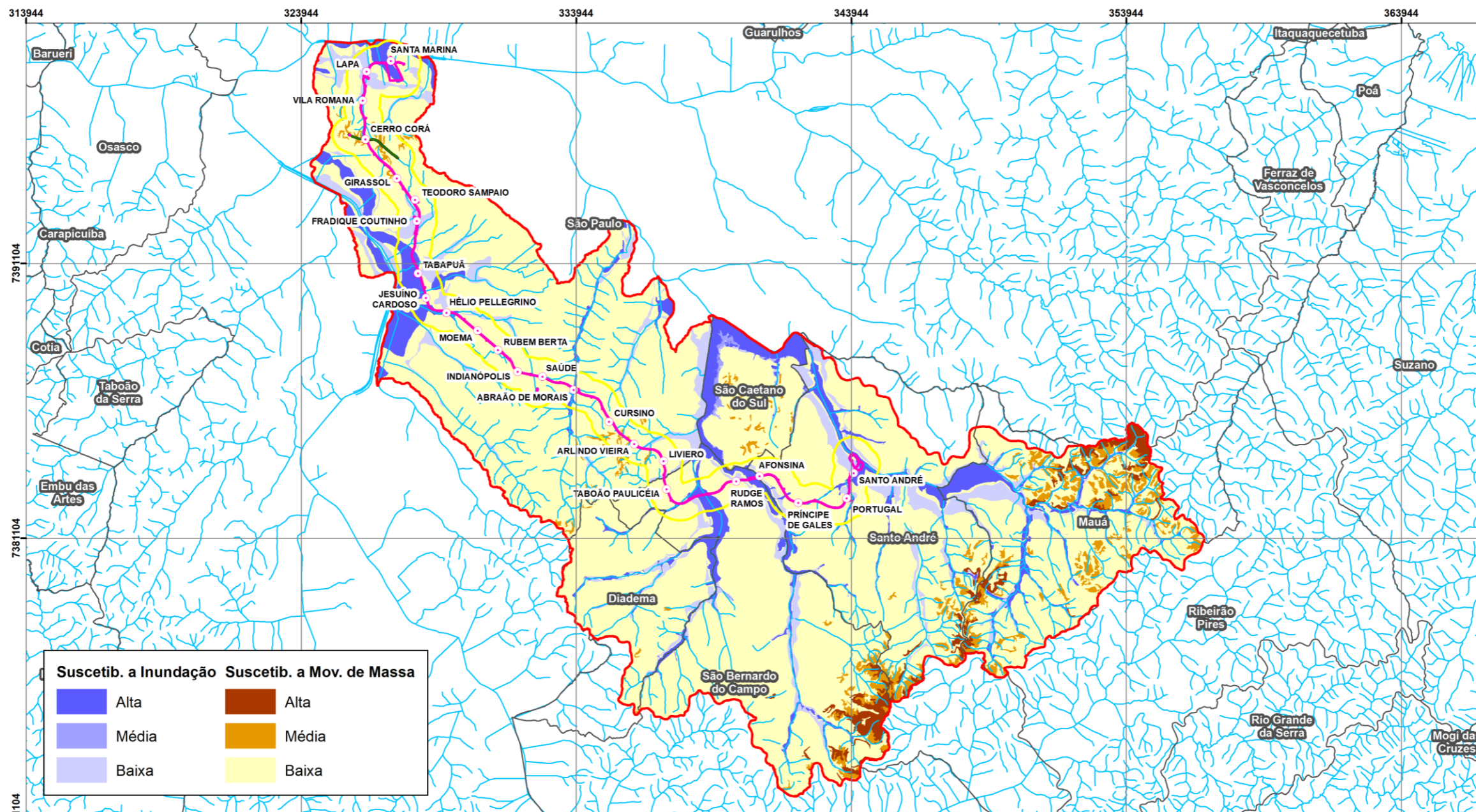
Quanto à inundação, cerca de 70,67% de toda a área da AID não apresenta classificação quanto à suscetibilidade a desenvolver tal processo. Aproximadamente 10,28% de sua área é classificada como terrenos de baixa suscetibilidade a inundação, enquanto 7,65% é classificada como de suscetibilidade média. Em 11,41% da área da AID, ou 5,09 km², são encontrados terrenos de alta suscetibilidade a inundação. Esses terrenos são distribuídos ao redor dos principais cursos d'água que cortam a área de influência direta do empreendimento, como por exemplo o Rio Tamandateí, o Ribeirão dos Meninos, o Ribeirão dos Couros, o Córrego Ipiranga, o Rio Pinheiros e o Tietê.

A **Tabela 9.9-3** apresenta uma síntese das porcentagens de cada classe de suscetibilidade encontradas na AID. O **Mapa 9.9-1** ilustra cada uma das classes nas áreas de influência do empreendimento.

Tabela 9.9-3: Classes de suscetibilidade e sua representatividade na AID.

Movimentos de massa		
Classe	Área (ha)	% da AID
Alta	0,0	0,0
Média	75,00	1,68
Baixa	4394,25	98,32
Inundação		
Classe	Área (ha)	% da AID
Alta	509,73	11,41
Média	341,81	7,65
Baixa	459,23	10,28
Sem classe	3158,48	70,66

Mapa 9.9-1: Suscetibilidade aos processos morfodinâmicos nas áreas de influência.



Suscetib. a Inundação		Suscetib. a Mov. de Massa	
	Alta		Alta
	Média		Média
	Baixa		Baixa

LEGENDA

- Estações
- ADA - Linha 20-Rosa
- ADA - Prolongamento Linha 2-Verde
- AID
- AII
- Limites municipais
- Cursos d'água

Convenções Cartográficas

PROJEÇÃO:
UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM
SIRGAS 2000 - 23S

LOCALIZAÇÃO

Suscetibilidade aos Processos Morfodinâmicos

Fonte de dados
Metrô de São Paulo
CPRM
IPT

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 385 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

Já para a análise da suscetibilidade a processos de dinâmica superficial da ADA, foram analisadas além das Cartas de Suscetibilidade, as Cartas de Risco Geológico elaboradas para os municípios interceptados pela área diretamente afetada do empreendimento.

Na publicação feita pela UNDRR (2009), acerca da terminologia utilizada em redução de desastres, o risco é definido como a combinação da probabilidade de um evento e suas consequências negativas. Em outras palavras, de acordo com MACEDO & MIRANDOLA (2018), o risco geológico (R) pode ser interpretado como a relação entre a probabilidade (P) de ocorrência do acidente associado a um processo geológico, podendo ser induzido, ou não, pelo Homem, e as consequências (C) sociais e/ou econômicas potenciais associadas à ocorrência do acidente. De forma simplificada, o risco pode ser expresso pela relação $R \sim P \times C$.

De acordo com CERRI & AMARAL (1998), as cartas geotécnicas de risco são documentos que apresentam o tipo, a distribuição e o grau dos riscos geológicos, visando à definição de ações de prevenção de acidentes. Estas cartas em áreas urbanas avaliam os danos potenciais à ocupação decorrentes de acidentes naturais ou induzidos pelo uso do solo, hierarquizando pontos e setores quanto ao grau de perda, buscando a proposição de medidas estruturais e não estruturais para a mitigação das situações de risco.

Em MINISTÉRIO DAS CIDADES, INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (2007) é apresentado um material de treinamento de equipes municipais para o mapeamento de riscos de escorregamentos de encostas e solapamentos de margens, e os principais parâmetros do mapeamento consistem em:

- Definição e caracterização das tipologias de processos ocorrentes na área de estudo;
- Definição e caracterização dos condicionantes naturais e antrópicos para a ocorrência dos processos;
- Definição de quatro níveis de risco (R1 - baixo, R2 - médio, R3 - alto, R4 - muito alto) considerando a maior ou menor suscetibilidade natural e induzida de ocorrência do processo e o maior ou menor grau de vulnerabilidade da ocupação sob risco. As cartas

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 386 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

de risco, quando necessário, podem também ser simplificadas, constando somente o R3 e R4;

- Compartimentação em setores de risco, tendo como pressuposto que uma área de risco geralmente tem distintos compartimentos geotécnicos com diferentes formas de uso e ocupação urbana com distintos graus de vulnerabilidade.

A definição do grau de risco segue a lógica exposta na **Figura 9.9-1**. É ressaltado ainda que as modificações na vulnerabilidade decorrente da ocupação pela ação humana alteram as condições de suscetibilidade natural dos terrenos, atribuindo um prazo de validade às cartas geotécnicas de risco, ou seja, são necessárias vistorias de campo periódicas para reavaliar ou revalidar as informações existentes nas cartas.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 387 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman <hr/> ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

Figura 9.9-1: Critérios e descrição para determinação do grau de risco.

Graus de Risco	Critérios Básicos e Descrição
R1 Baixo	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Não há indícios de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas e de margens de drenagens. É a condição menos crítica. Mantidas as condições existentes, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período de 1 ano.
R2 Médio	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de média potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Observa-se a presença de alguma(s) evidência(s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente(s). Mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de 1 ano.
R3 Alto	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Observa-se a presença de significativa(s) evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc.). Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de 1 ano.
R4 Muito Alto	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de muito alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. As evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de escorregamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação à margem de córregos, etc.) são expressivas e estão presentes em grande número ou magnitude. É a condição mais crítica. Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de 1 ano.

Fonte: MINISTÉRIO DAS CIDADES, INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (2007).

Assim como para a AII e AID, para analisar a suscetibilidade a movimentos de massa, como os escorregamentos, e a suscetibilidade a inundação na área abrangida pela ADA, foi realizada uma consulta às cartas de suscetibilidade dos municípios interceptados pela área diretamente afetada do empreendimento.

Considerando toda a ADA, cerca de 99,09% de sua área é classificada como terrenos de baixa suscetibilidade a movimentos de massa, como os escorregamentos, enquanto o restante, ou

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 388 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

0,91%, é classificada como de suscetibilidade média. Grande parte da área classificada como de suscetibilidade média abrange terrenos de implantação de túneis, e que, portanto, não estariam em risco pelo fato de os movimentos de massa serem processos superficiais. No entanto, a área de implantação da Estação Cerro Corá está, em parte, localizada em terreno de média suscetibilidade a movimentos de massa, conforme apresentado na **Tabela 9.9-5**. Na ADA não foram verificadas áreas de suscetibilidade alta a movimentos de massa.

Quanto à inundação, cerca de 37,13% de toda a área da ADA não apresenta classificação quanto à suscetibilidade a desenvolver tal processo. Aproximadamente 16,41% de sua área é classificada como terrenos de baixa suscetibilidade a inundação, enquanto 11,14% é classificada como de suscetibilidade média. As unidades construtivas que possuem parte do seu terreno disposto em áreas de suscetibilidade média a inundações são: Estação Hélio Pellegrino, Estação Jesuíno Cardoso, Estação Lapa, Estação Portugal, Estação Santa Marina, Estação Tabapuã, Pátio Santa Marina, Pátio Santa Marina, Pátio Santo André, VSE 0, VSE 11 e VSE 24, conforme a **Tabela 9.9-5**.

Em 35,32% da área da ADA são encontrados terrenos de alta suscetibilidade a inundação. Esses terrenos são distribuídos ao redor dos principais cursos d'água que cortam a área diretamente afetada do empreendimento, como por exemplo o Rio Tamanduateí, o Ribeirão dos Meninos, o Ribeirão dos Couros, o Córrego Ipiranga, o Rio Pinheiros e o Tietê. As unidades construtivas que possuem parte do seu terreno disposto em áreas de suscetibilidade alta a inundações são: Estação Abraão de Moraes, Estação Afonsina, Estação Afonsina, Estação Hélio Pellegrino, Estação Jesuíno Cardoso, Estação Portugal, Estação Tabapuã, Pátio Santa Marina, Pátio Santo André, VSE 9, VSE 10, VSE 11, VSE 12, VSE 24, VSE 25 e VSE 27, sendo relevante a implantação de medidas estruturais para mitigação dos riscos.

A **Tabela 9.9-4** apresenta uma síntese das porcentagens de cada classe de suscetibilidade encontradas na ADA, enquanto a **Tabela 9.9-5** apresenta a área de exposição das unidades construtivas que se localizam em terrenos de média ou alta suscetibilidade a movimentos de massa ou inundações. Já os **Mapa 9.9-2**, **Mapa 9.9-3** e **Mapa 9.9-4** apresentam o Mapa de Suscetibilidade aos Processos Morfodinâmicos da ADA.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 389 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Tabela 9.9-4: Classes de suscetibilidade e sua representatividade na ADA.

Movimentos de massa		
Classe	Área (ha)	% da ADA
Alta	0,00	0,00
Média	0,92	0,91
Baixa	99,87	99,09
Inundação		
Classe	Área (ha)	% da ADA
Alta	35,60	35,32
Média	11,23	11,14
Baixa	16,55	16,41
Sem classe	37,41	37,13

Tabela 9.9-5: Área e classe de suscetibilidade a processos do meio físico que estão expostas as unidades construtivas.

Unidade construtiva	Município	Processo	Classe	Área (m ²)
Estação Abraão de Moraes	São Paulo	Inundação	Alta	1.636,37
Estação Cerro Corá	São Paulo	Mov. de massa	Média	2.726,45
Estação Hélio Pellegrino	São Paulo	Inundação	Alta	10.133,57
			Média	1.379,49
Estação Jesuíno Cardoso	São Paulo	Inundação	Alta	905,39
			Média	6.678,19
Estação Lapa	São Paulo	Inundação	Média	29,75
Estação Santa Marina	São Paulo	Inundação	Média	7.641,83
Estação Tabapuã	São Paulo	Inundação	Alta	5.638,79
			Média	5.609,19
Pátio Santa Marina	São Paulo	Inundação	Alta	226.054,25
			Média	47.545,64

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 390 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

Unidade construtiva	Município	Processo	Classe	Área (m ²)
VSE 0	São Paulo	Inundação	Média	564,49
VSE 9	São Paulo	Inundação	Alta	778,62
VSE 10	São Paulo	Inundação	Alta	577,84
VSE 11	São Paulo	Inundação	Alta	296,15
VSE 11	São Paulo	Inundação	Média	235,48
VSE 12	São Paulo	Inundação	Alta	613,22
Estação Afonsina	São Bernardo do Campo	Inundação	Alta	4.076,35
VSE 24	São Bernardo do Campo	Inundação	Alta	218,97
VSE 24	São Bernardo do Campo	Inundação	Média	341,93
VSE 25	São Bernardo do Campo	Inundação	Alta	1.445,84
VSE 27	São Bernardo do Campo	Inundação	Alta	4.711,89
Estação Portugal	Santo André	Inundação	Alta	152,02
			Média	100,64
Pátio Santo André	Santo André	Inundação	Alta	67.478,32
			Média	23.534,13

Para averiguar a distribuição de áreas de risco no entorno da área diretamente afetada do empreendimento, foram consultados os mapeamentos mais recentes, e com dados vetoriais acessíveis, dos municípios interceptados pela ADA e disponibilizados pela Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil do estado de São Paulo (<http://www.defesacivil.sp.gov.br/instrumentos-de-identificacao-de-riscos/>, acesso em setembro de 2022). Exceção foi feita para o município de São Paulo, o qual possuía os dados do mapeamento mais recente no portal GeoSampa, mantido pela prefeitura municipal.

Para o município de Santo André, utilizou-se os dados da delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes, inundações e movimentos de massa, realizada pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) em 2013. Para o município de São Bernardo do Campo, foram utilizados os dados do mesmo projeto, porém com o mapeamento tendo sido realizado pela CPRM em 2014. Já para o município de São Paulo, os dados utilizados foram do mapeamento realizado

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 391 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

pela Defesa Civil municipal em 2021. Foram cartografadas áreas de encostas e margens de córrego ocupadas por população de baixa renda com potencial para a ocorrência de deslizamentos e processo de solapamento de margem.

A pesquisa resultou em sete setores de risco interceptados e/ou no entorno imediato (buffer de 50 metros) da ADA. São cinco setores no município de São Paulo e dois no município de Santo André. Não foram identificados setores de risco no município de São Bernardo do Campo que interfiram na área diretamente afetada do empreendimento. O setor SP_SA_SR_22_CPRM e o SP_SA_SR_06_CPRM, mapeados pela CPRM em 2012 como de alto risco a inundação, interceptam a ADA na Estação Afonsina e Pátio Santo André, respectivamente, sendo, portanto, locais de atenção para a implantação do empreendimento. Outros dois setores se encontram dispostos em terrenos onde haverá a implantação de túneis, sendo eles o IP-02-02 (R3) e o HIP-08-01 (R2), porém, por se tratar de setores de risco a processos superficiais, não se apresentam como empecilhos ao empreendimento.

A relação dos setores, com o respectivo processo e grau de risco, encontra-se na **Tabela 9.9-6**. A localização desses setores e sua relação com a ADA estão expostos nos **Mapa 9.9-2**, **Mapa 9.9-3** e **Mapa 9.9-4**. As **Figura 9.9-2** a **Figura 9.9-8** trazem o registro de campo desses setores de risco.

Tabela 9.9-6: Setores de risco interceptados e/ou no entorno imediato da ADA.

Município	Local	Setor	Processo	Grau de risco	Ano	Área de influência	Unidade construtiva
	Rio						
Santo André	Tamanduateí - Avenida Dos Estados	SP_SA_SR_06_CPRM	Inundação	Alto	2012	AID/ADA	Pátio Santo Andre
	Vila Palmares - Vila Sacadura Cabral - Avenida Sarina - Rua Xingú -						
Santo André		SP_SA_SR_22_CPRM	Inundação	Alto	2012	AID/ADA	Estação Afonsina

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 392 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

Jardim Bom Pastor							
São Paulo	Jardim Clímax	HIP-11-01 (R2)	Alagamento	Médio	2022	AID	-
São Paulo	Mauro	HVM-01-02 (R3)	Enchente/ Inundação	Alto	2022	AID	-
São Paulo	Santo Antônio	IP-02-02 (R3)	Solapamento	Alto	2019	AID/ADA	Túnel
São Paulo	São Pedro	HIP-08-01 (R2)	Alagamento	Médio	2022	AID/ADA	Túnel
São Paulo	São Pedro	HIP-08-02 (R1)	Enchente	Baixo	2022	AID	-

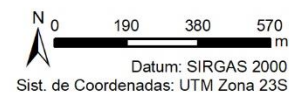
CÓDIGO	REVISÃO
RT-20.EA.00.00/8LP-001	0
EMISSÃO	FOLHA
20/03/2023	393 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman <hr/> ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.9-2: Setor SP_SA_SR_06_CPRM, em 19/09/2022, e mapa de localização.



- | | | | |
|-------------------|------------------------------------|---------------|----------------------|
| ADA Túnel | ADA de Uso Temporário | AID | Grau de risco |
| ADA Linha 20-Rosa | ADA Prolongamento da Linha 2-Verde | Cursos d'água | Alto |
| | | | Médio |
| | | | Baixo |



CÓDIGO	REVISÃO
RT-20.EA.00.00/8LP-001	0
EMISSÃO	FOLHA
20/03/2023	394 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman <hr/> ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.9-3: Setor SP_SA_SR_22_CPRM, em 19/09/2022, e mapa de localização.



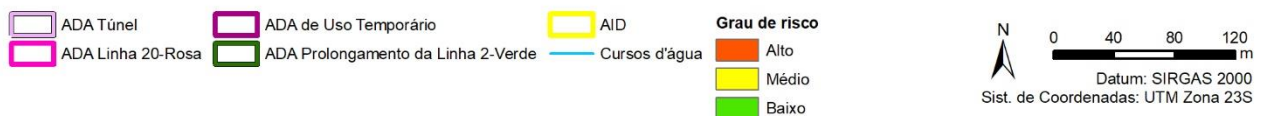
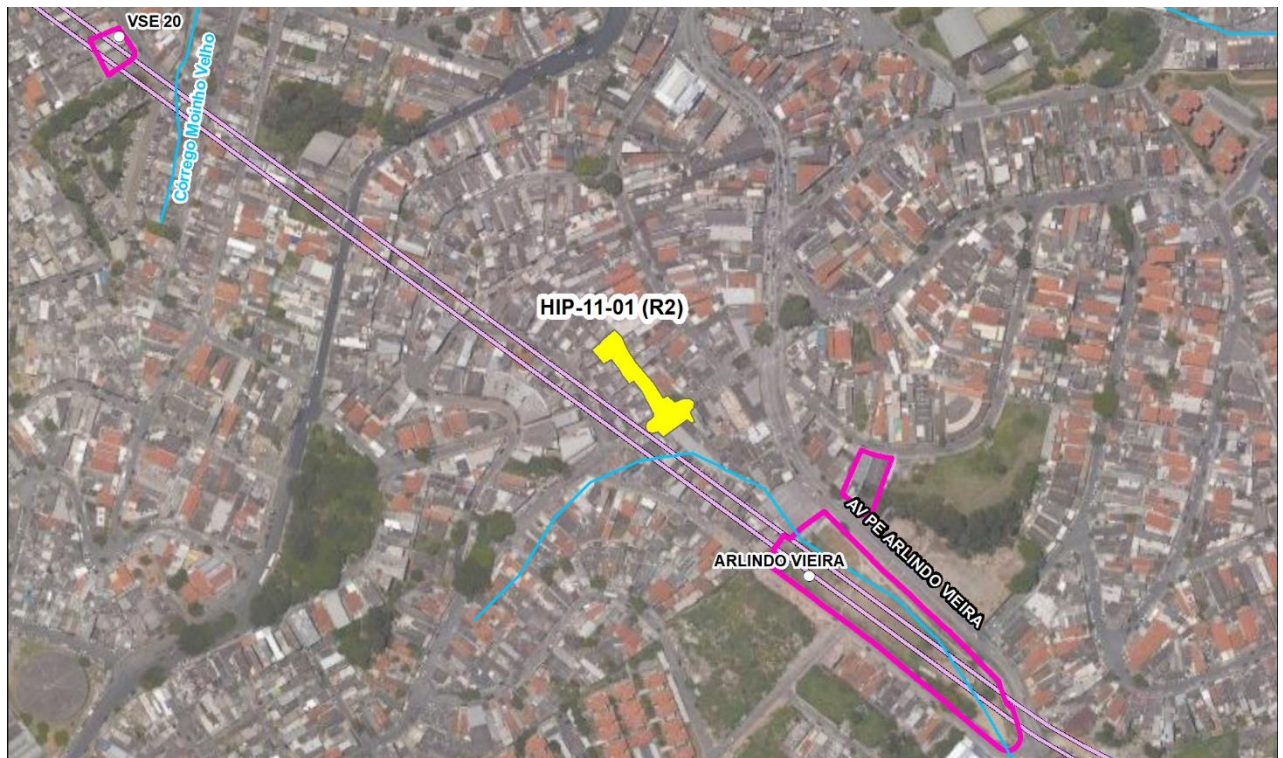
- | | | | |
|-------------------|------------------------------------|---------------|----------------------|
| ADA Linha 20-Rosa | ADA de Uso Temporário | AID | Grau de risco |
| ADA Túnel | ADA Prolongamento da Linha 2-Verde | Cursos d'água | Alto |
| | | | Médio |
| | | | Baixo |

N 0 190 380 570 m
Datum: SIRGAS 2000
Sist. de Coordenadas: UTM Zona 23S

CÓDIGO	REVISÃO
RT-20.EA.00.00/8LP-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
20/03/2023	395 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
<p>CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC</p>	<p>Fernando Facciola Kertzman</p>
	ANÁLISE TÉCNICA
	Victor Bassetti Martinho

Figura 9.9-4: Setor HIP-11-01 (R2), em 19/09/2022, e mapa de localização.



CÓDIGO	REVISÃO
RT-20.EA.00.00/8LP-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
20/03/2023	396 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman <hr/> ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.9-5: Setor HVM-01-02 (R3), em 19/09/2022, e mapa de localização.



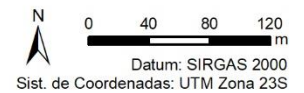
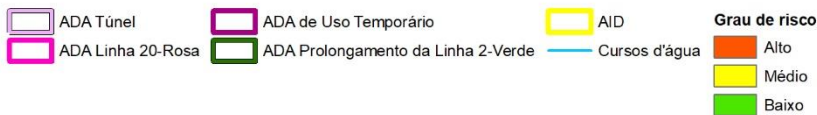
ADA Túnel	ADA de Uso Temporário	AID	Grau de risco
ADA Linha 20-Rosa	ADA Prolongamento da Linha 2-Verde	Cursos d'água	Alto
			Médio
			Baixo

Datum: SIRGAS 2000
 Sist. de Coordenadas: UTM Zona 23S

CÓDIGO	REVISÃO
RT-20.EA.00.00/8LP-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
20/03/2023	397 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
<p>CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC</p>	<p>Fernando Facciola Kertzman</p>
	ANÁLISE TÉCNICA
	Victor Bassetti Martinho

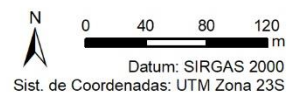
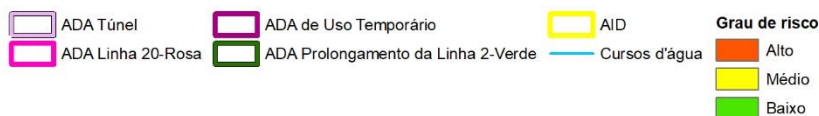
Figura 9.9-6: Setor IP-02-02 (R3), em 19/09/2022, e mapa de localização.



CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 398 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

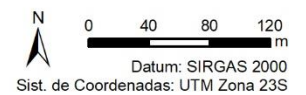
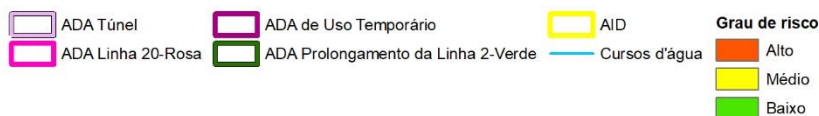
Figura 9.9-7: Setor HIP-08-01 (R2), em 19/09/2022, e mapa de localização.



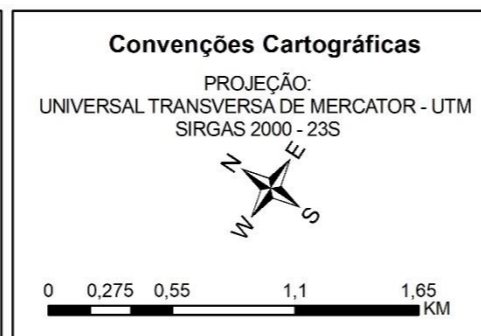
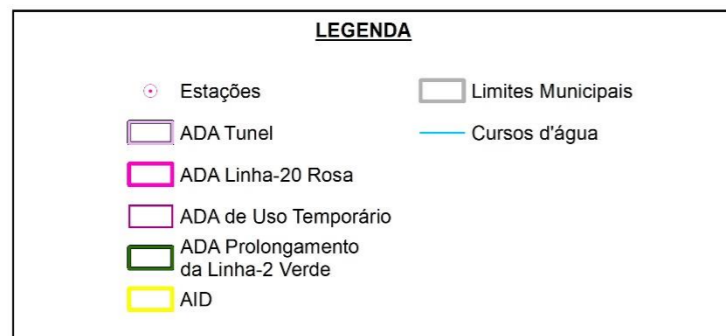
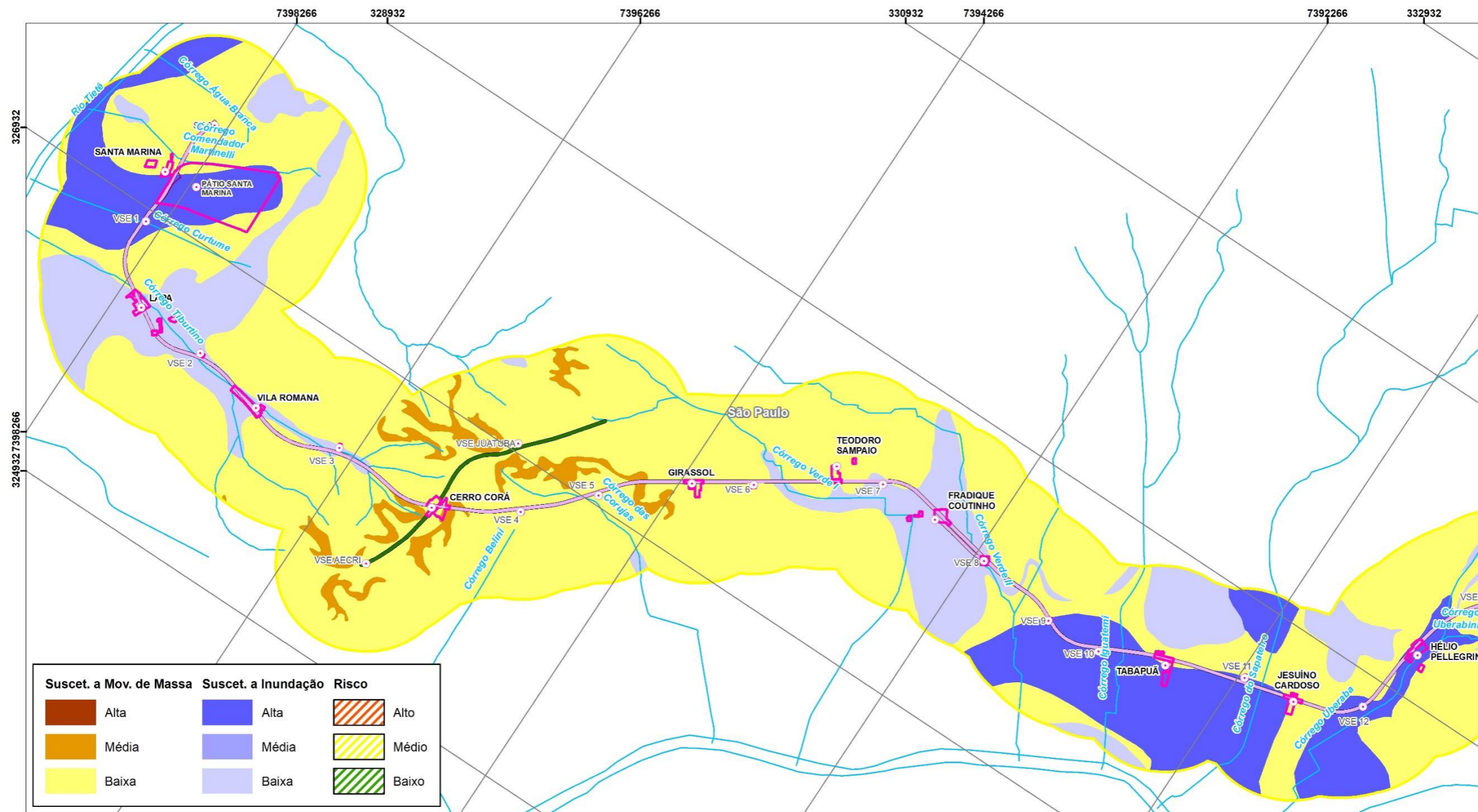
CÓDIGO	REVISÃO
RT-20.EA.00.00/8LP-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
20/03/2023	399 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
<p>CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC</p>	<p>Fernando Facciola Kertzman</p>
	ANÁLISE TÉCNICA
	Victor Bassetti Martinho

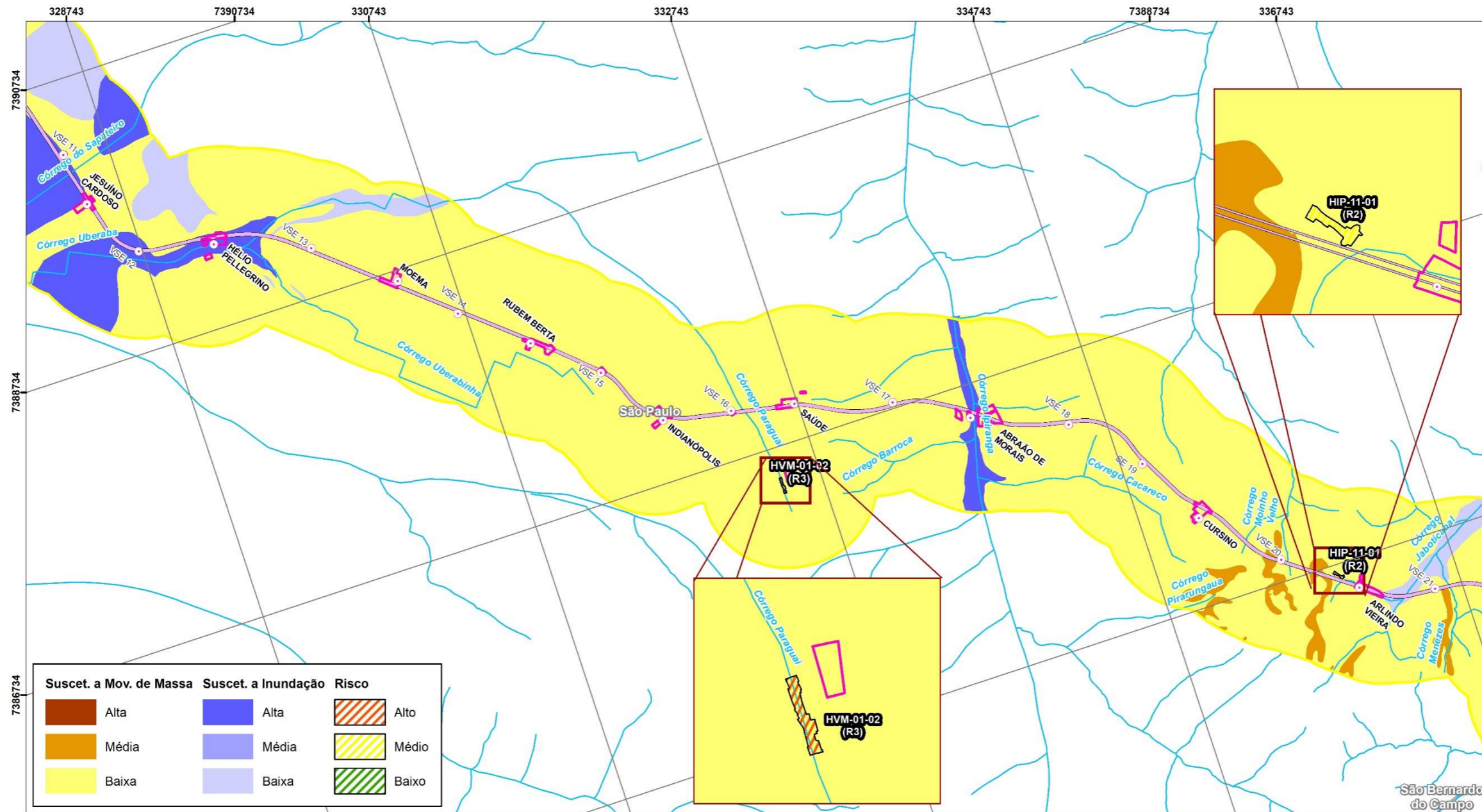
Figura 9.9-8: Setor HIP-08-02 (R1), em 19/09/2022, e mapa de localização.



Mapa 9.9-2: Suscetibilidade aos processos morfodinâmicos e risco geológico na AID/ADA. Folha 1/3.



Mapa 9.9-3: Suscetibilidade aos processos morfodinâmicos e risco geológico na AID/ADA. Folha 2/3.



LEGENDA

<ul style="list-style-type: none"> ● Estações □ ADA Tunel □ ADA Linha-20 Rosa □ ADA de Uso Temporário □ ADA Prolongamento da Linha-2 Verde □ AID 	<ul style="list-style-type: none"> □ Limites Municipais — Cursos d'água
--	---

Convenções Cartográficas

PROJEÇÃO:
UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM
SIRGAS 2000 - 23S

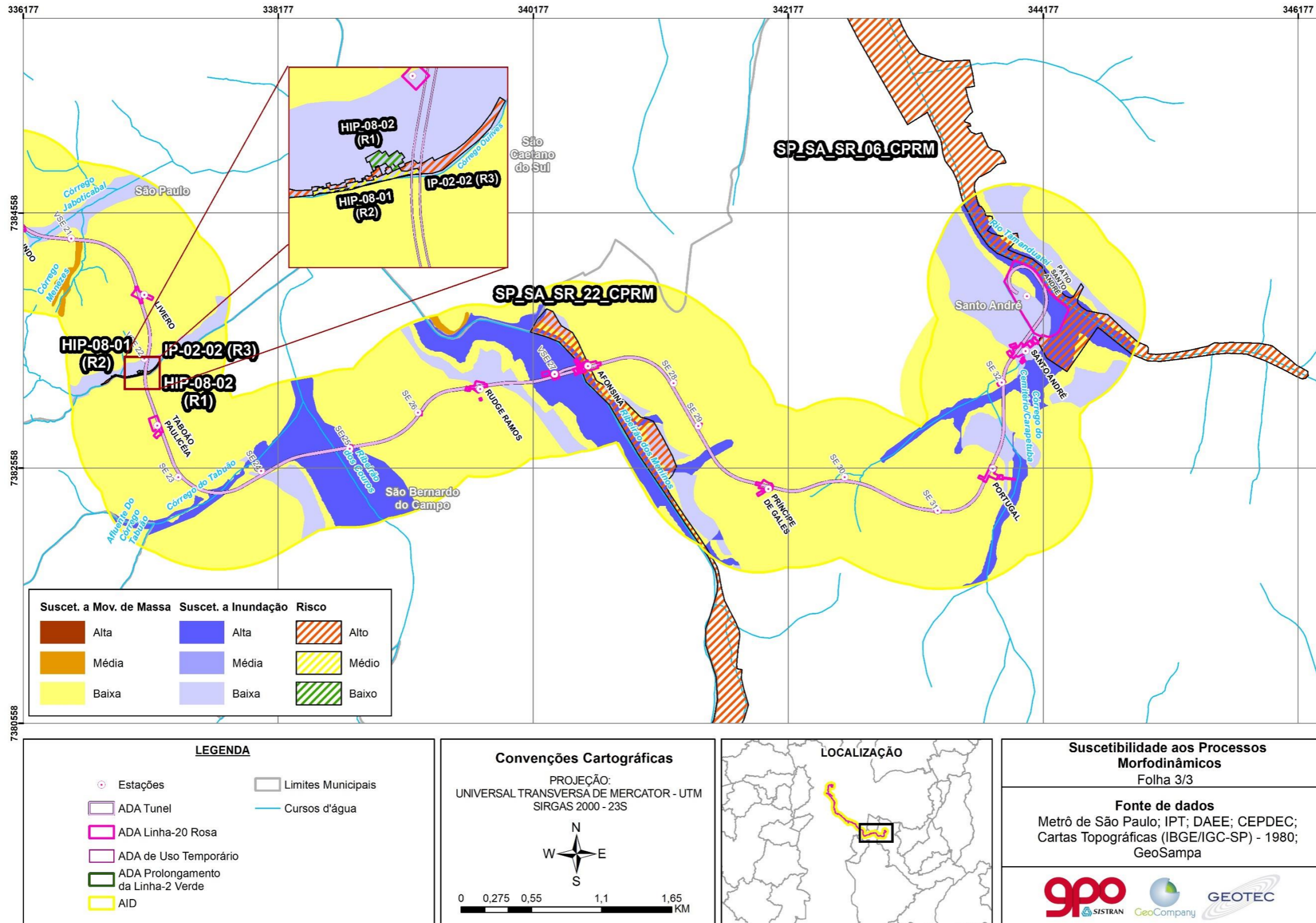
0 0,275 0,55 1,1 1,65 KM

LOCALIZAÇÃO

Suscetibilidade aos Processos Morfodinâmicos
Folha 2/3

Fonte de dados
Metrô de São Paulo; IPT; DAEE; CEPDEC;
Cartas Topográficas (IBGE/IGC-SP) - 1980;
GeoSampa

Mapa 9.9-4: Suscetibilidade aos processos morfodinâmicos e risco geológico na AID/ADA. Folha 3/3.



CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 403 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

9.10 RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS

Com base inicialmente no Projeto de Lei nº 39, de 1991, bem como nas inúmeras atualizações aplicadas até a então vigente Lei nº 16.337, de 14 de dezembro de 2016, foram delineadas as diretrizes legais do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) e do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SigRH).

Os planos de recursos hídricos são instrumentos de gestão que visam orientar políticas de proteção e conservação, de modo assegurar a disponibilidade dos recursos hídricos para os diversos usos previstos, tanto em quantidade quanto em qualidade. O PERH juntamente com o SigRH definiu vinte e duas (22) Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos para o estado de São Paulo.

As áreas de influência do empreendimento se encontram integralmente inseridas na UGRHI 6 – Bacia do Alto Tietê (BAT), que se estende desde as nascentes do rio Tietê, no Parque Ecológico Nascentes do Tietê, localizado no município de Salesópolis, até a Barragem de Rasgão, em Pirapora do Bom Jesus.

9.10.1 UNIDADE DE GERENCIAMENTO HÍDRICO ALTO TIETÊ (UGRHI 6)

A UGRHI 6 – Bacia do Alto Tietê (BAT) apresenta uma área de drenagem equivalente a 5.775,12 km², dos quais aproximadamente 70% são ocupados pela Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), principal polo econômico do país e responsável por 15% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro. Por esse motivo, existe uma elevada complexidade na gestão dos recursos hídricos locais devido a urbanização e atividade industrial.

A BAT possui morfologia longilínea e padrão de drenagem dendrítico controlado pelos lineamentos estruturais das rochas que conformam a região. Possui extensão máxima de 148,26 km no sentido Leste-Oeste, orientação predominante das linhas de drenagem, e constitui-se por uma vasta rede de tributários, contabilizando quase uma centena. O PBHAT

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 404 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

(FUSP, 2009) divide a BAT em seis sub-bacias de drenagem, cujos principais corpos hídricos são apresentados na **Figura 9.10-1**. As áreas de influência do empreendimento encontram-se dispostas em duas sub-bacias, sendo elas a Billings – Tamanduateí e a Penha – Pinheiros.

A sub-bacia Penha–Pinheiros coincide com áreas densamente urbanizadas. O PBHAT (FUSP, 2009), comentando o trabalho publicado pelo Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo - IAG/USP, indicava a ocorrência, nesta sub-bacia, de um aumento da temperatura média do ar em 2,1°C num período de 70 anos, além de um aumento de 395 mm na precipitação anual e um decréscimo de 7% na umidade relativa do ar. O PBHAT (FUSP, 2009) atribuiu estas mudanças à intensa atividade antrópica na região, diminuição de áreas vegetadas, expansão horizontal e vertical da área urbana e aumento da poluição do ar.

Na sub-bacia Billings–Tamanduateí encontra-se o reservatório Billings, projetado, inicialmente, para a geração de energia hidrelétrica na UHE Henry Borden, em Cubatão. Para tanto, o reservatório recebia vazões de reversão do rio Pinheiros que, porém, levou à intensa degradação da qualidade das águas do reservatório, utilizado desde a década de 50 para abastecimento público através de captação no Braço Rio Grande. Desde outubro de 1992, a reversão do rio Pinheiros vem atendendo às condições estabelecidas na Resolução Conjunta SMA/SES 03/92, de 04/10/92, atualizada pela Resolução SMA-SSE-02, de 19/02/2010, que só permite o bombeamento das águas do rio Pinheiros para o reservatório Billings para controle de cheias na RMSP. Os compartimentos Pedreira e Rio Grande da Billings possuem uma capacidade de armazenamento útil equivalente de 1.148,7 hm³ (FUSP, 2009).

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 405 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

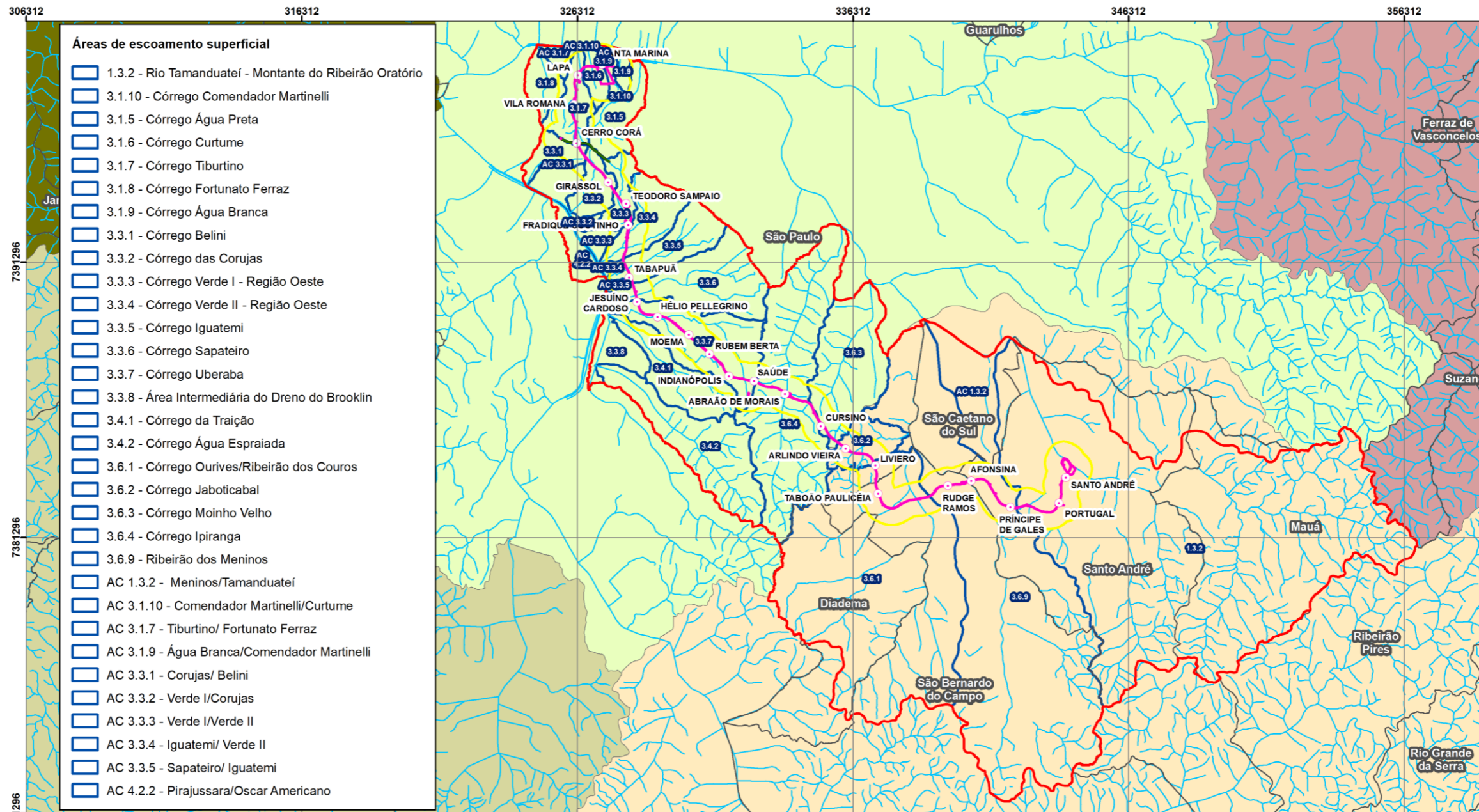
Figura 9.10-1: Sub-regiões hidrográficas da Bacia do Alto Tietê.

Sub-bacia	Área de Drenagem (km ²)	Principais Reservatórios	Principais cursos hídricos
Cabeceiras	1.859,24	Reservatórios Paraitinga, Ponte Nova, Biritiba Mirim, Jundiá, Taiapuêba e Ribeirão do Campo	Rio Tietê, Rio Paraitinga, Rio Claro, Rio Biritiba Mirim, Rio Jundiá, Rio Taiapuêba-Açu, Rio Taiapuêba-Mirim, Ribeirão do Pote, Rio das Pedras, Rio Alegre, Rio Guaió e Rio Baquirivu-Guaçu.
Billings – Tamanduateí	824,08	Reservatório Billings (Represas Rio Grande e Pedreira)	Rio Grande ou Jurubatuba, Rio Pequeno, Ribeirão Pires, Rio Pedra Branca, Ribeirão Taquacetuba, Ribeirão Boreré, Ribeirão Cocaia, Ribeirão Guacuri, Córrego Grota Funda, Córrego Alvarenga, Rio Tamanduateí, Ribeirão do Oratório e Ribeirão dos Meninos.
Cotia – Guarapiranga	858,41	Reservatórios Guarapiranga, Pedro Beicht e da Graça	Rio Embu-Guaçu, Rio Embu Mirim, Rio Parelheiros, Rio Cotia, Rio Capivari e Rio Peixe.
Juqueri – Cantareira	848,71	Reservatórios Paiva Castro e Águas Claras	Rio Juqueri, Ribeirão Santa Inês, Ribeirão Juqueri-Mirim, Ribeirão São Pedro, Córrego Cabuçu, Córrego Votorantim, Rio Pinheiros, Córrego Saboó, Córrego Tocantins, Córrego Guavirutuba, Ribeirão do Benedito Zacarias e Ribeirão Mato Dentro.
Penha – Pinheiros	852,71	-	Rio Tietê, Rios Cabuçu de Cima e Cabuçu de Baixo, Rio Tamanduateí, Rio Aricanduva, Córrego da Mooca, Rio Pinheiros, Ribeirão Pirajussara, Ribeirão Jaguaré.
Pinheiros – Pirapora	531,98	Reservatórios de Pirapora e Edgard de Souza	Rio Tietê, Rio Cotia, Córrego Carapicuíba, Rio Barueri-Mirim e Rio São João do Barueri.
Total	5.775,12	-	-

Fonte: FABHAT, 2018 (apud FABHAT, 2020).

As áreas de influência do empreendimento ainda abrangem 32 áreas de escoamento superficial pertencentes às sub-bacias Penha–Pinheiros e Billings–Tamanduateí, sendo que 22 delas são áreas de escoamento direto ou concentrado, e outras 10 são áreas de contribuição direta de escoamento difuso (AC). Tanto as sub-bacias quanto as 32 áreas de escoamento superficial abrangidas pelas áreas de influência são apresentadas no **Mapa 9.10-1**.

Mapa 9.10-1: Sub-bacias e áreas de escoamento superficial.



LEGENDA

<ul style="list-style-type: none"> ● Estações ADA - Linha 20-Rosa ADA - Prolongamento Linha 2-Verde AID All Limites municipais Cursos d'água 	<p>Sub-bacias</p> <ul style="list-style-type: none"> Billings - Tamanduateí Cabeceiras Cotia - Guarapiranga Penha - Pinheiros Pinheiros - Pirapora
---	--

Convenções Cartográficas

PROJEÇÃO:
UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM
SIRGAS 2000 - 23S

LOCALIZAÇÃO

Sub-bacias e áreas de escoamento superficial

Fonte de dados
Metrô de São Paulo
CBH-AT
PMAPSP

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 407 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

9.10.2 DISPONIBILIDADE, DEMANDA E BALANÇO HÍDRICO

A caracterização da bacia que compõe as áreas de influência quanto à disponibilidade, demanda e balanço hídrico será apresentado a seguir. O presente estudo teve como base o Relatório de Situação dos Recursos Hídricos 2022, Bacia Hidrográfica do Alto Tietê – UGRHI 6, Ano Base 2021, elaborado pela Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (FABHAT).

9.10.2.1 Disponibilidade

Como apresentado em todo ano, a UGRHI 06 apresentou o pior resultado do Estado de São Paulo para o indicador de disponibilidade per capita em relação ao Qmédio. Em 2021, a disponibilidade per capita foi de 125,74 m³/hab.ano, o que representa um valor muito inferior ao valor mínimo estabelecido pela Organização das Nações Unidas (ONU) (> 2.500 m³/hab.ano). A **Figura 9.10-2** apresenta a situação da bacia do Alto Tietê para esse parâmetro e sua classificação de acordo com a Coordenadoria de Recursos Hídricos (CRHI). Vale destacar que esse indicador demonstra a disponibilidade hídrica natural superficial (Qmédio) com relação a população da bacia hidrográfica. Ou seja, não leva em consideração os reservatórios de regularização e as diversas transposições de água existentes na BAT. Por outro lado, vale lembrar que esse parâmetro proporciona a realização de comparações entre as diversas regiões do mundo a partir da representação da disponibilidade hídrica natural superficial e é utilizado tanto pelas Nações Unidas, quanto pela Agência Nacional de Águas (ANA).

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 408 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman <hr/> ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

Figura 9.10-2: Disponibilidade per capita em relação ao Q_{médio} (m³/hab.ano) e valores de referência

Disponibilidade das águas					
Parâmetros	2017	2018	2019	2020	2021
Disponibilidade <i>per capita</i> - Vazão média em relação à população total (m ³ /hab.ano)	● 128,97	● 128,11	● 127,26	● 126,41	● 125,74

Disponibilidade per capita - Q _{médio} em relação à população total	
> 2500 m ³ /hab.ano	Boa
entre 1500 e 2500 m ³ /hab.ano	Atenção
< 1500 m ³ /hab.ano	Crítica

Fonte: FABHAT, 2022.

Para o cálculo desse indicador, utilizou-se o Q_{médio} de 84m³/s obtido através do estudo realizado pelo DAEE denominado “Regionalização Hídrica no Estado de São Paulo”. Como o dado da regionalização é constante, o crescimento populacional influencia na redução da disponibilidade que, para o ano de 2021, representou um incremento de 112.309 habitantes para a bacia.

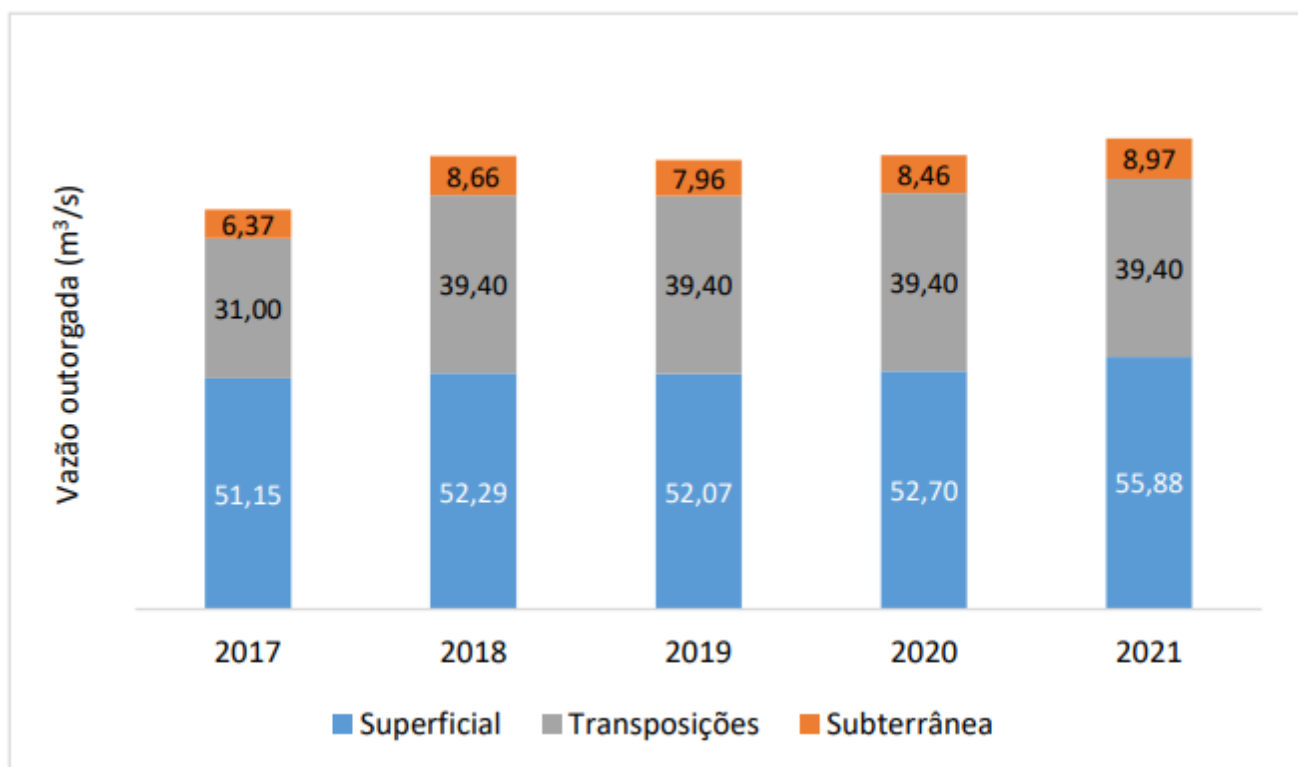
9.10.2.2 Demanda

Quanto a demanda, a **Figura 9.10-3** apresenta as vazões outorgadas no período de 2017 a 2021. Com relação as transposições, foram considerados os 33 m³/s do Sistema Cantareira e 6,4 m³/s do São Lourenço.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 409 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman <hr/> ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-3: Demandas por tipo de captação.



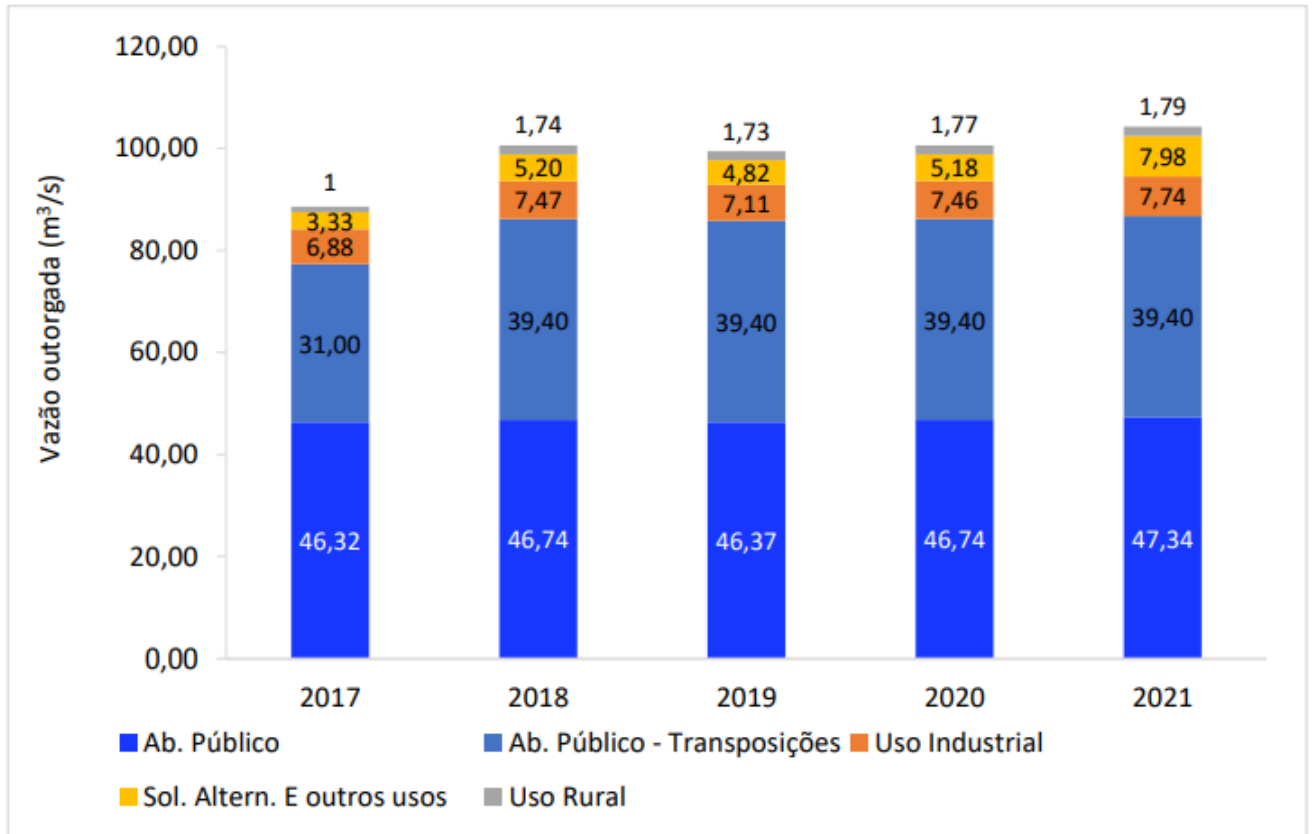
Fonte: FABHAT, 2022.

Ressalta-se que as vazões consideradas foram as disponibilizadas pela CRHI. Entretanto, a BHAT possui outras transposições (a exemplo do CapivariMonos e Guaratuba - oriundas da Baixada Santista) que não foram consideradas pela CRHI e não foram adicionadas pela FABHAT nesse relatório pois, como já mencionado em anos anteriores, demandam alinhamentos metodológicos junto a Coordenadoria e demais UGRHIs envolvidas. Na **Figura 9.10-4**, são apresentadas as demandas nos últimos 5 anos para os usos outorgados na BHAT. Já na **Figura 9.10-5**, é apresentado a evolução das outorgas de captação na bacia do Alto Tietê.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 410 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-4: Demandas por finalidade de uso.

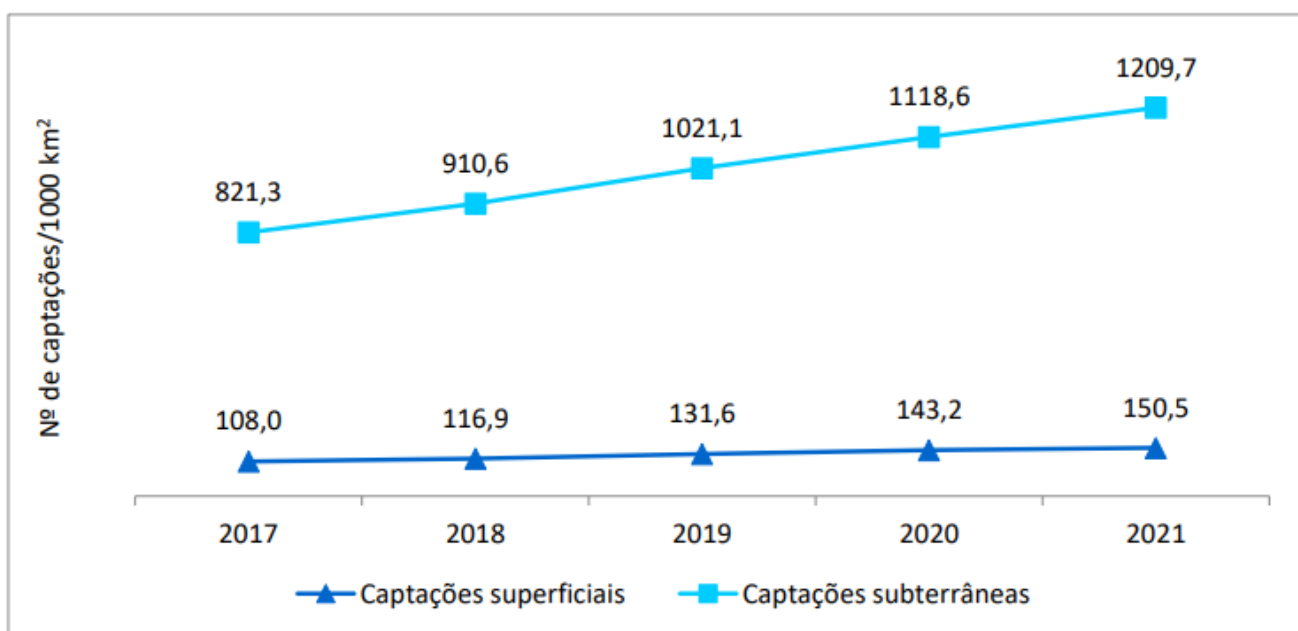


Fonte: FABHAT, 2022.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 411 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman <hr/> ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-5: Evolução das outorgas de captação na UGRHI 6.



Fonte: FABHAT, 2022.

Em 2021, o cadastro de outorgas apresentou 6.986 captações subterrâneas, explorando cerca de 8,97 m³/s. Já para água superficial, constam 869 captações explorando aproximadamente 55,88 m³/s.

9.10.2.3 Balanço Hídrico

Os indicadores mínimos estabelecidos pela CRHI para o balanço hídrico da UGRHI estão apresentados na **Figura 9.10-6**, para o período 2017 a 2021. De acordo com os valores de referência, especialmente quanto ao balanço hídrico superficial, mostram que a situação é crítica para todo o período.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 412 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

Figura 9.10-6: Síntese das informações de balanço hídrico e valores de referência.

Parâmetros	Balanço				
	2017	2018	2019	2020	2021
Vazão outorgada total em relação à vazão média (%)	68,5	72,6	71,5	72,8	77,2
Vazão outorgada total em relação à Q _{95%} (%)	185,5	196,6	193,6	197,3	209,2
Vazão outorgada superficial em relação à vazão mínima superficial (Q _{7,10}) (%)	255,8	261,5	260,4	263,5	279,4
Vazão outorgada subterrânea em relação às reservas explotáveis (%)	57,9	78,7	72,3	77,0	81,5

Vazão outorgada total em relação à vazão média (%)	Classificação
≤ 2,5%	
> 2,5 % e ≤ 15%	
> 15 % e ≤ 25%	
> 25% e ≤ 50%	
> 50%	

- Vazão outorgada total em relação à Q _{95%} (%) - Vazão outorgada superficial em relação à vazão mínima superficial (Q _{7,10}) (%) - Demanda subterrânea em relação às reservas explotáveis (%)	Classificação
≤ 5%	
> 5 % e ≤ 30%	
> 30 % e ≤ 50%	
> 50 % e ≤ 100%	
> 100%	

Fonte: FABHAT, 2022.

O cálculo do balanço hídrico é a relação entre a demanda total (superficial e subterrânea) e a disponibilidade (Q_{7,10}, Q₉₅ e Q_{médio}). Em 2017, houve uma alteração metodológica relacionada principalmente com a padronização das finalidades de uso. Já em 2019, a partir de uma alteração na metodologia, passou se a considerar como demanda para os dados de 2018, além das outorgas inseridas na bacia, as vazões transpostas de outras UGRHIs (Cantareira e São Lourenço).

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 413 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

9.10.3 QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

A caracterização da bacia, sub-bacia e das áreas de influência quanto à qualidade das águas superficiais será apresentado a seguir. O presente estudo teve como base o Relatório de Situação dos Recursos Hídricos 2022, Bacia Hidrográfica do Alto Tietê – UGRHI 6, Ano Base 2021, elaborado pela Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (FABHAT) e o Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo – 2021 (CETESB, 2022d).

Como a CRHI disponibiliza apenas a média anual dos indicadores, não foi possível avaliar a influência da sazonalidade (período seco e chuvoso) na qualidade das águas em 2021. Ao contrário do que ocorreu em 2020, onde o monitoramento foi comprometido por conta do início da pandemia de COVID-19, em 2021 a CETESB conseguiu realizar um número maior de campanhas de amostragem. Com isso, os dados de monitoramento disponibilizados passaram de 67 pontos, em 2020, para 101 pontos em 2021.

Para a avaliação da qualidade das águas superficiais, foram utilizados os seguintes parâmetros: Índice de Qualidade das Águas (IQA) e Índice de Qualidade de Água Bruta para fins de Abastecimento Público (IAP).

9.10.3.1 Índice de Qualidade das Águas (IQA)

Para o cálculo do IQA, são consideradas variáveis de qualidade que indicam, principalmente, a presença de efluentes sanitários, embora também de outros tipos de cargas difusas no corpo de água, fornecendo uma visão geral sobre as condições de qualidade das águas superficiais. Este índice, calculado em todos os pontos da Rede Básica, também pode indicar alguma contribuição de efluentes industriais, desde que sejam de natureza orgânica biodegradável.

Em 2021, foram considerados 101 pontos para a obtenção do IQA na UGRHI 6. A partir da média anual desses pontos, foi possível observar que mais de 60% dos pontos tiveram sua qualidade classificada como “ruim” ou “péssima” e 29% classificadas como “Ótima” e “Boa”

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 414 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman <hr/> ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

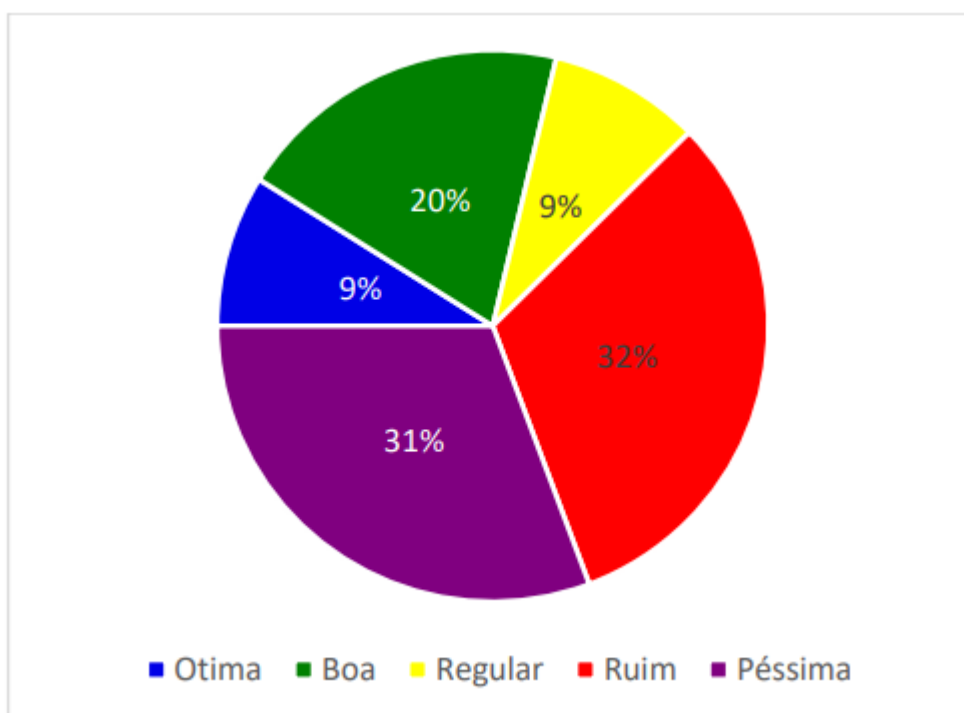
(Figura 9.10-7 e Figura 9.10-8). Já a Figura 9.10-9 apresenta o IQA das sub-bacias interceptadas pelo empreendimento, nos anos de 2017 a 2021.

Figura 9.10-7: Valores de referência do IQA.

Categoria	Ponderação
ÓTIMA	$79 < IQA \leq 100$
BOA	$51 < IQA \leq 79$
REGULAR	$36 < IQA \leq 51$
RUIM	$19 < IQA \leq 36$
PÉSSIMA	$IQA \leq 19$

Fonte: CETESB, 2022e.

Figura 9.10-8: Distribuição porcentual das categorias do IQA em 2021 na UGRHI 6.

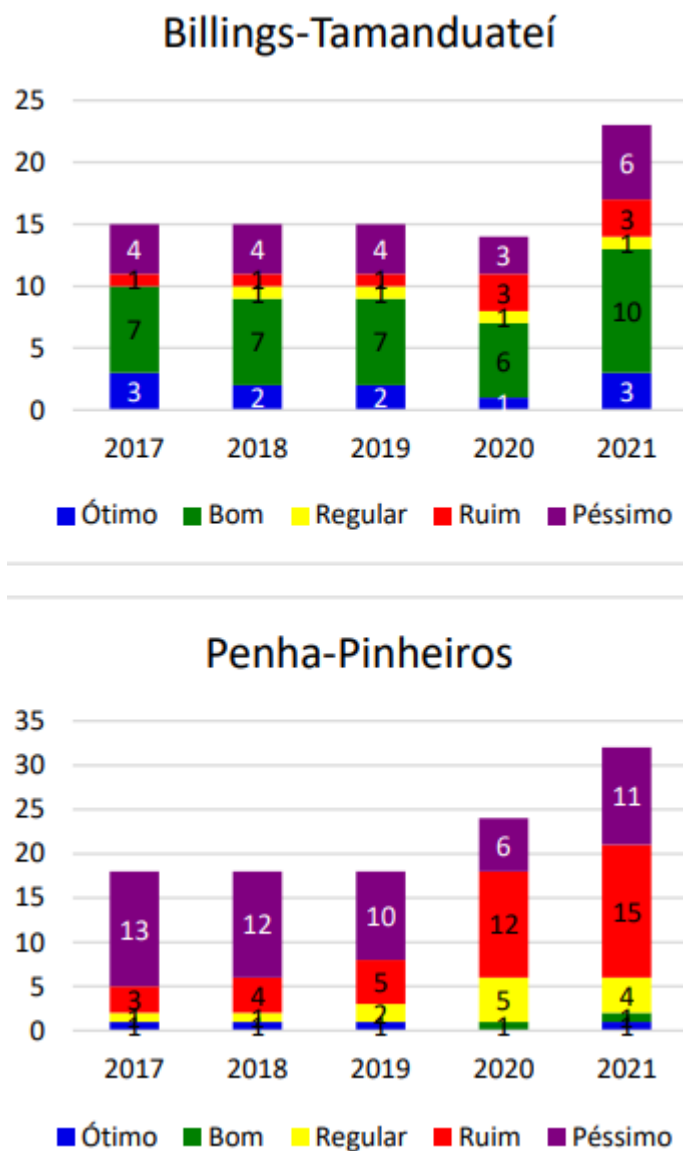


Fonte: FABHAT, 2022.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 415 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-9: IQA das sub-bacias interceptadas pelo empreendimento, de 2017 a 2021.



Fonte: FABHAT, 2022.

Para uma análise local, elegeram-se os pontos de monitoramento existentes dentro das áreas de influência do empreendimento. Assim, pela localização e disponibilidade de dados foram escolhidos nove pontos. O corpo hídrico no qual o monitoramento é realizado e os valores de

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 416 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

IQA, de 2016 a 2021, estão expostos na **Tabela 9.10-1**. A posição do ponto em relação às áreas de influência é apresentada no **Mapa 9.10-2**.

Tabela 9.10-1: Corpo hídrico e valores de IQA, de 2016 a 2021.

Corpo hídrico	Ponto	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Córrego Águas Espriadas	SPRA 04850	20	18	19	19	22	24
Córrego da Traição	TRAI 04800	-	-	-	-	34	29
Córrego das Corujas	KUJA 04350	-	-	-	-	47	37
Córrego do Ipiranga	IPIR 04900	30	29	31	37	40	33
Córrego Parque do Cordeiro	CORD 04950	-	-	-	12	16	22
Ribeirão dos Couros	CORU 04950	16	16	13	14	16	15
Ribeirão dos Meninos	NINO 04900	17	19	17	17	28	23
Rio Tamandateí	TAMT 04250	15	15	15	16	-	16
Rio Tamandateí	TAMT 04500	14	16	14	19	-	19

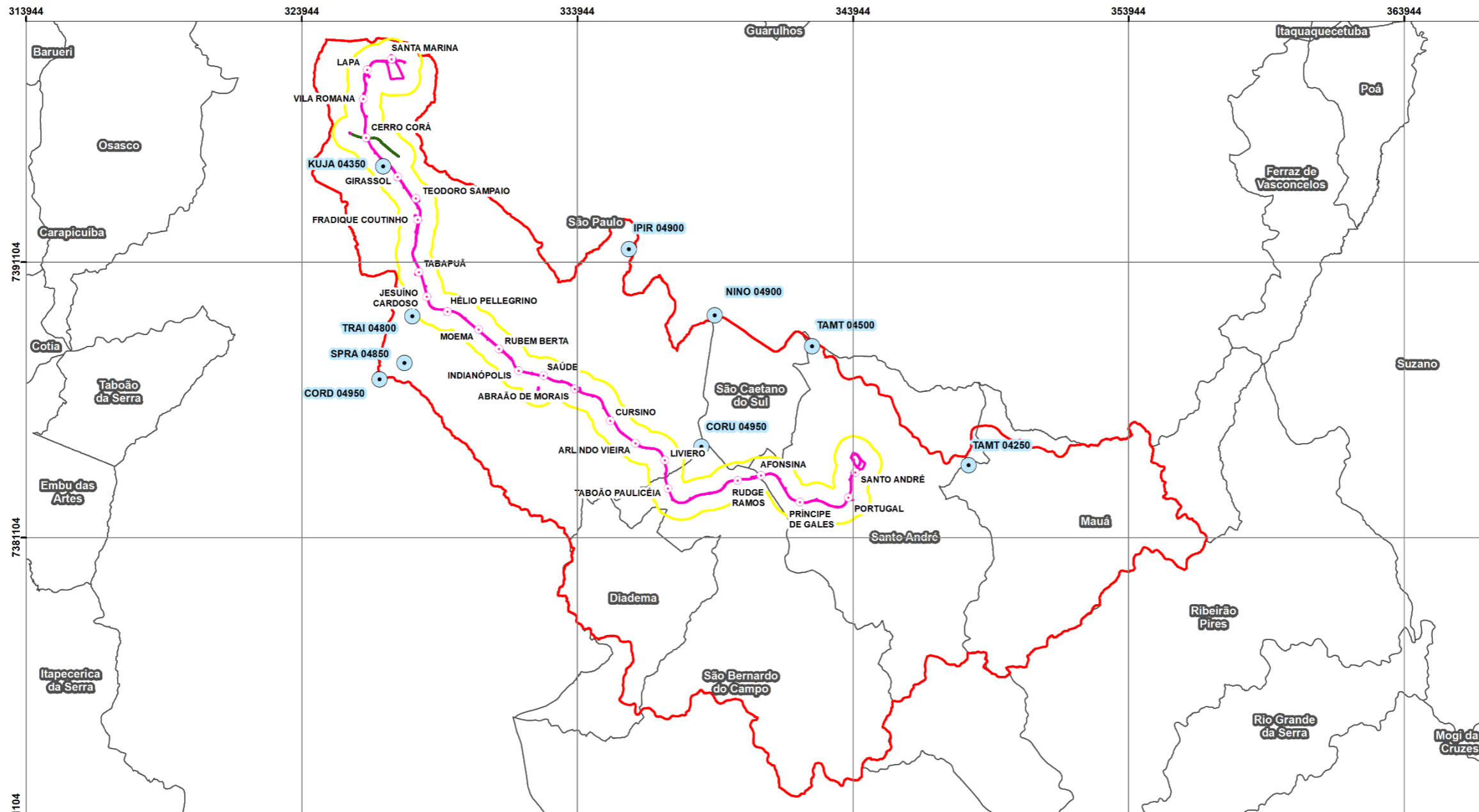
Como é possível observar, em 2021, dos nove pontos de monitoramento, dois apresentaram índice de qualidade das águas péssimo, sendo eles o CORU 04950 no Ribeirão dos Couros, e o TAMT 04250 no Rio Tamandateí. Outros seis pontos apresentaram índice de qualidade das águas ruim, enquanto apenas um apresentou índice regular, sendo ele o KUJA 04350 no Córrego das Corujas.

Ao mesmo tempo, não é possível estabelecer um padrão para todos os locais. Enquanto alguns apresentam tendência de melhora no índice de 2016 a 2021, como os locais de amostragem no Rio Tamandateí ou no Córrego das Espriadas, em um recorte menor é possível ver uma piora no índice em determinados pontos, como de 2020 a 2021 no Córrego da Traição, no Córrego das Corujas, no Córrego do Ipiranga e no Ribeirão dos Meninos.

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

CÓDIGO	REVISÃO
RT-20.EA.00.00/8LP-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
20/03/2023	417 de 1815

Mapa 9.10-2: Estações de monitoramento de qualidade de águas interiores – CETESB.

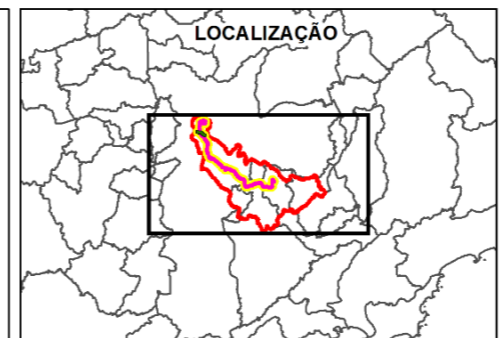


LEGENDA

- Estações CETESB
- Estações
- ADA - Linha 20-Rosa
- ADA - Prolongamento Linha 2-Verde
- AID
- AII
- Limites municipais

Convenções Cartográficas

PROJEÇÃO:
UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM
SIRGAS 2000 - 23S



Estações de Monitoramento de Qualidade das Águas Interiores - CETESB

Fonte de dados
Metrô de São Paulo
CETESB

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 418 de 1815

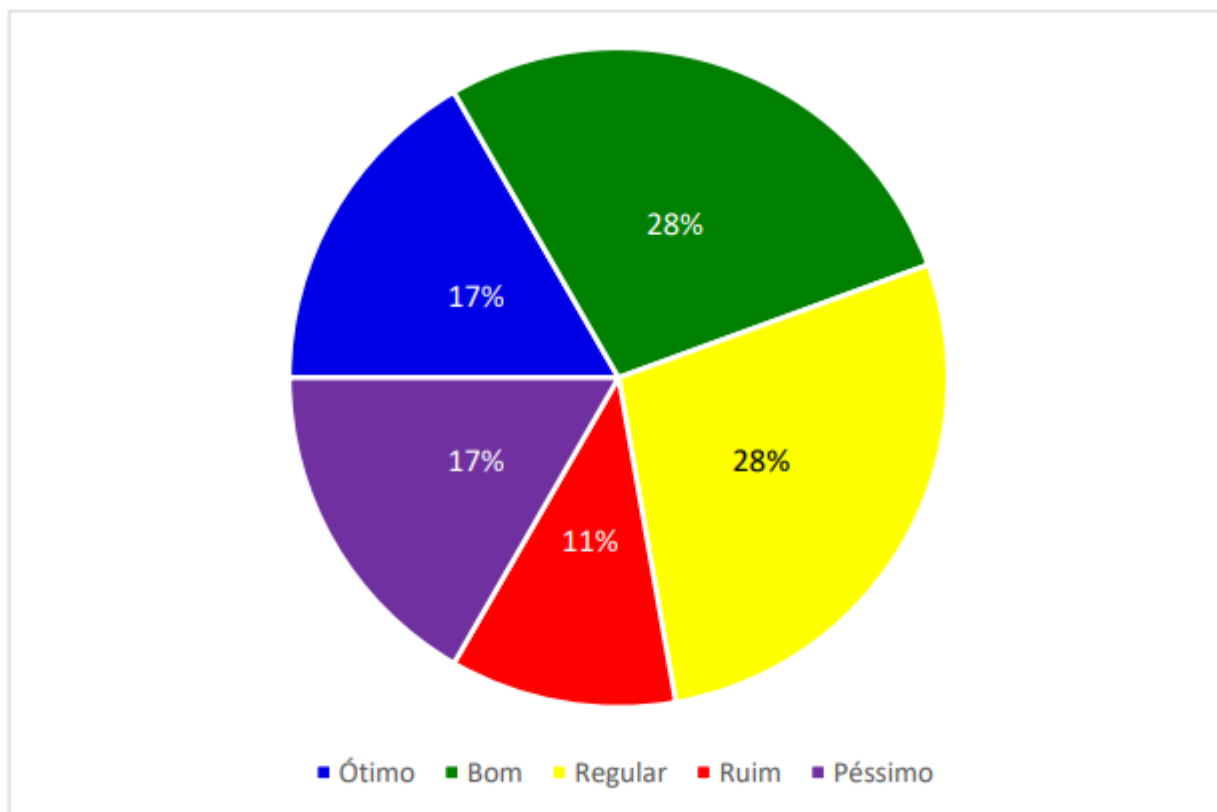
EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman <hr/> ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

9.10.3.2 Índice de Qualidade de Água Bruta para fins de Abastecimento Público (IAP)

O IAP é o índice utilizado pela CETESB para indicar as condições de qualidade das águas para fins de abastecimento público. Além das variáveis consideradas no IQA, são avaliadas as substâncias tóxicas e as variáveis que afetam a qualidade organoléptica da água. O IAP é calculado apenas nos pontos coincidentes com as captações utilizadas para abastecimento público ou em locais de transposição de águas para outros reservatórios que são utilizados para abastecimento.

Para obtenção do IAP na UGRHI 6, em 2021 foram monitorados 18 pontos pela CETESB. A partir dos dados disponibilizados, é possível observar que aproximadamente 28% dos pontos foram classificados com qualidades “ruim” e “péssima” (**Figura 9.10-10 e Figura 9.10-11**).

Figura 9.10-10: IAP em 2021.



Fonte: FABHAT, 2022.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 419 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman <hr/> ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-11: IAP Ótima 79 < IAP ≤ 100, Boa 51 < IAP ≤ 79.

Ótima	79 < IAP ≤ 100
Boa	51 < IAP ≤ 79
Regular	36 < IAP ≤ 51
Ruim	19 < IAP ≤ 36
Péssima	IAP ≤ 19

Fonte: FABHAT, 2022.

Ao analisar os resultados dos últimos anos, foi possível observar uma melhora expressiva no ponto localizado à 800 m da Estação de Tratamento de Água (ETA) da SABESP, em Biritiba-Mirim (TIET02050). Ao mesmo tempo, nos últimos anos também foi observada uma degradação no rio Guaió, onde o IAP foi de qualidade classificada como “Regular” para “Péssima” nos últimos anos (**Figura 9.10-12**).

Figura 9.10-12: Médias anuais do IAP de 2017 a 2021 na UGRHI 6.

Sub-bacia	Código do ponto	Corpo d'água	Captação/ Transposição	2017	2018	2019	2020	2021
Cabeceiras	BMIR02800	Rio Biritiba-Mirim	Transposição	sd	sd	sd	sd	43
	GUAO02600	Rio Guaió	Transposição	50	42	25	sd	12
	JNDI00500	Reservatório do Rio Jundiá	Captação	23	51	42	sd	48
	PEBA00900	Reservatório Taiaçupeba	Captação	56	45	55	47	48
	TAIM00800	Rio Taiaçupeba-Mirim	-	sd	38	sd	sd	sd
	TGDE00900	Reservatório de Tanque Grande	Captação	66	65	61	sd	65
	TIET02050	Rio Tietê	Captação	40	48	27	sd	76
	TIET02090	Rio Tietê	Captação	7	20	9	35	45
Billings-Tamanduatei	BIRP00500	Braço do Rio Pequeno	Transposição	48	53	49	sd	54
	BITQ00100	Braço do Taquacetuba	Transposição	31	22	27	29	10
	RGDE02030	Reservatório do Rio Grande	Transposição	26	21	7	7	15
	RGDE02900	Reservatório do Rio Grande	Captação	61	65	59	74	80
Cotia- Guarapiranga	TIVA02700	Ribeirão da Estiva	Captação	sd	sd	sd	sd	33
	COGR00900	Reservatório das Graças	Captação	49	34	36	sd	45
	GUAR00900	Reservatório do Guarapiranga	Captação	45	26	10	33	26
Juqueri- Cantareira	ACLA00500	Reservatório Águas Claras	Captação	81	81	79	sd	86
	CRIS03400	Ribeirão dos Cristais	Captação	53	56	52	sd	57
	JQUU00900	Res. Juqueri ou Paiva Castro	Captação	72	68	74	sd	78
Penha- Pinheiros	RCAB00900	Res. do Cabuçu	Captação	81	72	81	sd	82
Pinheiros- Pirapora	COTI03900	Rio Cotia	Captação	10	26	sd	sd	sd

Fonte: FABHAT, 2022.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 420 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

Para o Índice de Qualidade de Água Bruta para fins de Abastecimento Público não foi possível realizar uma análise local, pois nenhuma das estações inseridas nas áreas de influência do empreendimento realiza o monitoramento necessário para avaliar tal parâmetro.

9.10.4 ENQUADRAMENTO DOS CORPOS HÍDRICOS

O enquadramento dos corpos hídricos é um instrumento de gestão das Políticas de Recursos Hídricos. Consiste na classificação de trechos de rios de acordo com seus usos pretendidos (preservação, recreação de contato primário, abastecimento público, irrigação, dentre outros), definindo-se, para tanto, uma meta de qualidade a ser alcançada ou mantida. Por esta razão, o enquadramento vai além de uma simples classificação, representando um importante instrumento de planejamento ao considerar: (i) a condição atual do corpo d'água; (ii) os usos atuais e os usos desejados pela sociedade para o corpo hídrico; e, (iii) uma visão realista acerca da possibilidade de atingir uma qualidade condizente com os usos pretendidos, considerando as limitações técnicas e econômicas.

Na Bacia do Alto Tietê, o enquadramento foi definido pelo Decreto Estadual nº 10.755/1977, de acordo com os usos pretendidos à época. Devido às intensas alterações ocorridas neste período de um pouco mais de 40 anos, tanto no que diz respeito aos usos da água quanto aos usos do solo, expansão urbana e pressões ambientais, o enquadramento vigente já não condiz com a condição atual de utilização dos corpos hídricos da bacia, devendo ser revisto, sendo um dos grandes desafios para o Comitê Alto Tietê, tendo em vista que cabe aos Comitês de Bacias aprovar a proposta de enquadramento dos corpos hídricos, conforme estabelece o artigo 26, inciso III, da Lei nº 7.663/1991.

O Artigo 7º do Decreto Estadual nº 8.468, de 8 de setembro de 1976, estabelece que as águas interiores situadas no território do Estado de São Paulo serão classificadas segundo os seguintes usos preponderantes:

- Classe 1 — águas destinadas ao abastecimento doméstico, sem tratamento prévio ou com simples desinfecção;

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 421 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

- Classe 2 — águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas e à recreação de contato primário (natação, esqui-aquático e mergulho);
- Classe 3 — águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à preservação de peixes em geral e de outros elementos da fauna e da flora e à 4 dessedentação de animais;
- Classe 4 — águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento avançado, ou à navegação, à harmonia paisagística, ao abastecimento industrial, à irrigação e a usos menos exigentes.

Conforme indica o **Mapa 9.10-3**, praticamente todos os corpos d'água da AII e da AID são classificados como classe 4, com exceção ao Ribeirão Guarará e seus afluentes no município de Santo André, que são de classe 3 e são restritos à AII do empreendimento. Como os trechos "Sem Classe" se encontram todos em área urbana e próximos aos trechos de classe 4, espera-se que a classificação para eles seja a mesma dos trechos ao entorno, ou seja, classe 4.

Observa-se, portanto, que os corpos hídricos inseridos na AID são águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento avançado, ou à navegação, à harmonia paisagística, ao abastecimento industrial, à irrigação e a usos menos exigentes. Este enquadramento é condizente com o uso e ocupação do solo no entorno dos corpos d'água, com intensa urbanização e despejos contínuos de efluentes domésticos e industriais sem a coleta e tratamento adequados.

A relação de todos os cursos d'água inseridos na AID do empreendimento, seu enquadramento e o tipo de leito estão expostos na **Tabela 9.10-2**. As figuras em seguida mostram alguns dos cursos d'água encontrados nas áreas de influência do empreendimento.

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 422 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman <hr/> ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

Tabela 9.10-2: Cursos d'água inseridos na AID.

Nome do curso	Tipo de leito	Classe
Afluente Do Córrego Carapetuba	Canalizado em Tubulação/Galeria	4
Afluente Do Córrego Tabuão	Canalizado a céu aberto	4
Córrego Água Branca	Canalizado a céu aberto	4
	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Córrego Água Vermelha	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Córrego Barroca	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Córrego Belini	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Córrego Cacareco	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Córrego Carapetuba	Canalizado em Tubulação/Galeria	4
Córrego Comendador Martinelli	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Córrego Curtume	Canalizado em Tubulação/Galeria	4
Córrego das Corujas	Canalizado a céu aberto	Sem classe
	Canalizado em Tubulação/Galeria	
Córrego do Cemitério/Carapetuba	Canalizado a céu aberto	4
	Canalizado em Tubulação/Galeria	
Córrego do Sapateiro	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Córrego do Tabuão	Canalizado a céu aberto	4
Córrego Iguatemi	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Córrego Ipiranga	Canalizado a céu aberto	4
	Canalizado em Tubulação/Galeria	
Córrego Jaboticabal	Canalizado a céu aberto	4
	Canalizado em Tubulação/Galeria	
Córrego Menezes	Canalizado a céu aberto	4
	Canalizado em Tubulação/Galeria	
Córrego Moinho Velho	Canalizado a céu aberto	4
	Canalizado em Tubulação/Galeria	
Córrego Ourives	Canalizado a céu aberto	4

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 423 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

Nome do curso	Tipo de leito	Classe
		Sem classe
Córrego Paraguai	Canalizado em Tubulação/Galeria	4
Córrego Pirarungaua	Curso natural	4
Córrego Tiburtino	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Córrego Uberaba	Canalizado em Tubulação/Galeria	4
Córrego Uberabinha	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Córrego Verde I	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Córrego Verde II	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Ribeirão dos Couros	Canalizado a céu aberto	4
Ribeirão dos Meninos	Canalizado a céu aberto	4
Rio Tamandateí	Canalizado a céu aberto	4
Rio Tietê	Canalizado a céu aberto	Sem classe
Sem Nome 1	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Sem Nome 2	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Sem Nome 3	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Sem Nome 4	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Sem Nome 5	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Sem Nome 6	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Sem Nome 7	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Sem Nome 8	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Sem Nome 9	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Sem Nome 10	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Sem Nome 11	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Sem Nome 12	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Sem Nome 13	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Sem Nome 14	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Sem Nome 15	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Sem Nome 16	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 424 de 1815

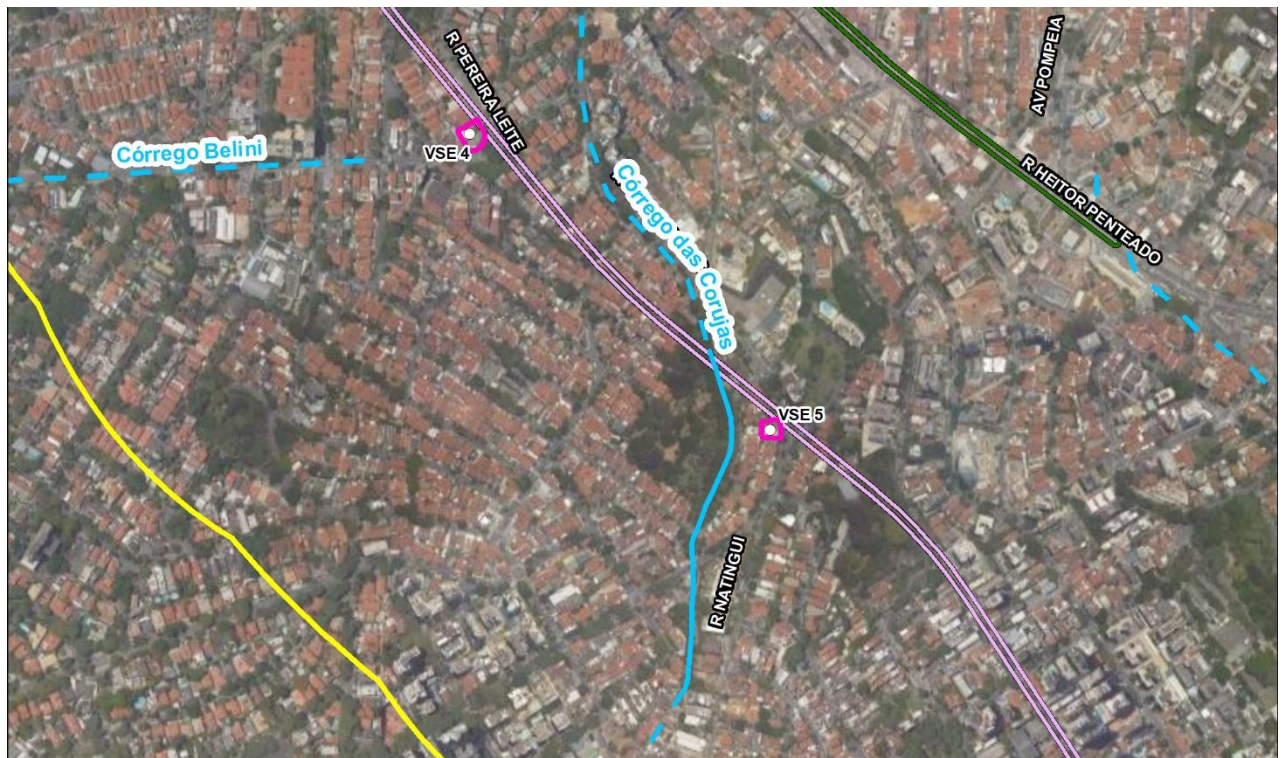
EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

Nome do curso	Tipo de leito	Classe
Sem Nome 17	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Sem Nome 18	Canalizado em Tubulação/Galeria	4
Sem Nome 19	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Sem Nome 20	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Sem Nome 21	Canalizado em Tubulação/Galeria	4
Sem Nome 22	Canalizado em Tubulação/Galeria	4
Sem Nome 23	Canalizado em Tubulação/Galeria	4
Sem Nome 24	Canalizado em Tubulação/Galeria	4
Sem Nome 25	Canalizado em Tubulação/Galeria	4
Sem Nome 26	Canalizado em Tubulação/Galeria	4
Sem Nome 27	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Sem Nome 28	Canalizado em Tubulação/Galeria	4
Sem Nome 29	Canalizado em Tubulação/Galeria	4
Sem Nome 30	Canalizado a céu aberto	4
Sem Nome 31	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Sem Nome 32	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe
Sem Nome 33	Canalizado em Tubulação/Galeria	4

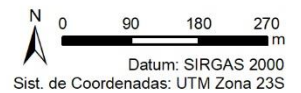
CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 425 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman <hr/> ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-13: Córrego das Corujas, em 19/09/2022, e mapa de localização.



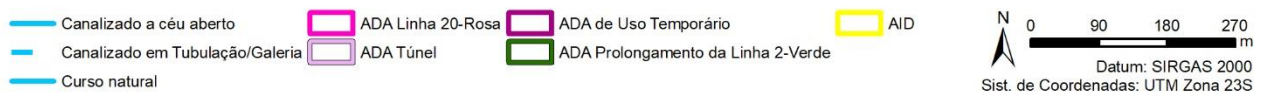
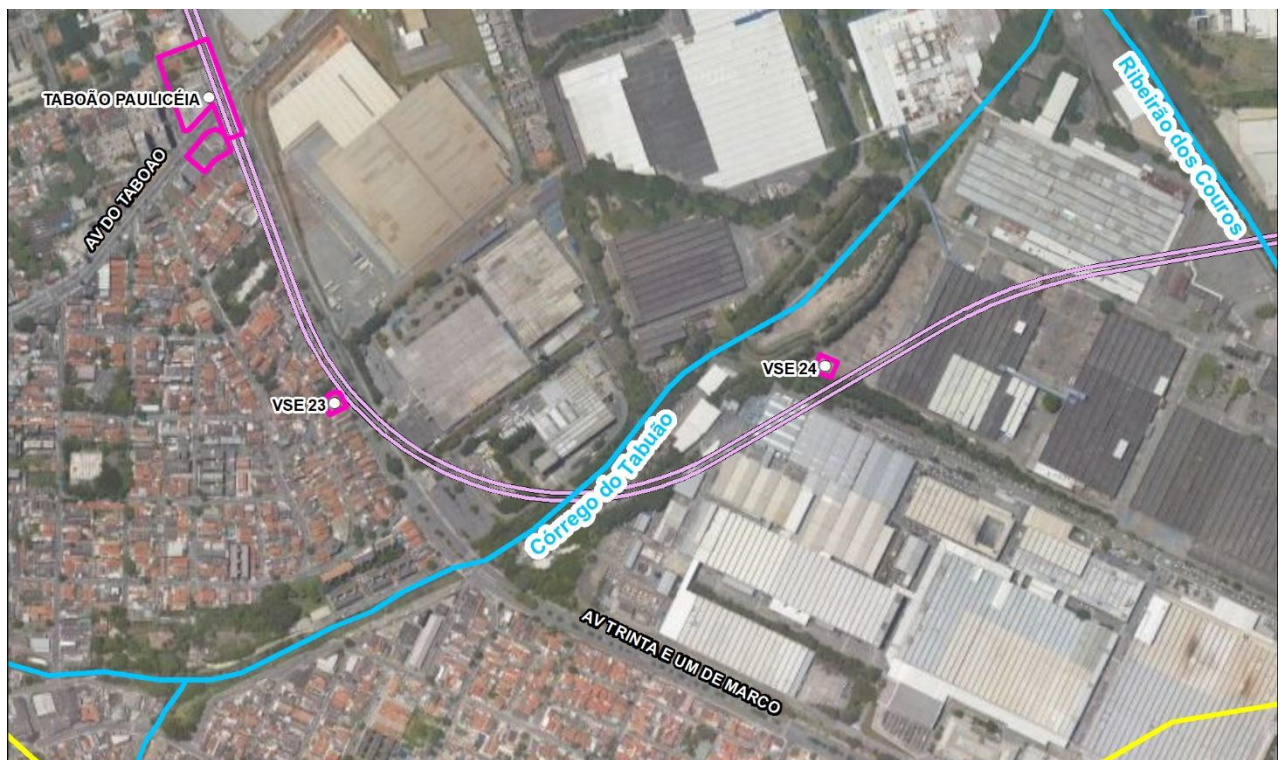
- Canalizado a céu aberto
- Canalizado em Tubulação/Galeria
- Curso natural
- ADA Linha 20-Rosa
- ADA Túnel
- ADA de Uso Temporário
- ADA Prolongamento da Linha 2-Verde
- AID



CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 426 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

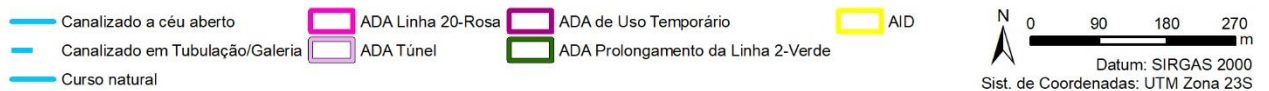
Figura 9.10-14: Córrego do Tabuão, em 19/09/2022, e mapa de localização.



CÓDIGO	REVISÃO
RT-20.EA.00.00/8LP-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
20/03/2023	427 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
<p>CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC</p>	<p>Fernando Facciola Kertzman</p>
	ANÁLISE TÉCNICA
	Victor Bassetti Martinho

Figura 9.10-15: Córrego Ipiranga, em 19/09/2022, e mapa de localização.



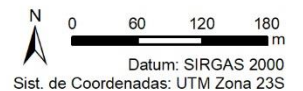
CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 428 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman <hr/> ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-16: Córrego dos Ourives, em 19/09/2022, e mapa de localização.



- Canalizado a céu aberto
- Canalizado em Tubulação/Galeria
- Curso natural
- ADA Linha 20-Rosa
- ADA Túnel
- ADA Prolongamento da Linha 2-Verde
- ADA de Uso Temporário
- AID



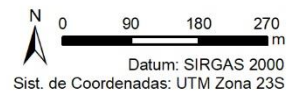
CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 429 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-17: Ribeirão dos Couros, em 19/09/2022, e mapa de localização.



- Canalizado a céu aberto
- Canalizado em Tubulação/Galeria
- Curso natural
- ADA Linha 20-Rosa
- ADA Túnel
- ADA de Uso Temporário
- ADA Prolongamento da Linha 2-Verde
- AID



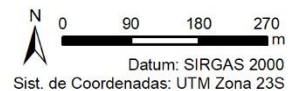
CÓDIGO	REVISÃO
RT-20.EA.00.00/8LP-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
20/03/2023	430 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-18: Ribeirão dos Meninos, em 19/09/2022, e mapa de localização.



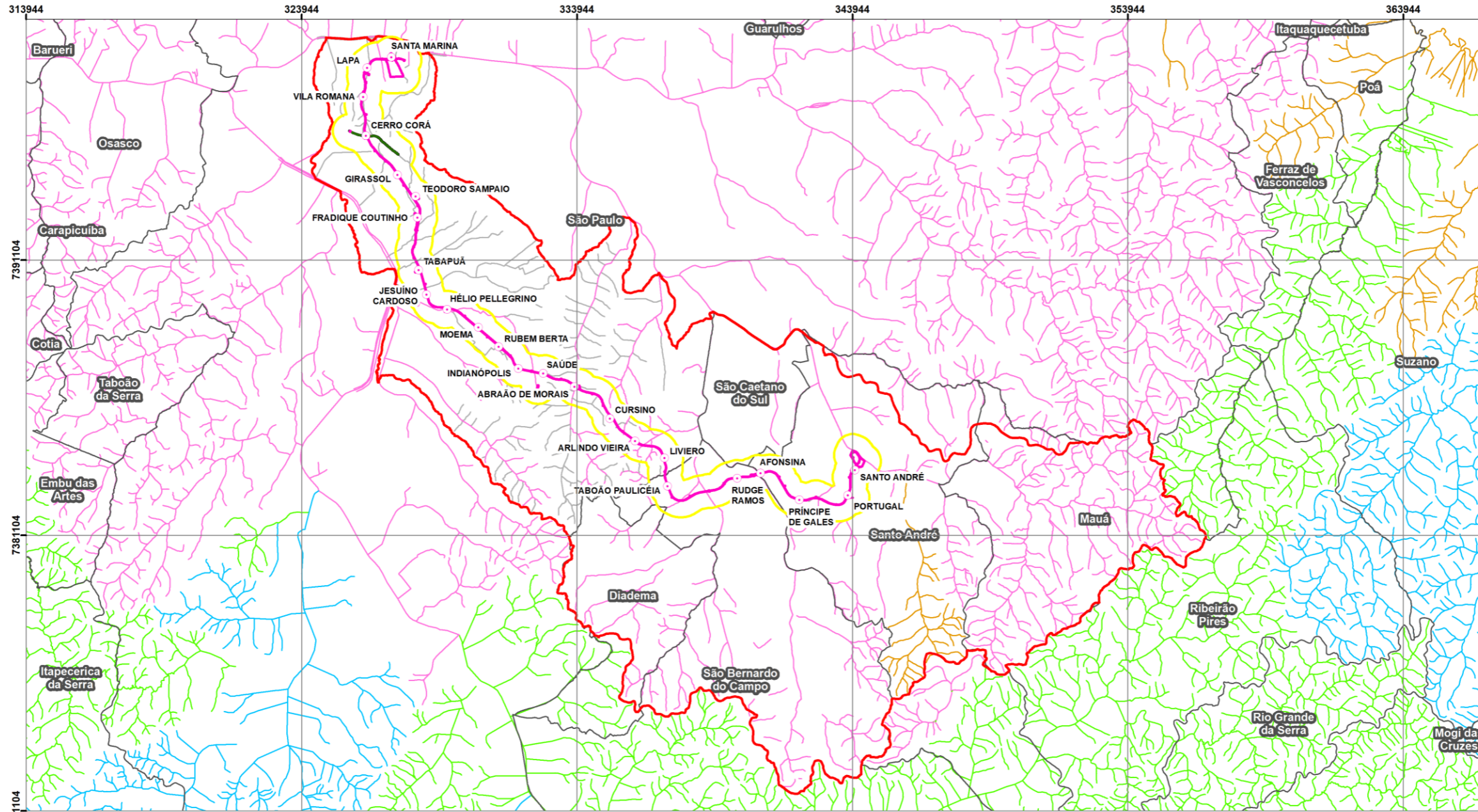
- Canalizado a céu aberto
- Canalizado em Tubulação/Galeria
- Curso natural
- ADA Linha 20-Rosa
- ADA Túnel
- ADA de Uso Temporário
- ADA Prolongamento da Linha 2-Verde
- AID



EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

CÓDIGO	REVISÃO
RT-20.EA.00.00/8LP-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
20/03/2023	431 de 1815

Mapa 9.10-3: Enquadramento dos corpos hídricos.



LEGENDA	
○ Estações	Classes
◻ ADA - Linha 20-Rosa	1
◻ ADA - Prolongamento Linha 2-Verde	2
◻ AID	3
◻ AII	4
◻ Limites municipais	Sem classe

Convenções Cartográficas

PROJEÇÃO:
UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM
SIRGAS 2000 - 23S



Enquadramento dos Corpos Hídricos

Fonte de dados
Metrô de São Paulo
CETESB

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 432 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

9.10.5 INTERFERÊNCIAS PREVISTAS

O tipo de interferência é definido de acordo com a existência ou não de escavação e/ou unidade construtiva (estação/VSE) no ponto de interferência. É importante mencionar que tais interferências podem ser revistas de acordo com a evolução do detalhamento dos projetos e com a confirmação da localização exata dos cursos d'água, pois as informações daqueles tamponados foram obtidas por meio de dados secundários. A **Tabela 9.10-3** expõe as interferências que ocorrerão nos cursos d'água com a implantação do empreendimento. O enquadramento destes corpos hídricos, a classificação quanto ao tipo de leito (canalizado, tamponado, retificado e/ou canal a céu aberto), além das coordenadas e do município onde ocorre a interferência, também são apresentados.

Tabela 9.10-3: Cursos d'água que interceptam ADA.

N	Interferência	Nome	Situacao	Classe	UTM Sirgas 2000 23S		Município
					Latitude	Longitude	
1	Interferência direta	Córrego Comendador Martinelli	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe	7398402	327348	São Paulo
2	Interferência direta	Córrego Curtume	Canalizado em Tubulação/Galeria	4	7398380	326842	São Paulo
3	Travessia subterrânea	Córrego Curtume	Canalizado em Tubulação/Galeria	4	7398397	326838	São Paulo
4	Travessia subterrânea	Córrego Tibertino	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe	7398199	326409	São Paulo
5	Interferência direta	Córrego Tibertino	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe	7398161	326406	São Paulo
6	Travessia subterrânea	Córrego Tibertino	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe	7397567	326256	São Paulo
7	Interferência direta	Córrego Tibertino	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe	7397229	326229	São Paulo
8	Interferência direta	Sem Nome 1	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe	7397229	326197	São Paulo

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 433 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)     CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

N	Interferência	Nome	Situacao	Classe	UTM Sirgas 2000 23S		Município
					Latitude	Longitude	
9	Interferência direta	Córrego Tiburtino	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe	7396986	326206	São Paulo
10	Travessia subterrânea	Sem Nome 4	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe	7396432	326219	São Paulo
11	Travessia subterrânea	Sem Nome 8	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe	7396136	326266	São Paulo
12	Travessia subterrânea	Córrego das Corujas	Canalizado a céu aberto	Sem classe	7394778	326924	São Paulo
13	Travessia subterrânea	Córrego Verde I	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe	7393671	327789	São Paulo
14	Travessia subterrânea	Córrego Verde II	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe	7392320	328144	São Paulo
15	Travessia subterrânea	Córrego Verde II	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe	7392232	328110	São Paulo
16	Travessia subterrânea	Sem Nome 12	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe	7391824	328086	São Paulo
17	Travessia subterrânea	Córrego Iguatemi	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe	7391034	328119	São Paulo
18	Travessia subterrânea	Córrego do Sapateiro	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe	7390088	328433	São Paulo
19	Travessia subterrânea	Córrego Uberaba	Canalizado em Tubulação/Galeria	4	7389270	329547	São Paulo
20	Travessia subterrânea	Córrego Paraguai	Canalizado em Tubulação/Galeria	4	7387042	332372	São Paulo
21	Travessia subterrânea	Córrego Ipiranga	Canalizado a céu aberto	4	7386530	333888	São Paulo
22	Interferência direta	Sem Nome 16	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe	7386530	334020	São Paulo
23	Travessia subterrânea	Sem Nome 19	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe	7385080	335404	São Paulo

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 434 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

N	Interferência	Nome	Situacao	Classe	UTM Sirgas 2000 23S		Município
					Latitude	Longitude	
24	Travessia subterrânea	Córrego Moinho Velho	Canalizado em Tubulação/Galeria	4	7384844	335638	São Paulo
25	Travessia subterrânea	Sem Nome 21	Canalizado em Tubulação/Galeria	4	7384609	335960	São Paulo
26	Interferência direta	Sem Nome 21	Canalizado em Tubulação/Galeria	4	7384499	336129	São Paulo
27	Travessia subterrânea	Córrego Jaboticabal	Canalizado a céu aberto	4	7384375	336335	São Paulo
28	Travessia subterrânea	Sem Nome 26	Canalizado em Tubulação/Galeria	4	7384344	336655	São Bernardo do Campo
29	Travessia subterrânea	Córrego Ourives	Canalizado a céu aberto	4	7383292	337132	São Bernardo do Campo
30	Travessia subterrânea	Córrego do Tabuão	Canalizado a céu aberto	4	7382365	337708	São Bernardo do Campo
31	Travessia subterrânea	Ribeirão dos Couros	Canalizado a céu aberto	4	7382702	338621	São Bernardo do Campo
32	Travessia subterrânea	Ribeirão dos Meninos	Canalizado a céu aberto	4	7383333	340548	São Bernardo do Campo
33	Travessia subterrânea	Ribeirão dos Meninos	Canalizado a céu aberto	4	7383361	340536	São Bernardo

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 435 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman <hr/> ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

N	Interferência	Nome	Situacao	Classe	UTM Sirgas 2000 23S		Município
					Latitude	Longitude	
							do Campo
34	Travessia aérea	Ribeirão dos Meninos	Canalizado a céu aberto	4	7383307 7383408	340557 340510	São Bernardo do Campo
35	Travessia subterrânea	Sem Nome 32	Canalizado em Tubulação/Galeria	Sem classe	7382456	342536	Santo André
36	Travessia subterrânea	Sem Nome 33	Canalizado em Tubulação/Galeria	4	7382439	342738	Santo André
37	Travessia subterrânea	Córrego do Cemitério/Cara petuba	Canalizado em Tubulação/Galeria	4	7382854	343865	Santo André
38	Travessia subterrânea	Córrego do Cemitério/Cara petuba	Canalizado em Tubulação/Galeria	4	343870	7383288	Santo André
39	Interferência direta	Córrego do Cemitério/Cara petuba	Canalizado em Tubulação/Galeria	4	344025	7383421	Santo André
40	Interferência direta	Córrego do Cemitério/Cara petuba	Canalizado em Tubulação/Galeria	4	344035	7383475	Santo André
41	Interferência direta	Córrego do Cemitério/Cara petuba	Canalizado em Tubulação/Galeria	4	344040	7383525	Santo André
42	Travessia subterrânea	Córrego do Cemitério/Cara petuba	Canalizado a céu aberto	4	344088	7383635	Santo André

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 436 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman
	ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

Ao todo, foram identificadas 42 intersecções de cursos d'água com a ADA do empreendimento. São observadas 28 interferências no município de São Paulo, 6 no município de São Bernardo do Campo, e outras 8 no município de Santo André.

A grande maioria (30) corresponde a apenas travessias subterrâneas, no entanto, estão previstas outras 12 interferências, sendo 11 interferências diretas e 1 travessia aérea.

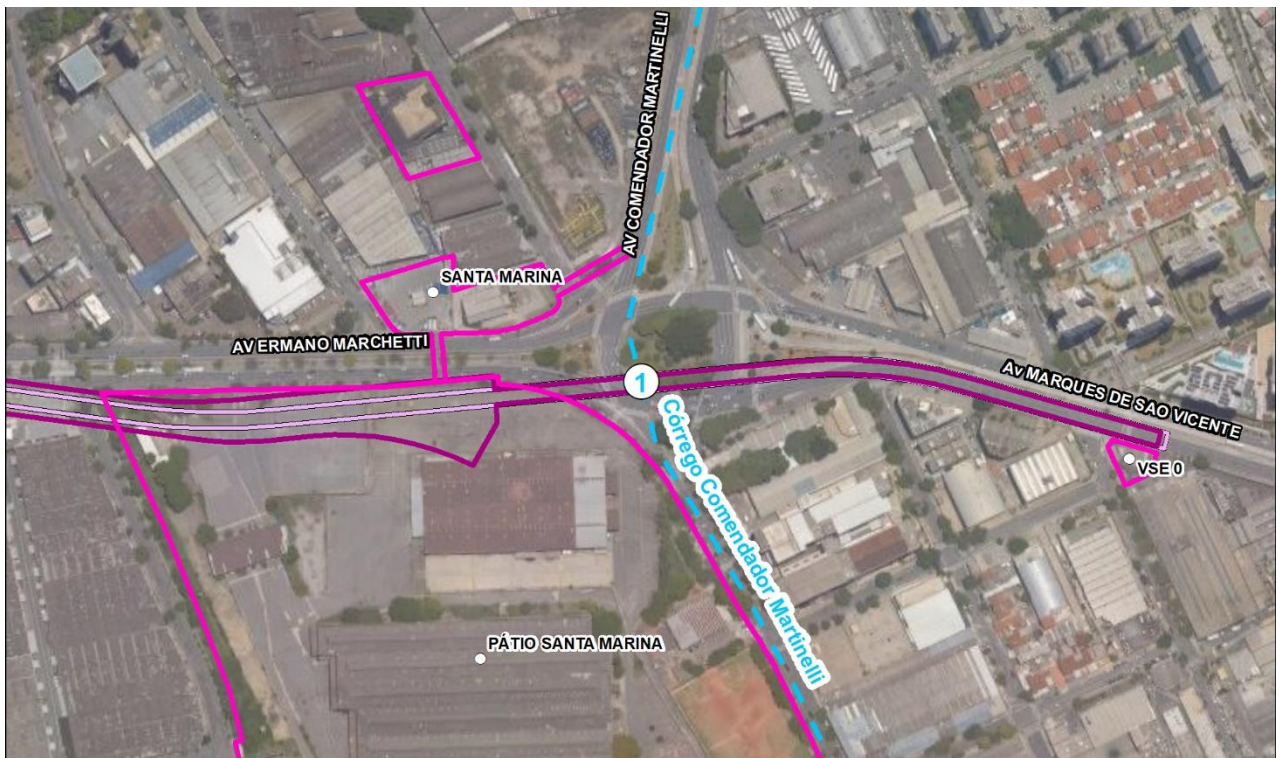
Em São Paulo, serão 20 travessias subterrâneas e 8 interferências diretas. Essas 8 interferências diretas são em cursos que se encontram canalizados em tubulação/galeria. No município de São Bernardo do Campo, serão 5 travessias subterrâneas e 1 travessia aérea, no Ribeirão dos Meninos. Em Santo André, serão 5 travessias subterrâneas e 3 interferências diretas, sendo que as interferências diretas serão em cursos que se encontram canalizados em tubulação/galeria. Ressalta-se que o termo "interferência direta" está relacionado à existência de curso d'água na área passível de desapropriação para a implantação do empreendimento ou áreas de ocupação temporária, e não necessariamente no remanejamento deste curso. A necessidade de remanejamento será avaliada durante o detalhamento dos projetos nas próximas etapas do empreendimento.

Os **Mapa 9.10-4**, **Mapa 9.10-5** e **Mapa 9.10-6** apresentam a localização destes pontos, diferenciando cada tipo de leito dos cursos dispostos nas áreas de influência do empreendimento. As figuras a seguir mostram os locais onde irão ocorrer tais interferências.

CÓDIGO	REVISÃO
RT-20.EA.00.00/8LP-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
20/03/2023	437 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
<p>CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC</p>	<p>Fernando Facciola Kertzman</p>
	ANÁLISE TÉCNICA
	Victor Bassetti Martinho

Figura 9.10-19: Interferência 1, Córrego Comendador Martinelli canalizado em tubulação/galeria, na altura da Praça Dr. Pedro Corazza em São Paulo, e mapa de localização do ponto.

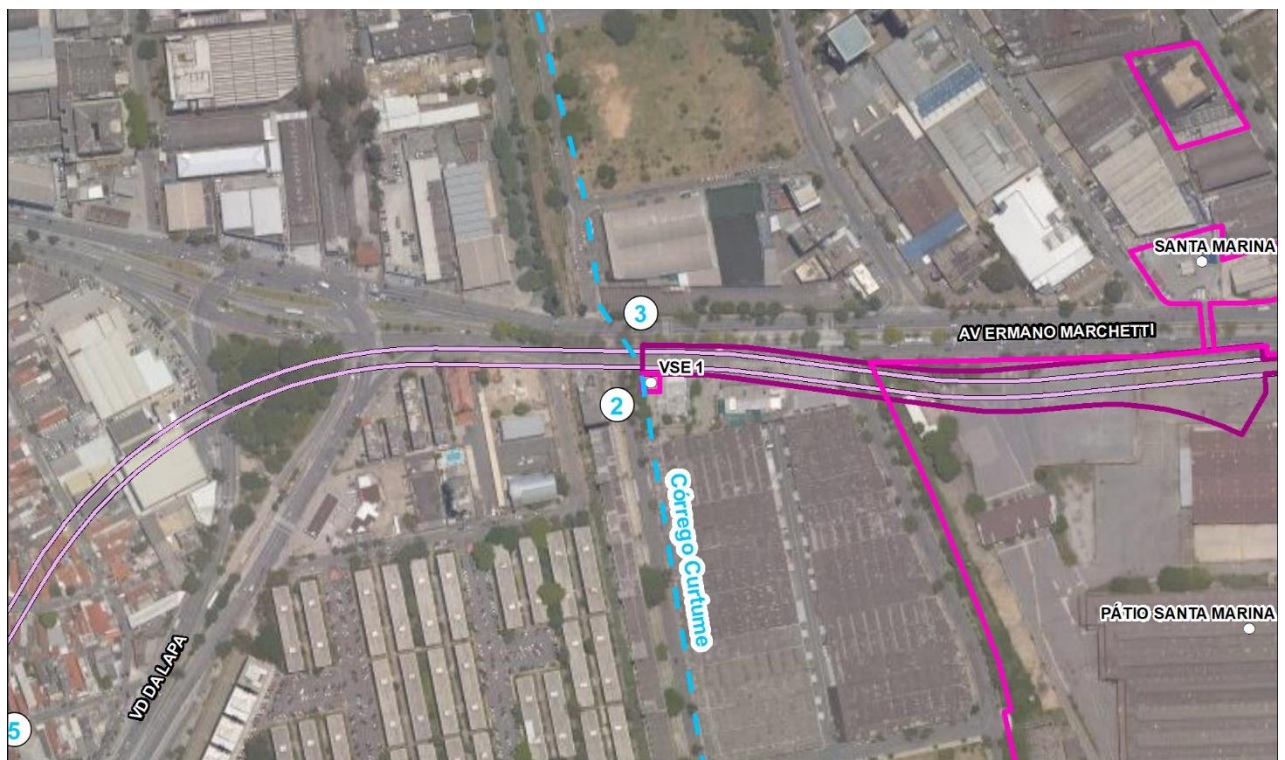


Canalizado a céu aberto	AID	ADA Prolongamento da Linha 2-Verde	ADA Túnel	 Datum: SIRGAS 2000 Sist. de Coordenadas: UTM Zona 23S
Canalizado em Tubulação/Galeria	ADA Linha 20-Rosa	ADA de Uso Temporário	Interferência	

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 438 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-20: Interferência 2, Córrego Curtume canalizado em tubulação/galeria, na altura da R. do Curtume em São Paulo, e mapa de localização do ponto.



— Canalizado a céu aberto
 AID
 ADA Prolongamento da Linha 2-Verde
 ADA Túnel
- - - Canalizado em Tubulação/Galeria
 ADA Linha 20-Rosa
 ADA de Uso Temporário
 55 Interferência

N
 0 40 80 120 m
 Datum: SIRGAS 2000
 Sist. de Coordenadas: UTM Zona 23S

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 439 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-21: Interferência 3, Córrego Curtume canalizado em tubulação/galeria, na altura da Av. Ermano Marchetti em São Paulo, e mapa de localização do ponto.

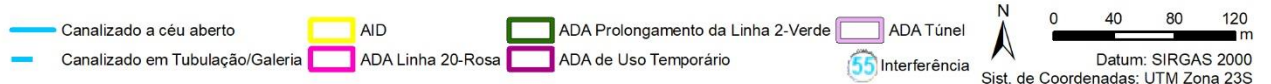


Canalizado a céu aberto	AID	ADA Prolongamento da Linha 2-Verde	ADA Túnel	 Datum: SIRGAS 2000 Sist. de Coordenadas: UTM Zona 23S
Canalizado em Tubulação/Galeria	ADA Linha 20-Rosa	ADA de Uso Temporário	Interferência	

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 440 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

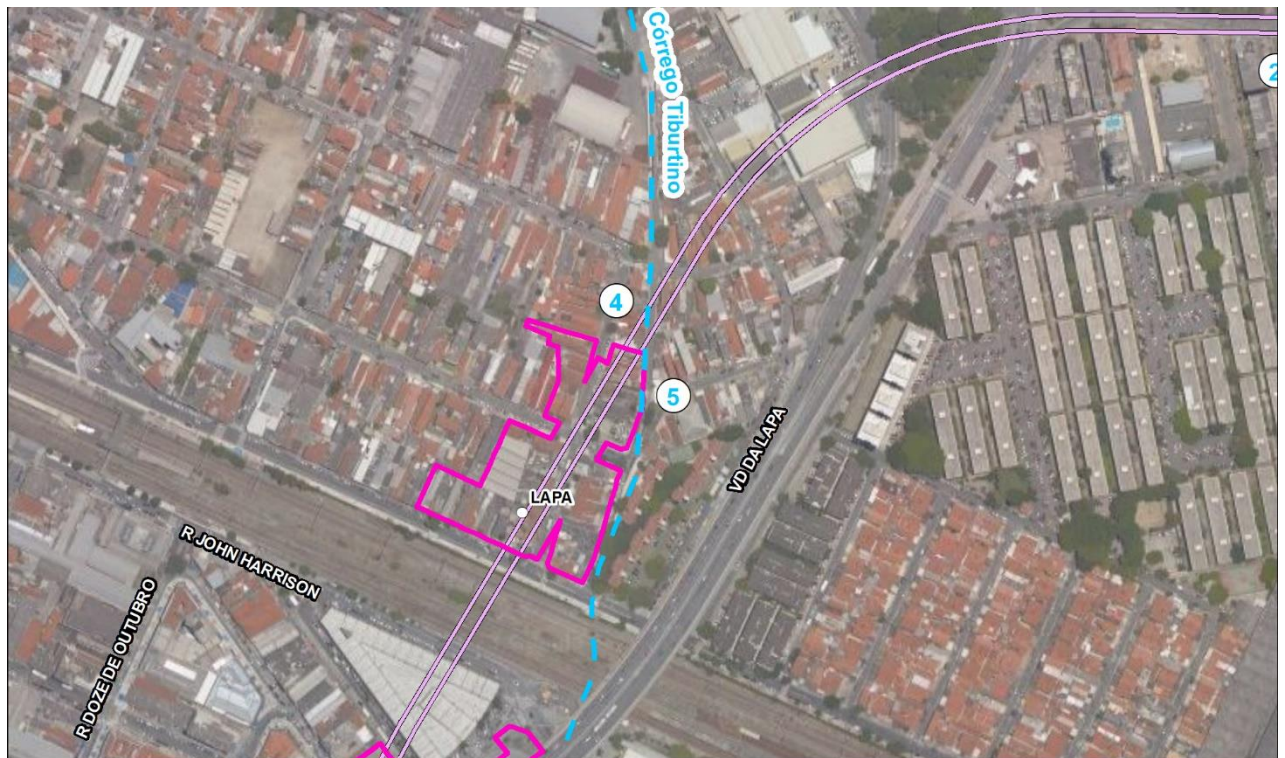
Figura 9.10-22: Interferência 4, Córrego Tiburtino canalizado em tubulação/galeria, na altura da R. João da Rocha Ferreira em São Paulo, e mapa de localização do ponto.





CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 441 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)     CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

Figura 9.10-23: Interferência 5, Córrego Tiburtino canalizado em tubulação/galeria, na altura da R. João da Rocha Ferreira em São Paulo, e mapa de localização do ponto.



Canalizado a céu aberto	AID	ADA Prolongamento da Linha 2-Verde	ADA Túnel	  Datum: SIRGAS 2000 Sist. de Coordenadas: UTM Zona 23S
Canalizado em Tubulação/Galeria	ADA Linha 20-Rosa	ADA de Uso Temporário	Interferência	

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 442 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-24: Interferência 6, Córrego Tiburtino canalizado em tubulação/galeria, na altura da Praça Nicola Festa em São Paulo, e mapa de localização do ponto.



— Canalizado a céu aberto
 AID
 ADA Prolongamento da Linha 2-Verde
 ADA Túnel

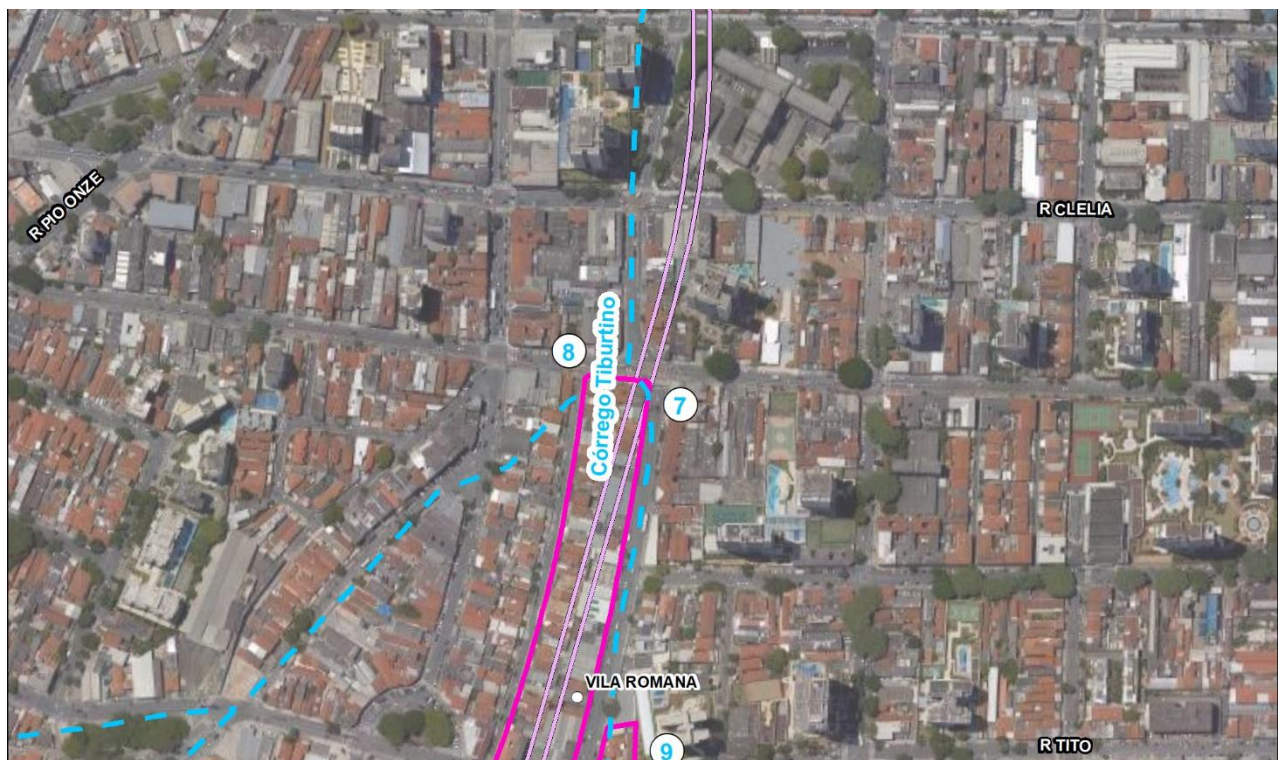
 0 40 80 120 m

- - - Canalizado em Tubulação/Galeria
 ADA Linha 20-Rosa
 ADA de Uso Temporário
 Interferência
 Datum: SIRGAS 2000
Sist. de Coordenadas: UTM Zona 23S

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 443 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-25: Interferência 7, Córrego Tiburtino canalizado em tubulação/galeria, na altura da R. Coriolano em São Paulo, e mapa de localização do ponto.



— Canalizado a céu aberto
 AID
 ADA Prolongamento da Linha 2-Verde
 ADA Túnel
- - - Canalizado em Tubulação/Galeria
 ADA Linha 20-Rosa
 ADA de Uso Temporário
 55 Interferência

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 444 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)     CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

Figura 9.10-26: Interferência 8, Sem Nome 1 canalizado em tubulação/galeria, na altura da R. Coriolano em São Paulo, e mapa de localização do ponto.



— Canalizado a céu aberto
 AID
 ADA Prolongamento da Linha 2-Verde
 ADA Túnel
- - - Canalizado em Tubulação/Galeria
 ADA Linha 20-Rosa
 ADA de Uso Temporário
 55 Interferência

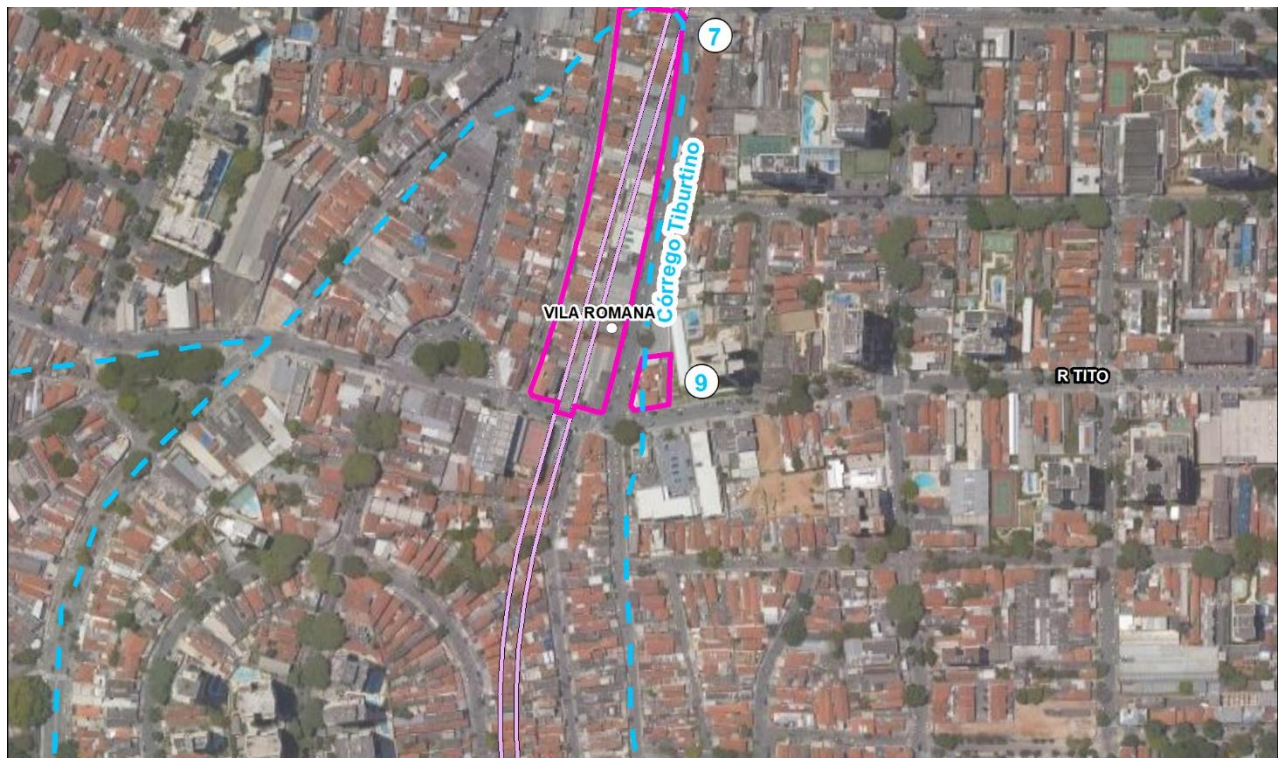
N

 Datum: SIRGAS 2000
 Sist. de Coordenadas: UTM Zona 23S

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 445 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-27: Interferência 9, Córrego Tiburtino canalizado em tubulação/galeria, na altura da R. Francisco Aves em São Paulo, e mapa de localização do ponto.



- Canalizado a céu aberto
- - - Canalizado em Tubulação/Galeria
- AID
- ADA Prolongamento da Linha 2-Verde
- ADA Linha 20-Rosa
- ADA Túnel
- ADA de Uso Temporário
- Interferência

0 40 80 120 m
 Datum: SIRGAS 2000
 Sist. de Coordenadas: UTM Zona 23S

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 446 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-28: Interferência 10, Sem Nome 4 canalizado em tubulação/galeria, na altura da R. Francisco Alves em São Paulo, e mapa de localização do ponto.



— Canalizado a céu aberto
 AID
 ADA Prolongamento da Linha 2-Verde
 ADA Túnel
--- Canalizado em Tubulação/Galeria
 ADA Linha 20-Rosa
 ADA de Uso Temporário
 Interferência

Datum: SIRGAS 2000
 Sist. de Coordenadas: UTM Zona 23S

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 447 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-29: Interferência 11, Sem Nome 8 canalizado em tubulação/galeria, na altura da R. Jaricunas em São Paulo, e mapa de localização do ponto.

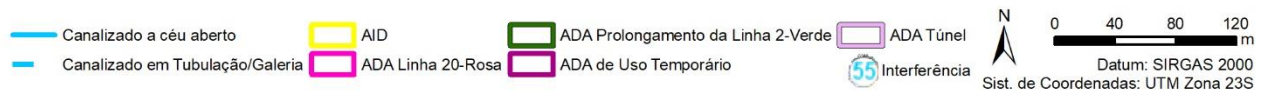
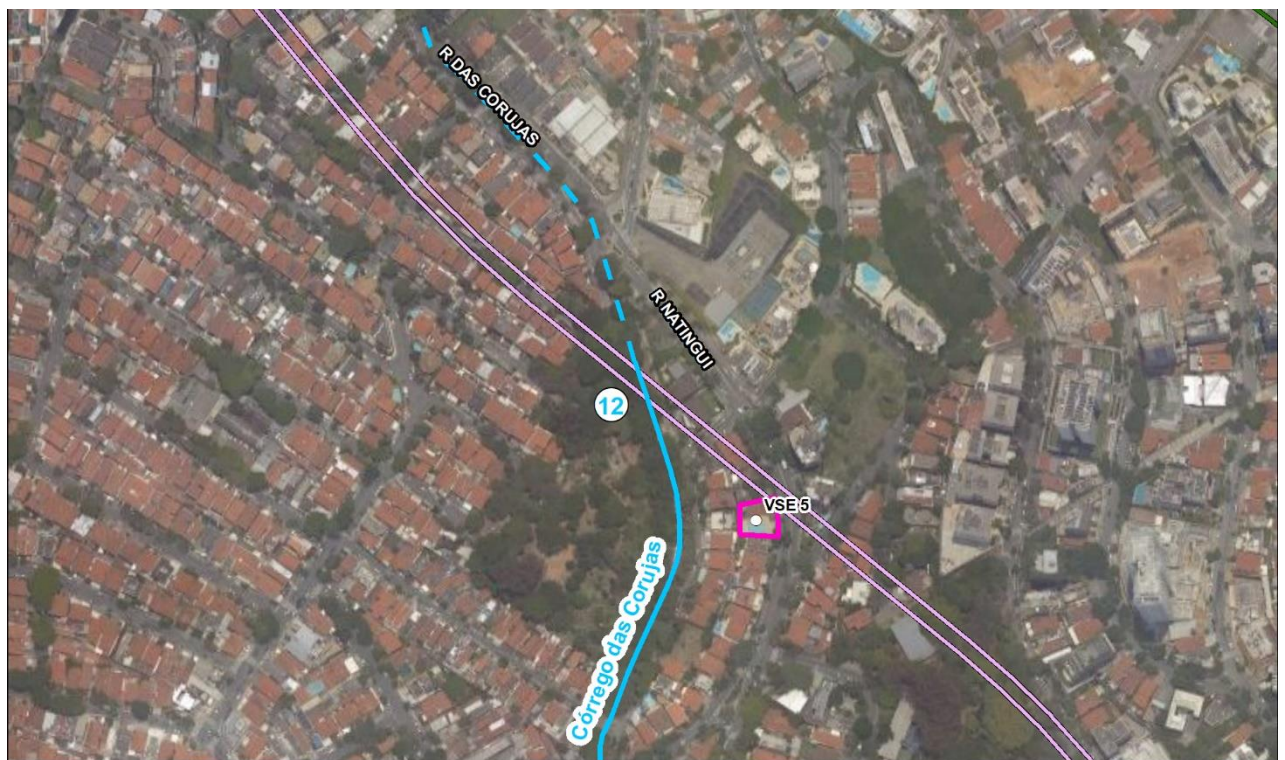


Canalizado a céu aberto	AID	ADA Prolongamento da Linha 2-Verde	ADA Túnel	 Datum: SIRGAS 2000 Sist. de Coordenadas: UTM Zona 23S
Canalizado em Tubulação/Galeria	ADA Linha 20-Rosa	ADA de Uso Temporário	Interferência	

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 448 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

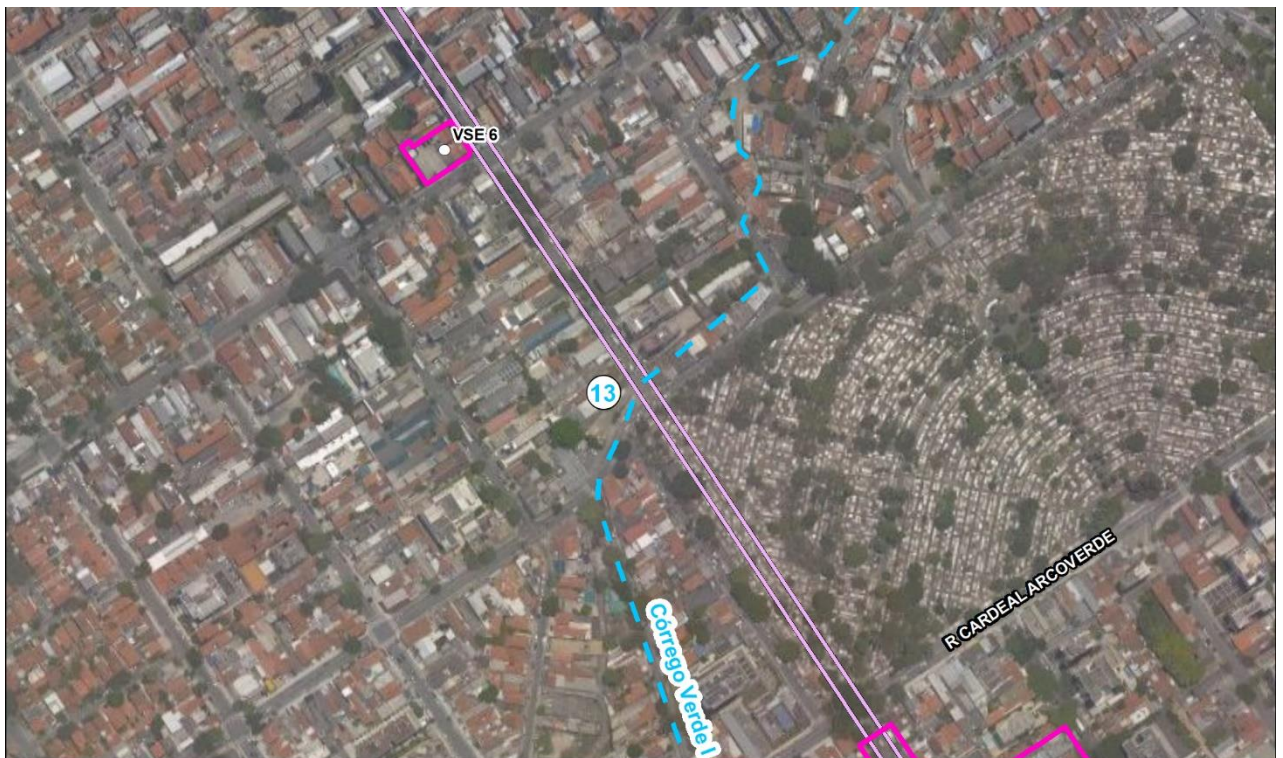
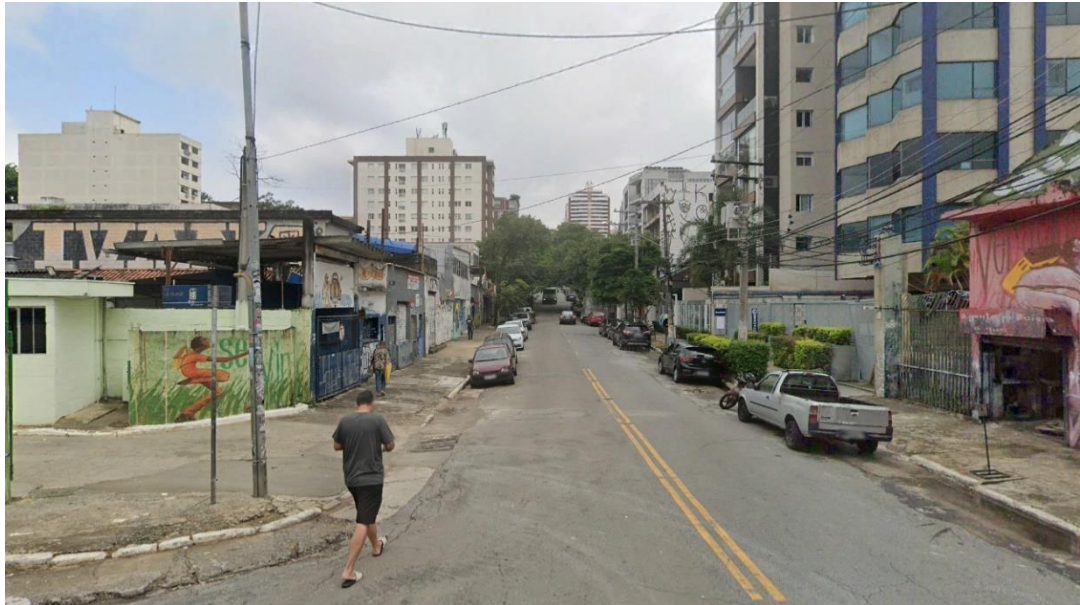
Figura 9.10-30: Interferência 12, Córrego das Corujas canalizado a céu aberto, na altura da Av. das Corujas em São Paulo, e mapa de localização do ponto.



CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 449 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-31: Interferência 13, Córrego Verde I canalizado em tubulação/galeria, na altura da R. Girassol em São Paulo, e mapa de localização do ponto.

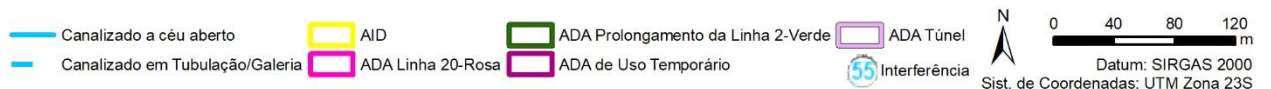


Canalizado a céu aberto	AID	ADA Prolongamento da Linha 2-Verde	ADA Túnel	 Datum: SIRGAS 2000 Sist. de Coordenadas: UTM Zona 23S
Canalizado em Tubulação/Galeria	ADA Linha 20-Rosa	ADA de Uso Temporário	Interferência	

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 450 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

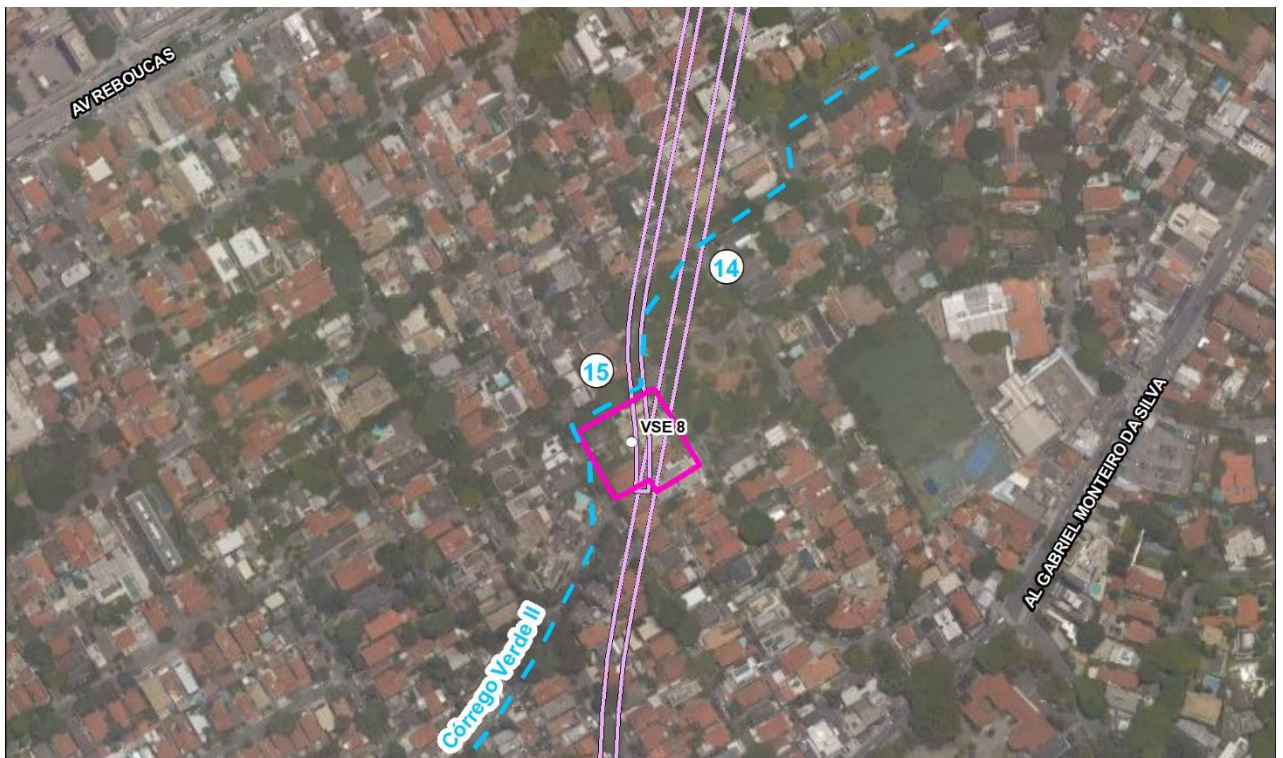
Figura 9.10-32: Interferência 14, Córrego Verde II canalizado em tubulação/galeria, na altura da R. Laerte de Assunção em São Paulo, e mapa de localização do ponto.



CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMISSÃO 20/03/2023	FOLHA 451 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-33: Interferência 15, Córrego Verde II canalizado em tubulação/galeria, na altura da R. Pereira Inácio em São Paulo, e mapa de localização do ponto.



— Canalizado a céu aberto
 AID
 ADA Prolongamento da Linha 2-Verde
 ADA Túnel

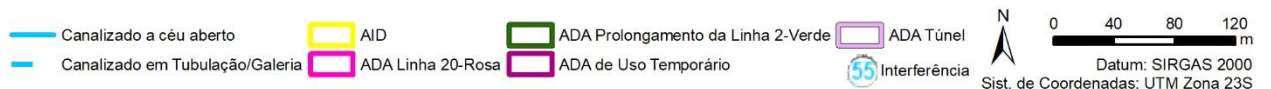
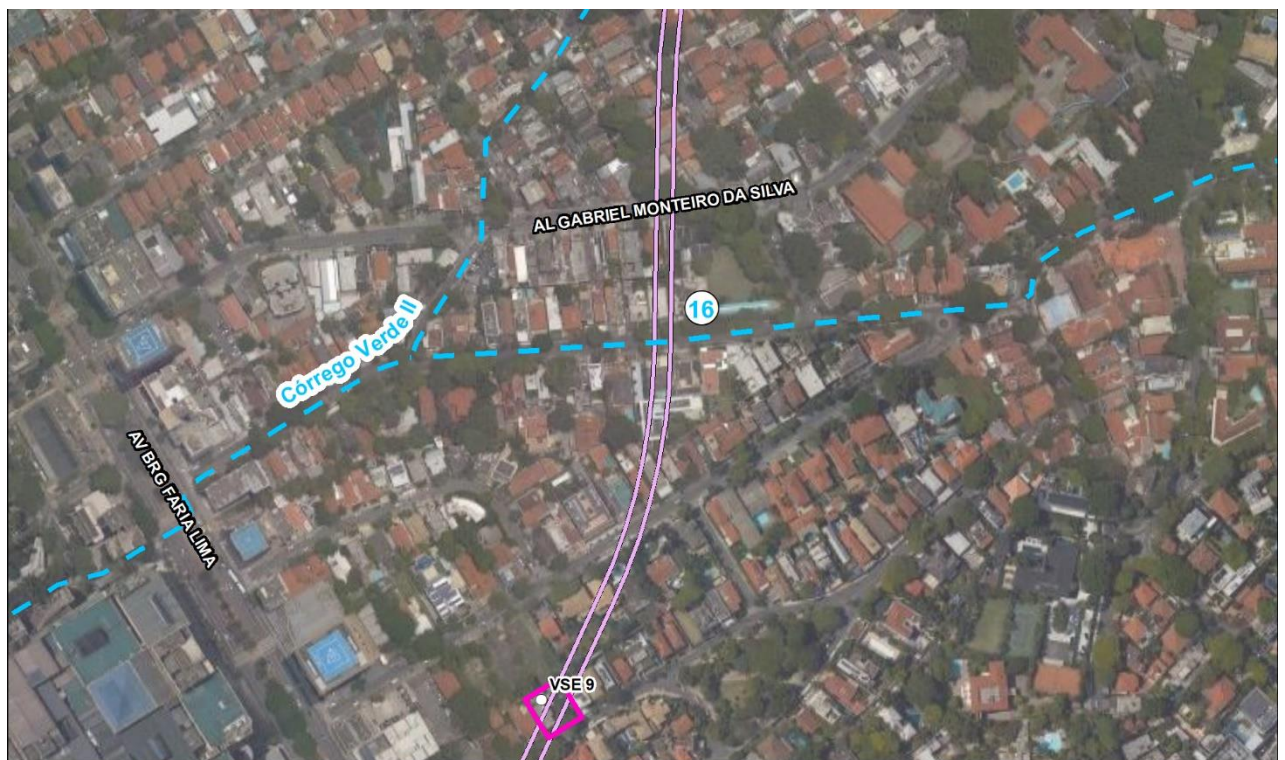
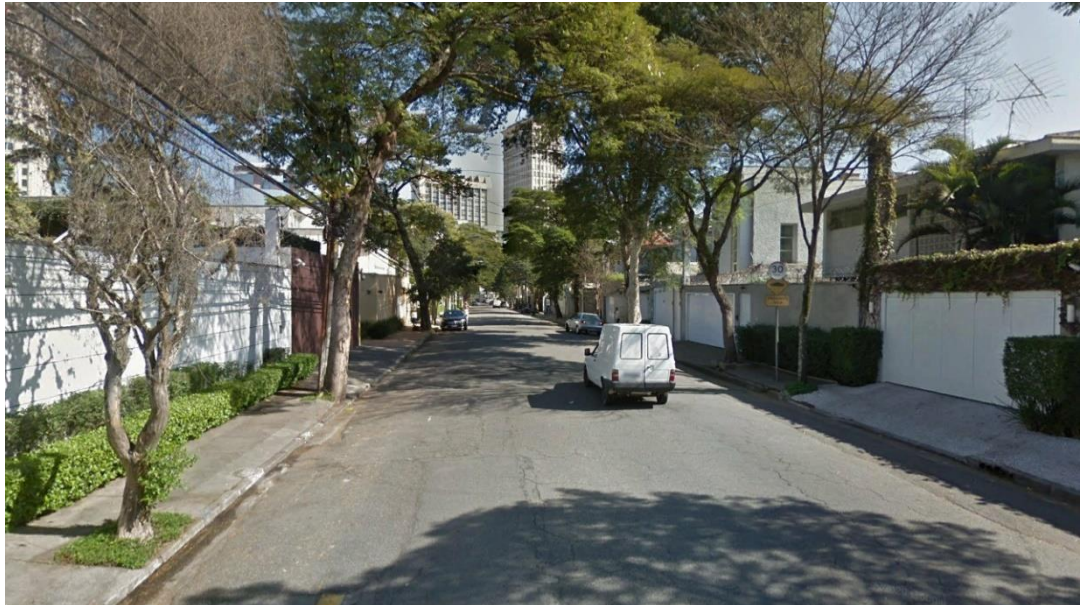
 0 40 80 120 m

- - - Canalizado em Tubulação/Galeria
 ADA Linha 20-Rosa
 ADA de Uso Temporário
 Interferência
 Datum: SIRGAS 2000
Sist. de Coordenadas: UTM Zona 23S

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 452 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

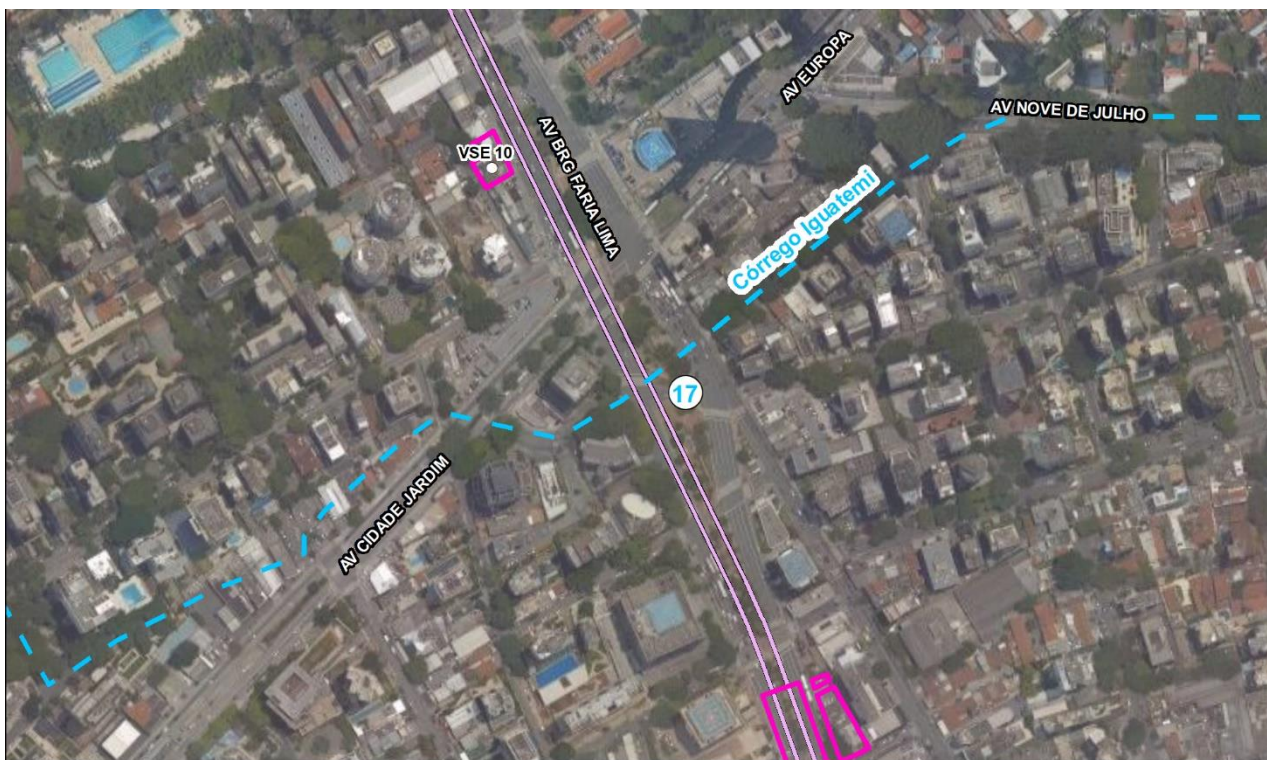
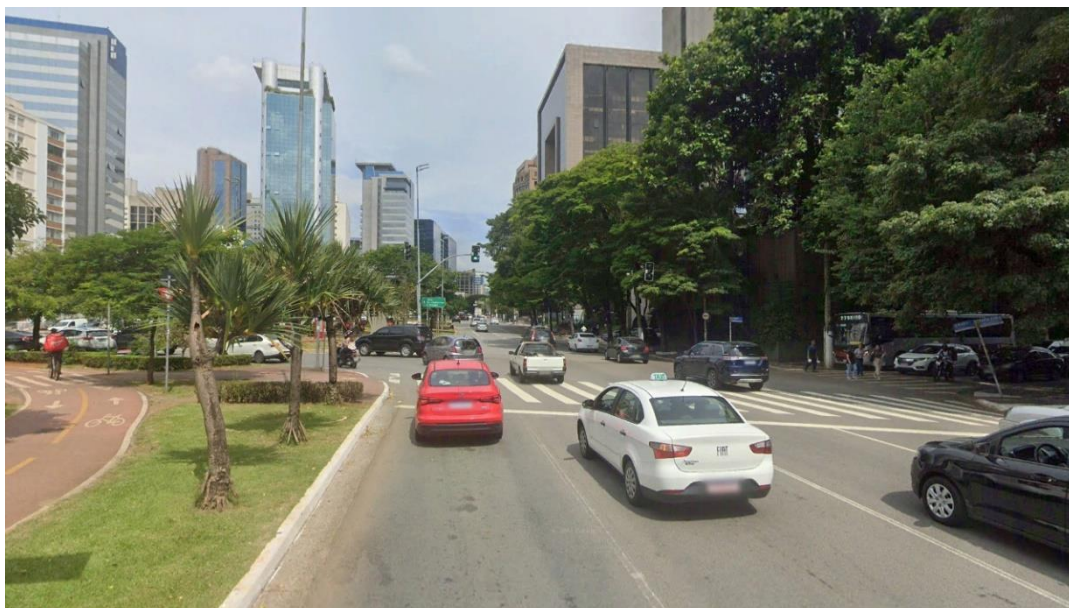
Figura 9.10-34: Interferência 16, Sem Nome 12 canalizado em tubulação/galeria, na altura da R. Grécia em São Paulo, e mapa de localização do ponto.



CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 453 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-35: Interferência 17, Córrego Iguateми canalizado em tubulação/galeria, na altura da Av. Brg. Faria Lima em São Paulo, e mapa de localização do ponto.



— Canalizado a céu aberto
 AID
 ADA Prolongamento da Linha 2-Verde
 ADA Túnel

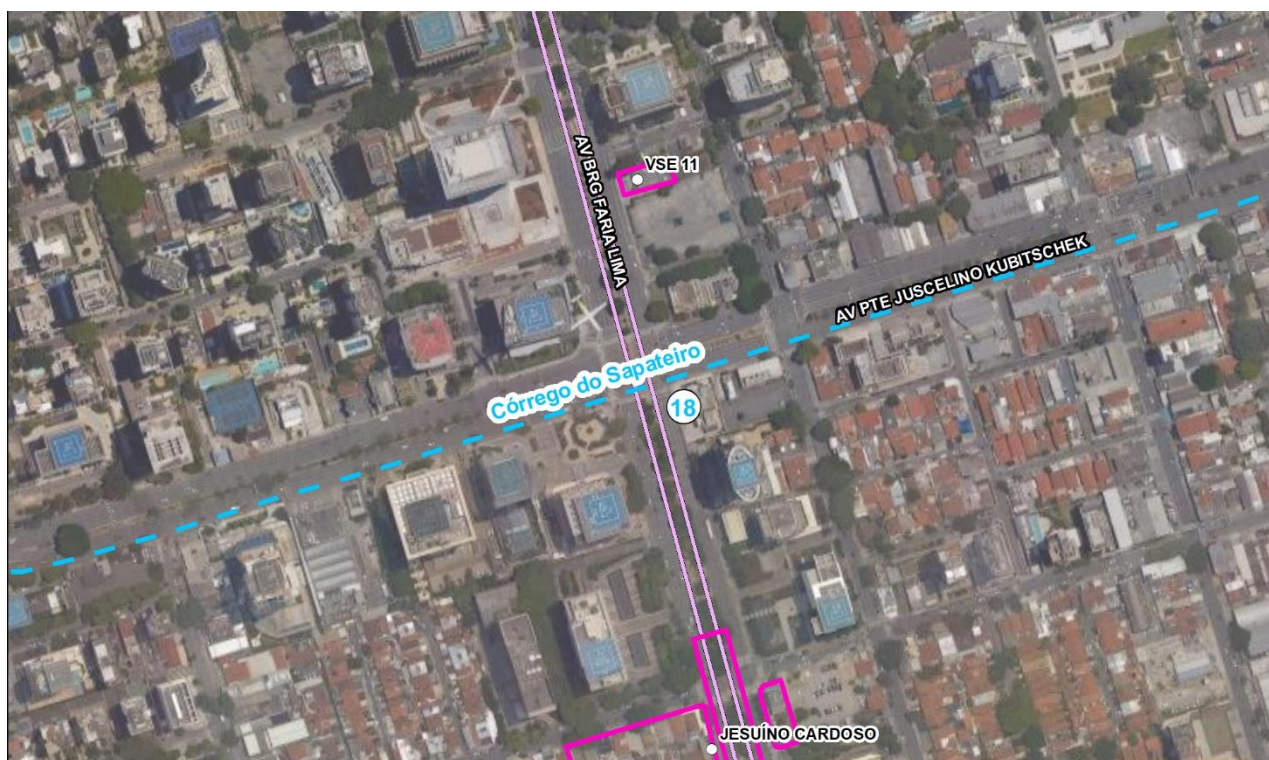
 0 40 80 120 m

- - - Canalizado em Tubulação/Galeria
 ADA Linha 20-Rosa
 ADA de Uso Temporário
 Interferência
 Datum: SIRGAS 2000
Sist. de Coordenadas: UTM Zona 23S

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 454 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-36: Interferência 18, Córrego do Sapateiro canalizado em tubulação/galeria, na altura da Av. Pres. Juscelino Kubitschek em São Paulo, e mapa de localização do ponto.

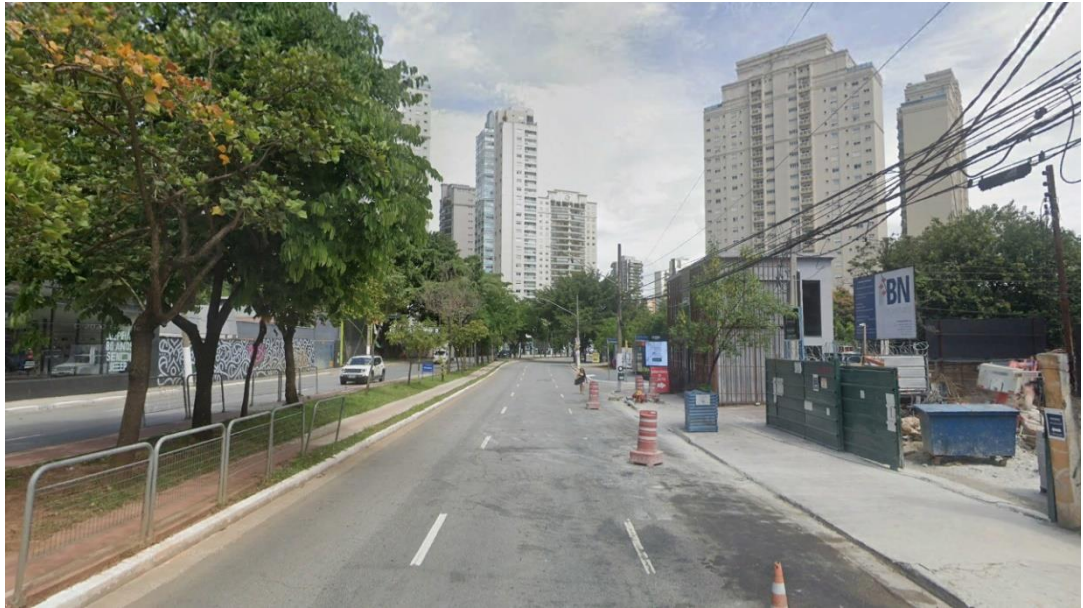


Canalizado a céu aberto	AID	ADA Prolongamento da Linha 2-Verde	ADA Túnel	 Datum: SIRGAS 2000 Sist. de Coordenadas: UTM Zona 23S
Canalizado em Tubulação/Galeria	ADA Linha 20-Rosa	ADA de Uso Temporário	Interferência	

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 455 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-37: Interferência 19, Córrego Uberaba canalizado em tubulação/galeria, na altura da Av. Hélio Pellegrino em São Paulo, e mapa de localização do ponto.



Canalizado a céu aberto	AID	ADA Prolongamento da Linha 2-Verde	ADA Túnel	 0 40 80 120 m Datum: SIRGAS 2000 Sist. de Coordenadas: UTM Zona 23S
Canalizado em Tubulação/Galeria	ADA Linha 20-Rosa	ADA de Uso Temporário	Interferência	

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 456 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-38: Interferência 20, Córrego Paraguai canalizado em tubulação/galeria, na altura da Av. José Maria Whitaker em São Paulo, e mapa de localização do ponto.



— Canalizado a céu aberto
 AID
 ADA Prolongamento da Linha 2-Verde
 ADA Túnel

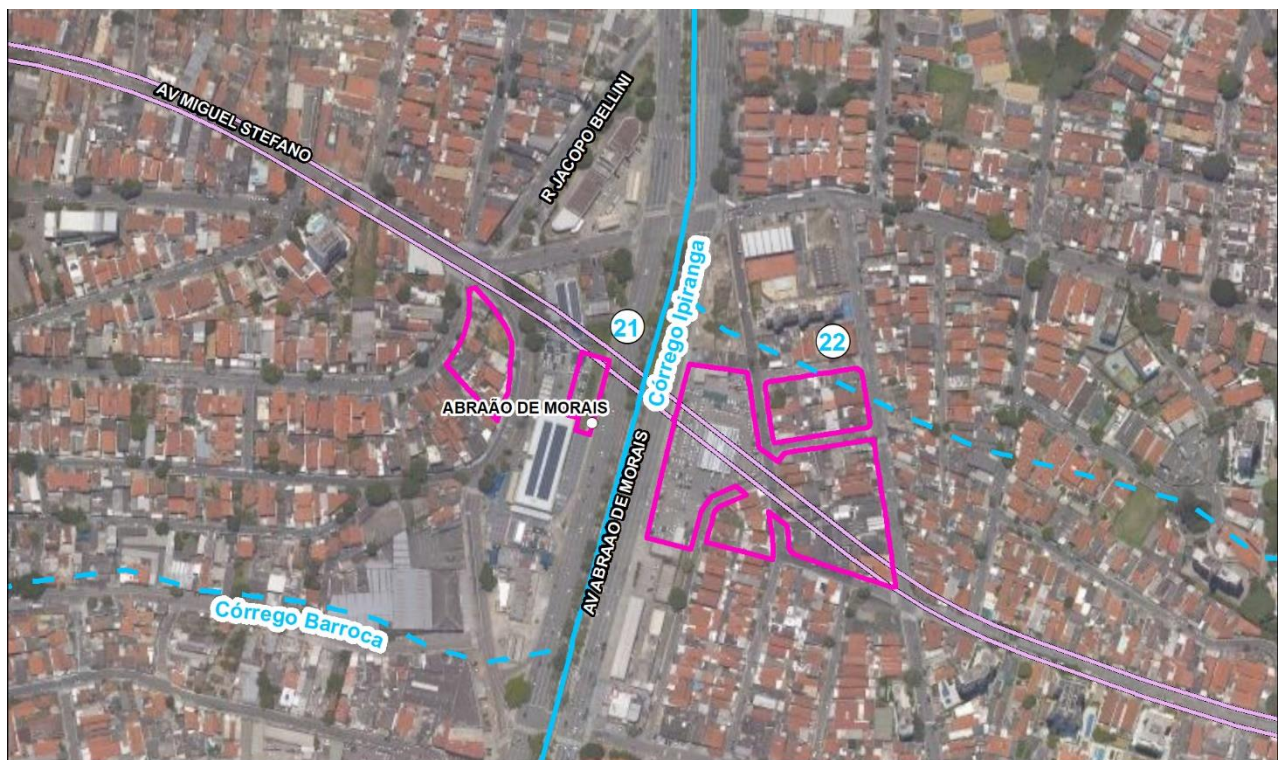
 0 40 80 120 m

— Canalizado em Tubulação/Galeria
 ADA Linha 20-Rosa
 ADA de Uso Temporário
 Interferência
 Datum: SIRGAS 2000
 Sist. de Coordenadas: UTM Zona 23S

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 457 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman <hr/> ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-39: Interferência 21, Córrego Ipiranga canalizado a céu aberto, na altura da Av. Abraão de Moraes em São Paulo, e mapa de localização do ponto.



— Canalizado a céu aberto
 AID
 ADA Prolongamento da Linha 2-Verde
 ADA Túnel

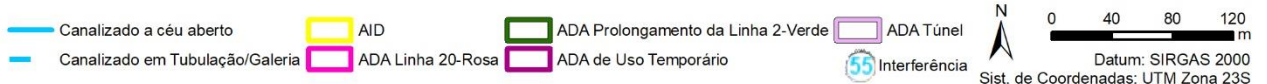
 0 40 80 120 m

- - - Canalizado em Tubulação/Galeria
 ADA Linha 20-Rosa
 ADA de Uso Temporário
 Interferência
 Datum: SIRGAS 2000
 Sist. de Coordenadas: UTM Zona 23S

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 458 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

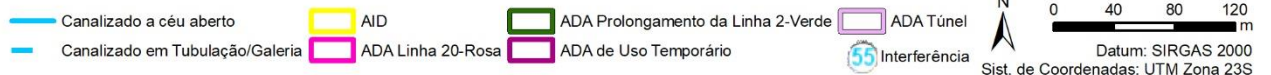
Figura 9.10-40: Interferência 22, Sem Nome 16 canalizado em tubulação/galeria, na altura da R. Otto de Barros em São Paulo, e mapa de localização do ponto.



CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 459 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

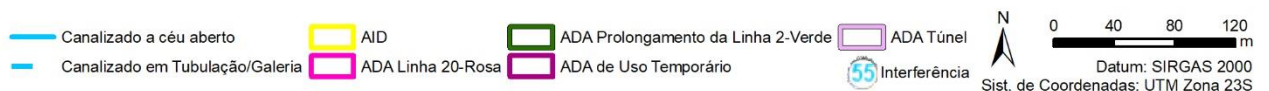
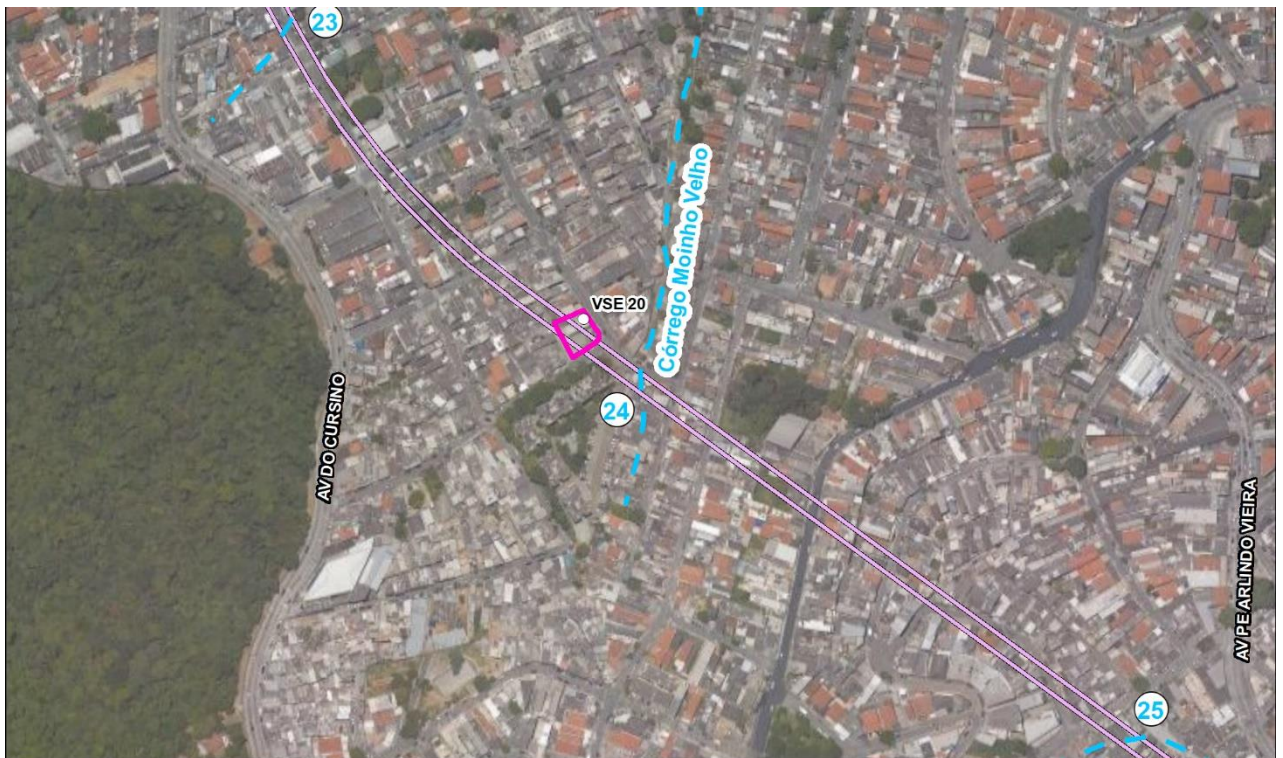
Figura 9.10-41: Interferência 23, Sem Nome 19 canalizado em tubulação/galeria, na altura da R. dos Operários em São Paulo, e mapa de localização do ponto.



CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 460 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

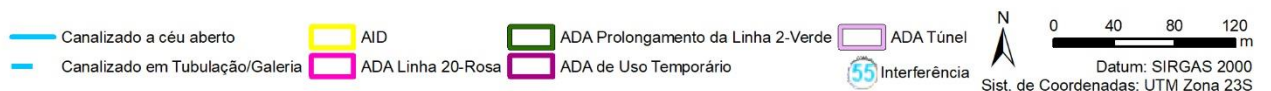
Figura 9.10-42: Interferência 24, Córrego Moinho Velho canalizado em tubulação/galeria, na altura da R. Sebastião Mazzoni em São Paulo, e mapa de localização do ponto.



CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 461 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-43: Interferência 25, Sem Nome 21 canalizado em tubulação/galeria, na altura da R. José Pereira Barreto em São Paulo, e mapa de localização do ponto.



CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 462 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-44: Interferência 26, Sem Nome 21 canalizado em tubulação/galeria, na altura da Av. Padre Arlindo Vieira em São Paulo, e mapa de localização do ponto.

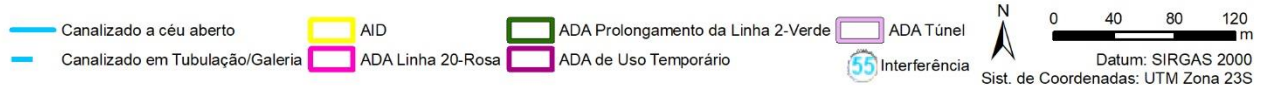
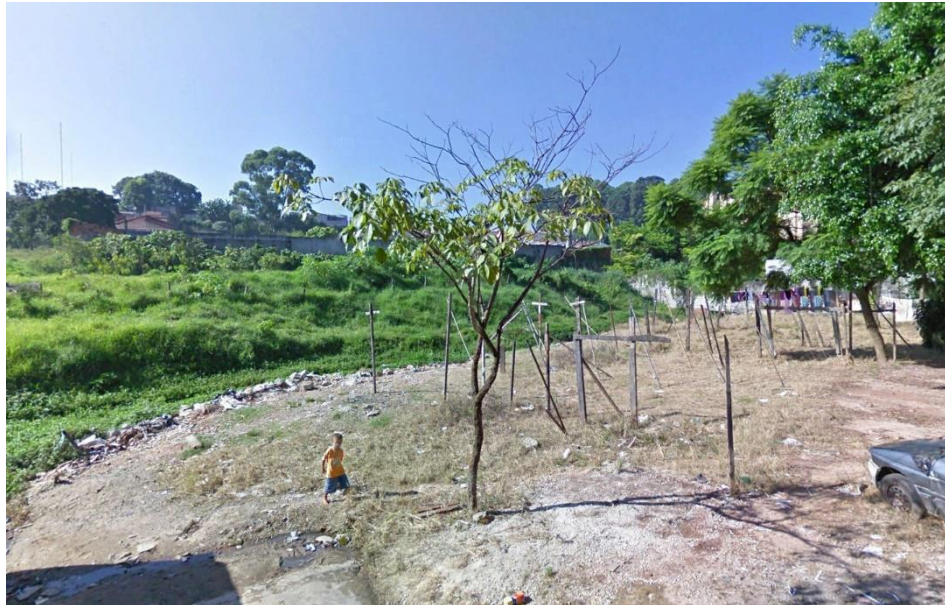


Canalizado a céu aberto	AID	ADA Prolongamento da Linha 2-Verde	ADA Túnel	 Datum: SIRGAS 2000 Sist. de Coordenadas: UTM Zona 23S
Canalizado em Tubulação/Galeria	ADA Linha 20-Rosa	ADA de Uso Temporário	Interferência	

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 463 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman <hr/> ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

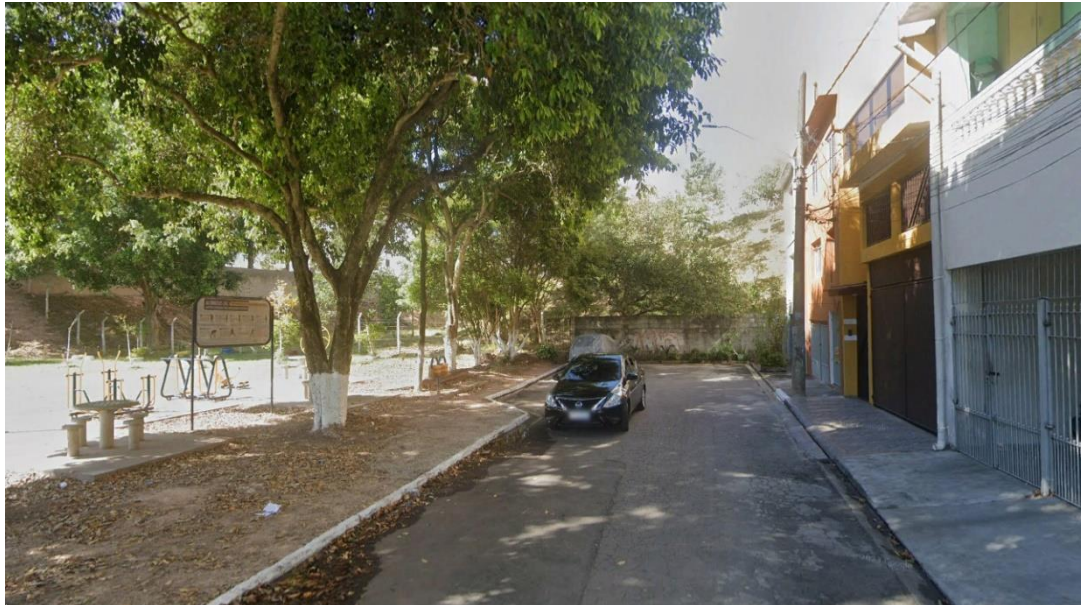
Figura 9.10-45: Interferência 27, Córrego Jaboticabal canalizado a céu aberto, na altura da Travessa Presidente Ismael Pontes em São Paulo, e mapa de localização do ponto.



CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 464 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-46: Interferência 28, Sem Nome 26 canalizado em tubulação/galeria, na altura da R. Celestino Vidal em São Paulo, e mapa de localização do ponto.



— Canalizado a céu aberto
 AID
 ADA Prolongamento da Linha 2-Verde
 ADA Túnel
- - - Canalizado em Tubulação/Galeria
 ADA Linha 20-Rosa
 ADA de Uso Temporário
 55 Interferência

0 40 80 120 m
 Datum: SIRGAS 2000
 Sist. de Coordenadas: UTM Zona 23S

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 465 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-47: Interferência 29, Córrego Ourives canalizado a céu aberto, na altura da R. Giuseppe Arcimboldo em São Bernardo do Campo, e mapa de localização do ponto.



— Canalizado a céu aberto
 AID
 ADA Prolongamento da Linha 2-Verde
 ADA Túnel
- - - Canalizado em Tubulação/Galeria
 ADA Linha 20-Rosa
 ADA de Uso Temporário
 55 Interferência

N

 Datum: SIRGAS 2000
 Sist. de Coordenadas: UTM Zona 23S

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 466 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-48: Interferência 30, Córrego do Tabuão canalizado a céu aberto, na altura da Av. 31 de Março em São Bernardo do Campo, e mapa de localização do ponto.



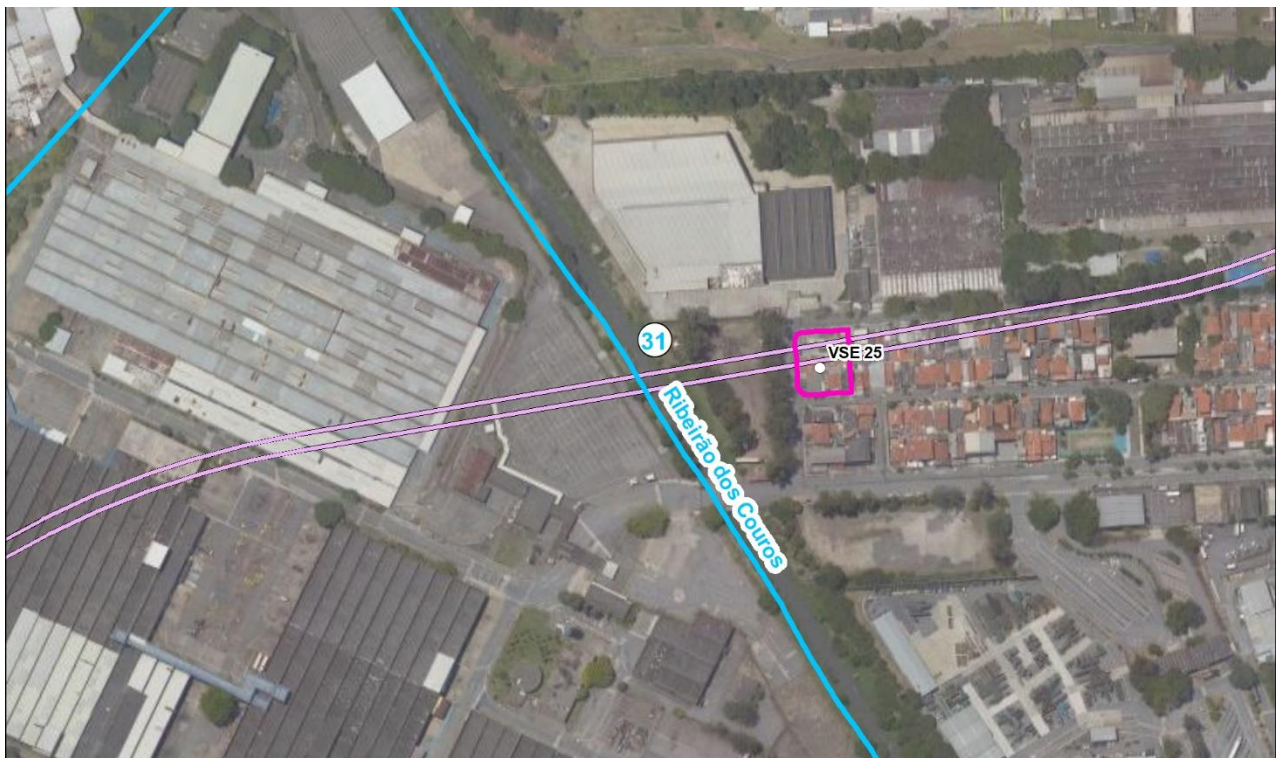
— Canalizado a céu aberto
 AID
 ADA Prolongamento da Linha 2-Verde
 ADA Túnel
— Canalizado em Tubulação/Galeria
 ADA Linha 20-Rosa
 ADA de Uso Temporário
 Interferência

0 40 80 120 m
 Datum: SIRGAS 2000
 Sist. de Coordenadas: UTM Zona 23S

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 467 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-49: Interferência 31, Ribeirão dos Couros canalizado a céu aberto, na altura da R. Fernão Dias Paes Leme em São Bernardo do Campo, e mapa de localização do ponto.



— Canalizado a céu aberto
 AID
 ADA Prolongamento da Linha 2-Verde
 ADA Túnel

 0 40 80 120 m

— Canalizado em Tubulação/Galeria
 ADA Linha 20-Rosa
 ADA de Uso Temporário
 55 Interferência
 Datum: SIRGAS 2000
Sist. de Coordenadas: UTM Zona 23S

CÓDIGO	REVISÃO
RT-20.EA.00.00/8LP-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
20/03/2023	468 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman <hr/> ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-50: Interferência 32, Ribeirão dos Meninos canalizado a céu aberto, na altura da R. Afonsina em São Bernardo do Campo, e mapa de localização do ponto.



Canalizado a céu aberto	AID	ADA Prolongamento da Linha 2-Verde	ADA Túnel	 0 40 80 120 m Datum: SIRGAS 2000 Sist. de Coordenadas: UTM Zona 23S
Canalizado em Tubulação/Galeria	ADA Linha 20-Rosa	ADA de Uso Temporário	Interferência	

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 469 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-51: Interferência 33, Ribeirão dos Meninos canalizado a céu aberto, na altura da R. Afonsina em São Bernardo do Campo, e mapa de localização do ponto.



Canalizado a céu aberto	AID	ADA Prolongamento da Linha 2-Verde	ADA Túnel	 Datum: SIRGAS 2000 Sist. de Coordenadas: UTM Zona 23S
Canalizado em Tubulação/Galeria	ADA Linha 20-Rosa	ADA de Uso Temporário	Interferência	

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 470 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-52: Interferência 34, Ribeirão dos Meninos canalizado a céu aberto, na altura da R. Afonsina em São Bernardo do Campo, e mapa de localização do ponto.

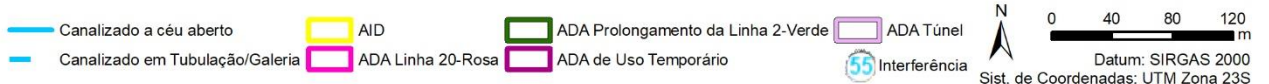
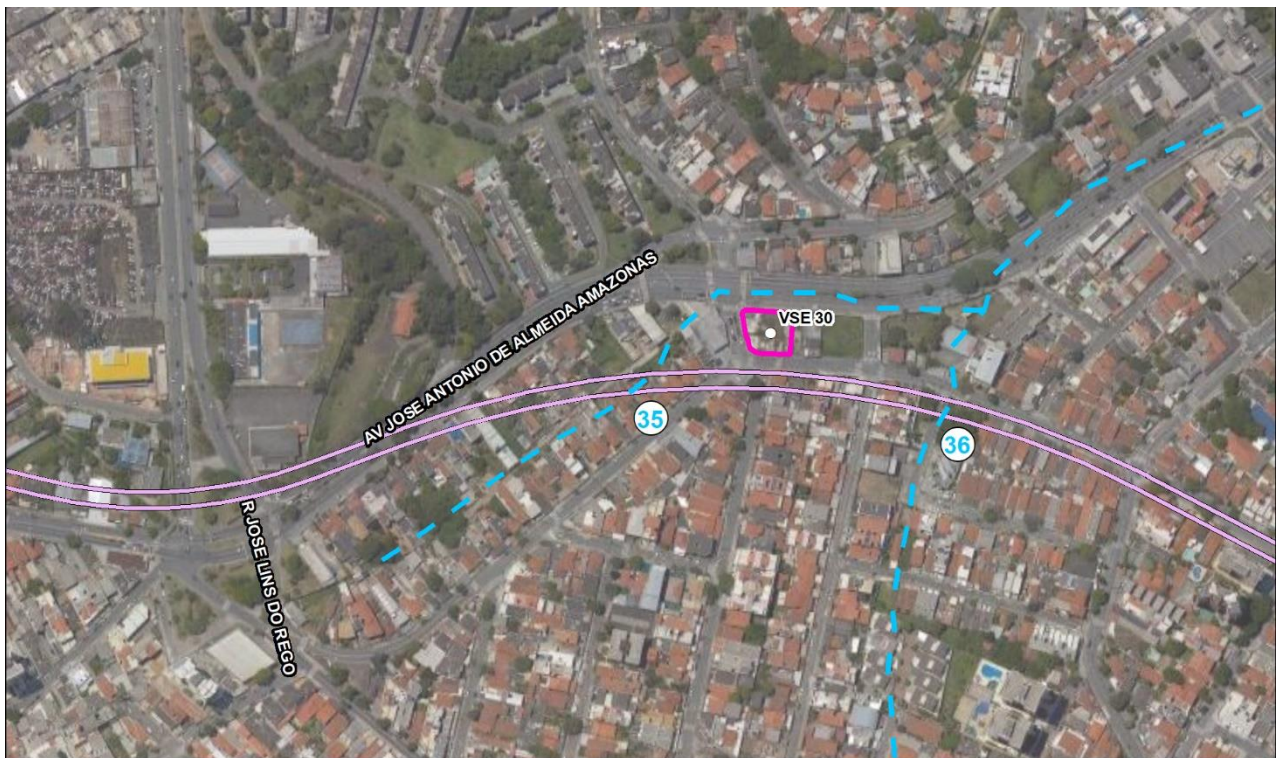


Canalizado a céu aberto	AID	ADA Prolongamento da Linha 2-Verde	ADA Túnel	 Datum: SIRGAS 2000 Sist. de Coordenadas: UTM Zona 23S
Canalizado em Tubulação/Galeria	ADA Linha 20-Rosa	ADA de Uso Temporário	Interferência	

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 471 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-53: Interferência 35, Sem Nome 32 canalizado em tubulação/galeria, na altura da R. Corumba em Santo André, e mapa de localização do ponto.



CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 472 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-54: Interferência 36, Sem Nome 33 canalizado em tubulação/galeria, na altura da R. Dr. Eduardo Monteiro em Santo André, e mapa de localização do ponto.

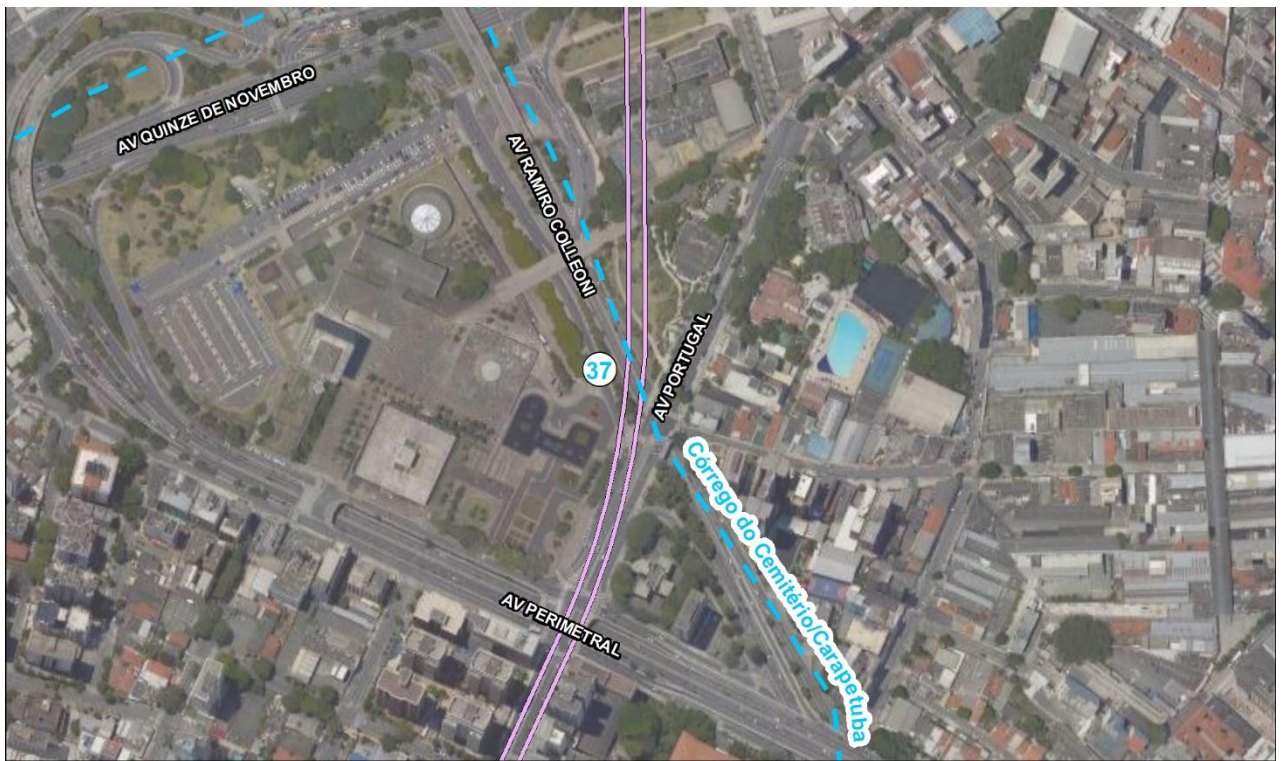


Canalizado a céu aberto	AID	ADA Prolongamento da Linha 2-Verde	ADA Túnel	 0 40 80 120 m Datum: SIRGAS 2000 Sist. de Coordenadas: UTM Zona 23S
Canalizado em Tubulação/Galeria	ADA Linha 20-Rosa	ADA de Uso Temporário	Interferência	

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 473 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-55: Interferência 37, Córrego do Cemitério/Carapetuba canalizado em tubulação/galeria, na altura da Av. Ramiro Colleoni em Santo André, e mapa de localização do ponto.

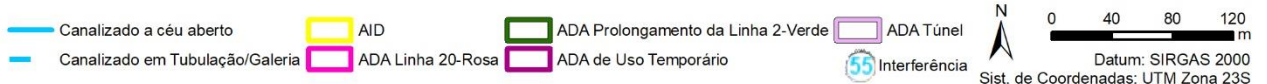
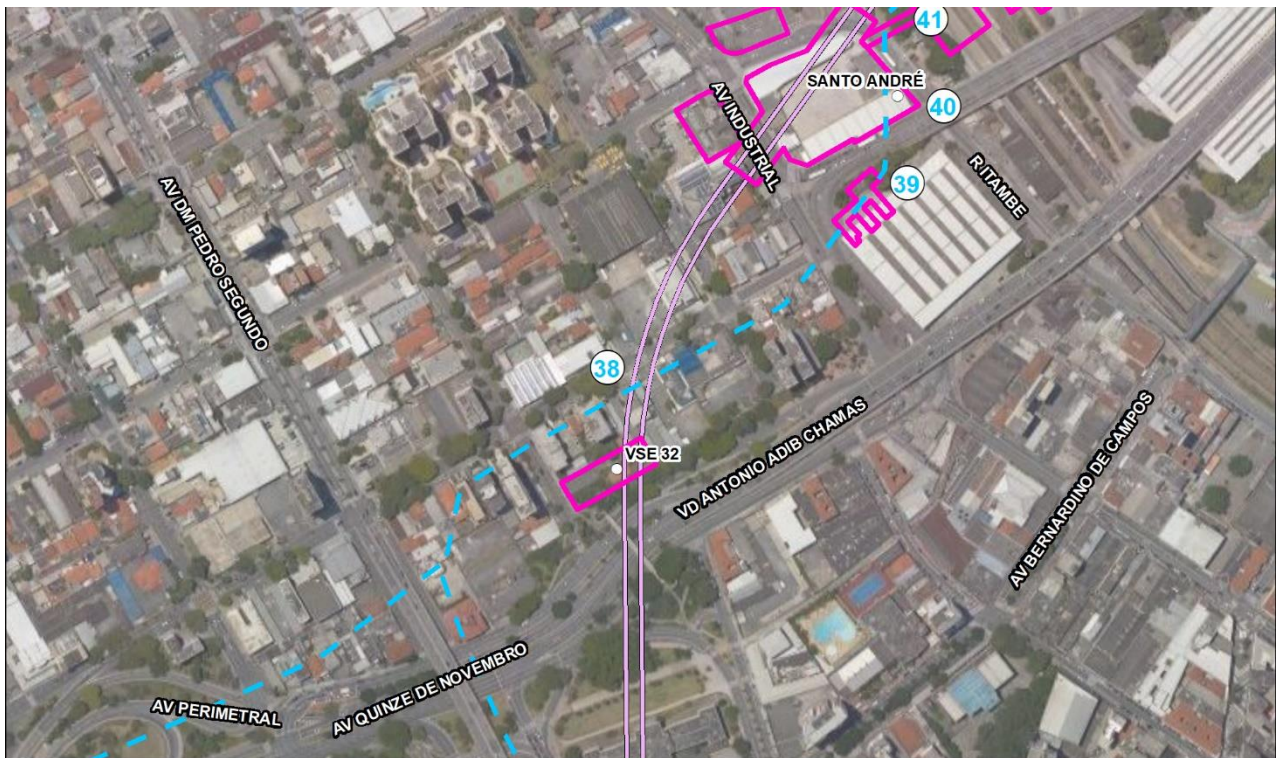


Canalizado a céu aberto	AID	ADA Prolongamento da Linha 2-Verde	ADA Túnel	 Datum: SIRGAS 2000 Sist. de Coordenadas: UTM Zona 23S
Canalizado em Tubulação/Galeria	ADA Linha 20-Rosa	ADA de Uso Temporário	Interferência	

CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 474 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

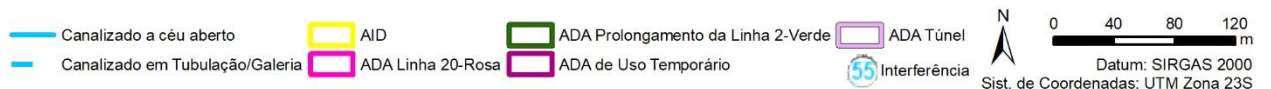
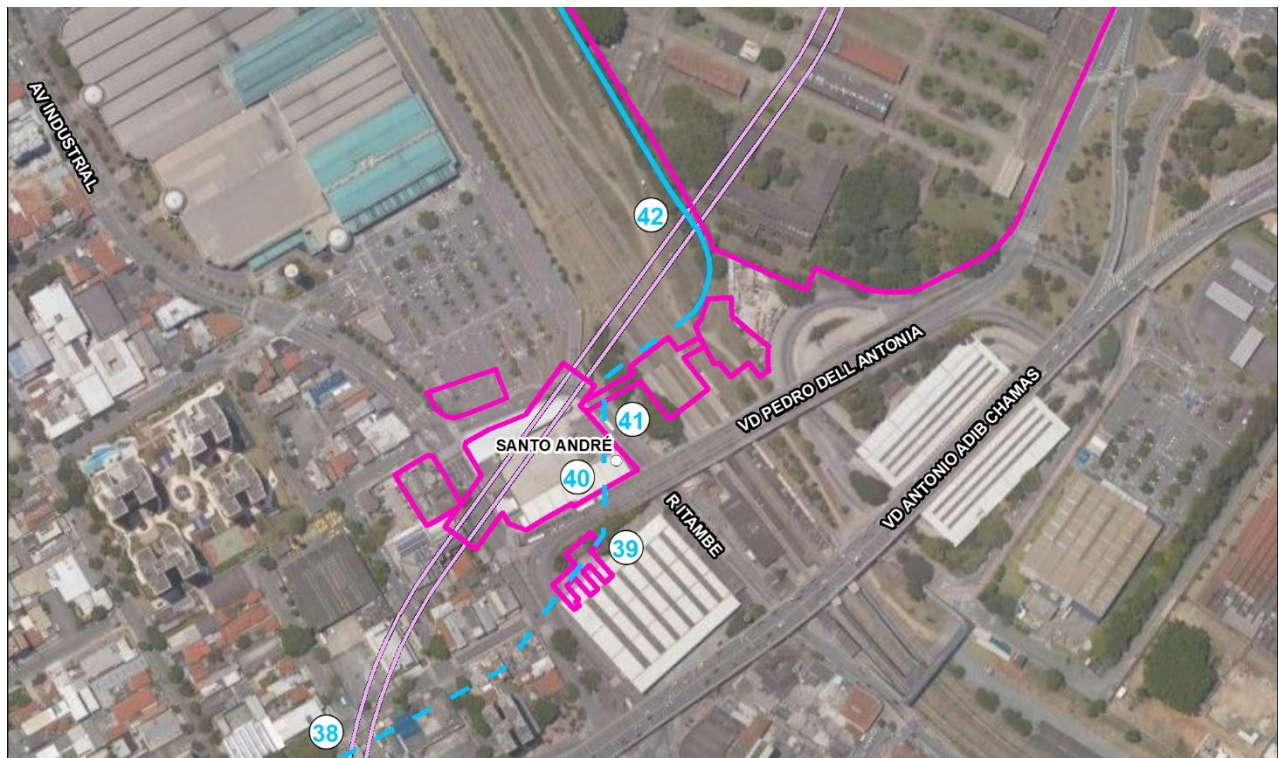
Figura 9.10-56: Interferência 38, Córrego do Cemitério/Carapetuba canalizado em tubulação/galeria, na altura da R. Catequese em Santo André, e mapa de localização do ponto.



CÓDIGO	REVISÃO
RT-20.EA.00.00/8LP-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
20/03/2023	475 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman <hr/> ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

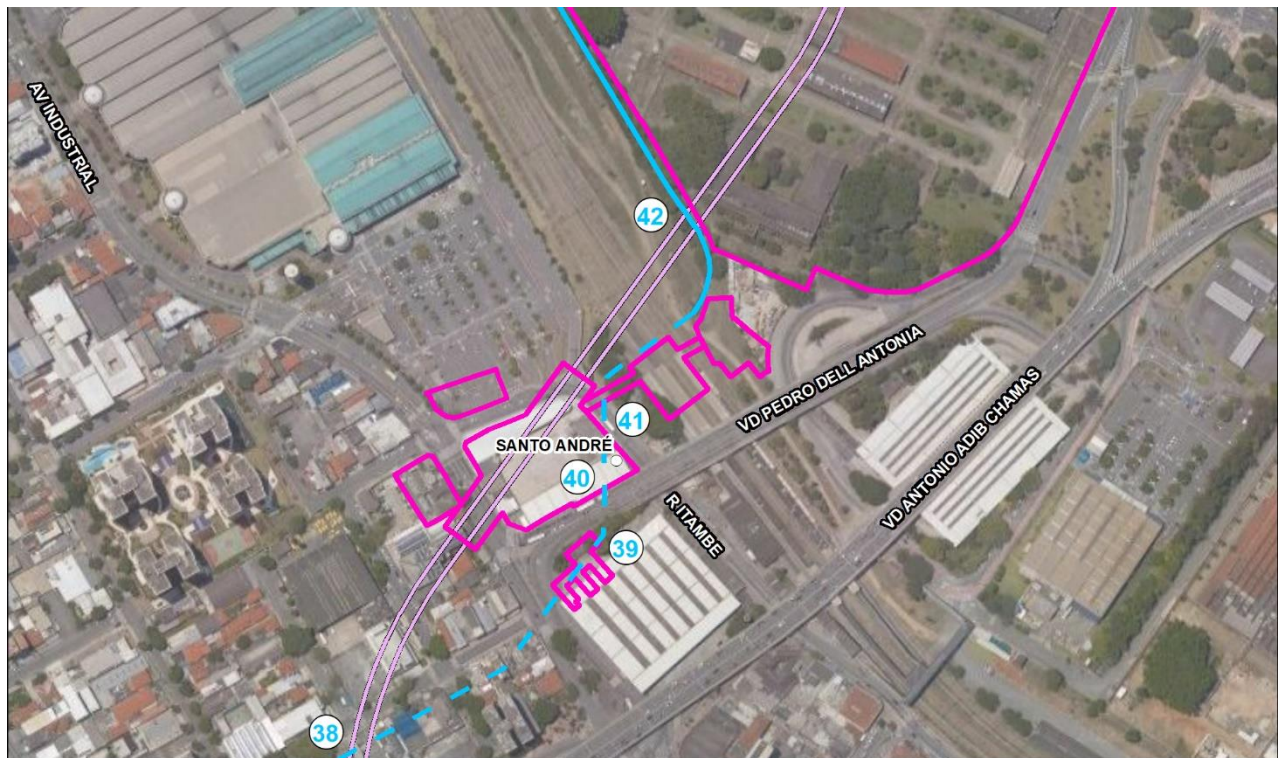
Figura 9.10-57: Interferência 39, Córrego do Cemitério/Carapetuba canalizado em tubulação/galeria, na altura da Av. Industrial em Santo André, e mapa de localização do ponto.



CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 476 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-58: Interferência 40, Córrego do Cemitério/Carapetuba canalizado em tubulação/galeria, na altura da Av. Industrial em Santo André, e mapa de localização do ponto.



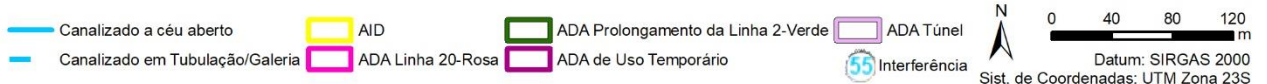
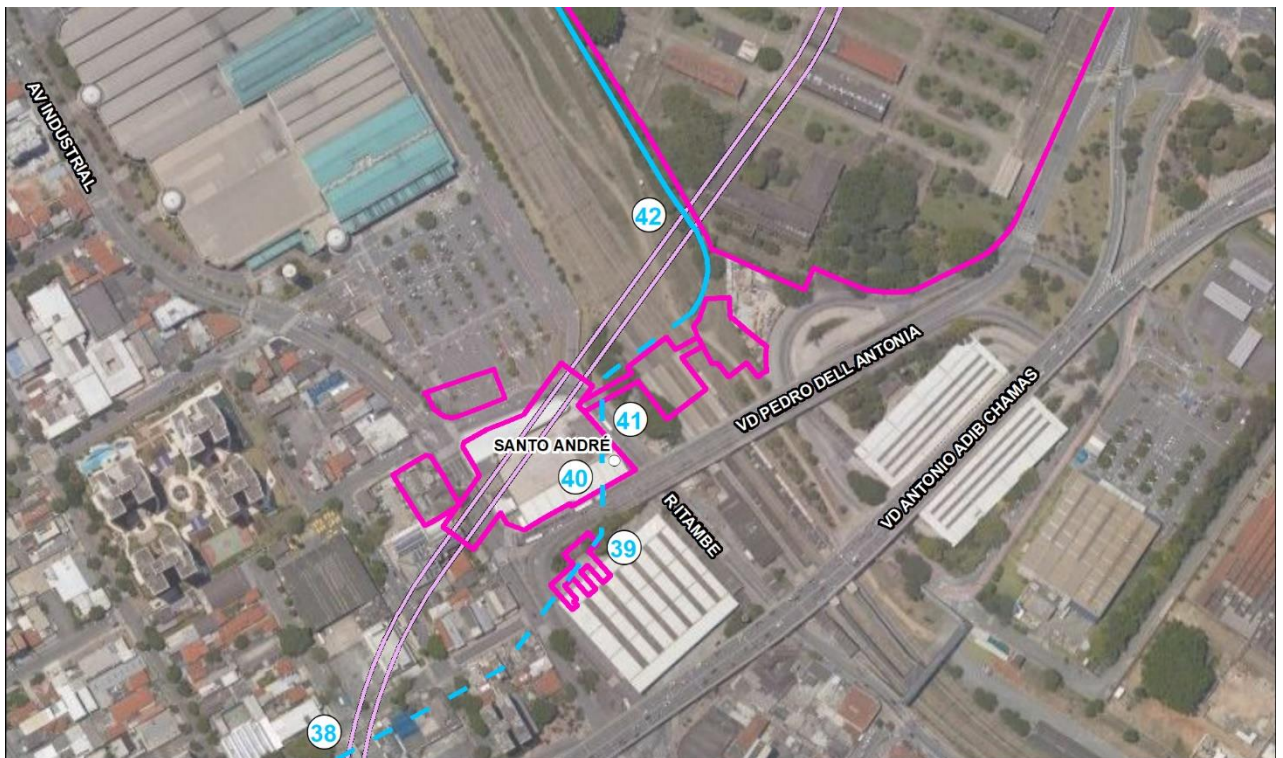
— Canalizado a céu aberto
 AID
 ADA Prolongamento da Linha 2-Verde
 ADA Túnel
— Canalizado em Tubulação/Galeria
 ADA Linha 20-Rosa
 ADA de Uso Temporário
 55 Interferência

Datum: SIRGAS 2000
 Sist. de Coordenadas: UTM Zona 23S

CÓDIGO	REVISÃO
RT-20.EA.00.00/8LP-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
20/03/2023	477 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman <hr/> ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

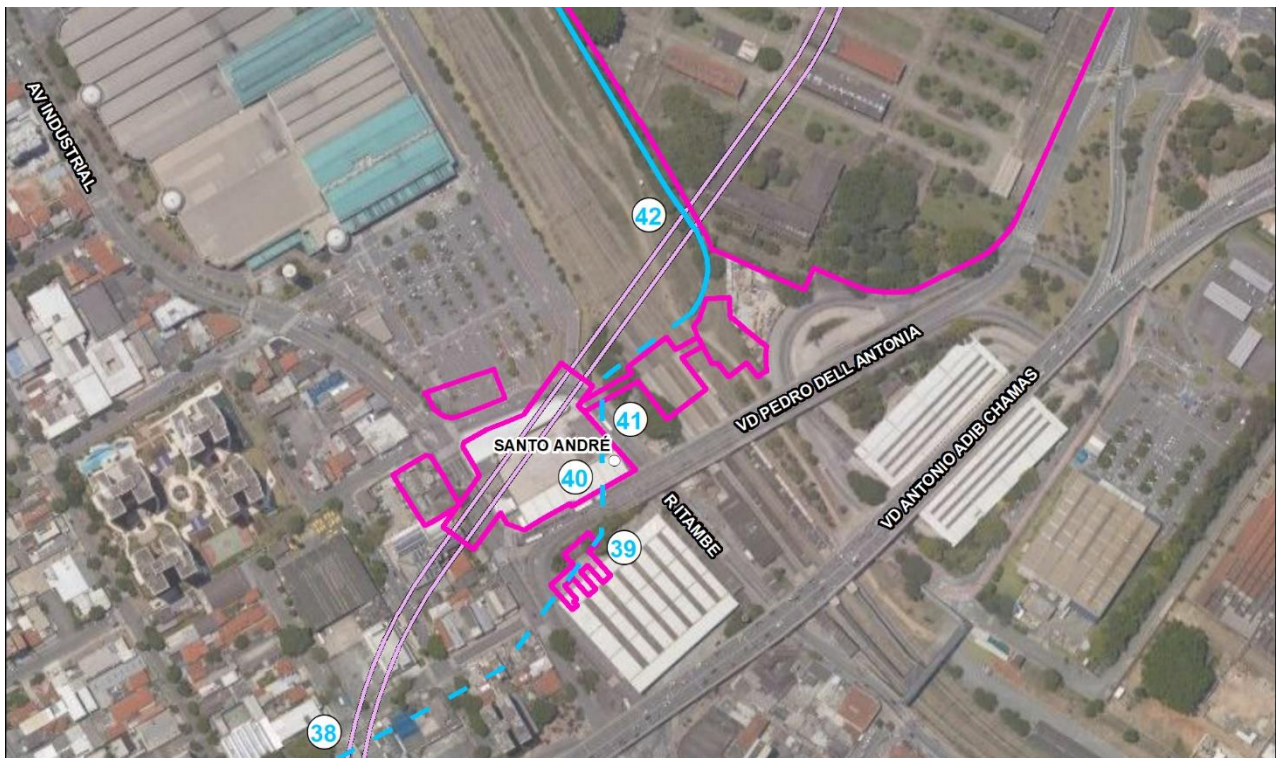
Figura 9.10-59: Interferência 41, Córrego do Cemitério/Carapetuba canalizado em tubulação/galeria, na altura da Av. Industrial em Santo André, e mapa de localização do ponto.



CÓDIGO RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 20/03/2023	FOLHA 478 de 1815

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman <hr/> ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
--	---

Figura 9.10-60: Interferência 42, Córrego do Cemitério/Carapetuba canalizado a céu aberto, na altura da R. Visc. de Taunay em Santo André, e mapa de localização do ponto.

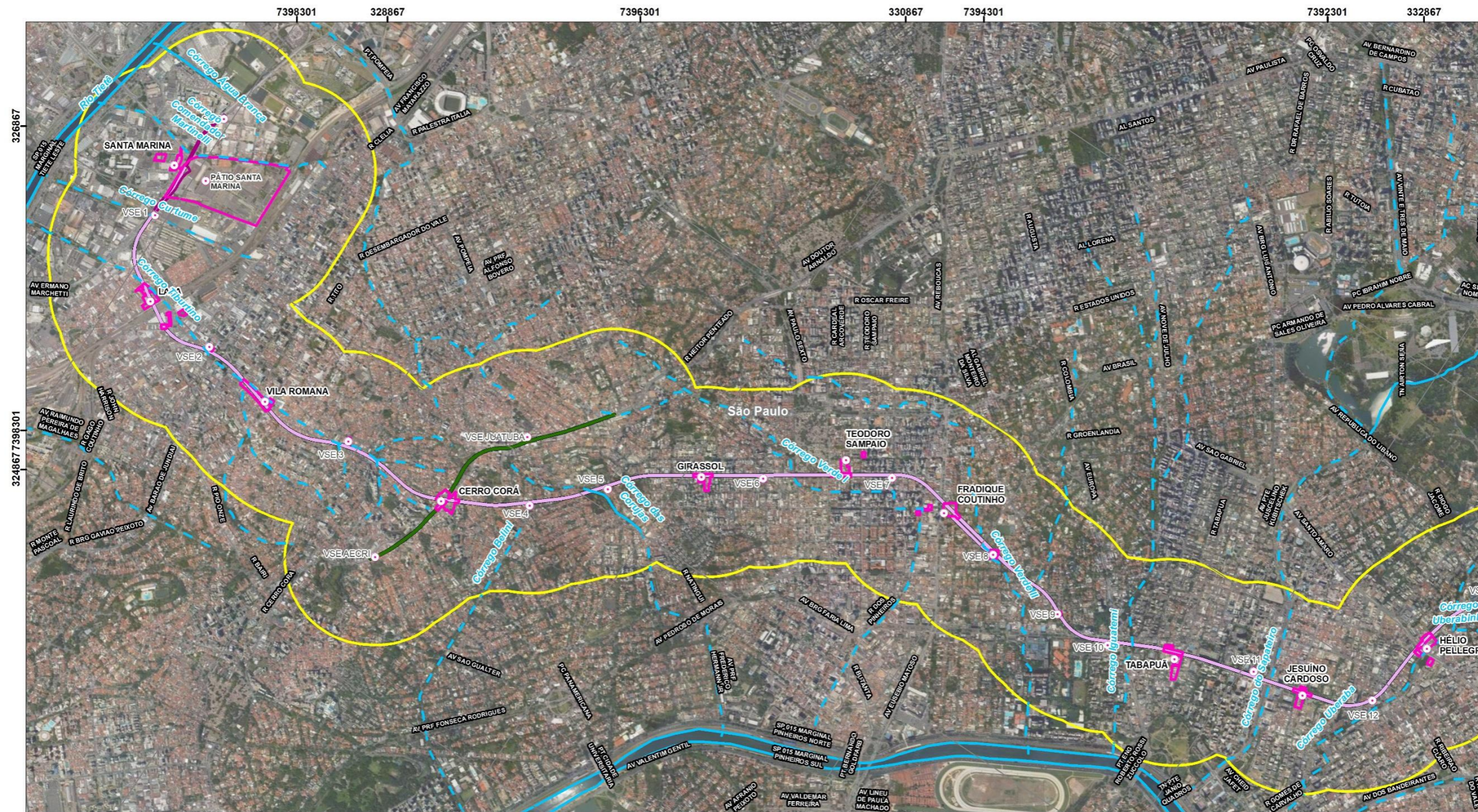


Canalizado a céu aberto	AID	ADA Prolongamento da Linha 2-Verde	ADA Túnel	 0 40 80 120 m Datum: SIRGAS 2000 Sist. de Coordenadas: UTM Zona 23S
Canalizado em Tubulação/Galeria	ADA Linha 20-Rosa	ADA de Uso Temporário	Interferência	

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) CONSÓRCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	EMITENTE Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho
---	---

CÓDIGO	RT-20.EA.00.00/8LP-001	REVISÃO	0
EMIÇÃO	20/03/2023	FOLHA	479 de 1815

Mapa 9.10-4: Interferências e tipos de leito. Folha 1/3.



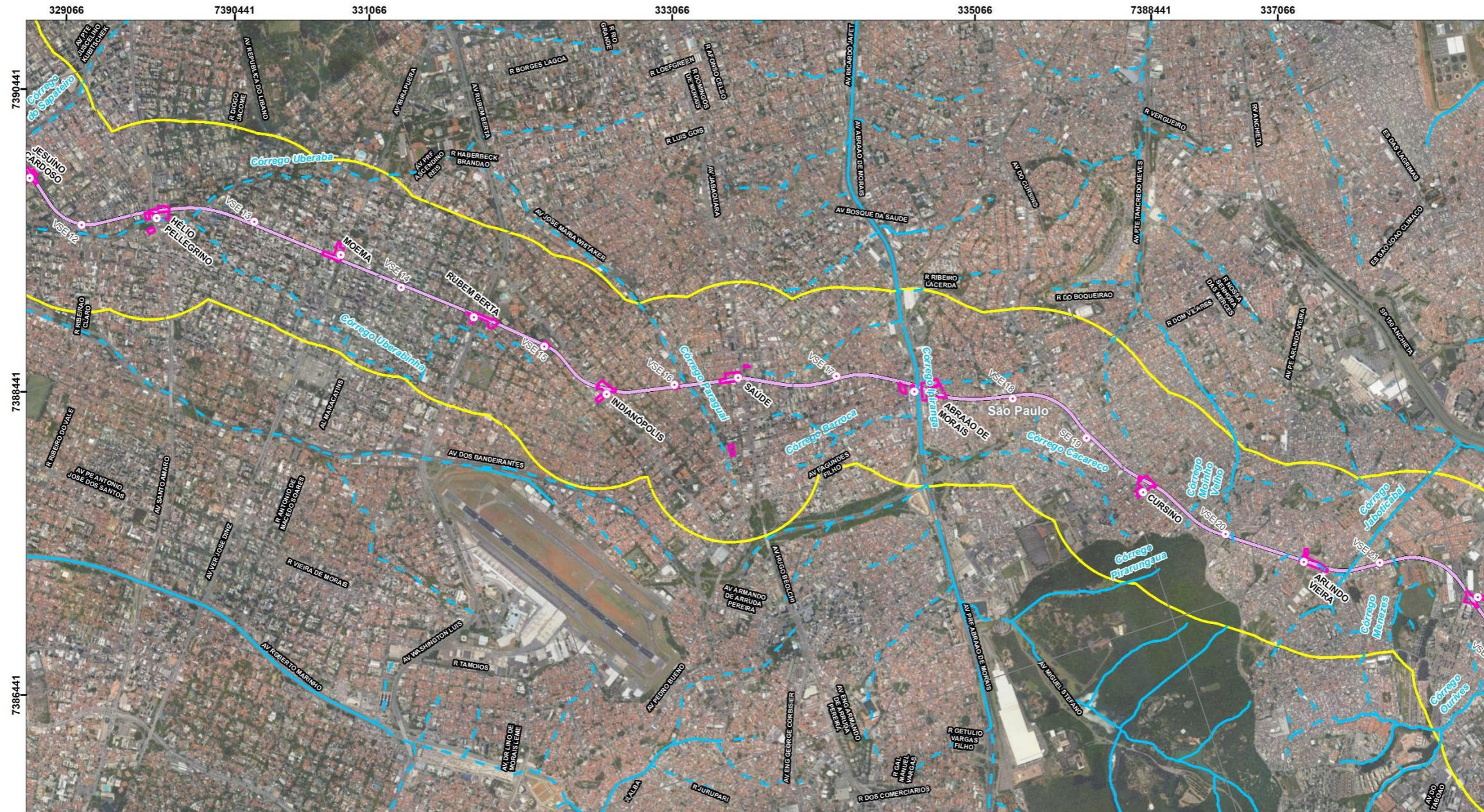
LEGENDA	
	Estações
	ADA Tunel
	ADA Linha 20-Rosa
	ADA Uso Temporário
	ADA Prolongamento da Linha-2 Verde
	AID
	Limites Municipais
	Curso d'água canalizado a céu aberto
	Curso d'água canalizado em tubulação/galeria

Convenções Cartográficas
PROJEÇÃO: UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM SIRGAS 2000 - 23S



Interferências e Tipos de Leito
Folha 1/3
Fonte de dados Metrô de São Paulo DAE Cartas Topográficas (IBGE/IGC-SP) - 1980

Mapa 9.10-5: Interferências e tipos de leito. Folha 2/3.



LEGENDA

- Estações
- ADA Tunel
- ADA Linha 20-Rosa
- ADA Uso Temporário
- ADA Prolongamento da Linha-2 Verde
- AID
- Limites Municipais
- Curso d'água canalizado a céu aberto
- Curso d'água canalizado em tubulação/galeria

Convenções Cartográficas

PROJEÇÃO:
UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM
SIRGAS 2000 - 23S

0 0,275 0,55 1,1 1,65 KM

LOCALIZAÇÃO

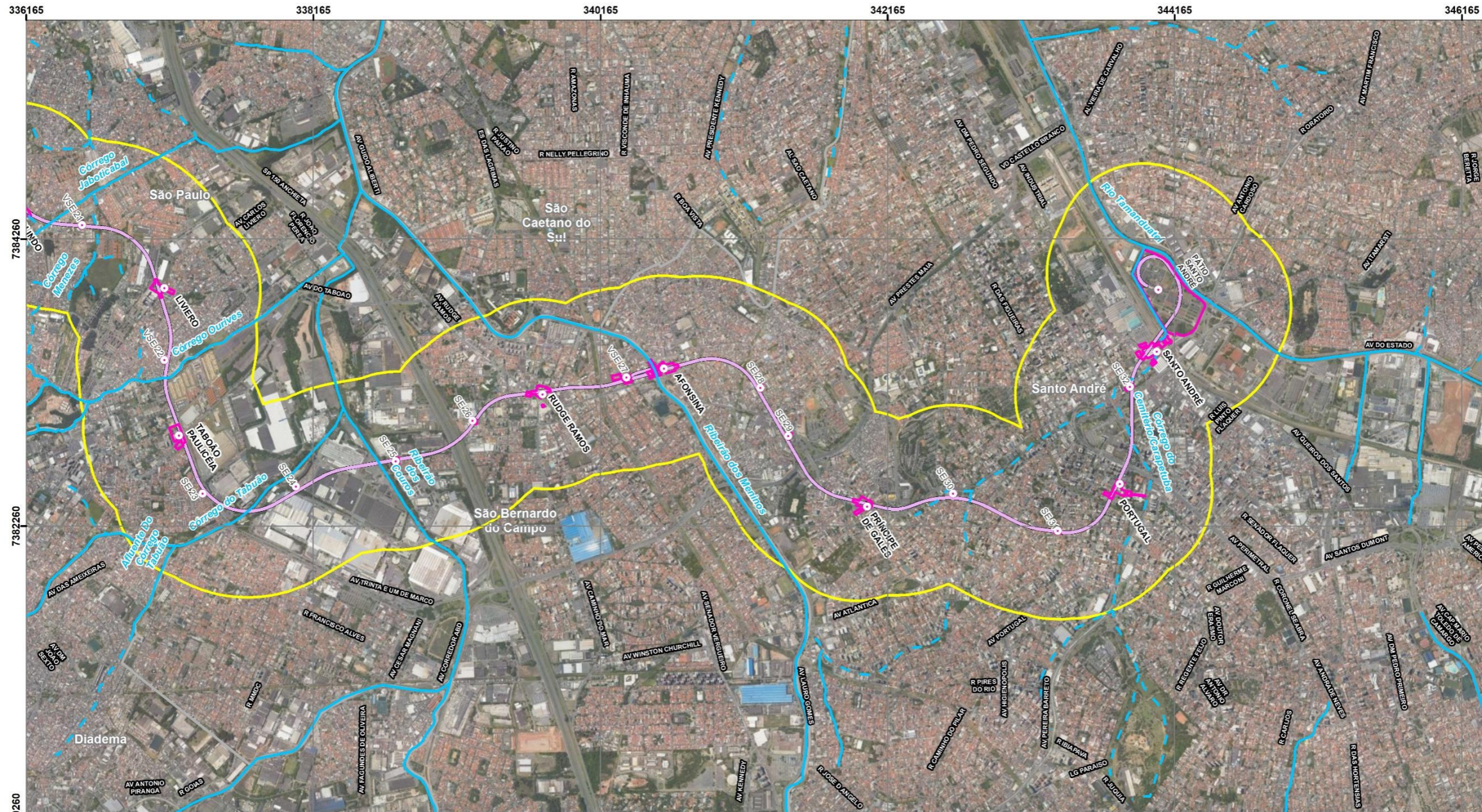
Interferências e Tipos de Leito
Folha 2/3

Fonte de dados
Metrô de São Paulo
DAEE
Cartas Topográficas (IBGE/IGC-SP) - 1980

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
 CONSORCIO GPO-GEOCOMPANY-GEOTEC	Fernando Facciola Kertzman ANÁLISE TÉCNICA Victor Bassetti Martinho

CÓDIGO	REVISÃO
RT-20.EA.00.00/8LP-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
20/03/2023	481 de 1815

Mapa 9.10-6: Interferências e tipos de leito. Folha 3/3.



LEGENDA	
	Estações
	ADA Tunel
	ADA Linha 20-Rosa
	ADA Uso Temporário
	ADA Prolongamento da Linha-2 Verde
	AID
	Limites Municipais
	Curso d'água canalizado a céu aberto
	Curso d'água canalizado em tubulação/galeria

Convenções Cartográficas
PROJEÇÃO: UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM SIRGAS 2000 - 23S



Interferências e Tipos de Leito
Folha 3/3
Fonte de dados Metrô de São Paulo DAEE Cartas Topográficas (IBGE/IGC-SP) - 1980