



Companhia do Metropolitano de São Paulo - Metrô

LINHA 5 - LILÁS

TRECHO ADOLFO PINHEIRO - CHÁCARA KLABIN
COM PÁTIO GUIDO CALOI



ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

VOLUME 2/4

JANEIRO/ 2009
RT 5.00.00.00/8N4 - 002 - Rev B



SUMÁRIO

Volume 1

0. Apresentação	1
1. Informações Gerais	4
1.1. Informações Gerais do empreendedor	4
1.2. Identificação da empresa responsável pelo estudo	4
1.3. Objeto do Licenciamento.....	7
2. Introdução.....	9
2.1. Histórico do Empreendimento	9
2.1.1. Histórico do Licenciamento Ambiental do Empreendimento.....	9
2.1.1.1. Licença Prévia da Ligação Campo Limpo – Santo Amaro	10
2.1.1.2. Licença de Operação da Ligação Campo Limpo – Santo Amaro	16
2.1.1.3. Licença Ambiental Prévia do Trecho entre as Estações Largo Treze e Adolfo Pinheiro.....	20
2.1.2. Histórico dos estudos desenvolvidos no planejamento do empreendimento: evolução dos Planos e Projetos da Rede Metroviária	41
2.1.2.1. Rede Básica do Metrô e a Evolução da Diretriz da Linha 5-Lilás.....	41
2.1.2.2. O PITU e a Linha 5 do Metrô	45
2.1.2.3. A Prioridade da Linha 5 no Sistema de Transporte Metropolitano	47
2.2. Objetivo e Justificativa do Empreendimento	50
2.2.1. Objetivo do Empreendimento.....	50
2.2.2. Justificativa e Abrangência do Empreendimento.....	51
2.2.2.1. Estrutura Urbana da Região Metropolitana de São Paulo – RMSP.....	51
2.2.2.2. Vetores de Urbanização da RMSP.....	52
2.2.2.3. Sistema Viário.....	55
2.2.2.4. Sistemas de Transportes na RMSP	60
2.2.3. Benefícios Esperados com a Implantação do Empreendimento.....	62
2.2.3.1. Transporte Coletivo	62
2.2.3.2. Paisagem Urbana.....	63
2.2.3.3. Socioeconômicos e ambientais	66
3. Legislação Incidente.....	70
3.1. Legislação Incidente.....	70
3.1.1. Unidades de Conservação	70
3.1.2. Restrições para supressão de vegetação	71
3.1.3. Proteção ao Patrimônio Cultural.....	72
3.1.4. Poluição do Solo e Subsolo.....	75
3.1.5. Poluição Atmosférica.....	77
3.1.6. Poluição Sonora.....	80
3.1.7. Poluição da Água	82
3.1.8. Desapropriação e Reassentamento	84
3.2. Legislação urbanística.....	85
3.2.1. Plano Diretor Municipal e Planos Regionais.....	86
3.2.1.1. Plano Diretor Estratégico – PDE	86

3.2.1.2.	Planos Regionais	90
3.2.1.3.	Uso do Solo	92
3.2.1.4.	PITU 2020	97
3.2.1.5.	Lei Orgânica do Município de São Paulo	98
3.2.1.6.	Código de Obras	101
3.2.1.7.	Estatuto da Cidade	102
3.3.	Compatibilidade com Planos e Projetos Co-localizados	103
3.3.1.	Operações Urbanas Consorciadas – OUC	103
3.3.2.	Áreas de Intervenções Urbanas – AIU	109
3.3.3.	Projetos Estratégicos – PEIU	111
3.3.4.	Parques Lineares e Caminhos Verdes	112
3.3.5.	Rede Estrutural Viária	114
3.3.6.	Rede Estrutural de Transporte Coletivo	115
3.3.7.	Rede Estrutural de Eixos e Pólos de Centralidades	119
3.3.8.	Projetos Viários e de transporte coletivo	121
3.3.8.1.	Interseção das Avenidas Santo Amaro e Jornalista Roberto Marinho	121
3.3.8.2.	Projeto Nova Bandeirantes	121
3.3.8.3.	Linha 15 (Vila Maria / Água Espraiada)	123
3.3.8.4.	Metrô Leve São Judas-Morumbi	124
3.3.8.5.	Corredor Diadema-Brooklin	125
3.3.8.6.	Reestruturação do Sistema Ônibus em São Paulo	126
4.	Estudo de Alternativas	128
4.1.	Alternativas Locacionais	128
4.1.1.	Alternativas de Traçado Desenvolvidas	130
4.2.	Alternativas Modais e Tecnológicas	135
4.3.	Alternativa selecionada	137
5.	Caracterização do Empreendimento	141
5.1.	Projeto Funcional	141
5.2.	Localização do Empreendimento	143
5.2.1.	Estrutura Urbana	143
5.2.2.	Sistema Viário	144
5.3.	Caracterização da Demanda	147
5.4.	Descrição do Projeto	153
5.4.1.	Características Técnicas do Projeto	153
5.4.1.1.	Traçado em Planta e Perfil	154
5.4.2.	Descrição das Estações	166
5.4.2.1.	Funcionalidades das Estações	166
5.4.2.2.	Localização e Características das Estações	168
5.4.2.3.	Dimensionamento das Estações	172
5.4.2.4.	Pátio Guido Caloi	187
5.4.3.	Características Construtivas	190
5.4.3.1.	Método Construtivo	190
5.4.3.2.	Descrição Geológica	194
5.4.3.3.	Considerações sobre Poços de Ventilação e Saídas de Emergência	195
5.4.4.	Descrição do Método Construtivo por Sub-Trecho	196
5.4.4.1.	Sub-Trecho Estação Adolfo Pinheiro - Estação Alto da Boa Vista	196
5.4.4.2.	Sub-Trecho Estação Alto da Boa Vista - Estação Borba Gato	196

5.4.4.3.	Sub-Trecho Estação Borba Gato - Estação Brooklin.....	197
5.4.4.4.	Sub-Trecho Estação Brooklin-Campo Belo - Estação Água Espraiada	198
5.4.4.5.	Sub-Trecho Estação Água Espraiada - Estação Ibirapuera	199
5.4.4.6.	Sub-Trecho Estação Ibirapuera - Estação Moema	200
5.4.4.7.	Sub-Trecho Estação Moema - Estação Servidor	201
5.4.4.8.	Sub-Trecho Estação Servidor - Estação Vila Clementino	201
5.4.4.9.	Sub-Trecho Estação Vila Clementino - Estação Santa Cruz.....	202
5.4.4.10.	Sub-Trecho Santa Cruz - Estação Chácara Klabin	202
5.4.4.11.	Material Excedente	203
5.4.4.12.	Principais Serviços na Etapa de Construção.....	204
5.4.5.	Características Operacionais	208
5.4.5.1.	Características Gerais da Linha	208
5.4.5.2.	Características do Material Rodante.....	212
5.4.5.3.	Manobras de Trens	213
5.4.6.	Características dos Sistemas	214
5.4.6.1.	Sistema de Supervisão e Controle Centralizado - SSCC	215
5.4.6.2.	Sistema de Sinalização e Controle - SSC.....	218
5.4.6.3.	Sistema de Proteção e Operação Automática (ATC).....	223
5.4.6.4.	Sistema de Alimentação Elétrica.....	224
5.4.6.5.	Sistema de Telecomunicações	224
5.4.6.6.	Sistema de Controle de Acesso e de Passageiros - SCAP	232
5.4.6.7.	Sistema de Apoio à Manutenção - SAM.....	235
5.4.6.8.	Sistema Auxiliares	235
5.4.6.9.	Centro de Controle de Segurança - CCS.....	240
5.4.6.10.	Sistemas de Alimentação Elétrica	241
5.4.6.11.	Sistema de Controle Local - SCL	245
5.4.6.12.	Material Rodante	247
5.5.	Cronograma, Investimentos e Mão de Obra	251
5.5.1.	Cronograma de Implantação do Empreendimento	251
5.5.2.	Estimativa de Investimentos	253
5.5.3.	Mão-de-Obra	253

Volume 2

6.	Diagnóstico Ambiental.....	1
6.1.	Definição das Áreas de Influência do Empreendimento	1
6.1.1.	Área de Influência Indireta – AII.....	2
6.1.2.	Área de Influência Direta – AID	4
6.1.3.	Área de Influência Indireta – ADA.....	7
6.2.	Caracterização e Análise do Meio Físico.....	10
6.2.1.	Clima	10
6.2.2.	Qualidade do Ar.....	15
6.2.2.1.	Caracterização da Qualidade do Ar na RMSP	15
6.2.2.2.	Parâmetros de Qualidade	18
6.2.2.3.	Qualidade do Ar na AID.....	21
6.2.3.	Geologia Regional.....	30
6.2.4.	Aspectos Geomorfológicos da AII	35

6.2.5.	Pedologia na AII.....	41
6.2.6.	Recursos Hídricos Subterrâneos – Hidrogeologia	44
6.2.6.1.	Sistema Aquífero Sedimentar (Aquífero São Paulo)	46
6.2.6.2.	Sistema Aquífero Cristalino (Aquífero Fraturado)	47
6.2.7.	Análise Morfométrica.....	49
6.2.7.1.	Hipsometria.....	51
6.2.7.2.	Declividades	51
6.2.7.3.	Mapa de Curvatura de Perfil e Curvatura Planar	54
6.2.7.4.	Mapa de Bacias e Drenagens Locais	54
6.2.8.	Aspectos Geotécnicos	59
6.2.9.	Geologia, Geomorfologia e Pedologia da AID e ADA	63
6.2.9.1.	Tipos de Terreno	63
6.2.9.2.	Compartimento Planícies e Colinas Amplas.....	63
6.2.9.3.	Compartimento Espigões.....	80
6.2.10.	Aspectos Geotécnicos da AID e ADA.....	88
6.2.10.1.	Compartimento Planícies e Colinas Amplas.....	88
6.2.10.2.	Compartimento Espigões.....	93
6.2.11.	Recursos Hídricos	97
6.2.11.1.	Escalas de Abordagem	97
6.2.11.2.	Procedimentos Metodológicos	99
6.2.11.3.	Hidrografia nas Áreas de Influência Indireta e Direta.....	99
6.2.11.4.	Hidrografia na Área de Diretamente Afetada (ADA).....	103
6.2.11.5.	Conclusão	107
6.2.12.	Ruído e Vibrações.....	108
6.2.12.1.	Normalização de referência	108
6.2.12.2.	Metodologia de análise.....	109
6.2.12.3.	Medições de ruído e vibrações	112

Volume 3

6.3.	Caracterização e Análise do Meio Urbano	1
6.3.1.	Desenvolvimento Econômico Regional	1
6.3.1.1.	Localização dos empregos na RMSP	7
6.3.1.2.	Caracterização do emprego na Área de Influência Direta	10
6.3.2.	Perfil Sócio-econômico e Demográfico	14
6.3.2.1.	População e Dinâmica Demográfica	14
6.3.2.2.	Renda familiar	22
6.3.2.3.	Educação	26
6.3.2.4.	Saúde.....	30
6.3.2.5.	Índice de Desenvolvimento Humano.....	34
6.3.3.	Estrutura Urbana.....	36
6.3.3.1.	Expansão e Adensamento da Ocupação	40
6.3.3.2.	Dinâmicas Urbanas na AII	40
6.3.4.	Uso e Ocupação do Solo e Zoneamento	42
6.3.4.1.	Uso e Ocupação do Solo na AID	42
6.3.4.2.	Zoneamento e Áreas de Urbanização específicas na AID	46
6.3.5.	Patrimônio Histórico, Arqueológico e Cultural	66

6.3.5.1.	Patrimônio Arquitetônico	67
6.3.5.2.	Patrimônio Ambiental, Urbano e Cultural	75
6.3.6.	Mercado Imobiliário	83
6.3.6.1.	A Dinâmica Imobiliária na RMSP: tendências recentes 1987 - 2006	85
6.3.6.2.	A Dinâmica Imobiliária no Entorno da Linha 5-Lilás.....	90
6.3.6.3.	Lançamentos Residenciais	91
6.3.6.4.	Lançamentos Comerciais	94
6.3.6.5.	Preços Imobiliários.....	96
6.3.6.6.	Planta Genérica de Valores	97
6.3.6.7.	Considerações sobre a dinâmica imobiliária.....	99
6.3.7.	Padrões de Acessibilidade Regional	99
6.3.8.	Sistema Viário e Tráfego.....	102
6.3.8.1.	Estrutura do Sistema Viário da RMSP	102
6.3.8.2.	Caracterização da Gestão do Trânsito	106
6.3.8.3.	Uso do solo e circulação urbana	108
6.3.8.4.	Fiscalização.....	109
6.3.8.5.	Segurança.....	110
6.3.8.6.	Sistema Viário Principal e Hierarquização nas Áreas de Influência Indireta e Direta da Linha 5-Lilás.....	111
6.3.8.7.	Principais Problemas e Carências do Sistema Viário.....	126
6.3.9.	Transporte Coletivo	127
6.3.9.1.	Transporte Coletivo na RMSP	127
6.3.9.2.	Sistema Integrado	133
6.3.9.3.	Transporte Coletivo na Área de Influência	137
6.3.10.	Organizações Sociais	162
6.3.10.1.	Sociedade Civil Organizada	162
6.3.10.2.	Atendimento à comunidade – a experiência da Linha 5-Lilás no trecho Largo Treze- Adolfo Pinheiro	165
6.3.11.	Áreas Indicadas para Desapropriação	167
6.3.11.1.	Definição das áreas indicada para desapropriação	167
6.3.11.2.	Caracterização das áreas indicadas para desapropriação	168

Volume 4

6.4.	Caracterização e Análise do Meio Biótico	1
6.4.1.	Vegetação na Área de Influência Indireta - AII.....	1
6.4.1.1.	Caracterização Regional.....	1
6.4.1.2.	Unidades de Conservação e Áreas Protegidas.....	11
6.4.2.	Caracterização da Fauna da Área de Influência Indireta - AII	19
6.4.2.1.	O estudo da fauna em documentos ambientais.....	19
6.4.3.	Caracterização da Vegetação na Área de Influência Direta – AID.....	21
6.4.3.1.	Parques Municipais	22
6.4.3.2.	Patrimônio Ambiental	25
6.4.4.	Caracterização da fauna na área de influência direta - AID	28
6.4.4.1.	Metodologia.....	28
6.4.4.2.	Inserção Regional	28
6.4.5.	Caracterização da Vegetação na Área Diretamente Afetada – ADA.....	30

6.4.5.1.	Traçado da Linha do Metrô.....	30
6.4.5.2.	Compensação Ambiental	55
6.4.5.3.	Pátio de Manobras.....	57
6.4.6.	Caracterização da fauna na área diretamente afetada.....	59
6.4.6.1.	Fauna observada	59
6.4.6.2.	Pontos significativos.....	60
6.4.6.3.	Vegetação útil à avifauna.....	61
6.4.6.4.	Avifauna urbana	62
6.4.6.5.	Considerações finais.....	63
6.5.	Passivo Ambiental.....	64
6.6.	Análise Integrada	69
7.	Identificação e Avaliação de Impactos Ambientais e Medidas Mitigadoras e Compensatórias	83
7.1.	Referencial Metodológico	83
7.1.1.	Ações impactantes do empreendimento	84
7.1.2.	Identificação dos impactos ambientais.....	89
7.1.3.	Avaliação dos impactos ambientais	97
7.2.	Descrição dos Impactos Ambientais.....	98
7.2.1.	Impactos do Meio Físico.....	100
7.2.1.1.	Geração de resíduos sólidos	100
7.2.1.2.	Contaminação do solo.....	102
7.2.1.3.	Risco de acidentes geotécnicos e alteração da estabilidade do solo	104
7.2.1.4.	Erosão e assoreamento de cursos d'água.....	107
7.2.1.5.	Alterações na dinâmica hidrogeológica e contaminação de aquíferos	109
7.2.1.6.	Aumento da vazão no sistema de drenagem superficial.....	114
7.2.1.7.	Alteração da qualidade da água superficial	115
7.2.1.8.	Erosão e assoreamento de curso d'água por rebaixamento do lençol freático	117
7.2.1.9.	Alteração da qualidade do ar	118
7.2.1.10.	Alteração nas condições de ruído	122
7.2.1.11.	Alteração nas condições de vibrações induzidas no solo	124
7.2.2.	Impactos do Meio Urbano e Socioeconômico	125
7.2.2.1.	Geração de expectativa da comunidade.....	125
7.2.2.2.	Remoção da população residente e atividades econômicas	126
7.2.2.3.	Riscos de acidentes na obra e para população	129
7.2.2.4.	Alteração do uso do solo predominante e da paisagem urbana	130
7.2.2.5.	Interferência em potenciais sítios arqueológicos	133
7.2.2.6.	Interferência em edifícios do patrimônio histórico	133
7.2.2.7.	Geração de emprego.....	135
7.2.2.8.	Aumento do potencial de atratividade de empresários e negócios e aumento da arrecadação de impostos.....	135
7.2.2.9.	Alteração de valores imobiliários.....	136
7.2.2.10.	Geração de demanda por infra-estrutura e serviços públicos.....	137
7.2.2.11.	Interrupção de serviços de infraestrutura urbana.....	138
7.2.2.12.	Alterações no Sistema Viário	139
7.2.2.13.	Alterações no Transporte Coletivo	144

7.2.2.14.	Alterações na Acessibilidade.....	148
7.2.2.15.	Sinergia com projetos co-localizados.....	150
7.2.3.	Impactos do Meio Biótico	151
7.2.3.1.	Supressão de Vegetação	151
7.2.3.2.	Intervenção em Áreas Protegidas.....	153
7.2.3.3.	Alteração das Condições para a Fauna	155
7.3.	Ações Mitigadoras e de controle dos impactos ambientais	157
8.	Planos e Programas Ambientais	159
8.1.	Plano de Gestão Ambiental	159
8.1.1.	Objetivos do Plano de Gestão Ambiental	159
8.1.2.	Diretrizes ambientais para o projeto de implantação.....	160
8.1.2.1.	Elaboração de projetos	161
8.1.2.2.	Higiene e saúde nos canteiros de obra	163
8.1.2.3.	Efluentes líquidos domésticos e dos serviços associados a construção da linha	164
8.1.2.4.	Resíduos sólidos	165
8.1.2.5.	Drenagem superficial	165
8.1.2.6.	Rebaixamento do lençol freático	165
8.1.2.7.	Remoção de vegetação	165
8.1.2.8.	Segurança e interferências com a vizinhança	166
8.1.2.9.	Edificações lindeiras às frentes de obra.....	167
8.1.2.10.	Remanejamento de serviços públicos.....	167
8.1.2.11.	Transporte de material e equipamentos e desvios de tráfego.....	172
8.1.2.12.	Deposição de material excedente.....	172
8.1.2.13.	Prevenção e descontaminação de áreas (passivos ambientais)	173
8.1.2.14.	Vestígios arqueológicos	174
8.1.2.15.	Recomposição da paisagem e urbanização	174
8.1.2.16.	Conclusão dos serviços	174
8.1.3.	Programa de Prospecção e Monitoramento Arqueológicos.....	175
8.2.	Programa de Compensação de População e Negócios Afetados	176
8.2.1.	Objetivos	176
8.2.2.	Diretrizes	176
8.2.2.1.	Co-gestão do Programa entre famílias, empresários afetados e a CMSP	178
8.2.2.2.	Articulação Institucional.....	179
8.2.3.	Estrutura Geral do Programa	179
8.2.4.	Subprograma de Aquisição de Áreas.....	181
8.2.4.1.	O processo de desapropriação.....	182
8.2.4.2.	Principais ações.....	184
8.2.5.	Subprograma de apoio à reinserção residencial e comercial	185
8.2.6.	Subprograma de interação e comunicação social.....	186
8.3.	Plano de Comunicação Social	189
8.3.1.	Justificativa	189
8.3.2.	Objetivos	190
8.3.3.	Público Alvo	190
8.3.4.	Principais Ações nas Diversas Fases do Empreendimento.....	191
8.3.4.1.	Anúncio do empreendimento.....	191

8.3.4.2.	Antes do início das obras	191
8.3.4.3.	Durante a implantação.....	193
8.3.4.4.	Durante a finalização das obras	195
8.3.4.5.	Na operação da Linha 5-Lilás	195
8.3.5.	Sub-programa de acompanhamento na relocação de população e atividades econômicas	196
8.3.5.1.	Objetivo.....	196
8.3.5.2.	Público-alvo.....	196
8.3.5.3.	Diretrizes	197
8.3.6.	Sub-programa de comunicação e acompanhamento social para situações emergenciais	198
8.3.6.1.	Objetivos	198
8.3.6.2.	Público-alvo.....	198
8.3.6.3.	Planejamento das ações em cenário de emergências	198
8.4.	Plano de Monitoramento Ambiental.....	200
8.4.1.	Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas.....	200
8.4.1.1.	Fase de Obras.....	200
8.4.1.2.	Fase de Operação.....	201
8.4.2.	Programa de Monitoramento de Recalques	202
8.4.2.1.	Justificativa.....	202
8.4.2.2.	Objetivos	203
8.4.2.3.	Procedimentos	204
8.4.2.4.	Responsabilidades.....	204
8.4.3.	Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar	205
8.4.3.1.	Justificativa.....	205
8.4.3.2.	Objetivos	205
8.4.3.3.	Procedimentos:	206
8.4.3.4.	Responsabilidade:	206
8.4.3.5.	Período do monitoramento	207
8.4.4.	Programa de Monitoramento de Emissão de Ruídos	207
8.4.4.1.	Justificativa.....	207
8.4.4.2.	Objetivos	207
8.4.4.3.	Procedimentos	208
8.4.4.4.	Responsabilidade:	209
8.4.5.	Programa de Monitoramento de Vibrações Induzidas ao Solo	210
8.4.5.1.	Justificativa.....	210
8.4.5.2.	Objetivos	210
8.4.5.3.	Procedimentos	211
8.4.5.4.	Responsabilidade	212
8.4.6.	Programa de Compensação Ambiental.....	213
9.	Conclusão.....	214
9.1.	Prognóstico Ambiental	214
9.1.1.	Perspectivas e tendências de evolução.....	215
9.1.2.	Cenários prospectivos	216
9.1.2.1.	Cenário com Empreendimento	218
9.1.2.2.	Cenário sem o Empreendimento	220
9.1.3.	Quadro prospectivo.....	223

9.1.4.	Estimativas de Benefícios no Cenário com o empreendimento	225
9.2.	Conclusões e Recomendações.....	228
10.	Referências Bibliográficas	230
10.1.	documentos do metrô.....	230
10.2.	Meio Físico.....	236
10.3.	Meio Urbano.....	240
10.4.	Sites Consultados:.....	241
11.	Anexos.....	242
11.1.	Glossário	242
11.2.	Certificado de Calibração dos instrumentos de medição.....	245
11.3.	Equipe Técnica.....	256
11.4.	Responsabilidade Técnica.....	258

Índice de Tabelas

Volume 1

Tabela 2.2.2-1: RMSP: População Residente e Taxa de Crescimento (1970/1980/1991/2000/2007).....	52
Tabela 2.2.3-1: Quantitativo dos Benefícios Socioambientais da Linha 5-Lilás (AP-CK)	68
Tabela 2.2.3-2: Valor Monetário dos Benefícios Socioambientais da Linha 5 – Lilás (AP-CK)	68
Tabela 3.1.5-1: Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar - PRONAR - Padrões de Qualidade do Ar.....	78
Tabela 3.1.5-2: Resolução CONAMA nº5 de 15/06/89 - Padrões de Qualidade do Ar.....	79
Tabela 3.3.1-1: Operações Urbanas Consorciadas na região da Linha 5-Lilás	105
Tabela 3.3.2-1: Áreas de Intervenção Urbanística na região da Linha 5-Lilás	110
Tabela 3.3.4-1: Parques Lineares e Caminhos Verdes	113
Tabela 3.3.6-1: Rede viária estrutural e rede estrutural de transportes coletivos.....	117
Tabela 3.3.7-1: Eixos e pólos de centralidade.....	120
Tabela 4.1-1: Critérios e Indicadores Utilizados na Matriz de Avaliação Multicriterial	134
Tabela 4.2-1: Capacidade de Transporte por Modalidade	135
Tabela 5.3-1: Linha 5 - Embarque/Desembarque por Estação na Hora Pico Manhã Ano 2014	148
Tabela 5.3-2: Movimentação de Usuários da Linha 5-Lilás na Hora de Pico da Manhã	150
Tabela 5.3-3: Estimativa de Demanda da Linha 5-Lilás na Hora de Pico da Manhã	152
Tabela 5.4.2-1: Designação e Localização das Estações.....	166
Tabela 5.4.2-2: Designação e Localização das Estações da Linha 5-Lilás	176
Tabela 5.4.2-3: Dimensionamento das Posições de Estacionamento	188
Tabela 5.4.2-4: Dimensionamento de Vias do Pátio Guido Caloi	188
Tabela 5.4.2-5: Dimensionamento das Edificações do Pátio Guido Caloi.....	189
Tabela 5.4.4-1: Principais serviços na etapa de construção da Linha 5-Lilás.....	204
Tabela 5.5.1-1: Cronograma de Implantação da Linha 5-Lilás	251
Tabela 5.5.2-1: Linha 5- Lilás- Trecho Largo Treze – Chácara Klabin – Orçamento para Execução do Projeto (em R\$ Mil)	252

Volume 2

Tabela 6.1.1-1: Zonas OD/97 da Área de Influência Indireta.....	3
Tabela 6.1.2-1: Zonas OD/97 da Área de Influência Direta	7

Tabela 6.2.2-1: Fontes, características e efeitos dos principais poluentes na atmosfera	19
Tabela 6.2.2-2: Padrões nacionais de qualidade do ar segundo a Resolução CONAMA 03/90.....	20
Tabela 6.2.2-3: Índice geral de qualidade do ar da CETESB	21
Tabela 6.2.2-4: Estações telemétricas da CETESB.....	21
Tabela 6.2.2-5: Monóxido de Carbono CO - No de Ultrapassagens do PQAR e Nível de Atenção	27
Tabela 6.2.4-1: Principais tipos de relevo encontrados na AII.....	40
Tabela 6.2.5-1: Principais tipos de solos encontrados na AII e ocorrência associada a unidades geológicas e formas de relevo	44
Tabela 6.2.6-1: Potencial Hídrico Subterrâneo dos Sistemas descritos na AII.....	49
Tabela 6.2.11-1: Vazão nas Bacias de Drenagem Pluvial e Esgotamento Sanitário Interceptadas pela Linha Lilás (em L/s)	102
Tabela 6.2.11-2: TRECHO 1: Estação Adolfo Pinheiro - Poço Bandeirante	104
Tabela 6.2.11-3: TRECHO 2: Poço Iraúna - Poço Dionísio da Costa	105
Tabela 6.2.12-1: Níveis de Critério de Avaliação (NCA) conforme NBR 10.151 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT	110
Tabela 6.2.12-2: Comparação entre critério para vibração contínua.....	110
Tabela 6.2.12-3: Comparação de critérios para vibrações raras	111
Tabela 6.2.12-4: Critérios de Whiffin A C. and D. R. Leonard - 1971	111
Tabela 6.2.12-5: Limites de velocidade de vibração de Partículas – Pico (mm/s)	112
Tabela 6.2.12-6: Posição dos pontos de medição – GPS	112
Tabela 6.2.12-7: Níveis de Ruído Ambiente, Ruído de Fundo e Vibrações induzidas ao solo dos locais avaliados.....	122

Volume 3

Tabela 6.3.1-1: População nas Regiões Metropolitanas do Estado de São Paulo – Macrometrópole	4
Tabela 6.3.1-2: Produto Interno Bruto - PIB (Em milhões de reais correntes)	5
Tabela 6.3.1-3: Empregos e Distribuição por setor e por Região Metropolitana em 2006.....	6
Tabela 6.3.1-4: Variação do número de empregos por Setor, Região e Período (1991 a 2006).....	6
Tabela 6.3.1-5: Total de Empregos nos Distritos da AID.....	10
Tabela 6.3.1-6: Distribuição de Empregos nos Distritos da AID.....	11
Tabela 6.3.2-1: População Residente na RMSP por Sub-região e Período	14
Tabela 6.3.2-2: Taxas Geométricas de Crescimento Anual na RMSP por Sub-região.....	16
Tabela 6.3.2-3: Densidade Demográfica na RMSP por Sub-região	17
Tabela 6.3.2-4: População e Taxa de crescimento Anual por distrito e Município na AII	18
Tabela 6.3.2-5: População da AID por Faixas Etárias	22
Tabela 6.3.2-6: Faixa de Renda do Chefe de família na AID e Município de São Paulo.....	23
Tabela 6.3.2-7: Escolaridade do chefe de família (Curso mais avançado que frequentou) na AID e MSP	26
Tabela 6.3.2-8: Creche - Estabelecimentos Escolares e Matrículas segundo Dependência Administrativa, por Distrito da AID e Município de São Paulo em 2006.	27
Tabela 6.3.2-9: Pré-escola - Estabelecimentos Escolares e Matrículas segundo Dependência Administrativa, por Distrito da AID e Município de São Paulo em 2006.....	27

Tabela 6.3.2-10: Ensino fundamental 1ª a 4ª - Estabelecimentos Escolares e Matrículas segundo Dependência Administrativa, por Distrito da AID e Município de São Paulo em 2006	28
Tabela 6.3.2-11: Ensino fundamental 5ª a 8ª - Estabelecimentos Escolares e Matrículas segundo Dependência Administrativa, por Distrito da AID e Município de São Paulo em 2006	28
Tabela 6.3.2-12: Ensino Médio - Estabelecimentos Escolares e Matrículas segundo Dependência Administrativa, por Distrito da AID e Município de São Paulo em 2006	29
Tabela 6.3.2-13: Educação Profissional - Estabelecimentos Escolares e Matrículas segundo Dependência Administrativa, por Distrito da AID e Município de São Paulo em 2006	29
Tabela 6.3.2-14: Unidades de Atendimento Básico por Rede e Coeficiente de Atendimento – 2000.....	33
Tabela 6.3.2-15: Unidades de Atendimento Básico por Rede e Coeficiente de Atendimento – 2007.....	33
Tabela 6.3.2-16: Hospitais e Leitos por Rede, Por Distritos e Município de São Paulo – 2000.....	34
Tabela 6.3.2-17: Hospitais e Leitos por Rede, Por Distritos e Município de São Paulo – 2007.....	34
Tabela 6.3.4-1: Características de Aproveitamento, Dimensionamento e Ocupação dos Lotes	56
Tabela 6.3.6-1: Evolução da População Residente por Distrito	85
Tabela 6.3.6-3: Lançamentos Imobiliários na Área de Entorno por total de área construída em m² - 1987 a 2006	91
Tabela 6.3.6-4: Lançamentos Residenciais por Tipo - Área Construída Total em m² – 87/96 e 97/06.....	93
Tabela 6.3.6-5: Diferencial do Preços Imobiliários da Área de Estudo da Linha 5 em Relação ao Município de São Paulo para Lançamentos Residenciais (em R\$)	96
Tabela 6.3.6-6: Evolução dos Preços dos Imóveis Residenciais na AID	97
Tabela 6.3.7-1: Indicadores de Mobilidade e Renda dos Habitantes por Distrito do Município de São Paulo	101
Tabela 6.3.7-2: Dados da RMSP 1967-2002	101
Tabela 6.3.8-1: Hierarquia Viária no Município de São Paulo	113
Tabela 6.3.9-1: Sistema Metroviário na Área de Influência Direta.....	139
Tabela 6.3.9-2: Linhas Municipais – Terminal Capelinha	143
Tabela 6.3.9-3: Linhas Municipais – Terminal João Dias.....	144
Tabela 6.3.9-4: Linhas Municipais – Terminal Santo Amaro.....	145
Tabela 6.3.9-5: Fonte de referência não encontrada.-5: Linhas Municipais – Santo Amaro.....	148
Tabela 6.3.9-6: Fonte de referência não encontrada.-6: Linhas Municipais – Passagem - Santo Amaro.....	151
Tabela 6.3.9-7: Fonte de referência não encontrada.-7: Linhas Intermunicipais.....	153
Tabela 6.3.9-8: Linhas Intermunicipais - Terminal Capão Redondo	154
Tabela 6.3.9-9: Linhas Intermunicipais - Terminal Campo Limpo.....	154
Tabela 6.3.9-10: Linhas Municipais – Av. Santo Amaro – Estação Campo Belo	159

Tabela 6.3.9-11: Linhas Municipais – Rua Vieira de Moraes / Rua Dr. Jesuíno Maciel.....	160
Tabela 6.3.9-12: Linhas Municipais – Av. Ver. José Diniz – Estação Campo Belo	161
Tabela 6.3.10-1: Organizações Sociais na AID.....	163
Tabela 6.3.11-1: Áreas indicadas para desapropriação por tipo de uso do imóvel.....	168
Tabela 6.3.11-2: Imóveis indicados para desapropriação do Bloco 5000B – Pátio Guido Caloi....	169
Tabela 6.3.11-3: Imóveis indicados para desapropriação do Bloco 5004 – Poço Paulo Eiró.....	171
Tabela 6.3.11-4: Imóveis indicados para desapropriação do Bloco 5005 – Estação Alto da Boa Vista.....	172
Tabela 6.3.11-5: Imóveis indicados para desapropriação do Bloco 5007 – Poço Alexandre Dumas.....	174
Tabela 6.3.11-6: Imóveis indicados para desapropriação do Bloco 5008 – Estação Borba Gato	175
Tabela 6.3.11-7: Imóveis indicados para desapropriação do Bloco 5010A – Poço Milton Campos.....	177
Tabela 6.3.11-8: Imóveis indicados para desapropriação do Bloco 5012 – Brooklin Campo Belo.....	178
Tabela 6.3.11-8: Imóveis indicados para desapropriação do Bloco 5012A – Brooklin Campo Belo	180
Tabela 6.3.11-9: Imóveis indicados para desapropriação do Bloco 5013 – Brooklin Campo Belo.....	181
Tabela 6.3.11-11: Imóveis indicados para desapropriação do Bloco 5015C – Estação Água Espaiada	182
Tabela 6.3.11-12: Imóveis indicados para desapropriação do Bloco 5016 – Estação Água Espaiada	184
Tabela 6.3.11-12: Imóveis indicados para desapropriação do Bloco 5016F – Estação Água Espaiada	186
Tabela 6.3.11-14: Imóveis indicados para desapropriação do Bloco 5017A – Poço Dr. Jesuino Maciel	187
Tabela 6.3.11-15: Imóveis indicados para desapropriação do Bloco 5023 – Poço e Sub Estação Bandeirante.....	188
Tabela 6.3.11-16: Imóveis indicados para desapropriação do Bloco 5025 – Poço Iraúna.....	190
Tabela 6.3.11-17: Imóveis indicados para desapropriação do Bloco 5026 – Estação Ibirapuera	191
Tabela 6.3.11-18: Imóveis indicados para desapropriação do Bloco 5031 – Poço Rouxinol.....	194
Tabela 6.3.11-19: Imóveis indicados para desapropriação do Bloco 5032 – Poço Jandira	195
Tabela 6.3.11-20: Imóveis indicados para desapropriação do Bloco 5033 – Estação Moema	196
Tabela 6.3.11-21: Imóveis indicados para desapropriação do Bloco 5035 – Poço Chibarás	198
Tabela 6.3.11-22: Imóveis indicados para desapropriação do Bloco 5036 – Poço Indianópolis	199
Tabela 6.3.11-23: Imóveis indicados para desapropriação do Bloco 5037 – Estação Servidor.....	200
Tabela 6.3.11-23: Imóveis indicados para desapropriação do Bloco 5039 – Poço José de Magalhães	201
Tabela 6.3.11-25: Imóveis indicados para desapropriação do Bloco 5040 – Estação Vila Clementino	202
Tabela 6.3.11-26: Imóveis indicados para desapropriação do Bloco 5042A – Poço Botucatu.....	204
Tabela 6.3.11-27: Imóveis indicados para desapropriação do Bloco 5043 – Estação Santa Cruz.....	205

Tabela 6.3.11-28: Imóveis indicados para desapropriação do Bloco 5046 – Poço Jorge de Melo	207
Tabela 6.3.11-29: Imóveis indicados para desapropriação do Bloco 5047 – Poço Maurício Klabin	208
Tabela 6.3.11-30: Imóveis indicados para desapropriação dos Bloco 5048 e 5049 – Estação Chácara Klabin	209
Tabela 6.3.11-31: Imóveis indicados para desapropriação do Bloco 5050 – Poço Fábio Prado....	211
Tabela 6.3.11-32: Imóveis indicados para desapropriação do Bloco 5051 – Poço Dionísio da Costa	212

Volume 4

Tabela 6.4.1-1: Categorias da vegetação natural da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê.....	2
Tabela 6.4.1-2: vegetação natural existente no município de São Paulo	2
Tabela 6.4.5-1: Cadastramento de Árvores Afetadas pelo Empreendimento	31
Tabela 6.4.5-2: Manejo de vegetação para implantação da Linha 5-Lilás	55
Tabela 6.4.6-1: Aves registradas ao longo do traçado da Linha 5-Lilás do metrô durante os trabalhos de campo, nos dias 10 a 13 de julho. A sequência taxonômica adotada é a de Sick (1997).	59
Tabela 6.4.6-2: Espécies vegetais úteis à avifauna presentes ao longo do traçado da Linha 5-Lilás do Metrô, entre as estações Largo Treze e Chácara Klabin.	61
Tabela 6.5-1: Lista de Imóveis com atividades potencialmente poluidoras	65
Tabela 6.6-1: Análise Integrada	71
Tabela 7.1.2-1: Matriz de identificação de impactos.....	96
Tabela 7.1.3-1: Matriz de Avaliação de Impactos	99
Tabela 7.2.1-1: Classificação de Resíduos Sólidos e procedimentos para disposição	101
Tabela 7.2.1-2: Métodos para descontaminação de solo	104
Tabela 7.2.1-3: Problemas geotécnicos e ações de mitigação indicadas	109
Tabela 7.2.1-4: Quantitativo dos Benefícios Ambientais da 2ª Etapa da Linha 5-Lilás.....	120
Tabela 7.2.3-1: Espécies mais relevantes potencialmente afetadas pelo empreendimento	152
Tabela 7.3-1: Quadro-resumo de medidas de mitigação, planos e programas ambientais indicados.....	158
Tabela 10.1.1-1: Quadro prospectivo: Linha 5-Lilás trecho Adolfo Pinheiro-Chácara Klabin	223
Tabela 10.1.1-2: Quadro prospectivo: Pátio Guido Caloi / Jardim São Luís.....	224

Índice de Gráficos

Volume 2

Gráfico 6.2.2-1: Partículas Totais em Suspensão- PTS - Média Geométrica Anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	22
Gráfico 6.2.2-2: Fumaça - Média Aritmética Anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	23
Gráfico 6.2.2-3: Partículas Inaláveis - PI (MP10) - Média Aritmética Anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	23
Gráfico 6.2.2-4: Dióxido de Enxofre SO_2 - Média Aritmética Anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24
Gráfico 6.2.2-5: Óxidos de Nitrogênio NO_x - Média Aritmética Anual ppb	24
Gráfico 6.2.2-6: Dióxido de Nitrogênio NO_2 - No de Ultrapassagens PQAR e Nível de Atenção	25
Gráfico 6.2.2-7: Monóxido de Nitrogênio NO - Média Aritmética Anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	25
Gráfico 6.2.2-8: Ozônio O_3 – N° de Ultrapassagens PQAR e Nível de Atenção	26
Gráfico 6.2.2-9: Ozônio O_3 - Máximas de Uma Hora.....	26

Volume 3

Gráfico 6.3.1-1: Distribuição Empregos nos Distritos da AID por Setor.....	11
Gráfico 6.3.2-1: Pirâmide Etária da População - Área de Influência direta e Município de São Paulo	20
Gráfico 6.3.6-1: Área dos Lançamentos Residenciais na RMSP – 1987 a 2006	86
Gráfico 6.3.6-2: Lançamentos Residenciais por Tipo (número de dormitórios) na RMSP 1987 a 2006	88
Gráfico 6.3.6-3: Lançamentos Comerciais na RMSP - 1987 a 2006	90
Gráfico 6.3.7-1: Evolução das viagens na RMSP - 1967 - 2002	102
Gráfico 6.3.9-1: Evolução do Volume Passageiros Transportados por Dia Útil pelo Sistema Interligado no Município de São Paulo.....	131
Gráfico 6.3.9-2: Evolução do IPK do Sistema Operado pelos Concessionários.....	131
Gráfico 6.3.9-3: Evolução do Índice de Integração	135
Gráfico 6.3.9-4: Passageiros Transportados por Dia Útil	136
Gráfico 6.3.9-5: Frota Média em Operação	137
Gráfico 6.3.11-1: Imóveis indicados para desapropriação – percentagem por tipo de uso.....	168

Índice de Figuras

Volume 1

Figura 1.4-1: Objeto do Licenciamento.....	8
Figura 2.1.2-1: Rede Consolidada do Metrô 2020	46
Figura 2.2.2-1: Sistema Viário Principal da RMSP	57
Figura 2.2.2-2: Rede Estrutural de Transporte na RMSP	61
Figura 3.2.1-1: Subprefeituras na AID da Linha 5- Lilás	91
Figura 3.3.1-1: Operações Urbanas Consorciadas na AID da Linha 5- Lilás	108
Figura 3.3.8-1: Projetos Viários e de Transporte Coletivo Co-localizados na AID da Linha 5- Lilás	122
Figura 4.1-1: Alternativas Locacionais Soluções 1 e 3.....	132
Figura 4.1-2: Alternativas Locacionais Soluções 2 e 4.....	133
Figura 4.3-1: Configuração Final do Traçado e das Estações	140
Figura 5.2.2-1: Sistema Viário Principal na AID da Linha 5-Lilás	146
Figura 5.3-1: Linha 5-Lilás - Carregamento por Trecho na Hora Pico Manhã - Ano 2014.....	149
Figura 5.3-2: Linha 5-Lilás - Carregamento por Trecho na Hora Pico Manhã - Ano 2014.....	149
Figura 5.4.1-1: Traçado da Linha 5-Lilás em Planta e Perfil	156
Figura 5.4.1-2: Traçado da Linha 5-Lilás em Planta e Perfil	157
Figura 5.4.1-3: Traçado da Linha 5-Lilás em Planta e Perfil	158
Figura 5.4.1-4: Traçado da Linha 5-Lilás em Planta e Perfil	159
Figura 5.4.1-5: Traçado da Linha 5-Lilás em Planta e Perfil	160
Figura 5.4.1-6: Traçado da Linha 5-Lilás em Planta e Perfil	161
Figura 5.4.1-7: Traçado da Linha 5-Lilás em Planta e Perfil	162
Figura 5.4.1-8: Traçado da Linha 5-Lilás em Planta e Perfil	163
Figura 5.4.1-9: Traçado da Linha 5-Lilás em Planta e Perfil	164
Figura 5.4.1-10: Traçado da Linha 5-Lilás em Planta e Perfil	165
Figura 5.4.2-1: Planta da Estação Alto da Boa Vista	177
Figura 5.4.2-2: Planta da Estação Borba Gato.....	178
Figura 5.4.2-3: Planta da Estação Brooklin-Campo Belo.....	179

Figura 5.4.2-4: Planta da Estação Água Espraiada	180
Figura 5.4.2-5: Planta da Estação Ibirapuera	181
Figura 5.4.2-6: Planta da Estação Moema	182
Figura 5.4.2-7: Planta da Estação Servidor	183
Figura 5.4.2-8: Planta da Estação Vila Clementino	184
Figura 5.4.2-9: Planta da Estação Santa Cruz.....	185
Figura 5.4.2-10: Planta da Estação Chácara Klabin	186
Figura 5.4.5-1: Esquema Unifilar da Linha 5-Lilás – Adolfo Pinheiro-Chácara Klabin	208
Figura 5.4.5-2: Mapa de Localização do Pátio Guido Caloi	210
Figura 5.4.5-3: Esquema Operacional de Manobras dos Trens	213

Volume 2

Figura 6.1.1-1: Área de Influência Indireta	6
Figura 6.1.2-1: Área de Influência Direta	8
Figura 6.2.2-1: Localização dos principais pontos de monitoramento de qualidade do ar CETESB	17
Figura 6.2.3-1: Mapa Geológico da AII.....	32
Figura 6.2.4-1: Mapa Geomorfológico da AII.....	37
Figura 6.2.5-1: Mapa Pedológico da AII	42
Figura 6.2.6-1: Regiões Hidrográficas, Bacias e Sub-bacias Brasileiras (ANA 2004)	45
Figura 6.2.6-2: Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Alto Tietê.....	45
Figura 6.2.7-1: Modelo Digital de Elevação	50
Figura 6.2.7-2: Mapa Hipsométrico	52
Figura 6.2.7-3: Mapa de Declividades.....	53
Figura 6.2.7-4: Mapa de Curvatura de Perfil.....	55
Figura 6.2.7-5: Mapa de Curvatura Planar	56
Figura 6.2.7-6: Mapa de Bacias e Drenagens.....	58
Figura 6.2.9-1: Compartimentos de Terreno na AII	64
Figura 6.2.9-2: Mapa de Pontos e Compartimentos de Terreno	65
Descrições de Campo: Pontos 1 a 13	67
Descrições de Campo: Pontos 14 a 20	81
Figura 6.2.10-1: Compartimentos de Terreno e Risco Geotécnico	96
Figura 6.2.11-1: Bacias Hidrográficas da RMSP	100
Figura 6.2.11-2: Bacias Hidrográficas na AID	101
Figura 6.2.12-1: Posicionamento dos pontos de medição.....	113
Figura 6.2.12-2: Posicionamento dos Pontos 1 e 2 - Rua Afonso Celso esquina com Rua Loefgren.....	114
Figura 6.2.12-3: Posicionamento do Ponto 3 - Rua Machado Bittencourt esquina com Rua Loefgren e do Ponto 4 – Rua dos Ottonis nº 842	114
Figura 6.2.12-4: Posicionamento do Ponto 5 – Rua Pedro de Toledo – Complexo do Hospital do Servidor e do Ponto 6 – Rua Pedro de Toledo – Complexo do Hospital do Servidor	115
Figura 6.2.12-5: Posicionamento do Ponto 7 – Rua Ministro Gabriel Resende dos Passos – Medical Center Paulista e do Ponto 8 – Praça da igreja Nossa senhora Aparecida.....	115

Figura 6.2.12-6: Posicionamento do Ponto 9 – Rua Maria de Lourdes esquina com Rua Iraúna e do Ponto 10 – Rua Jauaperi esquina com Rua Dr José Cândido de Souza	116
Figura 6.2.12-7: Posicionamento do Ponto 11 – Rua Geórgia esquina com Rua Comendador Eduardo Saccab e do Ponto 12 – Rua Portugal esquina com Rua Michigan	116
Figura 6.2.12-8: Posicionamento do Ponto 13 – Rua Guido Caloi esquina com rua Crisandálias e do Ponto 14 – Rua Senador Milton Campos nº 24.....	117
Figura 6.2.12-9: Posicionamento do Ponto 15 – Rua do Estilo Barroco nº 391.....	117
Figura 6.2.12-10: Posicionamento do Ponto 16 – Rua Isabel Schmidt – frente ao Hospital Imaculada Conceição e do Ponto 17 – Praça Santa Cruz em frente ao Condomínio Edifício Praia do Leme e Praia Copacabana	118
Figura 6.2.12-11: Posicionamento do Ponto 18 – Rua São Benedito nº 1287 e do Ponto 19 – Rua da Paz nº 342	118
Figura 6.2.12-12: Posicionamento do Ponto 20 – Rua Jesuíno Maciel nº 75.....	119
Figura 6.2.12-13: Posicionamento dos Pontos 21 a 25 – Pátio Guido Calói	119

Volume 3

Figura 6.3.1-1: Macrometrópole Paulista e AII	3
Figura 6.3.1-2: Densidade de Empregos na RMSP	9
Figura 6.3.1-3: Densidade de empregos na AID.....	13
Figura 6.3.2-1: Sub-regiões da RMSP e AII.....	15
Figura 6.3.2-2: Taxa de Crescimento Populacional na AII.....	19
Figura 6.3.2-3: Densidade Populacional na AID.....	21
Figura 6.3.2-4: Predominância de Renda dos Chefes de Família com Renda Superior a 20SM na AID	24
Figura 6.3.2-5: Predominância de Renda dos Chefes de Família com Renda até 3SM na AID	25
Figura 6.3.2-6: Equipamentos de Ensino na AID	31
Figura 6.3.2-7: Equipamentos de Saúde na AID.....	32
Figura 6.3.2-8: IDH Índice de Desenvolvimento Humano na AID	35
Figura 6.3.3-1: Evolução da Mancha Urbana	39
Figura 6.3.4-1: Uso e Ocupação do Solo na AID.....	45
Figura 6.3.4-2: Zoneamento Municipal na AID	48
Figura 6.3.4-3: Operações Urbanas Consorciadas e Áreas de Intervenção Urbana na AID.....	59
Figura 6.3.5-1: Mapa do Patrimônio Histórico, Arquitetônico, Arqueológico e Cultural na AID	69
Figura 6.3.6-1: Lançamentos Residenciais de 1987 a 1996	88
Figura 6.3.6-2: Lançamentos Residenciais de 1997 a 2006	89
Figura 6.3.6-3: Lançamentos Residenciais na Área de Entorno - 1987 – 2006.....	92
Figura 6.3.6-4: Lançamentos Comerciais na Área de Entorno - 1987 – 2006.....	95
Figura 6.3.6-5: Aprovações e Operações Urbanas - 1997/ 2006	95
Figura 6.3.6-6 – Planta de Valores na AID.....	98
Figura 6.3.8-1: Sistema Viário Principal na AID.....	122
Figura 6.3.9-1: Rede Estrutural de Transportes na RMSP.....	130
Figura 6.3.9-2: Corredores de Ônibus na AID	142
Figura 6.3.9-3: Integração do Transporte Coletivo na AII	156
Figura 6.3.11-1: Localização do Bloco 5000B – Pátio Guido Caloi	170

Figura 6.3.11-2: Localização do Bloco 5004 – Poço Paulo Eiró	171
Figura 6.3.11-3: Localização do Bloco 5005/ 5005A – Estação Alto da Boa Vista.....	173
Figura 6.3.11-4: Localização do Bloco 5007 – Poço Alexandre Dumas.....	174
Figura 6.3.11-5: Localização do Bloco 5008/ 5009/ 5010 – Estação Borba Gato	176
Figura 6.3.11-6: Localização do Bloco 5010A – Poço Milton Campos	177
Figura 6.3.11-7: Localização do Bloco 5012 – Brooklin Campo Belo	179
Figura 6.3.11-9: Localização do Bloco 5012A – Brooklin Campo Belo	180
Figura 6.3.11-9: Localização do Bloco 5013 – Brooklin Campo Belo	181
Figura 6.3.11-10: Localização do Bloco 5015D – Estação Água Espraiada.....	183
Figura 6.3.11-11: Localização do Bloco 5016/ 5016A/ 5016B/ 5016C/ 5016D/ 5016E/ 5016G – Estação Água Espraiada	185
Figura 6.3.11-13: Localização do Bloco 5016F – Estação Água Espraiada	186
Figura 6.3.11-13: Localização do Bloco 5017A – Poço Dr. Jesuino Maciel.....	187
Figura 6.3.11-14: Localização do Bloco 5023/ 5024 – Poço e Sub Estação Bandeirante.....	189
Figura 6.3.11-15: Localização do Bloco 5025 – Poço Iraúna	190
Figura 6.3.11-16: Localização do Bloco 5026/ 5027/ 5028/ 5029/ 5029A/ 5030 – Estação Ibirapuera	193
Figura 6.3.11-17: Localização do Bloco 5031 – Poço Rouxinol	194
Figura 6.3.11-18: Localização do Bloco 5032 – Poço Jandira.....	195
Figura 6.3.11-19: Localização do Bloco 5033/ 5034 – Estação Moema.....	197
Figura 6.3.11-20: Localização do Bloco 5035 – Poço Chibará	198
Figura 6.3.11-21: Localização do Bloco 5036 – Poço Indianópolis.....	199
Figura 6.3.11-22: Localização do Bloco 5037/ 5038 – Estação Servidor.....	200
Figura 6.3.11-24: Localização do Bloco 5039 – Poço José de Magalhães	201
Figura 6.3.11-24: Localização do Bloco 5040/ 5041 – Estação Vila Clementino.....	203
Figura 6.3.11-25: Localização do Bloco 5042A – Poço Botucatu	204
Figura 6.3.11-26: Localização do Bloco 5043/ 5044/ 5045/ 5045A – Estação Santa Cruz.....	206
Figura 6.3.11-27: Localização do Bloco 5046 – Poço Jorge de Melo	207
Figura 6.3.11-28: Localização do Bloco 5047 – Poço Maurício Klabin	208
Figura 6.3.11-29: Localização do Bloco 5048/ 5049 – Estação Chácara Klabin	210
Figura 6.3.11-30: Localização do Bloco 5050 – Poço Fábio Prado	211
Figura 6.3.11-31: Localização do Bloco 5051 – Poço Dionísio da Costa	213

Volume 4

Figura 6.4.1-1: Mapa Florestal do Município de São Paulo	6
Figura 6.4.1-2: Mapa Florestal do Município de Taboão da Serra.....	7
Figura 6.4.1-3: Mapa Florestal do Município de Embu.....	8
Figura 6.4.1-4: Mapa Florestal do Município de Itapeverica da Serra	9
Figura 6.4.1-5: Mapa Florestal do Município de Embu-Guaçu	10
Figura 6.4.3-1: Localização dos futuros parques municipais na AID do empreendimento	24
Figura 6.4.3-2: Vegetação significativa do Município de São Paulo	26
Figura 6.4.3-3: Vegetação significativa do Município de São Paulo	27
Figura 6.4.5-1: Cadastro de árvores localizadas na área diretamente afetada	41
Figura 6.4.5-2: Cadastro de árvores localizadas na área diretamente afetada	42
Figura 6.4.5-3: Cadastro de árvores localizadas na área diretamente afetada	43
Figura 6.4.5-4: Cadastro de árvores localizadas na área diretamente afetada	44
Figura 6.4.5-5: Cadastro de árvores localizadas na área diretamente afetada	45

Figura 6.4.5-6: Cadastro de árvores localizadas na área diretamente afetada	46
Figura 6.4.5-7: Cadastro de árvores localizadas na área diretamente afetada	47
Figura 6.4.5-8: Cadastro de árvores localizadas na área diretamente afetada	48
Figura 6.4.5-9: Cadastro de árvores localizadas na área diretamente afetada	49
Figura 6.4.5-10: Cadastro de árvores localizadas na área diretamente afetada	50
Figura 6.4.5-11: Cadastro de árvores localizadas na área diretamente afetada	51
Figura 6.4.5-12: Cadastro de árvores localizadas na área diretamente afetada	52
Figura 6.4.5-13: Cadastro de árvores localizadas na área diretamente afetada	53
Figura 6.4.5-14: Cadastro de árvores localizadas na área diretamente afetada	54
Figura 6.4.5-15: Pátio Guido Caloi.....	58
Figura 6.5-1: Áreas de potencial passivo ambiental	68
Figura 6.6-1: Quadro Ambiental – Meios Físico e Biótico	74
Figura 6.6-2: Quadro Ambiental – Meios Físico e Biótico	75
Figura 6.6-3: Quadro Ambiental – Meios Físico e Biótico	76
Figura 6.6-4: Quadro Ambiental – Meios Físico e Biótico	77
Figura 6.6-5: Quadro Ambiental – Meios Físico e Biótico	78
Figura 6.6-6: Quadro Ambiental – Meio Urbano	79
Figura 6.6-7: Quadro Ambiental – Meio Urbano	80
Figura 6.6-8: Quadro Ambiental – Meio Urbano	81
Figura 6.6-9: Quadro Ambiental – Meio Urbano	82
Figura 6.6-10: Quadro Ambiental – Meio Urbano	83
Figura 7.1.1-1: Ações Impactantes do Empreendimento – Pátio Guido Caloi.....	90
Figura 7.1.1-2: Ações Impactantes do Empreendimento	91
Figura 7.1.1-3: Ações Impactantes do Empreendimento	92
Figura 7.1.1-4: Ações Impactantes do Empreendimento	93
Figura 7.1.1-5: Ações Impactantes do Empreendimento	94

6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

O diagnóstico ambiental tem por objetivo descrever os aspectos que retratam a situação e a dinâmica ambiental das áreas de influência do projeto, e analisar aspectos do meio físico, biótico e urbano de modo a caracterizar a situação antes da implantação do projeto, destacando elementos que possam vir a ser afetados pelas ações do planejamento, implantação e operação do empreendimento. Assim, primeiramente é feita a descrição das áreas de influência do empreendimento, a saber, a Área de Influência Indireta, mais abrangente; a Área de Influência Direta, definida pelo perímetro no qual a Linha 5 objeto desse licenciamento deverá ser implantada; e finalmente a Área Diretamente Afetada, situada nas regiões de implantação efetiva do empreendimento.

Na sequência apresentam-se os aspectos do meio físico, do meio biótico, e do meio socioeconômico, e seus aspectos relevantes relacionados à implantação da Linha 5- Lilás no trecho Adolfo Pinheiro- Chácara Klabin.

6.1. DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO

A delimitação das áreas de influência do estudo ambiental reflete a natureza e a característica do empreendimento, sua localização, etapas de implantação e, principalmente, a abrangência territorial dos impactos diretos e indiretos previsíveis nas diferentes vertentes do estudo ambiental. Considerou-se, portanto:

- o empreendimento enquanto componente da rede estrutural de transporte coletivo de alta capacidade da RMSP;
- o trecho da Linha 5 - Lilás em estudo (trecho Adolfo Pinheiro – Chácara Klabin);
- o grau de consolidação do tecido urbano no trecho;
- os sistemas de transporte de alta, média e baixa capacidade - trem metropolitano, corredores de ônibus estruturais e o modo ônibus convencional afetados pelo empreendimento;
- o sistema viário existente, a circulação viária e o transporte por automóvel.

A delimitação física das áreas de influência considerou os seguintes aspectos:

- abrangência das áreas compatíveis com as áreas de incidência e a natureza dos impactos diretos e indiretos e ao mesmo tempo, suficientemente restrita para permitir avaliar com nitidez os impactos identificados;
- limites das áreas coincidentes com unidades territoriais definidas, tendo em vista a disponibilidade de dados e informações, considerando, principalmente, as zonas de tráfego das pesquisas O/D de 1997, visto que os dados da pesquisa realizada em 2007 não se encontram disponíveis;
- as características de estrutura urbana, do sistema viário estrutural e do sistema de transporte coletivo das áreas afetadas;
- as fases de implantação do empreendimento e, principalmente, o traçado do trecho prioritário da Linha 5 e a localização de seus equipamentos e áreas de apoio, incluindo estações, terminais de integração, poços de ventilação e pátio, conforme o Projeto Funcional.

As três áreas de influência do Empreendimento: Influência Indireta, Influência Direta e Diretamente Afetada, são apresentadas a seguir.

6.1.1. Área de Influência Indireta – All

A Área de Influência Indireta - All define-se pelas áreas onde incidirão alterações originadas indiretamente pelo empreendimento, e ocorrem de forma difusa e com características menos previsíveis, em seus aspectos sócio-econômicos, essencialmente na fase de operação.

No caso em tela, a All é determinada pela área onde haverá alteração mais significativas dos padrões de acessibilidade regional, incluindo a interface com o demais modos de transporte municipal e metropolitano e limitada pelas demais linhas de metrô, evitando-se sobreposição de áreas de influência para o mesmo sistema de transporte. Essa delimitação define a área onde poderão ocorrer alterações na estrutura de transporte coletivo e de circulação dentro da Região Metropolitana. Não se descarta a influência que o empreendimento terá na RMSP como um todo, pois, sobretudo, permite

maior acessibilidade de maneira abrangente. Contudo, o foco da análise se dá na região Sul e Sudoeste.

Para a definição da AI, adotou-se a agregação por Zona OD/97, como mostra a *Tabela 6.1.1-1*, associada a distritos e setores censitários do IBGE, como se observa na *Figura 6.1.1-1* a seguir.

Essas agregações permitem a análise de dados e informações mais atualizadas e significativas para o estudo, especialmente para o meio socioeconômico. Destaca-se que, para cada um dos temas, poderá haver leituras específicas, sendo a abrangência da AI adaptada ao meio estudado.

TABELA 6.1.1-1: ZONAS OD/97 DA ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA

Zona OD	Nome da Zona OD	Nome do Município	Área ha	Zona OD	Nome da Zona OD	Nome do Município	Área ha
262	Vila Missionária	São Paulo	297,54	415	Ressaca	Embu	3395,69
263	Jurubatuba	São Paulo	486,53	416	Itapecerica da Serra	Itapecerica da Serra	7452,15
264	Vila São Pedro	São Paulo	312,06	417	Jardim Petrópolis	Itapecerica da Serra	4144,35
265	Campo Grande	São Paulo	270,77	420	Embu Guaçu	Embu-Guaçu	7649,01
266	Vila Sabará	São Paulo	236,63	421	Cipó	Embu-Guaçu	2293,17
267	Mar Paulista	São Paulo	549,32	422	Santa Rita	Embu-Guaçu	5587,58
268	Pedreira	São Paulo	1263,83	51	Chácara Klabin	São Paulo	97,85
269	Vila Socorro	São Paulo	290,44	53	Santa Cruz	São Paulo	108,19
270	Parque Interlagos	São Paulo	923,23	54	Vila Clementino	São Paulo	94,10
271	Jardim Represa	São Paulo	787,93	58	Bosque da Saúde	São Paulo	169,31
272	Rio Bonito	São Paulo	496,53	60	Planalto Paulista	São Paulo	320,01
273	SESC Interlagos	São Paulo	734,11	61	Mirandópolis	São Paulo	174,93
274	Jardim Presidente	São Paulo	770,70	62	Parque Ibirapuera	São Paulo	283,76
275	Grajaú	São Paulo	956,27	63	Jardim Luzitânia	São Paulo	103,34
276	Cocaia	São Paulo	2360,47	64	Moema	São Paulo	280,61
277	Bororé	São Paulo	6060,42	65	Bandeirantes	São Paulo	132,63
278	Jaceguava	São Paulo	3510,62	66	Vila Nova Conceição	São Paulo	112,37
279	Parelheiros	São Paulo	11653,61	68	Vila Olimpia	São Paulo	89,78
281	Granja Julieta	São Paulo	615,15	69	Hélio Pelegrino	São Paulo	103,52
282	Chácara Flora	São Paulo	451,98	70	Brooklin	São Paulo	238,07
283	Santo Amaro	São Paulo	257,79	71	Vila Cordeiro	São Paulo	176,19
284	Vila Miranda	São Paulo	273,76	72	Berrini	São Paulo	199,54
285	Jardim São Luis	São Paulo	409,03	251	Joaquim Nabuco	São Paulo	202,96
286	Centro Empresarial	São Paulo	674,72	252	Vieira de Moraes	São Paulo	167,29
287	Guarapiranga	São Paulo	1530,13	253	Campo Belo	São Paulo	139,26

Zona OD	Nome da Zona OD	Nome do Município	Área ha	Zona OD	Nome da Zona OD	Nome do Município	Área ha
288	Jardim Capela	São Paulo	2012,46	254	Congonhas	São Paulo	178,71
289	Riviera	São Paulo	805,47	59	Saúde	São Paulo	261,07
290	M' Boi Mirim	São Paulo	402,37	55	França Pinto	São Paulo	111,88
291	Jardim Angela	São Paulo	464,12	297	Fazenda Morumbi	São Paulo	319,40
292	Capão Redondo	São Paulo	322,91	298	Real Parque	São Paulo	223,50
293	Adventista	São Paulo	544,48	299	Paraisópolis	São Paulo	331,13
294	Parque Fernanda	São Paulo	511,88	306	Portal do Morumbi	São Paulo	152,34
300	Jardim Vitória Régia	São Paulo	401,63	49	Ana Rosa	São Paulo	94,24
301	Vila Suzana	São Paulo	302,56	50	Jardim da Glória	São Paulo	89,03
302	Parque Arariba	São Paulo	349,96	52	Vila Mariana	São Paulo	59,07
303	Jardim Mitsutani	São Paulo	349,19	56	Rodrigues Alves	São Paulo	103,94
304	Pirajussara	São Paulo	269,37	224	Alto do Ipiranga	São Paulo	160,83
305	Jardim Umarizal	São Paulo	294,15	225	Vila São José	São Paulo	177,22
411	Taboão	Taboão da Serra	523,60	234	Jardim da Saúde	São Paulo	183,99
412	Parque Pinheiros	Taboão da Serra	1513,26	235	Vila Gumerindo	São Paulo	137,07
413	Santo Eduardo	Embu	2187,56	236	Jardim Previdência	São Paulo	164,83
414	Embu	Embu	1468,78	280	Marsilac	São Paulo	20871,35

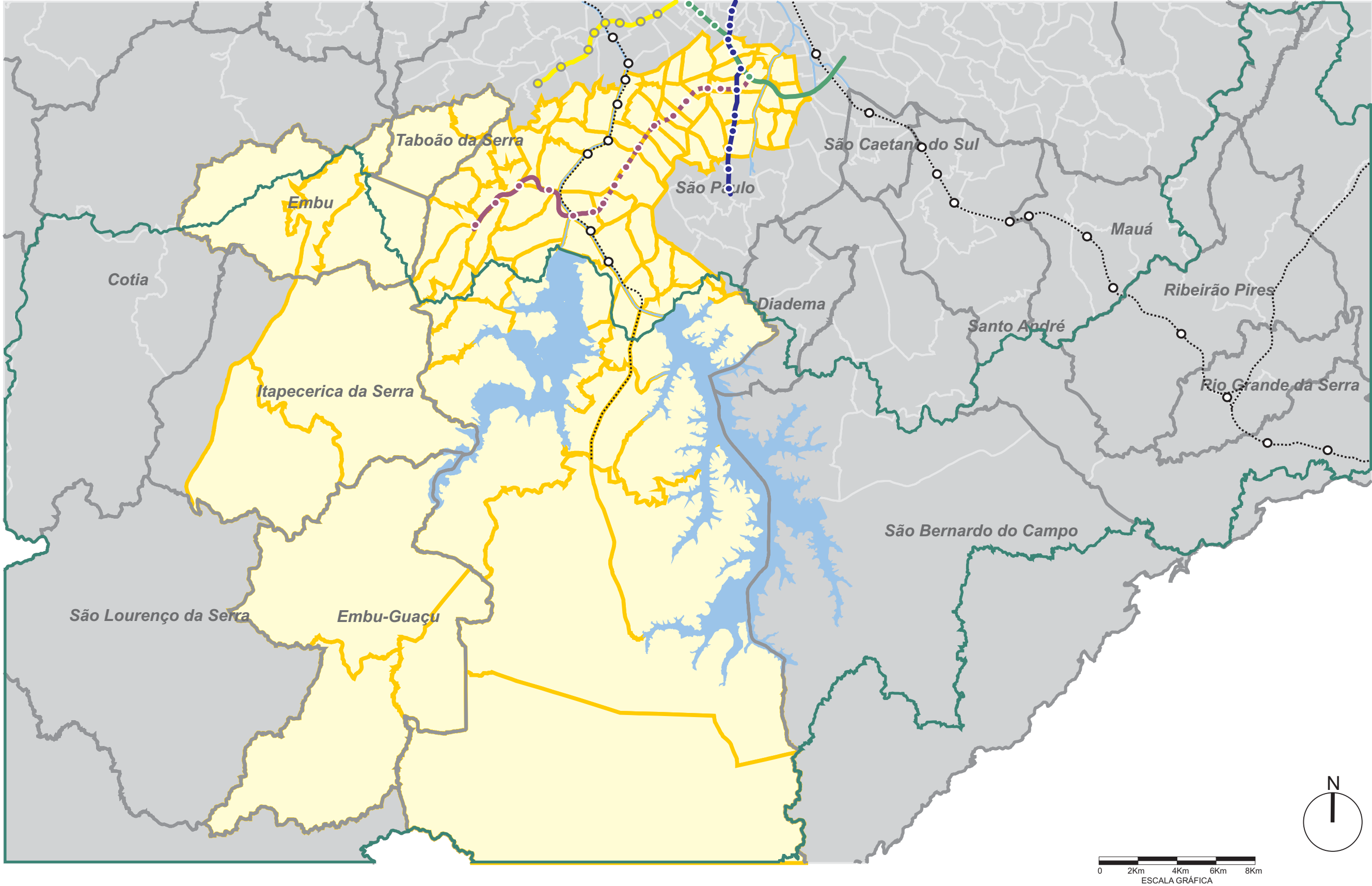
6.1.2. Área de Influência Direta – AID

A Área de Influência Direta - AID é definida pela incidência de alterações nas condições ambientais de natureza variada causadas diretamente pelo empreendimento, essencialmente na fase de operação, mas que poderão ser observados também nas fases de planejamento e implantação do empreendimento. Incidem prioritariamente alterações em aspectos socioeconômicos, nas áreas adjacentes tanto nas condições de habitação e atividades econômicas, quanto nos sistemas de transporte e tráfego.

A AID é determinada, portanto, pela área do entorno das estações, ao longo do trecho Adolfo Pinheiro - Chácara Klabin, acompanhando o traçado numa faixa de 600m de cada lado, considerada área de acesso a pé às estações. Inclui as áreas adjacentes aos equipamentos de apoio, dutos de ventilação e canteiros de obra determinados pelo projeto e o Pátio Guido Calói, como mostra a *Figura 6.1.2-1*.

Para o efeito de análise das informações, foi adotada, para o meio socioeconômico, a delimitação das OD/97 que compõem a AID, apresentadas na *Tabela 6.1.2-1* a seguir.

Para os demais meios, as fontes de informação permitem tratamento a partir da faixa delimitada linearmente.




LEGENDA

- AID - Área de Influência Indireta - Zonas OD 2007
- Linhas de ônibus
- APRM

LINHA 5 - LILÁS
Trecho Adolfo Pinheiro - Chácara Klabin
Com Pátio Guido Calói

AII - Área de Influência Indireta

**METRÔ**


**SISTRAN**
ENGENHARIA

Figura 6.1.1-1

CÓDIGO	EMIÇÃO	FOLHA
RT 5.00.00.00/8N4 - 002	Jan/2009	6
APROVAÇÃO	VERIFICAÇÃO	REV.
/ /	/ /	B

TABELA 6.1.2-1: ZONAS OD/97 DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA

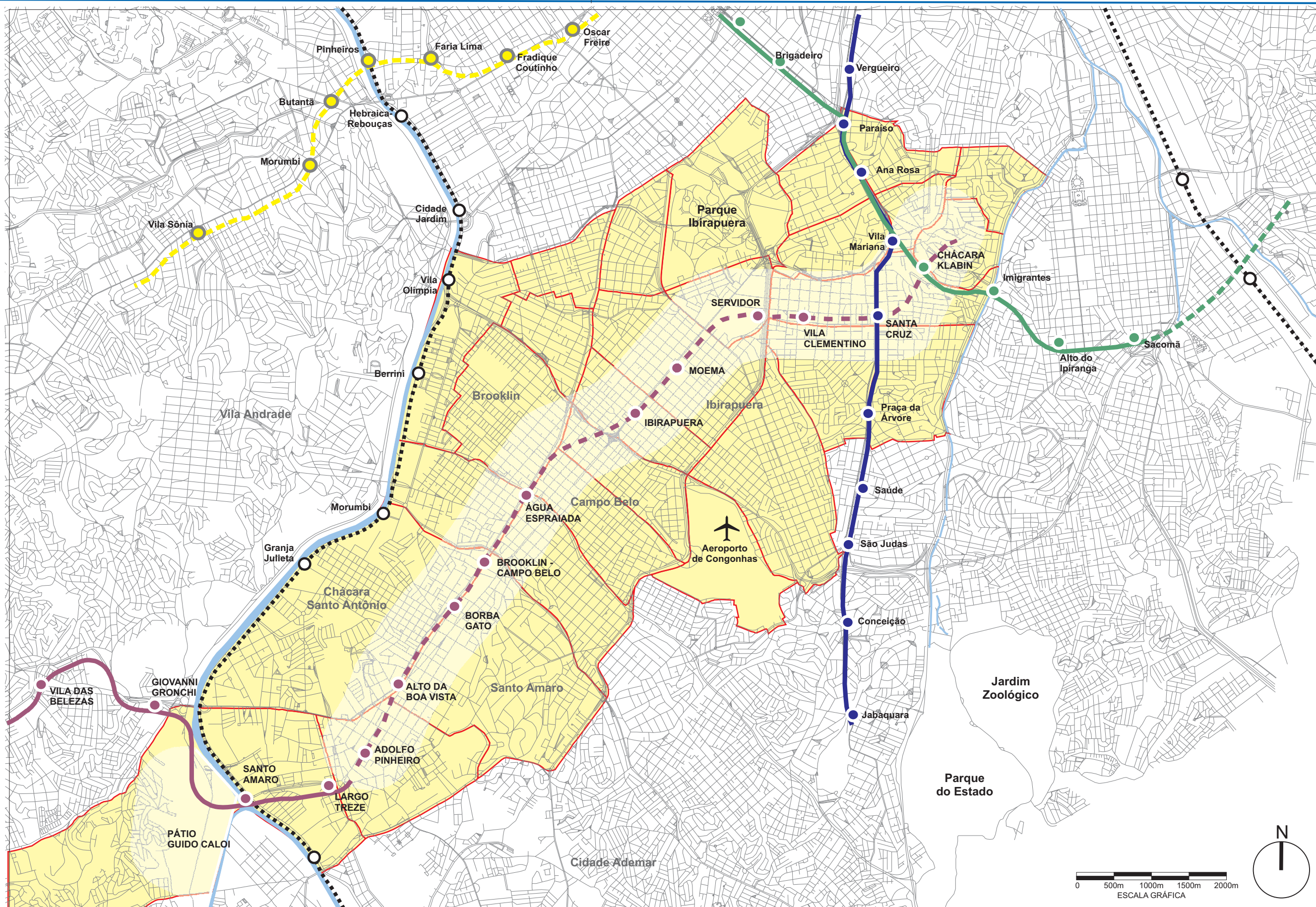
Zona OD	Nome da Zona OD	Nome do Município	Área ha	Zona OD	Nome da Zona OD	Nome do Município	Área ha
51	Chácara Klabin	São Paulo	97,85	252	Vieira de Moraes	São Paulo	167,29
52	Vila Mariana	São Paulo	59,07	253	Campo Belo	São Paulo	139,26
53	Santa Cruz	São Paulo	108,19	281	Granja Julieta	São Paulo	615,15
54	Vila Clementino	São Paulo	94,10	282	Chácara Flora	São Paulo	451,98
55	França Pinto	São Paulo	111,88	283	Santo Amaro	São Paulo	257,79
58	Bosque da Saúde	São Paulo	169,31	284	Vila Miranda	São Paulo	273,76
61	Mirandópolis	São Paulo	174,93	49	Ana Rosa	São Paulo	94,24
63	Jardim Luzitânia	São Paulo	103,34	56	Rodrigues Alves	São Paulo	103,94
64	Moema	São Paulo	280,61	62	Parque Ibirapuera	São Paulo	283,76
65	Bandeirantes	São Paulo	132,63	66	Vila Nova Conceição	São Paulo	112,37
69	Hélio Pelegrino	São Paulo	103,52	68	Vila Olímpia	São Paulo	89,78
70	Brooklin	São Paulo	238,07	50	Jardim da Glória	São Paulo	89,03
71	Vila Cordeiro	São Paulo	176,19	60	Planalto Paulista	São Paulo	320,01
72	Berrini	São Paulo	199,54	254	Congonhas	São Paulo	178,71
251	Joaquim Nabuco	São Paulo	202,96	286	Centro Empresarial	São Paulo	674,72

6.1.3. Área de Influência Indireta – ADA

A Área Diretamente Afetada é caracterizada pelas áreas onde incidirão alterações originadas diretamente pela implantação do Empreendimento, nas fases de planejamento, implantação e operação e onde as condições ambientais atuais deverão ser alteradas de forma significativa em seus elementos dos meios físicos, biótico e antrópico.

Nesta área, os efeitos decorrentes do Empreendimento são imediatamente percebidos em todas as etapas, sendo inclusive onde está prevista a ocorrência das desapropriações e das alterações mais significativas do cenário urbano.

Estas alterações ocorrem desde a fase de planejamento e concepção do Empreendimento. A divulgação do mesmo acarreta alterações no mercado imobiliário, em decorrência das desapropriações, da valorização imediata dos imóveis remanescentes, de expectativa de alteração da legislação de uso do solo e, ainda, intranquilidade nos segmentos da população a serem desapropriados.



LEGENDA

- AID - Área de Influência Direta (600m)
- AID - Área de Influência Direta - Zonas OD 2007

LEGENDA

- Metrô Linha 5 - Lilás - Trecho Adolfo Pinheiro - Chácara Klabin
- Metrô Linha 5 - Lilás - Trecho em operação
- CPTM - Linha 9 - Esmeralda

LINHA 5 - LILÁS
Trecho Adolfo Pinheiro - Chácara Klabin
Com Pátio Guido Calói

AID - Área de Influência Direta

METRÔ		
EIA-RIMA LINHA 5 - LILÁS		
SISTRAN ENGENHARIA		
Figura 6.1.2-1		
CÓDIGO	EMIÇÃO	FOLHA
RT 5.00.00.00/8N4 - 002	Jan / 2009	8
APROVAÇÃO	VERIFICAÇÃO	REV.
/ /	/ /	B

Na Área Diretamente Afetada incidirão os impactos decorrentes da execução das obras, tais como bloqueios de vias e passeios, ruídos, emissões, circulação de veículos e equipamentos, concentração de operários, entre outros.

Esta área também comportará rotas de transporte de material de e para a obra, de canteiros de serviço e alojamento e locais de disposição de materiais provenientes de escavações. Estas áreas ainda não são definidas na etapa atual do projeto deverão ser identificadas somente por ocasião do Licenciamento de Instalação do Empreendimento.

A ADA é descrita pelo conjunto formado pelas estações, túnel do metrô, pátio de estacionamento, terminais de integração, sub-estações de energia elétrica, torres de ventilação e áreas necessárias para a reurbanização do entorno desses elementos, além das áreas de empréstimo, de depósito de materiais excedentes e de canteiros de obras.

6.2. CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DO MEIO FÍSICO

6.2.1. Clima

A RMSP situa-se numa região de transição entre os climas quentes das latitudes baixas e os climas mesotérmicos das latitudes médias. É uma área sujeita a um confronto de massas de ar o ano todo, o que influi, principalmente, na distribuição das precipitações. O clima é suave, de tipo tropical, com chuvas no verão e seco no inverno, modificado pela altitude (CWA pela classificação de Koppen).

Segundo essa classificação predomina a classe de clima C, distinguindo-se como Cwb que corresponde a regiões de planaltos subtropicais, cuja temperatura média do mês mais frio (julho) é de 15,8°C. O inverno se caracteriza como seco, com uma média pluviométrica do mês mais seco (agosto) de 38,9 mm. A classe Cwb predomina sobre toda faixa de latitude da RMSP, que indica um verão quente e úmido, cuja temperatura média do mês mais quente (fevereiro) é de 22,4°C sendo também este mês mais chuvoso com 238,7 mm, de acordo com a normal climatológica de 30 anos desenvolvida pelo INMET (1992).

O anticiclone atmosférico do Atlântico Sul é o principal pivô da circulação de massa de ar nesta parte do país. No inverno, o centro de alta pressão do Atlântico Sul se expande, alcança o sudeste do Brasil e traz o predomínio de tempo seco à cidade de São Paulo, sob o domínio da massa de ar Tropical (Ta). No período entre o outono e a primavera, a massa de Ar Polar Atlântico (Pa) penetra periodicamente em São Paulo na forma de anticiclones vindos do sul. O encontro das massas de Ar Tropical (Ta) e Polar (Pa) é chamado de Frente de Ar Polar Atlântica. Com o deslocamento do ar polar em direção ao Equador o clima se torna mais instável, com chuvas e nebulosidades que atenuam a estação seca, predominante no inverno.

No verão, o centro de alta pressão do Oceano Atlântico se retrai e a região é invadida pelo avanço da massa de ar equatorial (Eq) cujo calor e umidade causam freqüentes precipitações de convecção.

As oscilações térmicas, no decorrer do ano, têm influências bem menos significativas que as precipitações. Entretanto, as diferenças de temperatura no espaço urbano são expressivas e decorrem sobretudo do tipo de uso do solo. Um mapeamento das

variações de temperatura na cidade de São Paulo, realizado a partir da análise de imagens geradas pelo Satélite Landsat 5, utilizando como base temperaturas medidas nas estações meteorológicas do município de São Paulo, registrou uma variação de temperatura de 10°C no mesmo momento, entre a área mais central, as áreas próximas às calhas dos rios Tietê, Tamanduateí e Aricanduva e as regiões periféricas, ainda recobertas por vegetação. Entre essas regiões, os bairros arborizados e parques dentro da mancha urbana, a diferença chega a 5°C. As áreas mais quentes da cidade são aquelas em que há menos áreas verdes e maiores índices de poluição atmosférica. Esse fenômeno é conhecido como "ilha de calor" e é dinâmico, intensificando-se nos dias de sol e elevada poluição. A poluição do ar, o aumento da área construída e impermeabilizada e a diminuição da vegetação têm sido responsabilizados, não só pela formação da "ilha de calor", mas por um aumento das temperaturas médias na cidade.

A pressão atmosférica oscila ao longo do ano de acordo com uma variabilidade climática sazonal, sendo um importante indicador das épocas mais favoráveis e desfavoráveis à dispersão de poluentes sobre a RMSP. O mês de julho registra o maior valor de pressão atmosférica de 929,4 mbar (dados de 1992, INMET), coincidente com a maior frequência do anticlone subtropical marítimo sobre a região, fenômeno este associado com o período frio do ano e desfavorável à dispersão de poluentes.

A menor pressão média ocorre sobre o mês de dezembro, com 923,2 mbar, que coincide com o início da estação chuvosa, portanto época mais quente e mais favorável à dispersão de poluentes. A pressão média anual é de 926,0 mbar, cerca de 8,5 % menor que a pressão ao nível médio do mar, que é de 1.013 mbar. Essa menor pressão deve-se à localização numa altitude média de 792 m em relação ao nível médio do mar.

A umidade relativa é definida como a relação percentual entre a quantidade de ar úmido contido em um dado volume de ar e a quantidade que esse volume poderia conter se estivesse saturado. Trata-se de um parâmetro variável e a sua concentração depende de diversos fatores entre eles as influências locais. Na RMSP, a irregularidade da topografia, a distribuição de corpos d'água, os reservatórios, a bacia do rio Tietê e o transporte de ar úmido do litoral para dentro da região, são elementos que atuam na distribuição da umidade na região.

Utilizando-se os dados de umidade das estações Edgard de Souza, USP, Guarapiranga e Mirante de Santana, verificou-se que a umidade relativa média anual entre os quatro locais é semelhante, acusando valor médio de 78%. A média de umidade entre os meses

de maio a setembro é 77% em Edgard de Souza e no Mirante de Santana, 75,92% na USP e 75,82% na Guarapiranga.

Com relação a pluviometria, a RMSP reúne os seguintes elementos: proximidade com o litoral permitindo a penetração de ar úmido; significativa taxa de emissão de poluentes, onde boa parte atua como núcleos de condensação; e efeito de ilha de calor (aquecimento excessivo no centro). O conjunto destes fatores vem contribuindo para o aumento dos totais pluviométricos na RMSP.

A média anual de precipitação em 1943 era cerca de 1.350 mm, passando em 1999 para quase 1.650 mm. Significa um acréscimo de 300 mm, ou seja um adicional de chuva de 5,35 mm por ano.

Considerando o crescimento anual da impermeabilização do solo, haverá um aumento na probabilidade de ocorrências de enchentes na região.

O regime anual das chuvas apresenta uma sazonalidade bem definida, com período chuvoso nos meses de verão (dezembro a março) com uma média de 196,2 mm e período seco nos meses de inverno (junho a setembro) com uma média de 62,3 mm. As médias referentes aos períodos secos e chuvosos foram obtidas entre os quatros locais de medição. Destes verificou-se que os maiores registros de precipitação média anual foram obtidos na Estação Edgard de Souza de 1.490 mm (média de 10 anos), vindo a seguir a Estação Mirante de Santana (zona norte) com 1.454,8 mm (média de 30 anos).

O vento de superfície, que representa o ar em movimento, é a variável meteorológica importante no contexto geral do estudo do clima urbano. O vento atua no sentido de dissipar o calor estocado entre as edificações e dispersa boa parte da poluição do ar confinado dentro dos grandes centros urbanos.

Para se acompanhar o comportamento do vento dentro de uma área como a RMSP, é necessária a utilização de diversos pontos de medição simultâneos em pequena escala de tempo. Oliveira (1983), utilizando uma série de dois anos de dados de vento da rede telemétrica da CETESB, realizou um estudo sobre o comportamento do campo do vento dentro da RMSP, visando identificar a tendência da sua circulação e de que forma redistribui a concentração de poluentes emitidos tanto por fontes móveis (veículos) como fixas (indústrias). Este estudo cobriu exclusivamente o período de domínio da estiagem (maio a setembro), quando a atmosfera torna-se mais estável, com menos turbulência, indicando portanto a tendência dos fluxos de ar durante as 24 horas do dia.

Observa-se que, em quase todos os períodos, a tendência resultante do vento é soprar do setor Sul/Sudeste para o Noroeste sendo que nos períodos da madrugada e manhã existe uma componente de Leste para Oeste. Nos períodos da tarde e ao anoitecer predominam os fluxos de Sul para Norte. De um modo geral existe um transporte horizontal relativamente acentuado dos ventos dos quadrantes Leste – Sul para o Norte – Oeste.

Há uma tendência do vento soprar em média sobre a RMSP do setor Sudeste para o Noroeste, conforme mostram resultados de medições de vento nas estações Edgard de Sousa e USP.

Geralmente o vento de SE sopra com intensidade no período da tarde até o anoitecer e o Noroeste ao amanhecer ou associado com a entrada de frentes frias sobre a região. Com relação às velocidades máximas, verifica-se um valor de 36 m/s, equivalente a 129,6 km/h.

A inversão térmica é um fenômeno meteorológico formado a partir da superposição de uma massa de ar horizontal quente sobre uma massa de ar fria, devido à presença de um sistema sinótico de alta pressão (anticiclones). A frequência dos anticiclones frios sobre a região sudeste com reflexos sobre a RMSP, se eleva entre os meses de maio a setembro, trazendo consigo um conjunto de fenômenos meteorológicos, entre eles as inversões térmicas. De um modo geral, as camadas de inversões térmicas atuam como barreiras à dispersão vertical de poluentes, portanto à noite com o resfriamento da atmosfera essas camadas se aproximam do solo, atingindo os níveis mais baixos no período da manhã e resultando no aumento da concentração de poluentes. Depois do nascer do sol, a atmosfera entra em processo de aquecimento, provocando a transferência vertical de calor e elevando a camada de inversão a sua maior altura, em geral acima de 600 m no período da tarde.

O monitoramento diário das inversões térmicas é realizado a partir de medições do perfil vertical de temperatura, realizado pelas estações meteorológicas de aeroportos. Em São Paulo, esse trabalho é realizado diariamente pelo Aeroporto de Congonhas às 09h da manhã (hora local) e às 21h.

Verifica-se que das inversões na baixa atmosfera, as de maior frequência são as situadas na faixa de altura entre 201 e 400 m, cuja maior frequência de ocorrência incide sobre o mês de maio. As inversões que ocorrem nas alturas acima de 600 m, apesar de

apresentarem uma frequência elevada, não comprometem os níveis de poluição do ar, pois nessa distância há um volume de ar razoável que permite uma boa mistura turbulenta do ar.

Os meses de maior frequência de inversões são: maio, junho, julho e outubro. Na soma total de inversões, a maior frequência ocorre no mês de julho, que se caracteriza por ser o mês crítico para dispersão de poluentes.

A variabilidade climática urbana da RMSP é o principal regulador da oscilação diária da poluição do ar. A estação climática do inverno é a que acarreta maiores efeitos sobre os níveis de poluição, adicionada pelo final do Outono e o início da Primavera.

O período do ano de maio a setembro é o de maior ocorrência de condições meteorológicas críticas de dispersão de poluentes. As condições climáticas sobre a área atuam da seguinte forma:

Maior frequência de sistemas de alta pressão (anticlones) no inverno do que nos demais meses do ano. Nos meses mais quentes a região é dominada pelas passagens de frentes, tornando a atmosfera mais favorável à dispersão do que nas outras épocas do ano.

Nevoeiro e a névoa úmida são mais frequentes no inverno que nas demais épocas do ano. Dependendo do estado sinótico, a névoa seca poderá ser mais ou menos frequente uma vez que é indicador de partículas finas em suspensão. Esses fenômenos são decorrentes da presença dos sistemas de alta pressão frio.

Pressão atmosférica é máxima nos meses de inverno, quando a temperatura é mínima: uma decorrência do avanço do anticiclone polar continental estabilizando a atmosfera local.

Vento de superfície, durante quase todo o ano sopra do quadrante Sudeste como primeira predominância e Noroeste como segunda predominância e com velocidade média entre 1,5 e 2,5 m/s, com possível ocorrência de calmaria no período da noite e pouco significativa durante o dia.

Altura da base da inversão mais frequente varia entre 0 a 200 m, sendo a maior incidência sobre os meses de maio a setembro. Existe uma frequência maior no mês de julho, portanto mês mais crítico.

Com esse quadro a RMSP reúne condições atmosféricas altamente sensíveis, com pouca capacidade de dispersão nos meses de inverno.

A Linha 5-Lilás, inserida nessa região, não deverá promover alterações climáticas significativas, uma vez que ocupa áreas restritas em superfície, e substituindo áreas já construídas, o que minimiza a impermeabilização do solo. Eventualmente, alterações de uso do solo e supressão de vegetação deverão ser consideradas nas alterações do clima.

6.2.2. Qualidade do Ar

6.2.2.1. Caracterização da Qualidade do Ar na RMSP

A qualidade do ar numa área urbanizada depende de uma série de fatores tais como: uso e ocupação do solo; intensidade de fluxos de pessoas e veículos; presença de empreendimentos industriais e de outras fontes estacionárias de poluição do ar como postos de gasolina, pizzarias, padarias, número de veículos em circulação, idade da frota circulante, modo de transporte coletivo empregado; forma de recobrimento da rede viária e até qualidade do serviço de limpeza de ruas e avenidas. Além desses, fatores climáticos são importantes: direção, frequência e velocidade de ventos; frequência, duração e volume de chuvas; inversões térmicas; presença de insolação, pois contribuem para a dispersão dos poluentes.

Na área de influência direta do empreendimento, todos esses elementos inter-relacionados determinam o estado da atmosfera em diferentes momentos. A diversidade de usos do solo urbano numa região faz com que haja essa diversidade de fatores intervenientes e uma maior complexidade de análise da situação.

As análises são desenvolvidas a partir de dados das estações de monitoramento da qualidade do ar da CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo) presentes na AII, no período 2003-2007. Os dados disponíveis permitem que se tenha alguns indicadores da sua qualidade do ar e que se verifique as principais tendências das concentrações dos poluentes mais significativos nelas monitorados.

Por outro lado, na RMSP, grande parte das estações localiza-se em áreas industriais, como mostra a *Figura 6.2.2-1*, mostrando a preocupação com a poluição emitida pelas indústrias no final da década de 1970 e início da de 1980, época de implantação da rede de monitoramento. Salvo algumas pequenas mudanças, a rede de monitoramento continua a mesma, não tendo sido adequada à mudança que ocorreu na RMSP em termos de proporcionalidade das fontes. Com adoção de tecnologias de controle da poluição do ar por parte das indústrias, mudanças de processos industriais mais poluentes para outras regiões do Estado, alterações na distribuição populacional e nos padrões de uso e ocupação do solo urbano, e sobretudo, com o aumento exponencial da frota de veículos circulante que atinge mais de 8,4 milhões de veículos, as fontes móveis passaram a ser responsáveis por maior parte dos contaminantes aéreos na RMSP. Segundo informações da CETESB, a frota registrada é composta por 7 milhões de veículos do ciclo Otto, 460 mil veículos a diesel e 1.020 mil motos, que representam 1/5 do total nacional. De acordo com as estimativas de 2007, essas fontes de poluição são responsáveis pelas emissões para a atmosfera dos seguintes poluentes¹:

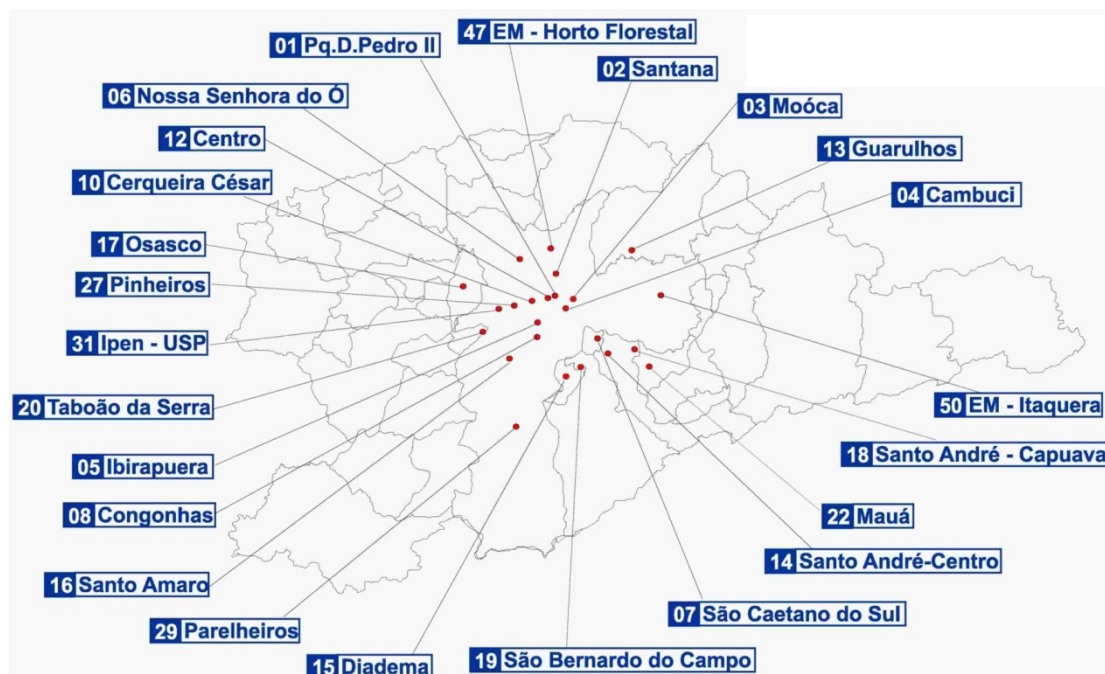
- 1,5 milhão de t/ano de monóxido de carbono (CO);
- 365 mil t/ano de hidrocarbonetos (HC);
- 339 mil t/ano de óxido de nitrogênio;
- 29,5 mil t/ano de material particulado (MP) total e
- 8,2 mil t/ano de óxido de enxofre.

Desses totais, os veículos automotores são responsáveis por 97% das emissões de CO, 97% de HC, 96% de NOx, 40% de MP e 32% de SOx.

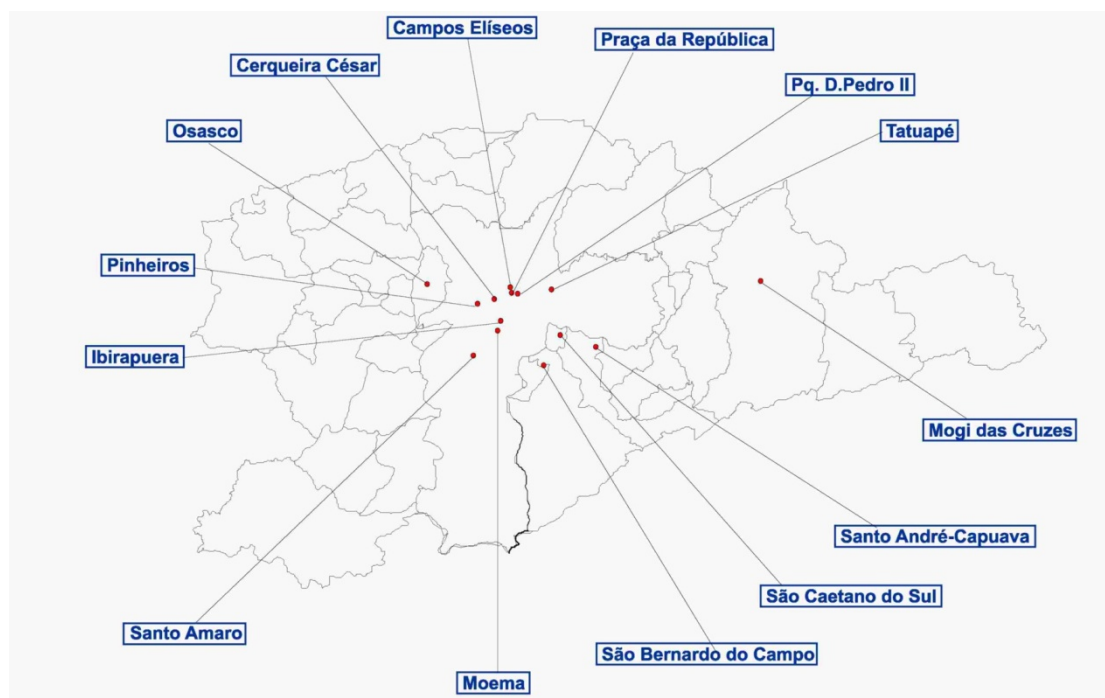
¹ CETESB: Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo, 2008.

FIGURA 6.2.2-1: LOCALIZAÇÃO DOS PRINCIPAIS PONTOS DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DO AR CETESB

Localização da rede automática



Localização das estações e pontos de amostragem da rede manual



Fonte: CETESB, 2008.

Ainda que a frota de veículos utilize combustíveis alternativos como o etanol hidratado em larga escala e na mistura da gasolina distribuída para o abastecimento de veículos e a implantação de programas para redução dos níveis de emissão como o PROCONVE – Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores e o PROMOT – Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares, a contribuição dos veículos automotores em São Paulo para as emissões de poluentes é muito significativa. Salienta-se também que a frota de veículos na RMSP é bastante antiga, sendo que 49,5% tem mais de 10 anos.

6.2.2.2. Parâmetros de Qualidade

Através da Portaria Normativa nº 348/90, o IBAMA estabeleceu os padrões nacionais de qualidade do ar e os respectivos métodos de referência, ampliando o número de parâmetros anteriormente regulamentados através da Portaria GM nº 0231/76. Esses parâmetros foram regulamentados pela Resolução CONAMA nº 3/90.

Segundo essa resolução, considera-se poluente atmosférico “qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.”

São definidos poluentes primários aqueles emitidos diretamente pelas fontes de emissão e secundários aqueles formados na atmosfera através da reação química entre poluentes e/ou constituintes naturais da atmosfera. Assim, a qualidade do ar pode mudar em função das condições meteorológicas que determinam uma maior ou menor diluição dos poluentes. Quando as condições meteorológicas são mais desfavoráveis à dispersão dos poluentes, especialmente nos meses de inverno em São Paulo, a qualidade do ar piora com relação aos parâmetros monóxido de carbono, material particulado e dióxido de enxofre. Por sua vez, o ozônio apresenta maiores concentrações durante as estações da primavera e verão, pois depende da intensidade da luz para ser formado.

Os parâmetros utilizados pela CETESB são aqueles consagrados universalmente como os indicadores mais abrangentes da qualidade do ar por serem os de maior frequência de ocorrência e pelo efeito adverso que causam ao meio ambiente. São eles: monóxido de

carbono, dióxido de enxofre, material particulado, ozônio e dióxido de nitrogênio. A *Tabela 6.2.2-1* a seguir mostra as características dos principais poluentes.

TABELA 6.2.2-1: FONTES, CARACTERÍSTICAS E EFEITOS DOS PRINCIPAIS POLUENTES NA ATMOSFERA

Poluente	Características	Fontes Principais	Efeitos Gerais ao Meio Ambiente
Partículas Inaláveis (MP10) e Fumaça	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensos no ar, na forma de poeira, neblina, aerosol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho < 10 micra	Processos de combustão (indústria e veículos automotores), aerosol secundário (forado na atmosfera).	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo.
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensos no ar, na forma de poeira, neblina, aerosol, fumaça, fuligem etc. Faixa de tamanho < 100 micra	Processos industriais, veículos motorizados (exaustão), poeira de rua resuspensa, queima de biomassa. Fontes naturais: pólen, aerosol, marinho e solo.	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo.
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	Gás incolor, com forte odor, semelhante ao gás produzido na queima de palitos de fósforos. Pode ser transformado a SO ₃ , que na presença de vapor de água, passa rapidamente a H ₂ SO ₄ . É um importante precursor dos sulfatos, um dos principais componentes das partículas inaláveis.	Processos que utilizam queima de óleo combustível, refinaria de petróleo, veículos a diesel, produção de polpa e papel, fertilizantes.	Pode levar à formação de chuva ácida, causar corrosão aos materiais e danos à vegetação: folhas e colheitas.
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	Gás marrom avermelhado, com odor forte e muito irritante. Pode levar à formação de ácido nítrico, nitratos (o qual contribui para o aumento das partículas inaláveis na atmosfera) e compostos orgânicos tóxicos.	Processos de combustão envolvendo veículos automotores, processos industriais, usinas térmicas que utilizam óleo ou gás, incinerações.	Pode levar à formação de chuvas ácidas, danos à vegetação e à colheita
Monóxido de Carbono (CO)	Gás incolor, inodoro e insípido	Combustão incompleta em veículos automotores	
Ozônio (O ₃)	Gás incolor, inodoro nas concentrações ambientais e o principal componente da névoa fotoquímica.	Não é emitido diretamente para a atmosfera. É produzido fotoquimicamente pela radiação solar sobre os óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis.	Danos às colheitas, à vegetação natural, plantações agrícolas e plantas ornamentais.

Fonte: CETESB, 2008

Os padrões nacionais estabelecidos pela Resolução CONAMA 03/90 para a qualidade do ar são apresentados na *Tabela 6.2.2-2* a seguir:

TABELA 6.2.2-2: PADRÕES NACIONAIS DE QUALIDADE DO AR SEGUNDO A RESOLUÇÃO CONAMA 03/90

Poluente	Tempo de Amostragem	Padrão Primário $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Padrão Secundário $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Método de Medição
partículas totais em suspensão	24 horas ¹	240	150	amostrador de grandes volumes
	MGA ²	80	60	
partículas inaláveis	24 horas ¹	150	150	separação inercial/filtração
	MAA ³	50	50	
fumaça	24 horas ¹	150	100	refletância
	MAA ³	60	40	
dióxido de enxofre	24 horas ¹	365	100	pararosanilina
	MAA ³	80	40	
dióxido de nitrogênio	1 hora	320	190	quimiluminiscência
	MAA ³	100	100	
monóxido de carbono	1 hora ¹	40.000	40.000	infravermelho não dispersivo
		35 ppm	35 ppm	
	8 horas ¹	10.000	10.000	
		9 ppm	9 ppm	
ozônio	1 hora ¹	160	160	quimiluminiscência

Fonte: CETESB, 2008.

Nota: 1- Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano;

2- Média geométrica anual.

3- Média aritmética anual.

Os dados de qualidade do ar e meteorológicos das estações automáticas de monitoramento são divulgados pela CETESB e apresentam também os níveis monitorados e informações de prevenção de risco à saúde. A interpretação dos dados segue a classificação da *Tabela 6.2.2-3* a seguir.

TABELA 6.2.2-3: ÍNDICE GERAL DE QUALIDADE DO AR DA CETESB

Qualidade	Índice	MP10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	O3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO (ppm)	NO2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SO2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Significado
Boa	0-50	0-50	0-80	0-4,5	0-100	0-80	Praticamente não há risco à saúde.
Regular	51-100	>50-150	>80-160	>4,5-9	>100-320	>80-365	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.
Inadequada	101-199	>150 e <250	>160 e <200	>9 e <15	>320 e <1130	>365 e <800	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor no olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas), podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
Má	200-299	≥ 250 e <420	≥ 200 e <800	≥ 15 e <30	≥ 1130 e <2260	≥ 800 e ≤ 1600	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda apresentar falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com problemas cardiovasculares).
Péssima	≥ 300	≥ 420	≥ 800	≥ 30	≥ 2260	≥ 1600	Toda população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

Fonte: CETESB, 2008.

6.2.2.3. Qualidade do Ar na AID

Na Área de Influência Direta, do trecho da Linha 5 – Lilás em estudo, estão localizadas as seguintes estações telemétricas, medindo diferentes poluentes:

TABELA 6.2.2-4: ESTAÇÕES TELEMÉTRICAS DA CETESB

Estação	Rede	Poluente Medido						
Ibirapuera	Automática	MP10	SO2	NO	NO2	NOX	CO	O3
Congonhas	Automática	MP10	SO2	NO	NO2	NOX	CO	
Santo Amaro	Automática	MP10					CO	O3
Moema	Manual		SO2					Fumaça

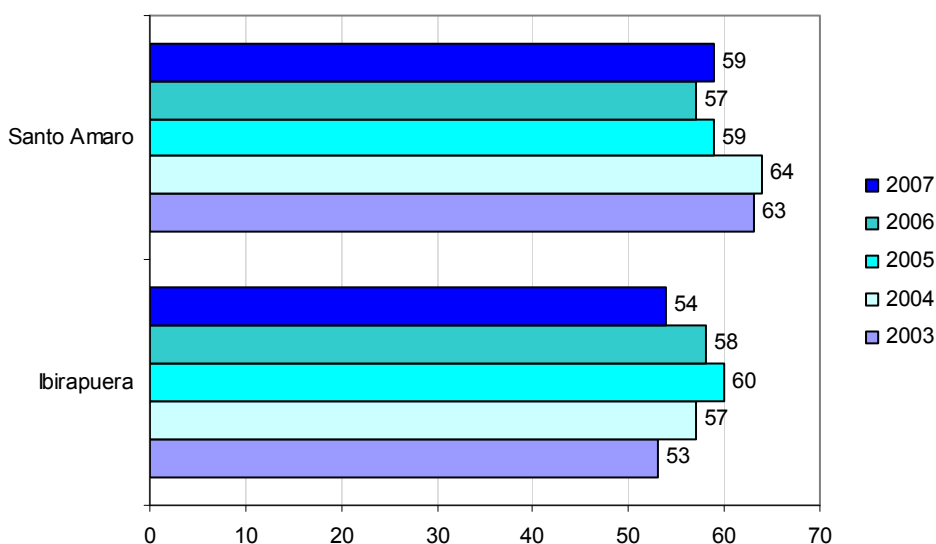
Fonte: CETESB, 2008

A rede de amostradores de grandes volumes estão na área de influência do Parque do Ibirapuera (PTS) e de Santo Amaro (PTS).

Os Gráficos e Tabelas, a seguir, mostram as emissões relativas de poluentes por tipo de fontes nas estações telemétricas da AID, entre 2003 e 2007.

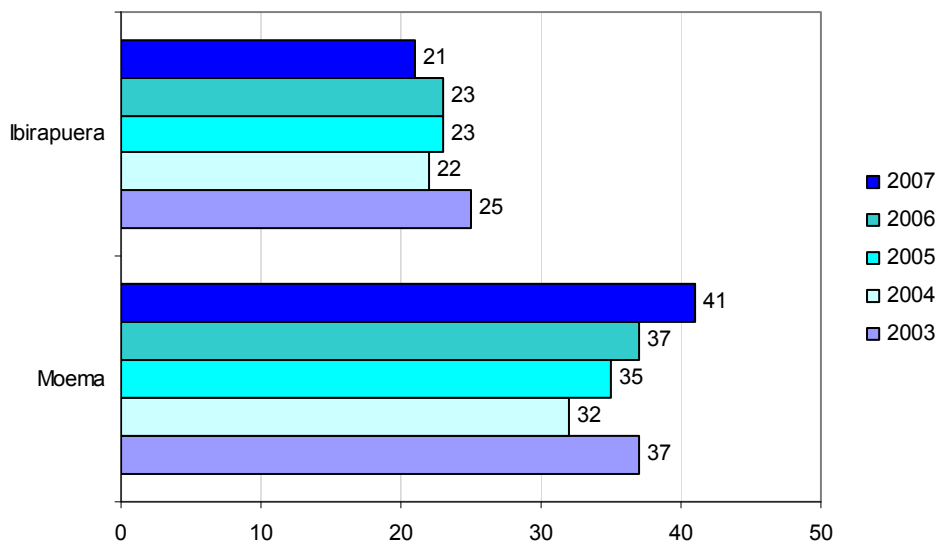
Ao longo das últimas duas décadas, a situação da qualidade do ar monitorada nessas estações, de um modo geral, passou por um gradativo aumento até níveis bastante críticos, reflexo, sobretudo, de uma intensificação de atividades na área, de um aumento demográfico e de circulação de pessoas e de mercadorias. Nota-se que, para dióxido de enxofre, óxido de nitrogênio, monóxido de nitrogênio, a estação de Congonhas apresenta níveis elevados, mostrando a contribuição da emissão de poluentes pela operação dos aviões.

GRÁFICO 6.2.2-1: PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO- PTS - MÉDIA GEOMÉTRICA ANUAL $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Fonte: CETESB, 2008
 Padrão de Qualidade do Ar: Primário 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; Secundário 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

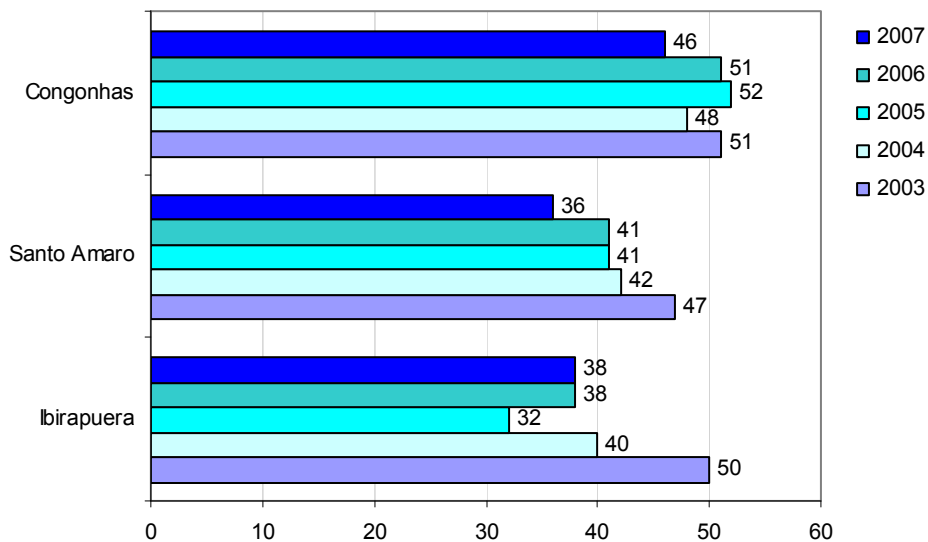
GRÁFICO 6.2.2-2: FUMAÇA - MÉDIA ARITMÉTICA ANUAL $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Fonte: CETESB, 2008

Padrão de Qualidade do Ar: Primário $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$; Secundário $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

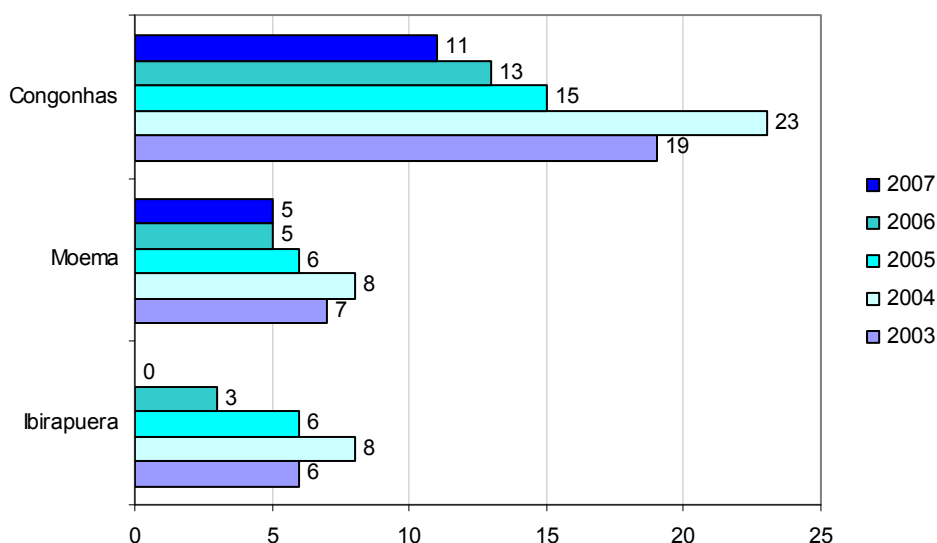
GRÁFICO 6.2.2-3: PARTÍCULAS INALÁVEIS - PI (MP10) - MÉDIA ARITMÉTICA ANUAL $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Fonte: CETESB, 2008

Padrão de Qualidade do Ar: Primário $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$; Secundário $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

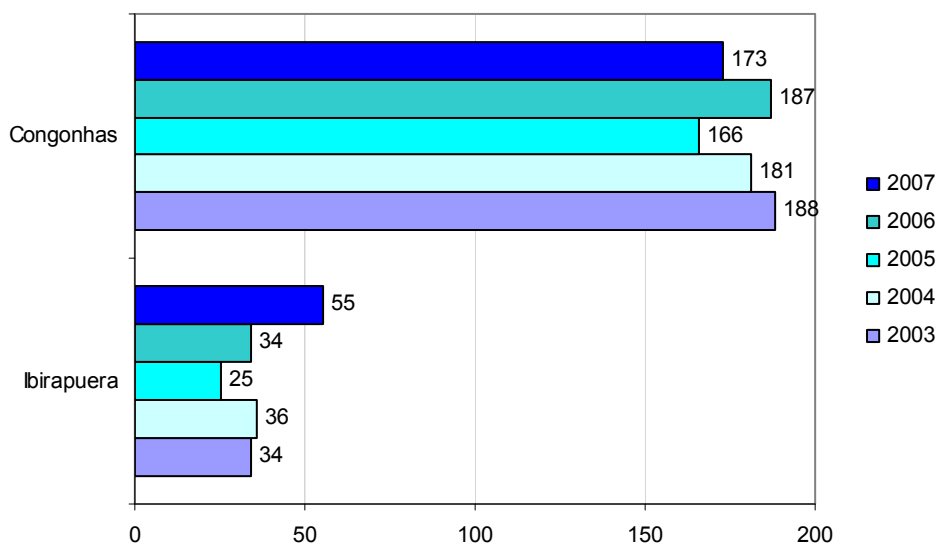
GRÁFICO 6.2.2-4: DIÓXIDO DE ENXOFRE SO₂- MÉDIA ARITMÉTICA ANUAL µg/M³



Fonte: CETESB, 2008.

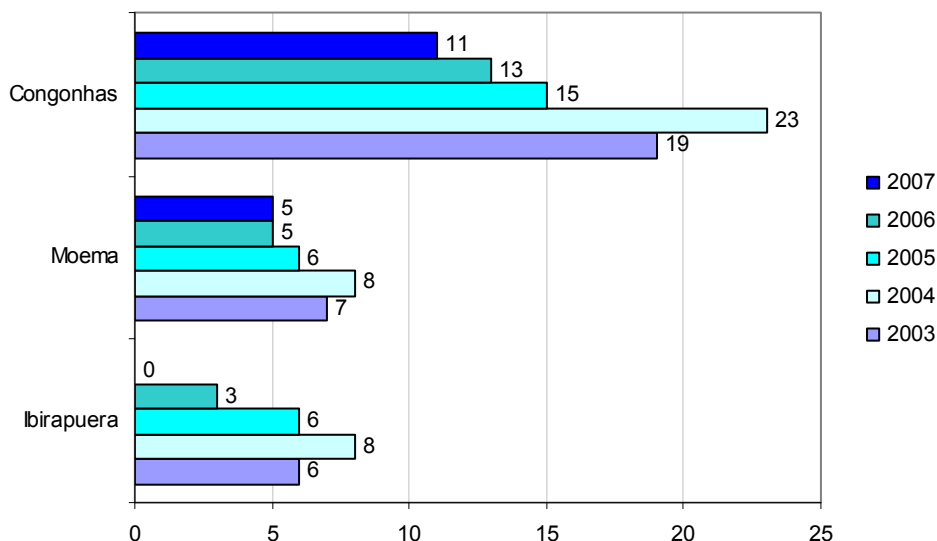
Padrão de Qualidade do Ar: Primário 80 µg/m³; Secundário 40 µg/m³

GRÁFICO 6.2.2-5: ÓXIDOS DE NITROGÊNIO NO_x - MÉDIA ARITMÉTICA ANUAL PPB



Fonte: CETESB, 2008.

GRÁFICO 6.2.2-6: DIÓXIDO DE NITROGÊNIO SO₂ - NO DE ULTRAPASSAGENS PQAR E NÍVEL DE ATENÇÃO

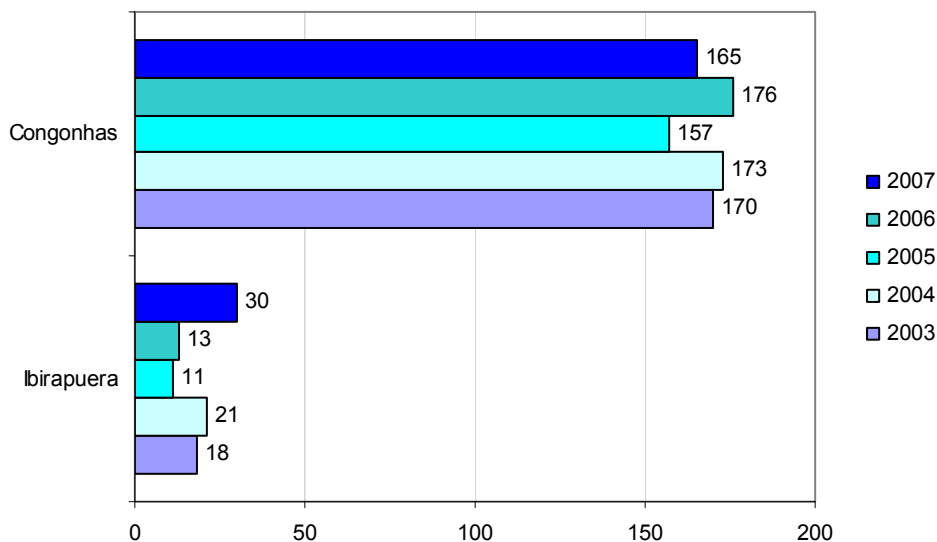


Fonte: CETESB, 2008.

Padrão de Qualidade do Ar 1 hora: Primário 320 µg/m³; Secundário 190 µg/m³

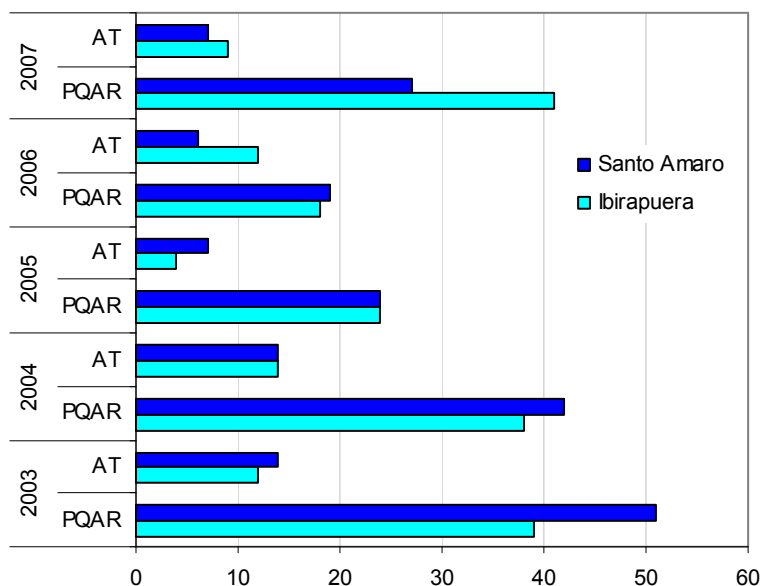
Nível de Atenção: 1130 µg/m³

GRÁFICO 6.2.2-7: MONÓXIDO DE NITROGÊNIO NO - MÉDIA ARITMÉTICA ANUAL µg/M³



Fonte: CETESB, 2008.

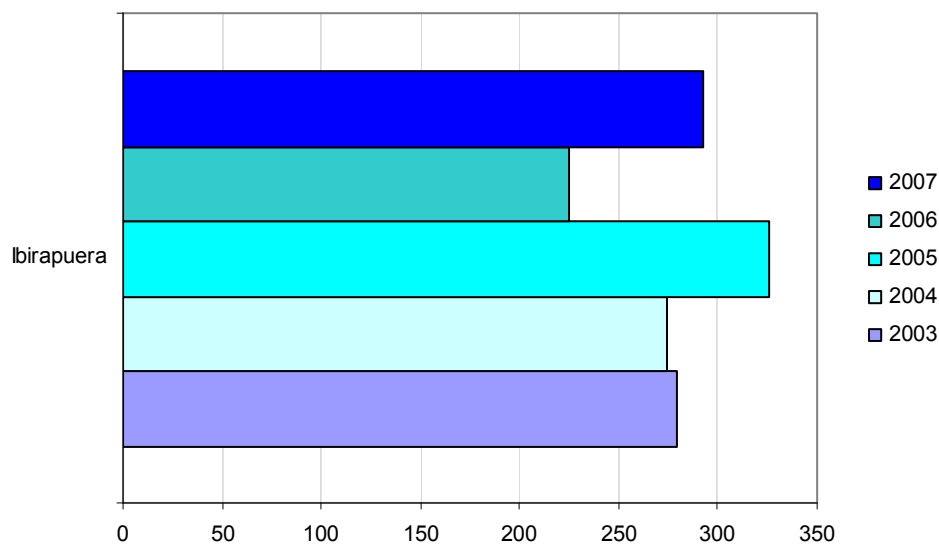
GRÁFICO 6.2.2-8: OZÔNIO O₃ – N° DE ULTRAPASSAGENS PQAR E NÍVEL DE ATENÇÃO



Fonte: CETESB, 2008.

PQAR : 160 µg/m³; Nível de Atenção: 200 µg/m³

GRÁFICO 6.2.2-9: OZÔNIO O₃ - MÁXIMAS DE UMA HORA



Fonte: CETESB, 2008.

Padrão de Qualidade do Ar Máxima de 1 Hora: Primário 160 µg/m³;

Secundário 160 µg/m³; Não devendo ser excedido mais que 1 vez ao ano

TABELA 6.2.2-5: MONÓXIDO DE CARBONO CO - N° DE ULTRAPASSAGENS DO PQAR E NÍVEL DE ATENÇÃO

Estações	1996		1997		1998		1999		2000	
	PQAR	AT	PQAR	AT	PQAR	AT	PQAR	AT	PQAR	AT
Ibirapuera	-	-	6	0	0	0	1	0	0	0
Santo Amaro	26	4	28	4	11	0	6	0	4	0
Congonhas	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estações	2003		2004		2005		2006		2007	
	PQAR	AT	PQAR	AT	PQAR	AT	PQAR	AT	PQAR	AT
Ibirapuera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Santo Amaro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Congonhas	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Fonte: CETESB, 2008.

Padrão de Qualidade 8 horas: Primário 9 ppm; Secundário 9 ppm

Nível de Atenção: 15 ppm

A partir dos resultados apresentados, as informações apresentadas a seguir permitem visualizar o quadro da situação atual e as tendências dos níveis de concentração de diversos poluentes monitorados.

As partículas totais em suspensão (PTS) no ar vêm apresentando níveis bastante próximos ao padrão secundário de qualidade do ar. Salienta-se que em 1997, padrões mais restritivos de emissões de veículos foram estabelecidos pelo PROCONVE- Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores, para veículos novos, o que ajudou a reduzir as partículas totais antes na faixa de $80\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nas duas estações localizadas na área de influência do empreendimento, onde as PTS são medidas, houve uma adequação aos padrões primários, mas ainda não se atingiu os padrões secundários² como mostra o *Gráfico 6.2.2-1*.

As concentrações de fumaça só são medidas nas estações Moema e Ibirapuera. Em Moema nota-se aumento de concentração desse poluente de 2004 a 2007, atingindo, no último ano o limite do padrão secundário. Na estação Ibirapuera as emissões ficam em torno de $23\mu\text{g}/\text{m}^3$, bem abaixo dos padrões. O *Gráfico 6.2.2-2* mostra as médias do monitoramento da CETESB.

Em relação às partículas inaláveis (PI) os índices beiram os padrões estabelecidos, sendo que a região de Congonhas apresenta concentrações ainda bastante elevadas

² Padrões secundários são concentrações de poluentes atmosféricos abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem estar da população e o mínimo dano sobre a fauna e a flora. São entendidos como níveis desejados e constituem-se em metas de longo prazo.

ultrapassando em 2003, 2005 e 2006 os padrões primários e secundários (*Figura 6.2.2-3*).

O dióxido de enxofre (SO₂) apresenta tendência bastante declinante, conforme mostram os dados do *Gráfico 6.2.2-4*, como no total da RMSP, atendendo aos padrões primários e secundários nas três estações que o medem: Ibirapuera, Congonhas e Moema.

O monóxido de carbono (CO), que apresentava concentrações bastante críticas na região registrada sobretudo na estação Congonhas, sofreu sensível redução a partir de 1997, com a entrada em vigor dos novos limites máximos estabelecidos pelo PROCONVE para veículos leves novos, que passaram de 12gr/km rodado para 2gr/km rodado. O número de ultrapassagens do padrão de qualidade do ar para CO, ao ano, caiu de 26 para 4 em Congonhas e atingiu ultrapassagens em Ibirapuera e Santo Amaro em 2000. A partir de 1997, não houve mais nenhuma ultrapassagem do nível de atenção. A *Tabela 6.2.2-5* apresenta uma série histórica a partir de 1996.

Observam-se níveis de concentração elevados de óxidos de nitrogênio (NO) na região de Congonhas, sendo que em 2007 a média aritmética anual de NO atingiu 165µg/m³ e o ppb de NO_x chegou a 173. Ainda assim, os níveis de atenção não foram ultrapassados em nenhum dia nos últimos 5 anos, nem em Congonhas, nem no Ibirapuera.

O ozônio (O₃) apresenta-se como o mais importante problema de poluição atmosférica na região. O *Gráfico 6.2.2-3* mostra que na estação de monitoramento do Ibirapuera as máximas de 1 hora ultrapassaram o padrão atingindo má qualidade de ar provocando malefícios à saúde da população como agravamento de sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta, falta de ar e respiração ofegante.

No Ibirapuera, nos últimos 5 anos, os padrões de qualidade do ar para ozônio ultrapassaram os padrões entre 20 e 40 dias ao ano e os níveis de atenção em 5 a 14 dias ao ano; em Santo Amaro, nota-se uma diminuição no número de dias em que os níveis de ozônio estavam fora dos padrões, estando por volta de 30 em 2007.

Como o ozônio é um poluente secundário, que se forma na atmosfera a partir de gases precursores, na presença da luz solar, é importante que seus precursores sejam controlados. O aumento das concentrações de ozônio foi registrado em todas as estações telemétricas da CETESB da RMSP, a partir de 1990, provavelmente em decorrência do aumento da frota de veículos automotores. O problema é mais severo nos meses de verão e atenua-se nos meses de inverno. A estação Ibirapuera é a que

apresenta níveis mais críticos dentre todas as estações em que o poluente é medido na RMSP.

Dentro da área de influência do projeto, foi realizado, em finais da década de 1980 e início da de 1990, estudo para avaliar o grau de acidez das águas de chuva, visando apreender o ritmo do fenômeno e indicando os principais fatores causadores (CASTRO, 2001). A quase totalidade das amostras de chuva foi coletada na Vila Clementino, Zona Sul da cidade, dentro da área de influência do empreendimento, usando-se bandejas de polietileno, lavadas com água destilada e colocadas no início da precipitação. Um total de 448 amostras de chuva foi coletado em 179 dias, entre agosto de 1984 e dezembro de 1990. Destas, 404 tiveram o pH determinado, apresentando valor médio de 4,74, com extremos de 3,5 e 7,2.

Os chuviscos de longa duração apresentaram pH muito ácido (3,5) e as maiores concentrações de íons acidificantes.

Foram realizadas análises iônicas em 58 amostras. Em todas as amostras o ânion sulfato estava presente, sendo majoritário em 56 delas. O sulfato (SO_4) representou mais de 50% do total de ânions detectados em 47 amostras. O nitrato (NH_4 e NO_3) foi o segundo ânion mais presente, seguido do cloreto. No entanto, a própria autora indica que provavelmente a tendência atual indica a diminuição da intensidade do grau de acidez das águas de chuva, devido à redução das emissões de dióxido de enxofre de origem industrial e da diminuição do teor de enxofre no óleo combustível, como foi mencionado acima.

Outros estudos realizados na cidade indicam que os processos antropogênicos têm resultado em alterações meso e micro-climáticas significativas. A poluição do ar, em conjunto com a remoção de vegetação e a substituição da superfície por elementos rochosos, tem um papel significativo no aumento da temperatura do ar urbano, formando o processo conhecido como “ilha de calor”. Levantamentos feitos por meio de imagens de satélite e de dados de estações meteorológicas registraram temperaturas mais elevadas, em média, de 4°C a 7°C nas áreas mais áridas e poluídas do que nas áreas recobertas por vegetação. O aumento relativo da temperatura do ar, por sua vez, interfere no ritmo e no volume das chuvas, na umidade relativa do ar, na nebulosidade e na intensidade e direção dos ventos (RIBEIRO, H., 1996).

Além desses fatores, pesquisa de Azevedo demonstrou que, sob uma perspectiva conservadora, “o montante de energia introduzido e dissipado no clima urbano de São Paulo pela atividade humana é comparável ao montante de energia introduzido pela radiação solar na mesma escala de magnitude, ou seja, de um a dez, a energia antrópica é no mínimo um se a energia de origem solar for dez” (AZEVEDO, 2001). No entanto, segundo o autor, a eficiência das atividades humanas é maior que a da insolação na transferência de calor ao ar. A maior parte da energia dissipada pelos veículos automotores é adicionada ao ar na forma de calor latente e sensível durante a combustão.

A região onde se realiza o empreendimento é caracterizada por colinas, patamares e rampas e por várzeas e baixos terraços do rio Pinheiros. Os atributos climáticos principais são: temperaturas médias ao redor de 19,6°C e 19,3°C, máximas de aproximadamente 25°C e mínimas ao redor de 15,8°C; pluviosidade média entre 1.240 a 1.460 mm/ano e máximos totais diários de 120 a 175 mm (TARIFA E AZEVEDO, 2001).

Nos pontos mais elevados a dispersão de poluentes e drenagem noturna do ar frio é razoável. Nos baixos terraços e várzeas a elevada estabilidade atmosférica noturna e matinal, com nevoeiros e acumulação de ar frio, ventos fracos, calmarias e inversões térmicas próximas do solo, com forte aquecimento diurno e dispersão ruim de poluentes. Com ventos de SE e NW há boa ventilação. A proporção de áreas verdes é muito pequena o que contribui para agravar aspectos de poluição do ar e alterações topo climáticas (TARIFA E AZEVEDO, 2001).

6.2.3. Geologia Regional

A geologia da Área de Influência Indireta (AII), representada na *Figura 6.2.3-1* se insere na macrounidade geotectônica denominada Faixa Ribeira (Almeida, 1969), constituída predominantemente por rochas ígneas e metamórficas que compõe o substrato de praticamente toda margem sudeste do Brasil. Esta grande unidade apresenta uma marcante estruturação regional com orientação NE-SW denotada por importantes zonas de cisalhamento. São terrenos antigos com histórico evolutivo complexo. Atualmente a comunidade científica adota que o principal evento tectônico responsável pela estruturação e petrogênese da faixa se processou durante o Ciclo Brasileiro, a cerca de

600 milhões de anos (Neoproterozóico), com a formação de uma faixa móvel ou orógeno, provavelmente em decorrência de interação convergente de placas. Autores interpretam a Faixa Ribeira como um orógeno colisional neoproterozóico, análogo ao Himalaia, porém em avançado estágio de erosão (Hasui, 1975; Heilbron 1995).

Neste contexto geotectônico da Faixa Ribeira, as rochas ígneas e metamórficas que ocorrem na All são agrupadas no Complexo Embu, caracterizado pela ocorrência de xistos, gnaisses e, subordinadamente, migmatitos e milonitos.

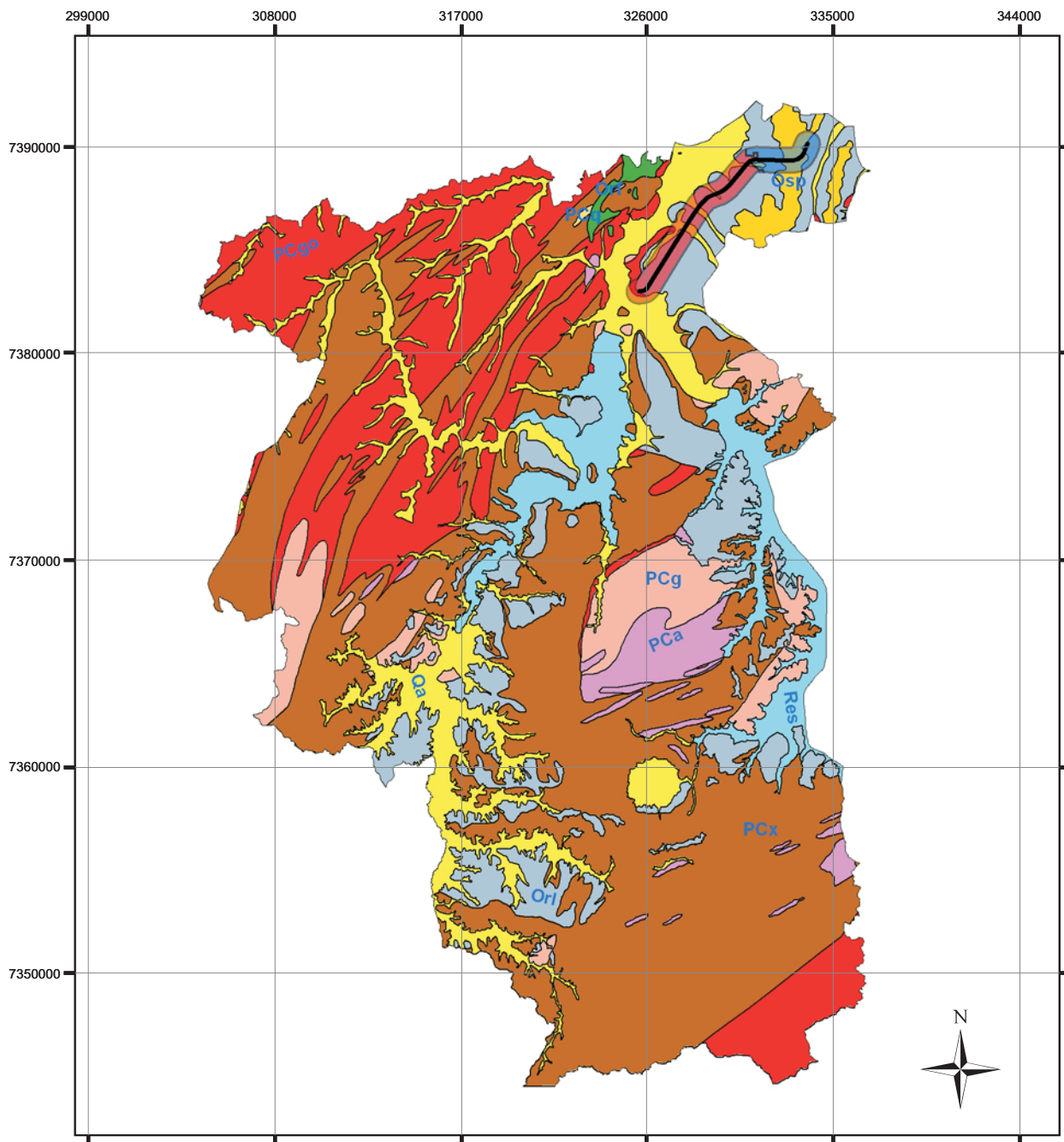
Sobrepostas às rochas do Complexo Embu há ocorrência de rochas da Bacia de São Paulo, outra unidade geológica de grande expressão na All, representada por sucessão de rochas sedimentares continentais pertencentes predominantemente à Formação Resende e subordinadamente à Formação São Paulo (Paleógeno). Esta bacia apresenta forma alongada a partir da orientação NE-SW e sua origem está diretamente ligada ao abatimento de blocos crustais a partir da reativação de falhas brasileiras, mediante a esforços distensivos associados à abertura do Oceano Atlântico (Cretáceo-Paleógeno) (Riccomini 1995).

Por fim, recobrando as rochas do Complexo Embu, e as rochas sedimentares paleógenas da Bacia de São Paulo, ocorrem depósitos sedimentares inconsolidados semi-consolidados de idade neógena. Estes são de caráter exclusivamente continental e apresentam sedimentação associadas à sistemas de rios meandrantos, calhas de fundo de vales, e subordinadamente fluxos gravitacionais em encostas.

O texto a seguir apresenta descrições pormenorizadas de cada uma das unidades geológicas predominantes na All.

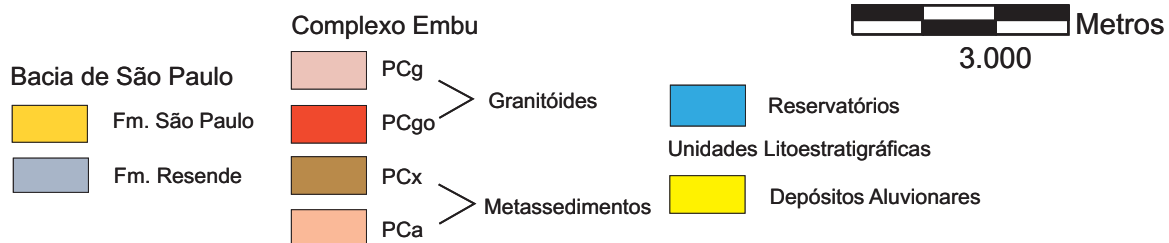
Complexo Embu (Neoproterozóico)

As rochas pertencentes ao Complexo Embu abrangem a maior parte da All, englobando diferentes litotipos, entre os quais: migmatitos, gnaisses, micaxistos, anfibolitos e quartzitos. Os micaxistos e gnaisses são mais abundantes com migmatitos e lentes de anfibolito e calciossilicáticas ocorrendo de forma subordinada. Em grande parte, representam uma sucessão metassedimentar metamorfozizada em fácies xisto verde a anfibolito alto (Ebert 1968, Hasui 1975).



Fonte: EMPLASA (1980)

LEGENDA:



LINHA 5 - LILÁS
Trecho Adolfo Pinheiro - Chácara Klabin com Pátio Guido Caloi

Mapa Geológico da AII



EIA-RIMA LINHA 5 - LILÁS



Figura 6.2.3-1

CÓDIGO	EMIÇÃO	FOLHA
RT.5.00.00.00/8N4-002	Jan./2009	32
APROVAÇÃO	VERIFICAÇÃO	REV.
/ /	/ /	B

As rochas ocorrem como corpos alongados, orientados segundo a estruturação regional NE-SW, assim como os contatos geológicos, caracterizados por zonas de cisalhamento. Estas, por vezes, apresentam uma deformação mais intensa, com a geração de estruturas miloníticas.

Os micaxistos são do tipo aluminosos, constituídos basicamente por cristais de biotita e muscovita, sericita e secundariamente quartzo, mostrando pronunciada xistosidade e granulação variável. Podem ocorrer localmente porfiroblastos de granada e sillimanita e cianita. Os gnaisses apresentam estrutura bandada evidenciada pela alternância de bandas quartzo-feldspáticas com níveis xistosos, constituídos por biotita e anfibólio. Os migmatitos apresentam texturas variadas, em linhas gerais possuem leucossoma granítico composto de quartzo, feldspato e plagioclásio e paleossoma constituído por cristais de biotita e anfibólio. Ocorrem como minerais acessórios, granada, epidoto, clorita e turmalina.

Intrudidos nesse conjunto de rochas metamórficas, ocorrem corpos de granitos a granodioritos com texturas equigranulares a porfiríticas. Estes se encontram dispersos pela área, estando predominantemente encaixados na estruturação geral da faixa.

As rochas ígneas apresentam, de um modo geral, foliação incipiente, porém ao longo das zonas de cisalhamentos mais expressivas, podem desenvolver foliações marcantes, originando faixas de milonito relativamente espessas e extensas.

Nos limites da All, o corpo granítico mais expressivo ocorre entre os reservatórios Guarapiranga e Billings. Corpos menores estão presentes no extremo oeste e na porção nordeste da área.

De modo geral, as datações na literatura apontam idades em cerca de 600 milhões de anos, relacionando-se assim a granitogênese aos eventos do Ciclo Brasileiro. Dados isotópicos indicam que o Complexo Embu apresenta idade mesoproterozóica e idade de deformação neoproterozóica, o que permite associar esta com eventos tectono-termiais do Ciclo Brasileiro (Tassinari et al. 1988). Estratigraficamente, as rochas do Complexo Embu são consideradas como a base do Grupo Açungui, principalmente por estarem em contato discordante com o embasamento regional representado pelo Complexo Piaçagüera.

Bacia de São Paulo (Paleógeno)

Cerca de 20% da All encontra-se assentada na unidade geotectônica conhecida como Bacia de São Paulo. Esta depressão de forma alongada e direção próxima a NE-SW apresenta idade Paleógena e encontra-se alinhada a outras bacias cronocorrelatas, a saber, Taubaté, Resende, Itaboraí, Volta Redonda e Curitiba. 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 hemigrábens (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 neógenos.

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).

A All apresenta exposições das formações Resende e São Paulo, sendo que a última ocorre de forma bastante restrita. A Formação Tremembé não apresenta grande continuidade lateral e não ocorre na All.

Segundo Riccomini (1989), a Formação Resende é constituída por conglomerados polimícticos, diamictitos e arenitos maciços, ambos depositados em diferentes posições fisiográficas dentro de um contexto deposicional de leques aluviais. São comuns depósitos espessos de lamitos maciços depositados por corridas de lamas nas porções distais dos leques aluviais. Estão presentes também depósitos de quartzo arenitos, arenitos líticos e arcossianos, com estratificação cruzada e maciços, de granulometria variável depositados em sistemas de rios entrelaçados associados à porção frontal do sistema de leques aluviais. Estas fácies sedimentares comumente apresentam feição de canal, muitas vezes erodindo os depósitos de pelitos maciços. A Formação Resende pode localmente atingir espessuras de até 200 metros.

Recobrimo os depósitos de leques aluviais e lacustres, temos 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 de pelitos de planícies inundáveis e depósitos de crevasse splay a partir de sistemas de rios meandrantos, com presença de canais. A Formação São Paulo pode atingir espessuras máximas de até 100 metros.

Coberturas Neógenas

Estes depósitos associam-se principalmente com os vales dos cursos d'água principais existente na All, com destaque para a calha do Rio Pinheiros. São constituídos por pacotes pouco espessos, inconsolidados a semiconsolidados apresentando diferentes graus de pedogênese. Do ponto de vista litológico, 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 relacionam-se principalmente com os terraços aluviais antigos e decorrentes da evolução neógena destes 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 meandrantos.

Sobrepostos aos depósitos neógenos mais antigos, ocorrem pacotes siltosos e argilosos mais espessos, 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.

Na All, depósitos aluvionares encontram-se associados principalmente à calha do Rio Pinheiros, às áreas das represas Billings e Guarapiranga e a depressão da Cratera de Colônia.

6.2.4. Aspectos Geomorfológicos da All

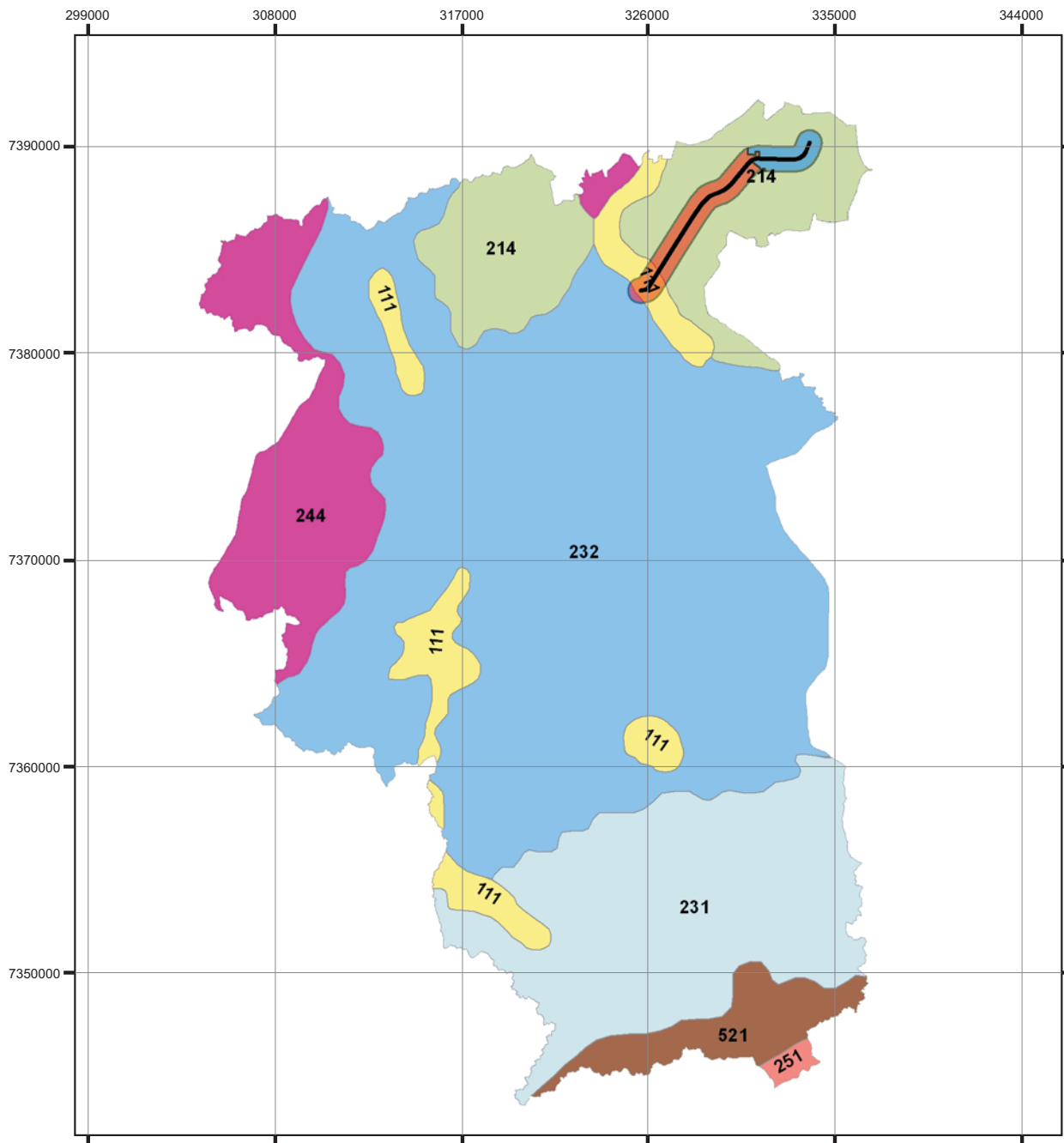
A área compreendida pela All encontra-se totalmente inserida na macrounidade geomorfológica conhecida como Planalto Atlântico (Almeida, 1974). Essa unidade corresponde a uma faixa de direção NE-SW na porção leste do Estado de São Paulo, e

se encontra assentada em rochas pré-cambrianas pertencentes principalmente à Faixa Ribeira, unidade regionalmente constituída por rochas ígneas e metamórficas e rochas sedimentares cenozóicas relacionadas ao Rift Continental do Sudeste Brasileiro (Riccomini, 1995) como as Bacias de São Paulo e Taubaté.

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°. O Planalto 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. Comumente apresenta vales retilíneos muito escavados.

Mais especificamente, a All situa-se quase integralmente no Planalto Paulistano, zona do Planalto Atlântico (IPT, 1981). Essa zona é composta predominantemente por relevo suavizado, desfeito em morros e espigões com elevações entre 715 a 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 e pode ser subdividido nas subzonas Morraria de Embu e Colinas de São Paulo domínios desenvolvidos, respectivamente, sobre as rochas cristalinas do Complexo Embu e rochas sedimentares da Bacia de São Paulo. As duas subzonas ocorrem na All, sendo as Colinas de São Paulo localizadas na porção norte, e a Morraria de Embu no restante da área, com exceção do extremo sul, dominado por relevo de serras e escarpas.

A All abrange sete unidades de relevo conforme ilustra a *Figura 6.2.4-1*: planícies aluviais; colinas pequenas com espigões localizados; morros paralelos; morrotes alongados paralelos; morrotes baixos; serras alongadas; escarpas festonadas (IPT, 1981). Esses tipos de relevo são descritos e situados a seguir. A *Tabela 6.2.4-1* apresenta uma correlação entre as unidades de relevo, os padrões morfoestruturais, morfológicos e as unidades geológicas correspondentes.

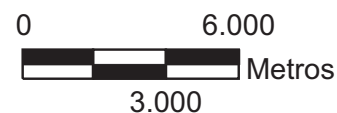


LEGENDA:

Unidade de Relevô

- 111 Planícies Aluvionares
- 214 Colinas Pequenas com Espigões Locais
- 231 Morrotes Baixos

- 232 Morrotes Alongados Paralelos
- 244 Morros Paralelos
- 251 Serras Alongadas
- 521 Escarpas Festonadas



LINHA 5 - LILÁS
Trecho Adolfo Pinheiro - Chácara Klabin com Pátio Guido Caloi

Mapa Geomorfológico da AII



EIA-RIMA LINHA 5 - LILÁS



Figura 6.2.4-1

CÓDIGO	EMIÇÃO	FOLHA
RT.5.00.00.00/8N4-002	Jan./2009	37
APROVAÇÃO	VERIFICAÇÃO	REV.
/ /	/ /	B

Morrotes alongados paralelos. É a unidade de relevo mais expressiva na AII. Ocorre em mais de 50% da área, ocupando a parte central. A represa Guarapiranga e grande parte da represa Billings estão contidas nessa unidade. O substrato rochoso é constituído por xistos e migmatitos pertencentes ao Complexo Embu. Predominam morrotes com topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos a convexos geralmente apresentando declividades maiores que 15% e amplitudes locais inferiores a 100 metros. A drenagem apresenta alta densidade e padrão do tipo paralelo e treliça, comumente associadas a vales fechados.

Morrotes baixos. Ocorre em uma faixa na porção sul da AII. Orientada segundo a estruturação geral NE-SW, ocupa cerca de 15% da área total. É caracterizado por relevo ondulado com predominância de declividades médias a altas (acima de 15%), de amplitudes locais menores que 50 metros, topos arredondados e vertentes com perfis convexos a retilíneos. A drenagem é de alta densidade, em padrão treliça e corre por vales fechados a abertos. As planícies aluviais interiores são restritas. Há presença eventual de colinas nas cabeceiras dos cursos d'água principais.

Colinas pequenas com espigões locais. Esta unidade de relevo ocorre a norte e nordeste da Represa Billings ocupando cerca de 10% da AII. É caracterizada por relevo colinoso de degradação em planaltos dissecados. Verifica-se presença de interflúvios com área inferior a 1km², topos aplainados a arredondados, vertentes ravinadas com perfis convexos e retilíneos com declividades inferiores a 15% e amplitudes superiores a 100 metros. A drenagem é de baixa densidade em padrão dendrítico com formação de vales abertos. O relevo de colinas está diretamente associado à ocorrência de rochas sedimentares de idade paleógena pertencentes a Formação Resende da Bacia de São Paulo.

Planícies aluviais. Ocorrem de maneira esparsa e localizada e ocupam menos que 5% de toda a AII. Apresentam formas alongadas que acompanham os cursos de drenagem. Trata-se de um relevo de agradação composto por terrenos de baixa declividade, geralmente planos ou suavemente ondulados, desenvolvidos sobre unidades

sedimentares neógenas de origem fluvial. Devido à proximidade de cursos d'água, este tipo de terreno pode estar sujeito a inundações periódicas.

Morros paralelos. Essa unidade de relevo situa-se no extremo noroeste e oeste-noroeste da All, na região do Município de Itapeverica da Serra. Ocupa menos de 10% da área total. Consiste em relevo de morros com predomínio de declividades médias a altas (acima de 15%) e amplitudes locais de 100 a 300 metros. Os topos são tipicamente arredondados com vertentes apresentando perfis retilíneos a convexos. A densidade de drenagem é alta com padrão em treliça a localmente dendrítico. Os vales são fechados a abertos associados com planícies aluviais restritas.

Serras alongadas. Sua ocorrência é restrita ao extremo sul da All, representando cerca de 1% da área total. Consiste de um relevo montanhoso, onde predominam declividades médias a altas (acima de 15%), e amplitudes locais acima de 300 metros. Os topos são angulosos e as vertentes ravinadas com perfis retilíneos, por vezes abruptos. Apresentam alta densidade de drenagem com padrão paralelo pinulado e vales fechados.

Escarpas festonadas. Esse relevo ocorre no extremo sul da All na transição entre as unidades de relevo de morrotes baixos e serras alongadas. Abrange cerca de 5% da All. Predominam declividades altas (acima de 30%) e amplitudes maiores que 100 metros. As escarpas são desfeitas em anfiteatros separados por espigões, topos angulosos, vertentes com perfis retilíneos. A drenagem apresenta alta densidade com padrão subparalelo a dendrítico e vales fechados.

TABELA 6.2.4-1: PRINCIPAIS TIPOS DE RELEVO ENCONTRADOS NA AII

Unidades morfoestruturais	Unidade Litoestratigráfica	Unidade do Relevo	Características morfológicas
Relevos Continentais - Declividades baixas (<15%). - Amplitudes inferiores a 100 m.	Planícies Aluviais Neógenas	Planícies Aluviais	Terrenos baixos e mais ou menos planos, junto a margens dos rios, sujeitos a inundações.
Relevo Colinoso - Declividades baixas (<15%). - Amplitudes inferiores a 100 m.	Formação Resende	Colinas Pequenas com Espigões Locais	Predominam interflúvios sem orientação, com área inferior a 1km², topos aplainados a arredondados, vertentes ravinadas com perfis convexos e retilíneos. Drenagem de baixa densidade, padrão dendrítico, vales abertos
Relevo de Morrotes - Declividades médias a altas (>15%). - Amplitudes inferiores a 100 m.	Complexo Embu	Morrotes baixos	Morrotes de topos arredondados, vertentes com perfis convexos a retilíneos. Drenagem de alta densidade, em padrão treliça, vales fechados a abertos, planícies aluviais interiores restritas.
		Morrotes alongados paralelos	Morrotes de topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos a convexos. Drenagem de alta densidade, padrão paralelo a treliça, vales fechados.
Relevo de Morros - Declividades médias a altas (>15%). - Amplitudes locais de 100m a 300m.	Complexo Embu	Morros paralelos	Morros de topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos a convexos. Drenagem de alta densidade, padrão em treliça a localmente sub-dendrítica, vales fechados a abertos, planícies aluvionares restritas.
Relevo Montanhoso - Declividades médias a altas (>15%). - Amplitudes locais acima de 300m.	Complexo Embu	Serras alongadas	Serras com topo anguloso, vertentes ravinadas com perfis retilíneos, por vezes abruptas. Drenagem de alta densidade, padrão paralelo pinulado, vales fechados.
Escarpas - Declividades altas (>30%). - Amplitudes maiores que 100m.	Complexo Embu	Escarpas festonadas	Escarpas em anfiteatros separados por espigões, topos angulosos, vertentes com perfis retilíneos. Drenagem de alta densidade, padrão subparalelo a dendrítico e vales fechados.

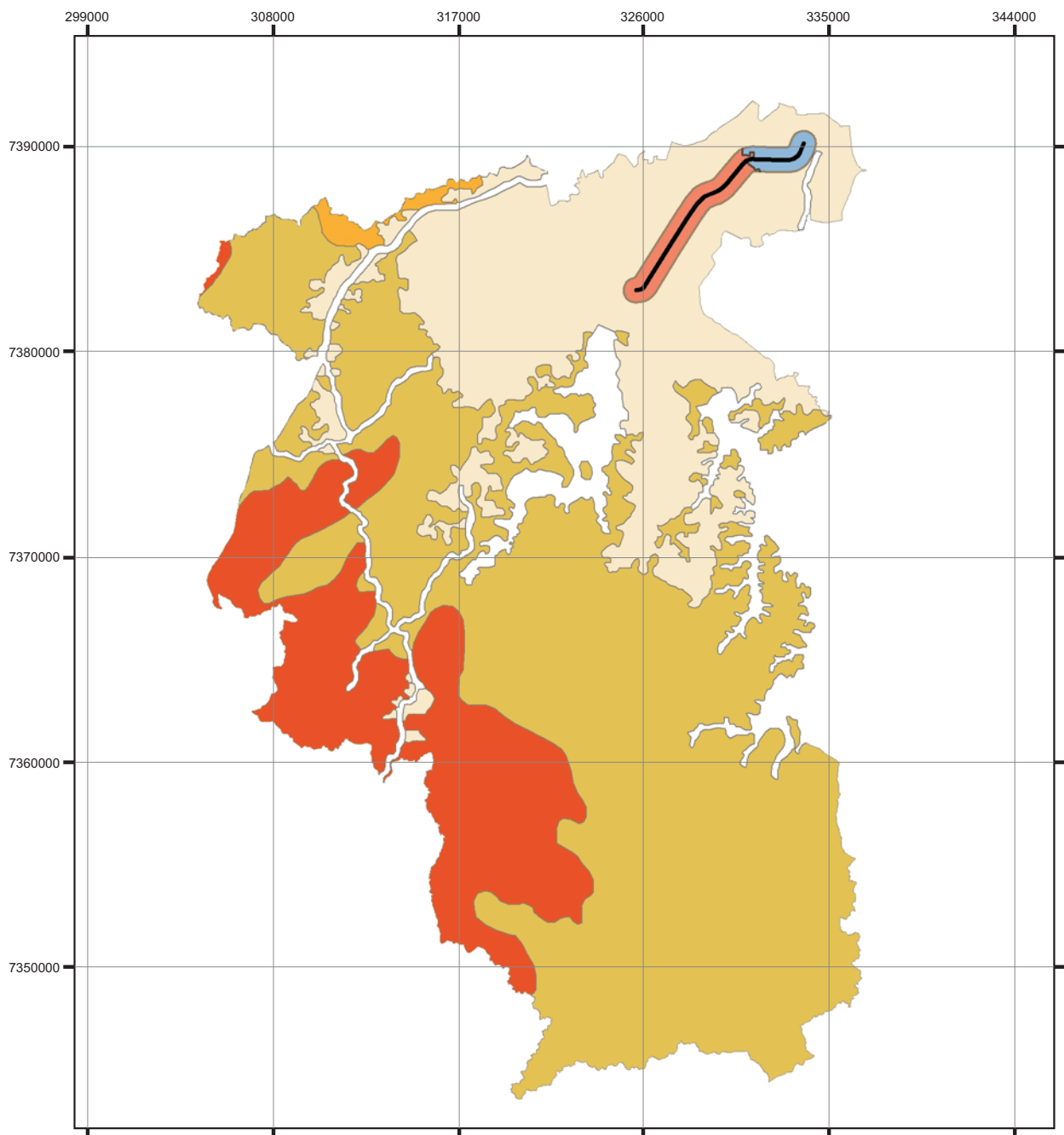
6.2.5. Pedologia na All

O desenvolvimento de solos é o resultado do processo de interação entre o substrato rochoso, o clima regional, a evolução da cobertura vegetal e a atividade da fauna e microorganismos. Os solos que ocorrem na All podem ser subdivididos em: cambissolos háplicos e latossolos vermelho-amarelos.

Os cambissolos têm a maior distribuição em área, abrangendo cerca de 75% da All e compreendem as áreas dos reservatórios Billings e Guarapiranga. Os latossolos localizam-se ao longo da borda oeste da All, nos entornos da cidade de Embu-Guaçu, perfazendo aproximadamente 25% da área. De maneira subordinada ocorrem restritamente solos hidromórficos e neossolos litólicos, não representáveis na escala do mapa pedológico da *Figura 6.2.5-1*. Os dados foram extraídos do Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (EMBRAPA, 1999), Sistema de Classificação de Solos da EMBRAPA (1999) e volume de Descrição dos Solos do Estado de São Paulo (Oliveira, 1999).

Segue a seguir uma descrição de cada um dos tipos de solo encontrados na All. A *Tabela 6.2.5-1* apresenta uma correlação entre cada tipo de solo e as unidades geológicas e geomorfológicas.

Cambissolo Háplico. Este grupo compreende solos minerais distróficos apresentando textura predominantemente argilosa no horizonte A (podendo apresentar características húmicas) e horizonte B incipiente localizado imediatamente acima da rocha alterada. Do ponto de vista químico o cambissolo háplico não apresenta alta saturação por bases. Está associado a relevo acidentado caracterizado pela presença de pequenos morrotes e pode ocorrer relacionado a perfis de neossolo litólico. Desenvolve-se sobre rochas granitóides e metamórficas do Complexo Embu. Não é um solo apto a agricultura devido à presença de muitos fragmentos de rocha no horizonte superficial.

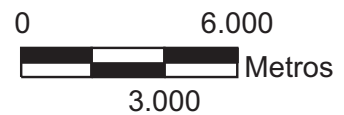


Fonte: EMBRAPA (1999)

LEGENDA:

Tipo de Solo

- Area Urb
- Cambissolo
- Latossolo
- Neossolo litólico



LINHA 5 - LILÁS
Trecho Adolfo Pinheiro - Chácara Klabin com Pátio Guido Caloi

Mapa Pedológico da AII



METRÔ

EIA-RIMA LINHA 5 - LILÁS



SISTRAN
ENGENHARIA

Figura 6.2.5-1

CÓDIGO	EMIÇÃO	FOLHA
RT.5.00.00.00/8N4-002	Jan./2009	42
APROVAÇÃO	VERIFICAÇÃO	REV.
/ /	/ /	B

Latossolo vermelho-amarelo. Consistem de solos minerais relativamente espessos, bem evoluídos, de coloração vermelha gradando ao amarelo, bem drenados, com baixo gradiente textural entre os horizontes A (moderado a proeminente) e B. Apresentam baixa quantidade de nutrientes, baixos teores de minerais primários de fácil intemperização, e alta saturação por alumínio, com valores de cálcio, magnésio e potássio muito baixos. Tem ocorrência associada a relevo suave a moderadamente ondulado, composto por colinas e pequenos morrotes. Este tipo de solo ocorre sobre rochas Pré-cambrianas do Complexo Embu e sobre depósitos Paleógenos da Formação Resende.

Neossolo Litólico. Constituem solos minerais, pouco desenvolvidos, apresentando profundidades inferiores a 25cm ou ocorrendo diretamente acima do substrato rochoso. São constituídos por cerca de 80% de fragmentos de rochas, com o horizonte A imediatamente acima da camada de rocha alterada. Apresentam alta porosidade e permeabilidade e, geralmente, são ricos em nutrientes. Seu uso em agricultura, área de empréstimo ou aterro é restrito, principalmente devido a sua reduzida profundidade. Ocorrem de maneira muito limitada, comumente associados a relevo ondulado desenvolvidos sobre litotipos do Complexo Embu e subordinadamente rochas da Formação Resende.

Solo Hidromórfico, Esta subdivisão compreende os solos hidromórficos mal drenados, pouco desenvolvidos, pouco estruturados e comumente ácidos, devido a presença de ácido húmico. Apresenta horizonte A rico em matéria orgânica provinda da decomposição de restos vegetais e algálicos. Ocorrem preferencialmente em áreas planas e de várzeas alagáveis e são pouco indicados para o uso agrícola, já que necessitam de correção de acidez e drenagem contínua.

TABELA 6.2.5-1: PRINCIPAIS TIPOS DE SOLOS ENCONTRADOS NA AII E OCORRÊNCIA ASSOCIADA A UNIDADES GEOLÓGICAS E FORMAS DE RELEVO

Tipo de Solo	Unidade Geológica	Relevo Associado
Cambissolo Háplico	Complexo Embu	Relevo ondulado, morrotes e pequenos morros
Latossolos vermelho-amarelos	Complexo Embu Formação Resende	Relevo suave a moderadamente ondulado, colinas e pequenos morrotes.
Neossolo Litólico	Complexo Embu Formação Resende	Relevo ondulado, morrotes e pequenos morros
Solo Hidromórfico	Neógeno recente	Planícies aluviais recentes com declividade inferior a 10%

6.2.6. Recursos Hídricos Subterrâneos – Hidrogeologia

O Brasil possui doze regiões hidrográficas, sendo cada uma composta de diferentes sistemas de aquíferos, com características e importâncias variadas (ANA, 2004).

A Região Hidrográfica do Paraná, com 32% da população nacional, possui o maior desenvolvimento econômico do País. Com uma área de 879.860km², esta abrange os estados de São Paulo (25% da região), Paraná (21%), Mato Grosso do Sul (20%), Minas Gerais (18%), Goiás (14%), Santa Catarina (1,5%) e Distrito Federal (0,5%).

A divisão de bacias brasileiras proposta pela Agência Nacional de Águas coloca toda AII dentro da região abrangida pela bacia do Rio Paraná (Bacia 6), mais precisamente dentro da sub-bacia 62 (ANA, 2004). A AII está contida essencialmente no sistema do Alto Tietê, associado à bacia de São Paulo e às rochas do embasamento cristalino.

Toda área de estudo está inserida na Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Alto Tietê - UGRHI 06, representada na *Figura 6.2.6-1*. Essa unidade corresponde à área drenada pelo rio Tietê desde suas nascentes em Salesópolis, até a barragem de Rasgão, abrangendo 34 municípios. As águas subterrâneas representam um importante recurso complementar no abastecimento público em pelo menos 19 de seus municípios. Cerca de 99,5% da população da Região Metropolitana de São Paulo RMSP (com 8.051km² e 39 municípios) estão distribuídas dentro dos limites desta unidade de gerenciamento.

FIGURA 6.2.6-1: REGIÕES HIDROGRÁFICAS, BACIAS E SUB-BACIAS BRASILEIRAS (ANA 2004)

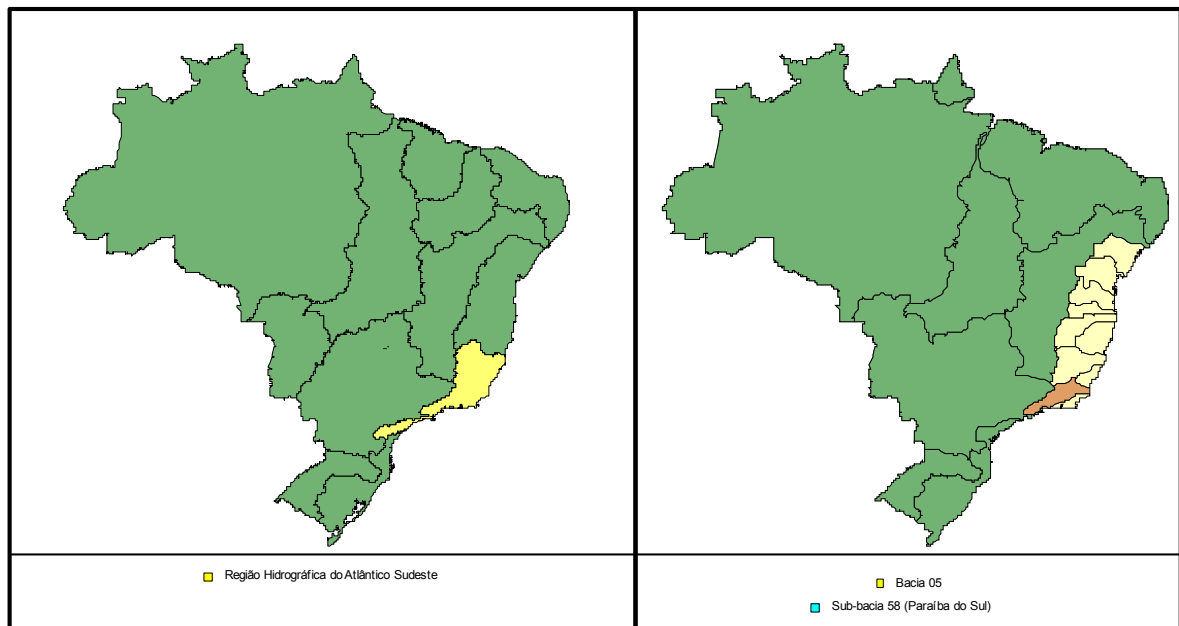
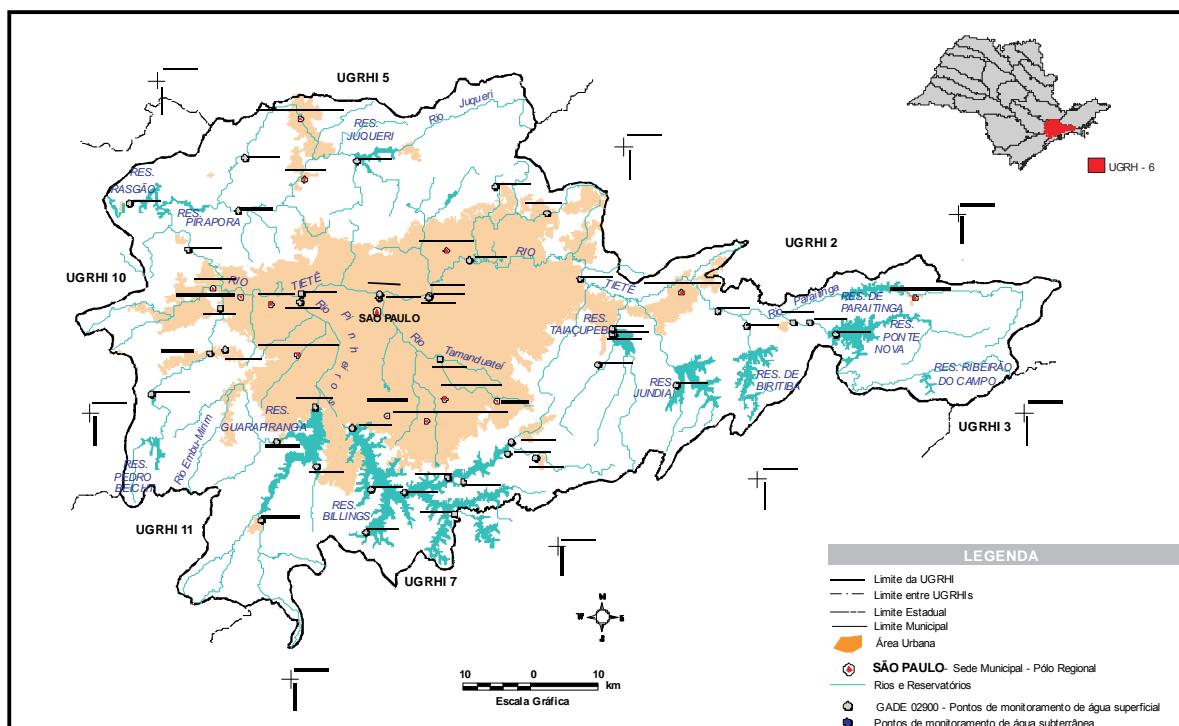


FIGURA 6.2.6-2: UNIDADE HIDROGRÁFICA DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ALTO TIETÊ



A maior parte da porção urbana dessa unidade está assentada em terrenos sedimentares de idade Cenozóica, compreendendo os depósitos paleógenos da bacia de São Paulo e as coberturas aluviais mais recentes de idade neógena, desenvolvidas ao longo dos principais rios que drenam a região.

Os terrenos cristalinos, por sua vez, contornam as áreas sedimentares e configuram praticamente toda a borda da RMSP, concentrando-se neles as áreas de cobertura vegetal e de mananciais hídricos de superfície. Estes terrenos também compreendem as áreas de expansão humana mais recente na RMSP.

Há uma estreita faixa de florestas contínuas ou com menor nível de fragmentação nas porções leste/sudeste, junto à escarpa da Serra do Mar e sul/sudoeste, sugerindo ambientes em melhor estado de conservação e com continuidade com o maciço florestal atlântico. Em menor escala, ao norte também, há significativa área de matas (Serra da Cantareira), embora de forma mais isolada. De modo geral, as derivações ambientais promovidas pela ocupação antrópica são extremamente marcantes neste trecho da bacia do Tietê. Na Unidade Alto Tietê ocorrem os Sistemas Aquíferos Cristalinos (Aquífero Fraturado) e o Sedimentar (Aquífero São Paulo), ambos presentes na área abrangida pela All. Na região diretamente afetada pelas obras ocorre apenas o Sistema Aquífero Sedimentar. Os dois sistemas são descritos a seguir e sistematizados na *Tabela 6.2.6-1*.

6.2.6.1. Sistema Aquífero Sedimentar (Aquífero São Paulo)

O Aquífero São Paulo desenvolve-se nas rochas sedimentares e sedimentos da Bacia de São Paulo. A bacia ocupa cerca de 1000km², e faz parte do contexto da porção central da bacia hidrográfica do alto curso do Rio Tietê, coincidindo aproximadamente com a área ocupada pelo Município de São Paulo e arredores. Segundo Riccomini & Coimbra (1992) são descritas na Bacia de São Paulo às seguintes unidades litoestratigráficas:

- Grupo Taubaté (Paleógeno): constituído, da base para o topo, pelas formações Resende, Tremembé e São Paulo;
- Formação Itaquaquetuba (Neógeno);
- Coberturas aluvionares e coluvionares.

Representam depósitos continentais, siliciclásticos, em ambientes de leques aluviais, sistemas fluviais entrelaçados e meandantes e flúvio-lacustres. A espessura média do pacote sedimentar é da ordem de 100m, mas localmente pode atingir mais de 250m. A Formação Resende tem a maior expressão em área, podendo alcançar mais de 200m de espessura. A Formação Tremembé ocorre apenas em subsuperfície, em áreas restritas, e atinge espessuras de até 60m. Os depósitos da Formação São Paulo apresentam carapaças ferruginosas, sustentando altas colinas, como no espigão central da Avenida Paulista (Riccomini & Coimbra, 1992). A Formação Itaquaquecetuba situa-se abaixo da cota 710m, com espessuras entre de 20 a 130m. Sobre estas formações, ocupando as planícies dos principais rios da bacia hidrográfica do Alto Tietê, estendem-se as coberturas aluvionares e coluvionares neógenas.

O potencial hídrico na área da Bacia de São Paulo varia de acordo com as unidades litoestratigráficas, sendo que o aquífero desenvolve-se principalmente nas formações Resende e São Paulo. Hirata & Ferreira (2001) propõem vazões médias de 15,2m³/h e 9,5m³/h, respectivamente, para essas formações. As áreas com maiores potenciais de vazão, geralmente correspondem a locais de embaciamentos restritos, espessura saturada elevada e presença das areias basais pertencentes à Formação Resende. Em áreas com expressiva presença da Formação São Paulo, as vazões apresentam-se, em média, inferiores.

6.2.6.2. Sistema Aquífero Cristalino (Aquífero Fraturado)

Segundo Rocha et al. (2005) no Estado de São Paulo ocorrem quatro tipos de aquíferos fraturados: Aquífero Pré-Cambriano, Aquífero Pré-Cambriano Cárstico, Aquífero Serra Geral e Aquífero Diabásio.

Na área abrangida pela All ocorre o sistema aquífero fraturado Pré-Cambriano, que aflora ao longo da porção leste do Estado de São Paulo, desenvolvido sobre rochas ígneas e metamórficas da Faixa Ribeira. Localmente ocorrem rochas intrusivas mais jovens (do início do Fanerozóico ou do Cretáceo) que apresentam comportamento hidráulico similar às rochas Pré-Cambrianas. De modo geral, o potencial de produção de águas subterrâneas é mais baixo que o dos aquíferos granulares, no entanto, é de grande importância para o abastecimento local de indústrias, propriedades rurais e condomínios. É importante ressaltar que centros urbanos, como a Grande São Paulo e as regiões

metropolitanas de Campinas e Sorocaba, encontram-se atualmente em franca expansão sobre esse tipo de aquífero.

O potencial hidrogeológico de aquíferos fraturados está ligado às características das estruturas presentes nas rochas que os constituem. Estas estruturas correspondem a superfícies freqüentemente planares que, na maioria das vezes, se formam como resposta a esforços aos quais a rocha é submetida, e servem como descontinuidades preferenciais para a percolação de água subterrânea. Os dois principais tipos de estruturas tectônicas presentes nas rochas pré-cambrianas descritas na AI são foliações e fraturas, sendo as últimas mais significativas na dinâmica do fluxo da água subterrânea.

As foliações correspondem a superfícies definidas pelo arranjo planar de minerais ou pela intercalação de bandas ou camadas de composição distinta. São formadas em grandes profundidades sob temperaturas e pressões elevadas. As fraturas correspondem a superfícies muitas vezes planas formadas pela ruptura (quebra) da rocha. São chamadas genericamente de estruturas rúpteis e formam-se junto à superfície ou em pequenas profundidades e, portanto, sob temperaturas e pressões menores. Diferente das foliações, as descontinuidades relacionadas às fraturas são maiores e permitem a percolação de maiores volumes de água subterrânea.

O potencial hídrico destas rochas é limitado à ocorrência dessas zonas favoráveis, o que resulta em grande variação das condições de produção, com valores extremos de 0 a 50m³/h, média de 7m³/h, e vazão específica média de 0,3m³/h/m, oscilando entre 0,06 e 0,7m³/h/m. Considerando-se o aquífero de forma global, verificaram-se valores de transmissividade que variam entre 0,4 e 14m²/dia.

A recarga natural, em decorrência das chuvas, escoar através das camadas de rocha alterada e zonas fissuradas, sendo, dessa forma, armazenada. Geralmente, a baixa transmissividade nos horizontes aquíferos e a ausência de fluxos de água em escala regional, condicionam a formação de unidades independentes em cada vale. Neste caso é desenvolvido um regime de escoamento próprio, sem relacionar-se a áreas relativamente distantes, constituindo o escoamento básico de rios e riachos que drenam esses vales.

TABELA 6.2.6-1: POTENCIAL HÍDRICO SUBTERRÂNEO DOS SISTEMAS DESCRITOS NA AII

Sistema Aqüífero	Aqüíferos Propostos	Número de poços estudados	Profundidade média dos poços (m)	Vazão média (m³/h)	Capacidade Específica (Q/s m³/h/m)		
					Média	Mediana	Desvio padrão
Sedimentar	São Paulo	17	129	9,51	0,48	0,49	1,2
Cristalino	Resende	111	165,5	15,24	0,91	0,31	0,79
	Rochas Granitóides	90	198,5	9,07	0,2	0,09	0,3
	Rochas Metassedimentares	73	176,4	17,48	1,35	0,29	4,63

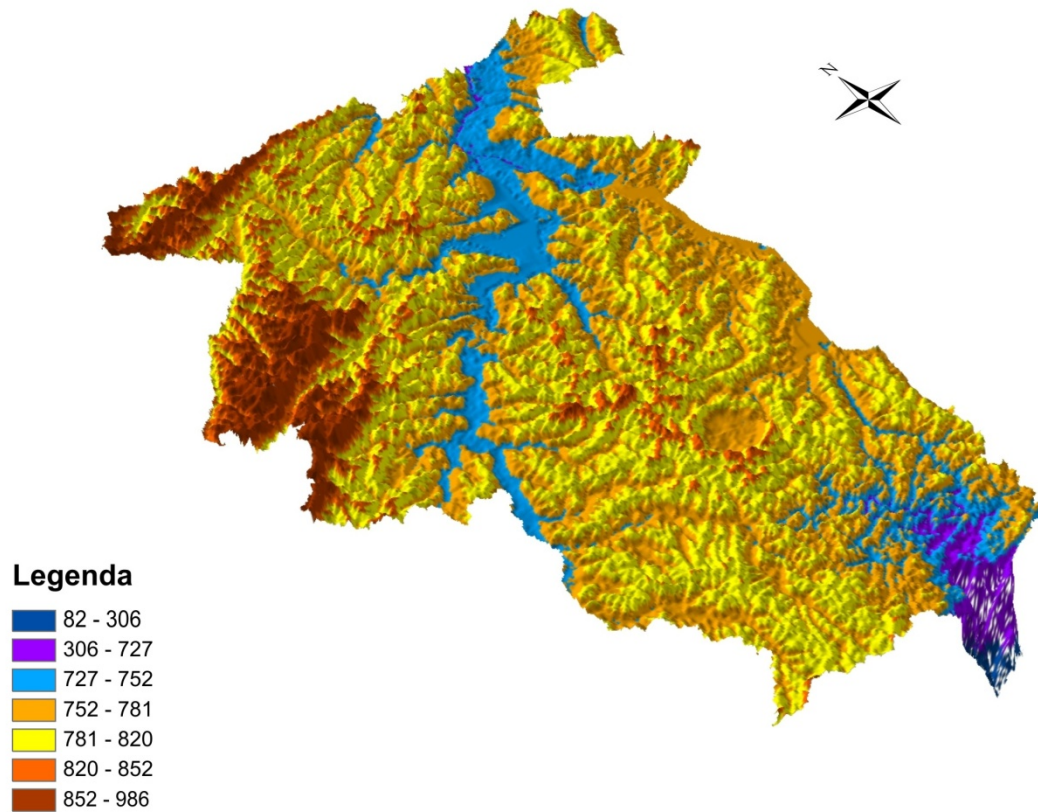
Fonte: Hirata e Ferreira, 2001

6.2.7. Análise Morfométrica

A análise morfométrica é utilizada como uma ferramenta auxiliar em estudos geológicos. O avanço dos sistemas de informação geográfica (SIG) e a disponibilidade de MDE's globais trouxeram maior agilidade e confiabilidade na avaliação dos parâmetros associados à superfície topográfica. A técnica consiste em operações entre vizinhanças ou conectividade do alvo de estudo. Assim, é possível a determinação de uma série de parâmetros que podem influenciar diretamente no estudo qualitativo e quantitativo da morfologia da área estudada.

O modelo SRTM, disponibilizado pela NASA e distribuído pela EMBRAPA, foi utilizado como base de dados sendo posteriormente tratados pela metodologia proposta por Grohmann e Steiner (2008) para tratamento dos artefatos lineares e refinamento da resolução espacial do modelo original representada na *Figura 6.2.7-1*. No presente estudo, foram analisados: Curvatura Planar, Curvatura de Perfil, Bacias Locais, Declividade, Orientação de Vertentes, Extração de Drenagens e Hipsométrico.

FIGURA 6.2.7-1: MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO



6.2.7.1. Hipsometria

Baseado na superfície topográfica da área, o mapa hipsométrico mostra claramente a amplitude de relevo baixa a alta, variado altitudes de 80m, na porção sul da área, a 986m na porção oeste da AII.

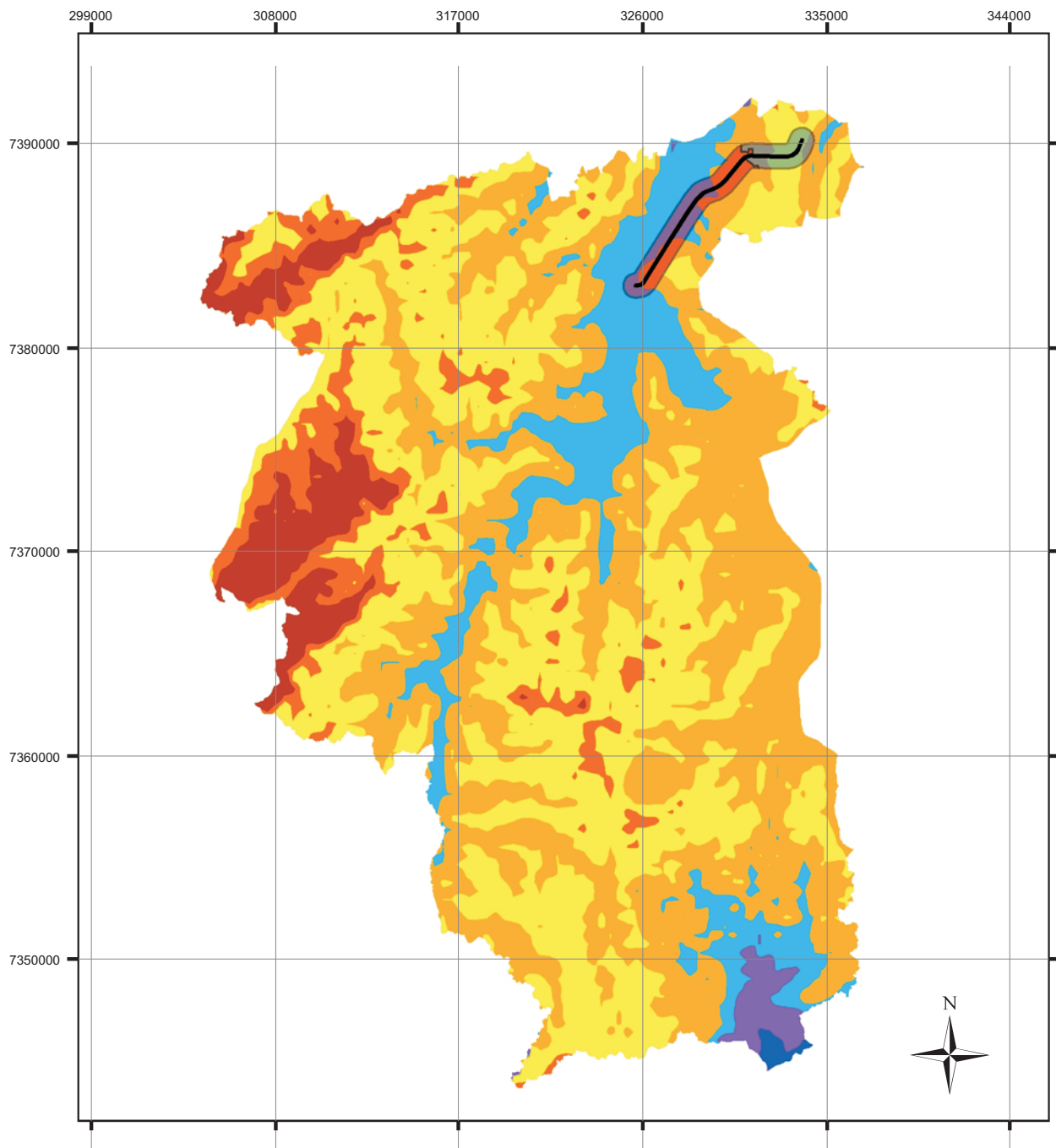
É importante observar que, de modo geral, a região estuda é caracterizada por um relevo de baixa amplitude, associado a colinas, planícies e espigões e cotas altimétricas variando entre 750m e 820m. A *Figura 6.2.7-2* a seguir apresenta a hipsometria da área de estudo.

6.2.7.2. Declividades

Para a análise de declividade de terreno emprega a metodologia proposta por Horn (1981), na qual os dados são derivados diretamente do modelo digital de elevação executando uma operação que utiliza a matriz quadrada (3x3) delimitada pelas vizinhanças do ponto analisado.

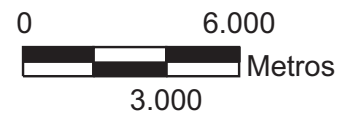
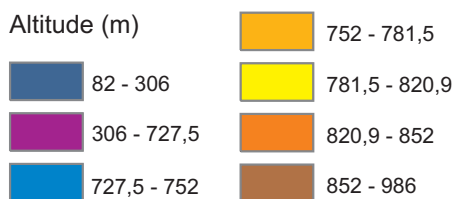
Na AII é possível observar que toda a região é caracterizada por declividades de até 15°, o que acarreta uma maior tendência a grandes escorregamentos em uma superfície de espalhamento ampla em detrimento a superfícies onde prevaleceria a canalização de fluxo.

Foge deste contexto o extremo sul da AII, onde podem ser observadas declividades de até 70° associadas morfologicamente a Serra do Mar. O mapa apresentado na *Figura 6.2.7-3* a seguir mostra as declividades na AII.



LEGENDA:

Altitude (m)



LINHA 5 - LILÁS
Trecho Adolfo Pinheiro - Chácara Klabin com Pátio Guido Caloi

Mapa Hipsométrico



METRÔ

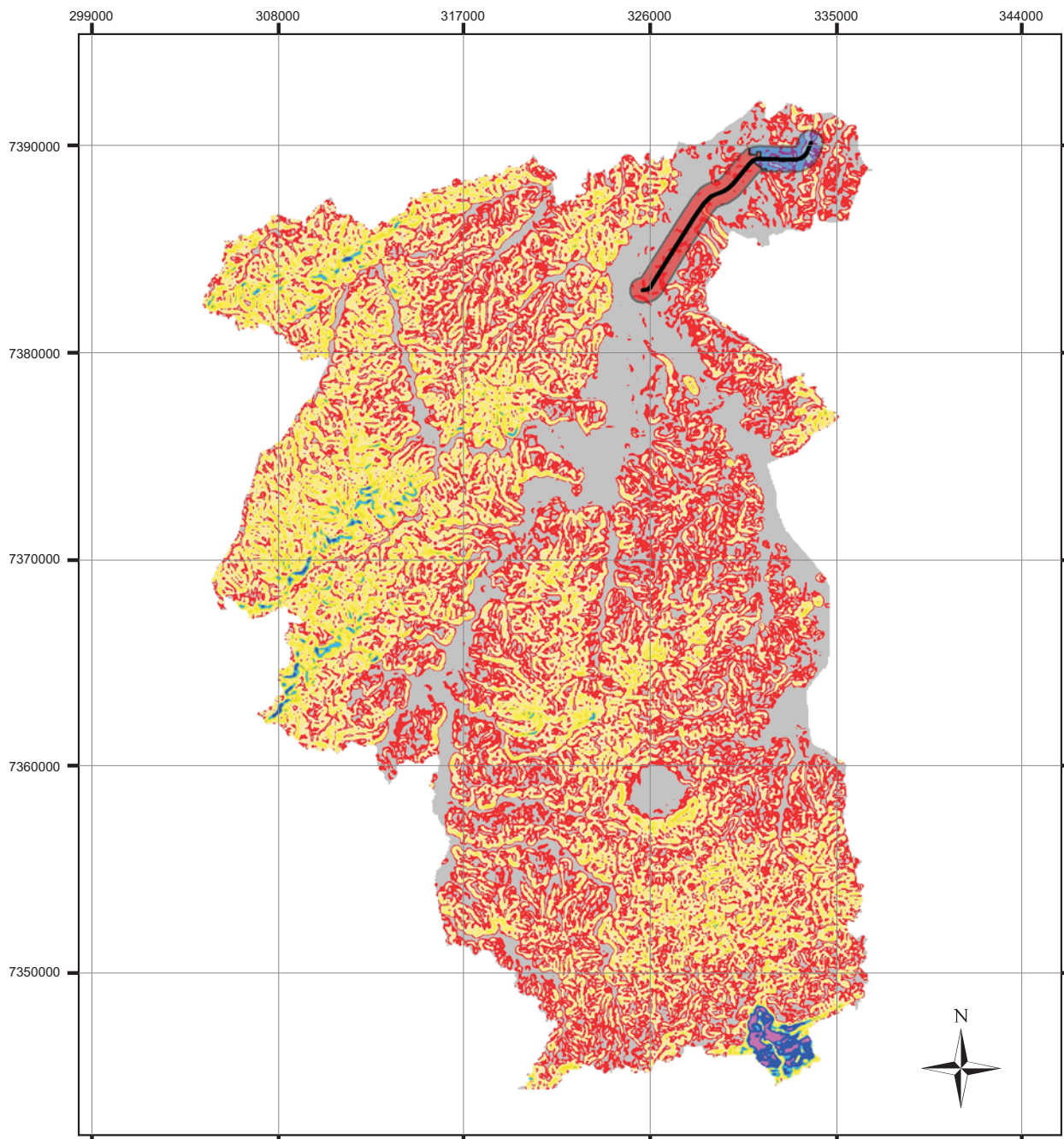
EIA-RIMA LINHA 5 - LILÁS



SISTRAN
ENGENHARIA

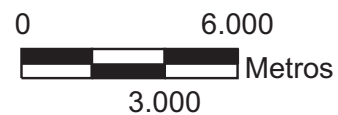
Figura 6.2.7-2

CÓDIGO	EMIÇÃO	FOLHA
RT.5.00.00.00/8N4-002	Jan./2009	52
APROVAÇÃO	VERIFICAÇÃO	REV.
/ /	/ /	B



LEGENDA:

Declividade (graus)



LINHA 5 - LILÁS
Trecho Adolfo Pinheiro - Chácara Klabin com Pátio Guido Caloi

Mapa de Declividades



EIA-RIMA LINHA 5 - LILÁS



Figura 6.2.7-3

CÓDIGO	EMIÇÃO	FOLHA
RT.5.00.00.00/8N4-002	Jan./2009	53
APROVAÇÃO	VERIFICAÇÃO	REV.
/ /	/ /	B

6.2.7.3. Mapa de Curvatura de Perfil e Curvatura Planar

O mapa de curvatura de perfil descreve a intensidade de fluxo paralelo a 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.

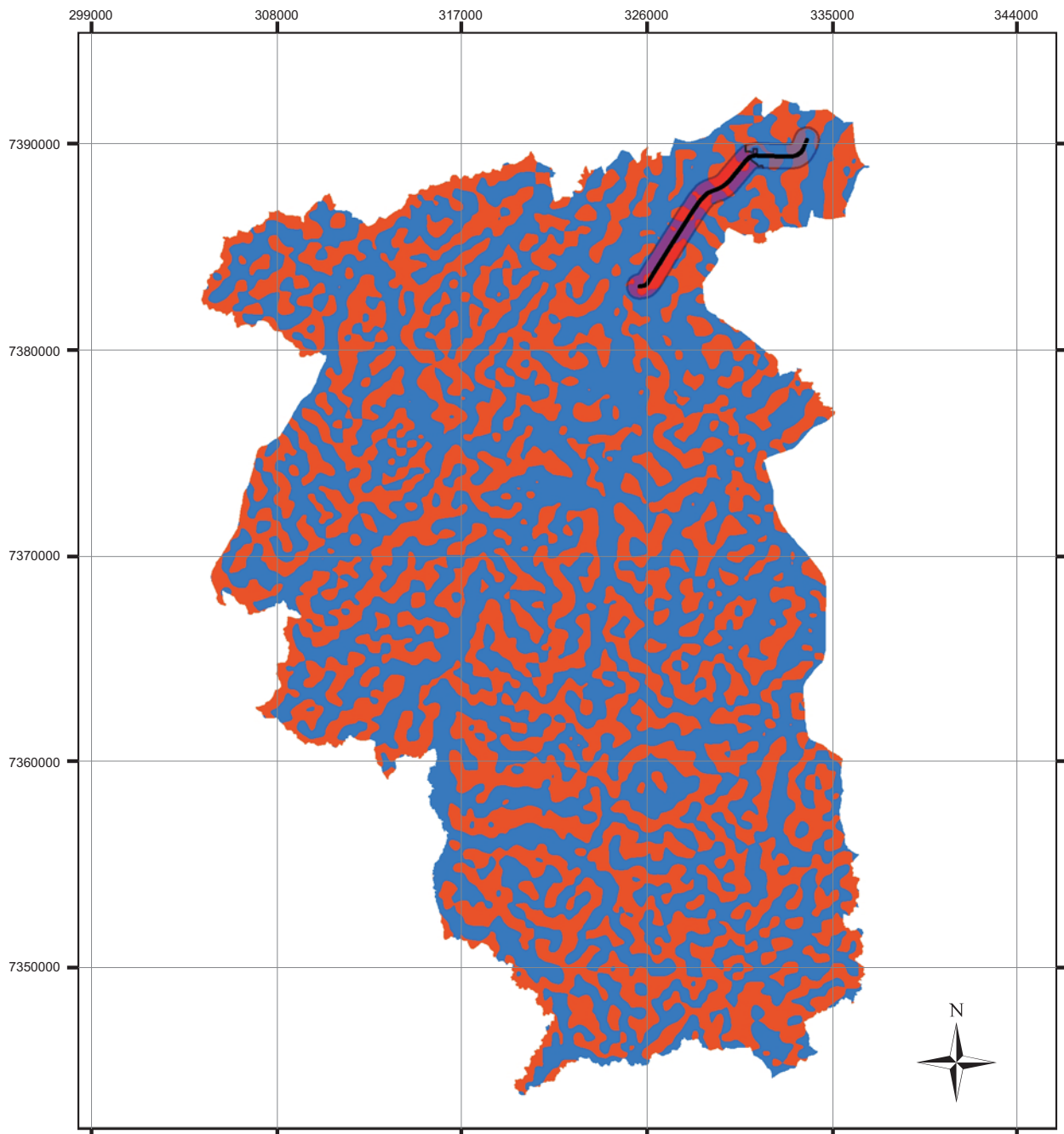
O mapa de curvatura planar descreve a capacidade de espalhamento ou afunilamento de fluxo no plano de direção ortogonal a declividade do terreno. Valores negativos caracterizam uma superfície côncava, onde o espalhamento de fluxo tem uma tendência de afunilamento. Valores positivos mostram uma superfície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

Por abranger uma grande área, a AI apresenta grande variabilidade, o que já era esperado. Porém quando observamos o contexto da AID podemos descrever importantes feições de afunilamento e menores velocidades de fluxo associadas a drenagens e vales, superfícies de espalhamento e menores velocidades de fluxo associadas planícies e colinas.

6.2.7.4. Mapa de Bacias e Drenagens Locais

O mapa apresentado na *Figura 6.2.7-4* é baseado nas drenagens extraídas do modelo digital de elevação e define zonas de captação e as drenagens associadas à hidrografia local.

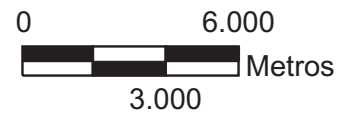
No produto gerado pode-se notar a grande bacia de drenagem do Rio Pinheiros na porção centro-norte da área. No sul-sudeste da AI notam-se algumas bacias importantes porém, neste caso, é essencial observar que, na área onde está contida a ADA, podem ser descritas três bacias, sendo o divisor d'água localizado no fim do trecho (porção leste da ADA, próximo à Chácara Klabin) associado ao topo do espigão que caracteriza este compartimento de terreno.



LEGENDA:

Curvatura de Perfil

- Negativa
- 0
- Positiva



LINHA 5 - LILÁS
Trecho Adolfo Pinheiro - Chácara Klabin com Pátio Guido Caloi

Mapa de Curvatura de Perfil



METRÔ

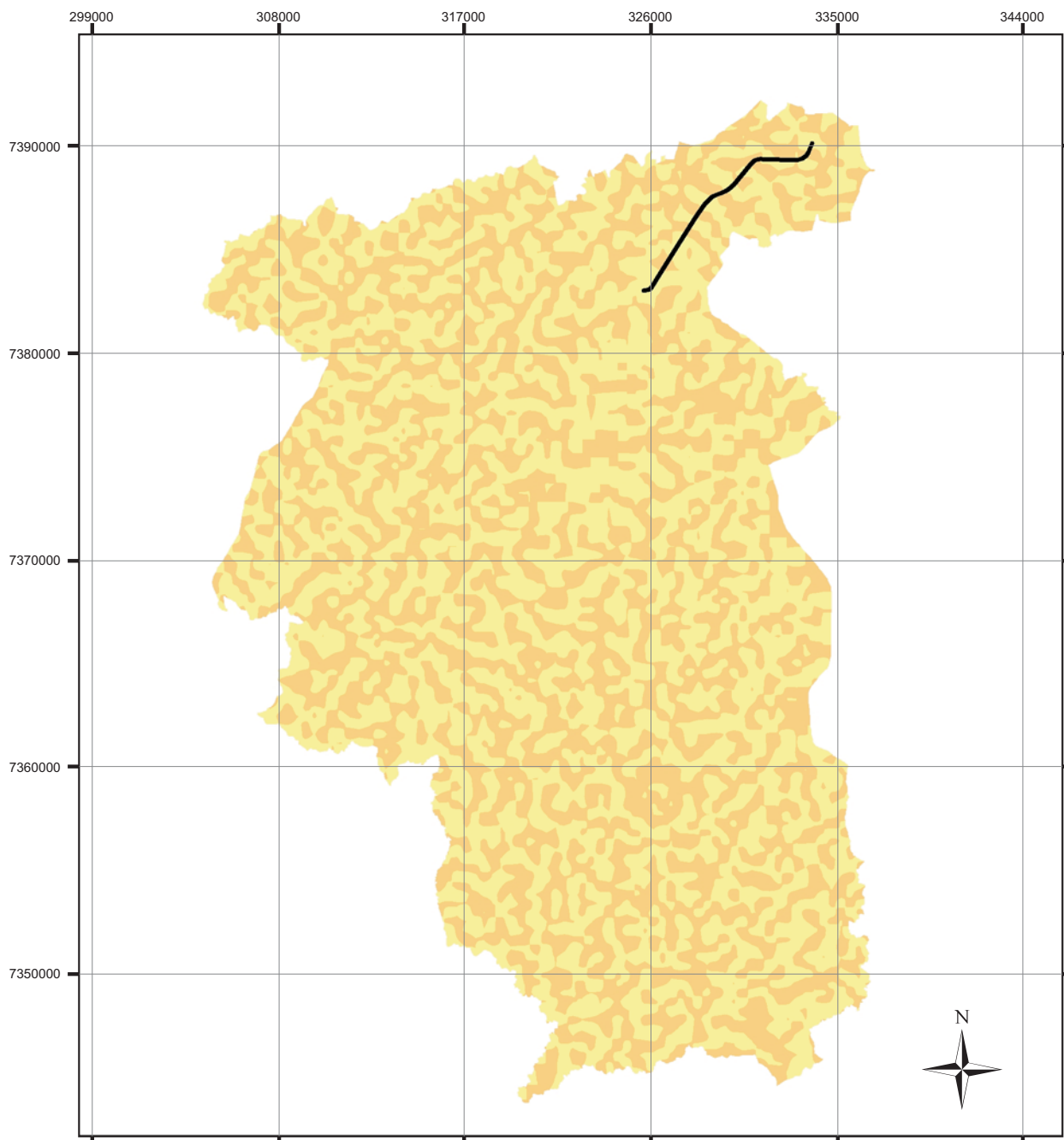
EIA-RIMA LINHA 5 - LILÁS



SISTRAN
ENGENHARIA

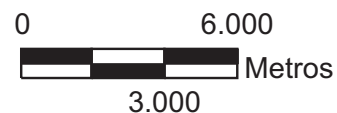
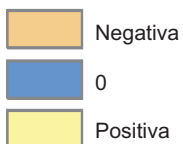
Figura 6.2.7-4

CÓDIGO	EMIÇÃO	FOLHA
RT.5.00.00.00/8N4-002	Jan./2009	55
APROVAÇÃO	VERIFICAÇÃO	REV.
/ /	/ /	B



LEGENDA:

Curvatura Planar



LINHA 5 - LILÁS
Trecho Adolfo Pinheiro - Chácara Klabin com Pátio Guido Caloi

Mapa de Curvatura Planar



METRÔ

EIA-RIMA LINHA 5 - LILÁS



SISTRAN
ENGENHARIA

Figura 6.2.7-5

CÓDIGO	EMIÇÃO	FOLHA
RT.5.00.00.00/8N4-002	Jan./2009	56
APROVAÇÃO	VERIFICAÇÃO	REV.
/ /	/ /	B

As drenagens extraídas têm padrão dendrítico, associado a grandes planícies e vales e espigões localizados, e foram hierarquizadas segundo Strahler (1952), onde:

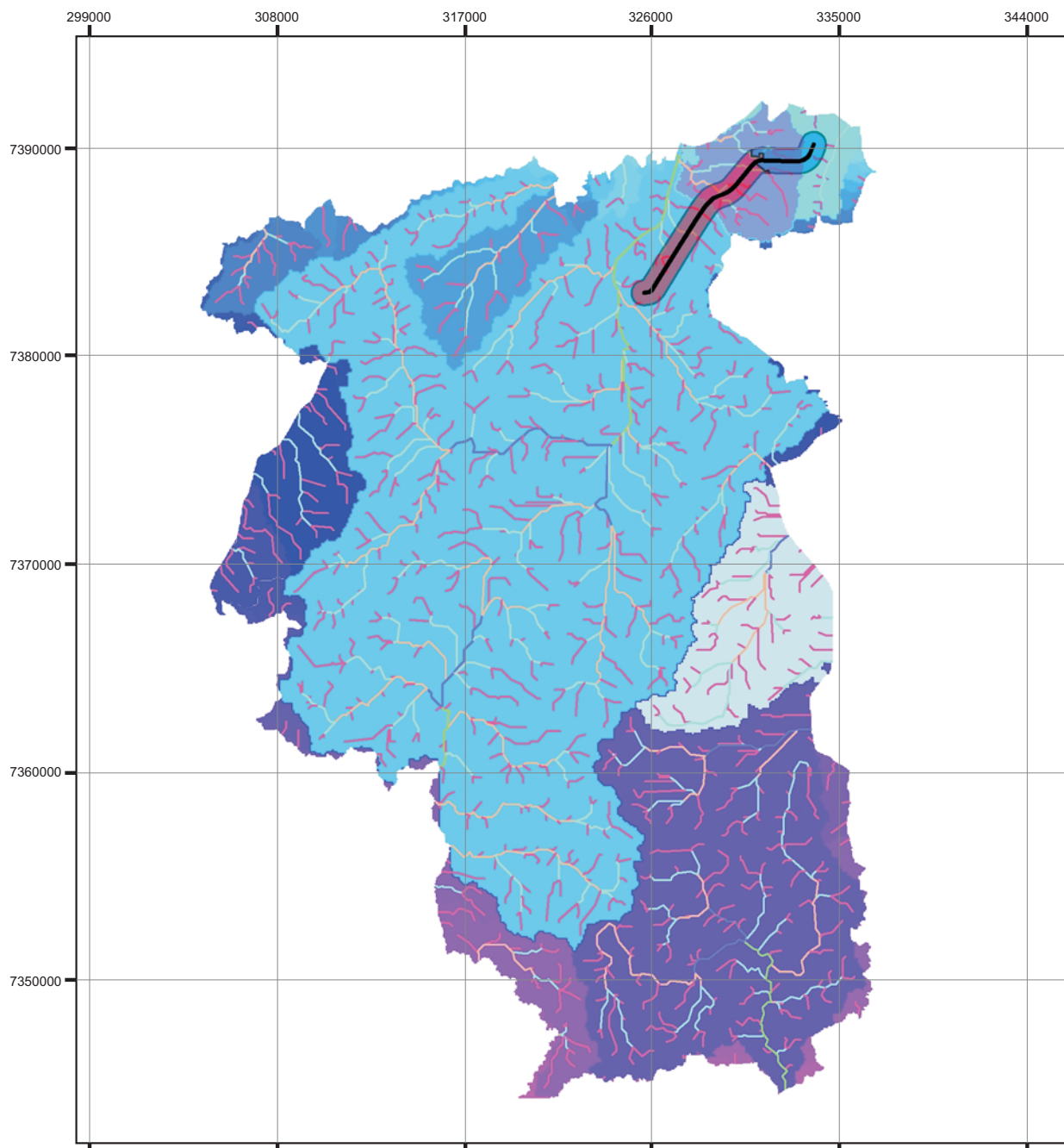
- os menores canais sem tributários são considerados como de primeira ordem, estendendo-se desde a nascente até a confluência;
- os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem e só recebem afluentes de primeira ordem;
- os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e de primeira ordens;
- os canais de quarta ordem surgem da confluência de dois canais de terceira ordem, podendo receber tributários das ordens inferiores e assim sucessivamente.
- Desta classificação pode-se ter idéia do porte dos rios e assim auxiliar na seleção de sub-bacias e microbacias mais representativas do ponto de vista físico.

Neste estudo, os dados morfométricos são apresentados com o objetivo de apoiar aos dados de campo levantados em campanha realizada nas cercanias do empreendimento. A análise dos dados implica na caracterização de parâmetros de apoio ao projeto. A All, por sua ampla área, apresentou grande variedade morfológica. Mesmo assim foi possível caracterizar suas principais feições.

O mais relevante, neste caso, foi a observação das características da área inserida dentro do contexto da ADA e AID. Os dados levantados corroboram com a discriminação da ADA em dois compartimentos de terreno, sendo eles:




- Compartimento Espigões;
- Compartimento Planícies e Colinas Amplas.


Ambos os compartimento descritos tem características distintas quando são observadas as diversas variáveis levantadas neste estudo.



LEGENDA:

Classificação de Drenagens Segundo Strahler (1952)

- | | | | |
|---|----------|---|----------|
|  | 1ª ordem |  | 3ª ordem |
|  | 2ª ordem |  | 4ª ordem |
| | |  | 5ª ordem |

0 6.000
 Metros
 3.000

LINHA 5 - LILÁS
 Trecho Adolfo Pinheiro - Chácara Klabin com Pátio Guido Caloi

Mapa de Bacias e Drenagens



EIA-RIMA LINHA 5 - LILÁS



Figura 6.2.7-6

CÓDIGO	EMIÇÃO	FOLHA
RT.5.00.00.00/8N4-002	Jan./2009	58
APROVAÇÃO	VERIFICAÇÃO	REV.
/ /	/ /	B

6.2.8. Aspectos Geotécnicos

A definição de unidades geotécnicas em uma determinada área visa integrar conhecimentos e dados oriundos de levantamentos geológicos, geomorfológicos, estruturais e pedológicos, buscando a identificação de áreas potencialmente sujeitas a processos do meio físico. Parâmetros relativos a mecânica de rocha e solos e dados da dinâmica das águas subterrâneas e superficiais, sempre em face a ocupação antrópica de um dado espaço, são utilizados para a inferência de riscos e possíveis problemas como erosão, rastejo de solo, assoreamento de cursos d'água, entre outros. Desta maneira, a caracterização de um determinado local do ponto de vista geotécnico, é de fundamental importância para traçar qualquer plano de utilização da terra e estabelecer projeções de obras futuras, e com isso, indicar possíveis ações mitigadoras a fim de solucionar ou minimizar impactos relativos à dinâmica do meio físico.

Desta maneira, tendo em vistas as características do meio físico constatadas na área de estudo, foram definidas com base em Nakazawa et al. (1994) quatro grandes macro-compartimentos geotécnicos, a saber:

- regiões que apresentam média susceptibilidade a escorregamento exclusivamente induzidos associados à alta susceptibilidade a erosão em solos subsuperficiais relacionados à movimentos de terra;
- áreas com alta susceptibilidade a inundações, recalques, assoreamento e solapamento das margens de rios;
- áreas com muito alta susceptibilidade a escorregamentos associados a alta susceptibilidade a erosão em solos subsuperficiais induzidas por movimentos de terra e
- áreas com baixa susceptibilidade aos processos do meio físico.

As regiões que apresentam média susceptibilidade a escorregamento exclusivamente induzidos associados à alta susceptibilidade à erosão em solos subsuperficiais relacionados à movimentos de terra ocorrem disseminadas na maior parte dos limites definidos para a AII. Em linhas gerais, compreendem boa parte das áreas pouco ocupadas dos bairros de Engenheiro Marcilac, Grajaú, Parelheiros, Cidade Dutra, Socorro, Capão Redondo, Campo Limpo, Vila Sônia e parte do município de Embu. Do ponto de vista geológico, esta unidade incide principalmente sobre terrenos constituídos

por metassedimentos, gnaisses, migmatitos e corpos intrusivos graníticos sin a tardi cinemáticos pertencentes ao Complexo Embu. Sobre este substrato desenvolvem-se sistemas de relevo caracterizados pela predominância de morrotes alongados paralelos, morrotes baixos (porções central e sul da All) e morros paralelos (porção oeste/noroeste). Do ponto de vista pedológico, nestes terrenos ocorrem perfis de latossolos e cambissolos vermelho e vermelho amarelos. É importante ressaltar que este compartimento geotécnico ocorre intimamente associado a áreas somente sujeitas à erosão em solos subsuperficiais que ocorrem na porção norte da All (bairro Jardim São Luís) associadas ao relevo de colinas pequenas com espigões locais.

As áreas com média susceptibilidade a escorregamentos exclusivamente induzidos são caracterizadas principalmente por rastejos de solo em encostas com declividade superiores a 20° e pequenos escorregamentos associados a depósitos de tálus. Os processos deflagradores dos movimentos de massa geralmente estão associados à instabilizações induzidas por movimento de terra, mudança da dinâmica das águas nas vertentes e deposição de lixo e detrito nas encostas. Tendo em vista a importância da variável antrópica na origem dos escorregamentos, constata-se que os principais focos encontram-se em áreas de expansão urbana descontrolada principalmente em áreas de morros e comunidades de baixa renda, como em bairros de Embu e Taboão da Serra.

O início da erosão no compartimento com média susceptibilidade a escorregamentos está associado principalmente ao incremento de processos de entalhe vertical sobre o saprólito (horizonte C) através da retirada da camada de solo superficial. Devido a este fator, este processo está intimamente relacionado a utilização do solo em áreas intensamente urbanizadas, destacando locais onde ocorrem obras de terraplanagem, assentamento industrial e viário, aterros, cortes e bota-foras. De todo modo, a origem da erosão está diretamente associada à intervenção humana realizada de modo inadequado, como em locais de manejo incorreto do solo, áreas nas quais foi retirada de vegetação original de encostas, a ocupação de áreas sensíveis, corte de estradas e ruas e retaludamento realizado de maneira inadequada. As feições erosivas mais comuns nesta unidade geotécnica são sulcos e ravinas desenvolvidos pelo aumento do fluxo de águas superficiais sobre áreas expostas, propiciando o carreamento de partículas e o entalhe vertical do solo. É importante ressaltar que na porção noroeste da All, devido ao aumento da declividade das encostas, é comum o aparecimento de ravinas de médio e grande porte, mas que, no entanto, dificilmente atingem o estágio de voçorocas.

As áreas com alta susceptibilidade a inundações, recalques, assoreamento e solapamento das margens de rios ocorre principalmente nas regiões de planícies de inundação constituídas por depósitos aluvionares neógenos e recentes presentes nas cercanias dos principais afluentes e margens das represas Billings e Guarapiranga, Rio Pinheiros, Rio Embu Mirim e Ribeirão da Ressaca. Ocorre também como um fragmento circular na estrutura conhecida como “Cratera de Colônia”, na qual ocorre confluência de drenagens em padrão centrípeto/convergente e são comuns áreas mal drenadas e alagadiças. De modo geral, esta unidade ocorre como pequenas faixas estreitas geograficamente localizadas no município de Embu e nos bairros de Parelheiros, Jardim Ângela, Capão Redondo, Jardim São Luís, Socorro, Santo Amaro, Itaim Bibi, Cidade Dutra e Grajaú.

Os problemas mais comuns associados a estes terrenos estão relacionados às inundações periódicas das várzeas em decorrência da maior incidência de chuvas em determinadas épocas do ano. No caso das áreas susceptíveis a inundações nas adjacências dos reservatórios Billings e Guarapiranga, a variação natural do nível das águas em função de aumento pluviométrico sazonal é também influenciada pelo regime de controle hidráulico da represa em função da razão entre demanda de água e capacidade do reservatório. Como são áreas geralmente alagadiças e mal drenadas, destaca-se a possibilidade de recalques em solos por adensamento de argilas em decorrência da aplicação de cargas de fundações ou rebaixamento do lençol freático por obras de engenharia civil. O solapamento de margens de corpos d’água pode localmente ocorrer devido ao aumento da erosão fluvial e obras de movimentação de terra mal executadas nas margens das represas, rios e córregos.

Nota-se que todos os problemas supracitados podem ser agravados devido a presença de áreas intensamente urbanizadas, principalmente em alguns locais do município de Embu e bairros do Grajaú, Itaim Bibi e Santo Amaro. Nestes locais, em especial aqueles localizados nas margens do rio Pinheiros e do córrego do Embu Mirim são comuns cheias periódicas relatadas em séries históricas. Ressalta-se que atualmente, algumas obras de contenção tem sido realizadas pontualmente nestes dois cursos d’água, o que diminuiu sensivelmente a incidência de inundações nos bairros adjacentes.

A unidade de muito alta susceptibilidade a escorregamentos naturais e induzidos associados a alta susceptibilidade a erosão em solos subsuperficiais ocorre como um pequeno fragmento localizado a sudeste da AII. Este compartimento incide no limite

sudeste no bairro de Engenheiro Marsilac em uma área ocupada por pequenas propriedades e áreas de floresta Atlântica primária e secundária. Este compartimento pertence a unidade geomorfológica da Serra do Mar, mais especificamente nas proximidades da quebra de relevo entre o compartimento de morrotes baixos e as unidades de escarpas festonadas e serras alongadas. O substrato no qual encontra-se inserida esta unidade geotécnica é caracterizado pela predominância de rochas granitóides deformadas pré-cambrianos pertencentes ao Complexo Embu.

Nesta unidade geotécnica os principais problemas descritos estão associados a movimentos gravitacionais de massa envolvendo rastejo de solo em encostas e escorregamentos do tipo planar desenvolvidos em depósitos de talus e perfis de cambissolo. Nas áreas com maiores declividade e nas quais ocorrem exposições rochosas, podem incidir os processos de queda e rolamento de blocos e detritos, geralmente associados a deslocamentos rochosos condicionados por estruturas planares como planos de falhas, fraturas e xistosidade. Os processos negativos descritos, geralmente são de caráter natural, deflagrados por eventos pluviométricos intensos (Nakazawa et al. 1994). No entanto, alterações de natureza antrópica, como retirada de vegetação e solo e mudança no padrão de escoamento superficial, podem potencializar e agravar a incidência destes problemas. Os processos de erosão em solos subsuperficiais associados à estes terrenos, são comumente deflagrados por movimentação de terra devido a obras de terraplanagem, construção de aterros e bota-foras desprovidos de cobertura vegetal e concentração de fluxos pluviais em áreas de solo exposto. Ressalta-se que associado ao problema da erosão e escorregamentos em encostas pode ocorrer o assoreamento de cursos d'água e drenagens pelo material carreado por águas de escoamento superficial.

As áreas com baixa susceptibilidade aos processos do meio físico incidem principalmente à nordeste da AI em áreas intensamente urbanizadas e impermeabilizadas da cidade de São Paulo (bairros de Cidade Ademar, Jabaquara, Cursino, Sacomã, Campo Grande e pequenas partes das cidades de Diadema e São Caetano). Esta unidade geotécnica ocorre associada ao sistema de relevo de colinas pequenas com espigões locais desenvolvidas sobre substrato constituído por arenitos e pelitos das Formações São Paulo e Resende, pertencentes à Bacia de São Paulo. Nestas regiões, os processos negativos do meio físico ocorrem somente devido a intervenções muito drásticas na dinâmica do meio físico e em áreas não indicadas à ocupação humana. Como quase

toda a área em que incide esta unidade se encontra completamente antropizada, a ocorrência de focos erosivos e de assoreamento é ínfima, de modo que focos erosivos de baixo impacto somente devem ocorrer de maneira localizada e não evoluir para formas mais graves. Este tipo de problema normalmente ocorre associado a exposição do solo em áreas destinadas à construção civil e obras envolvendo movimentação de grandes volumes de terra. Em função das baixas declividades locais, processos como rastejo de solo e movimentos de massa não devem, a priori, constituir problemas geotécnicos relevantes.

6.2.9. Geologia, Geomorfologia e Pedologia da AID e ADA

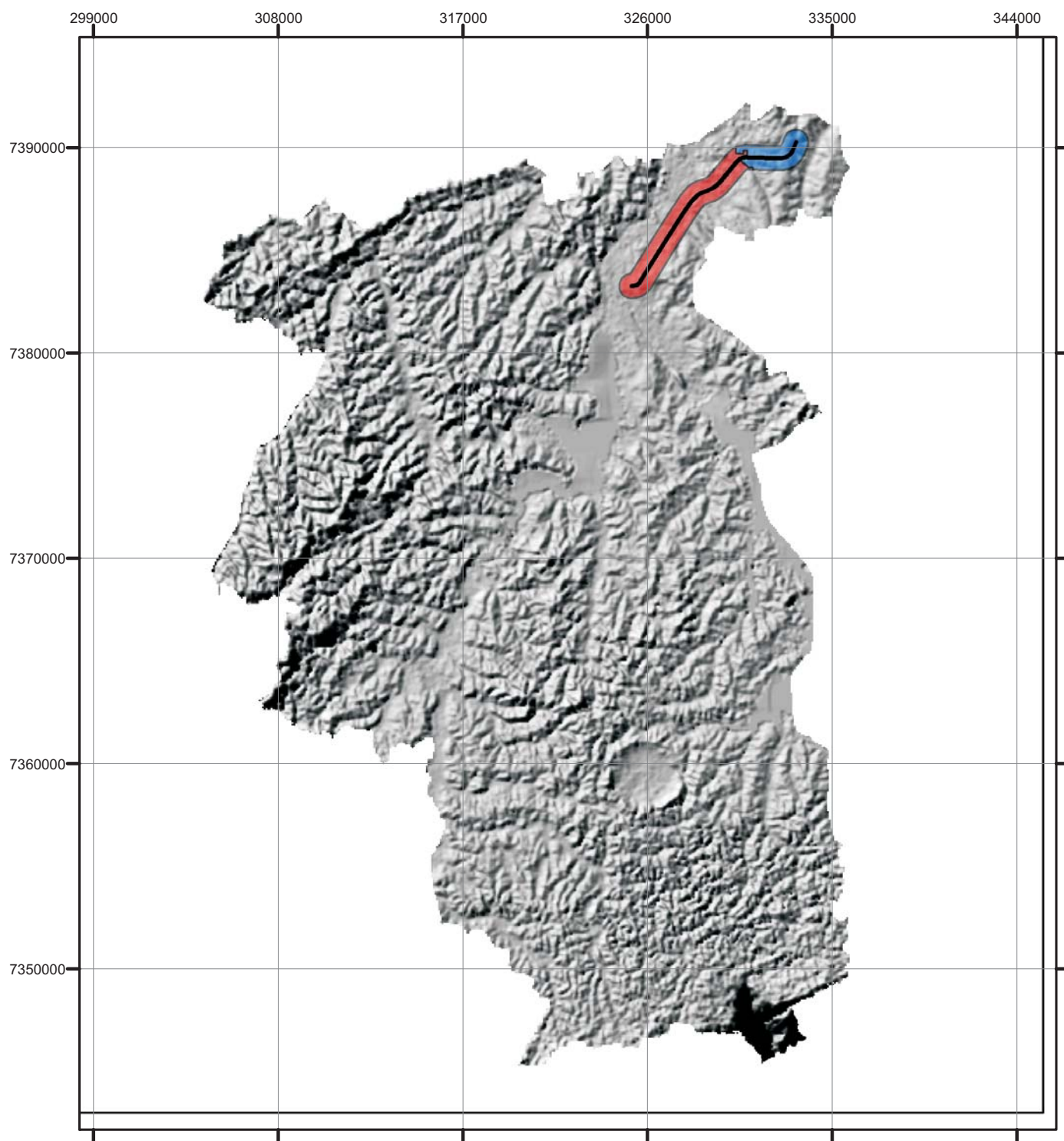
6.2.9.1. Tipos de Terreno

Com base nas características geológicas, geomorfológicas e pedológicas da AID, foi organizada uma compartimentação da área em diversos tipos de terrenos com aspectos geomorfopedológicos similares. Foram definidos dois compartimentos principais: as Planícies e Colinas Amplas e os Espigões. A *Figura 6.2.9-1* apresenta um mapa de relevo sombreado com a localização dos compartimentos, cujos principais aspectos do meio físico encontram-se descritos a seguir. Neste mapa foram inseridos os diversos pontos visitados durante o levantamento de campo. Uma descrição detalhada destes pontos encontra-se a seguir.

6.2.9.2. Compartimento Planícies e Colinas Amplas

Este compartimento abrange o trecho da linha que vai da futura Estação Adolfo Pinheiro, nas proximidades da Praça Dona Benta Vieira, até a futura Estação Servidor, próximo à Rua Borges Lagoa, correspondendo a aproximadamente 75% da AID.

Conforme a própria denominação do compartimento, destacam-se em sua geomorfologia áreas de planícies e colinas amplas, sendo que as planícies encontram-se associadas com o vale do Rio Pinheiros e dos seus afluentes principais, localizando-se portanto, predominantemente na porção sul da área de estudo.



LEGENDA:

- Compartimento Planícies e Colinas Amplas
- Compartimento Espigões

5.000 0 5.000 10.000
Metros

LINHA 5 - LILÁS
Trecho Adolfo Pinheiro - Chácara Klabin com Pátio Guido Caloi

Mapa de Compartimentos de Terreno na AII



METRÔ

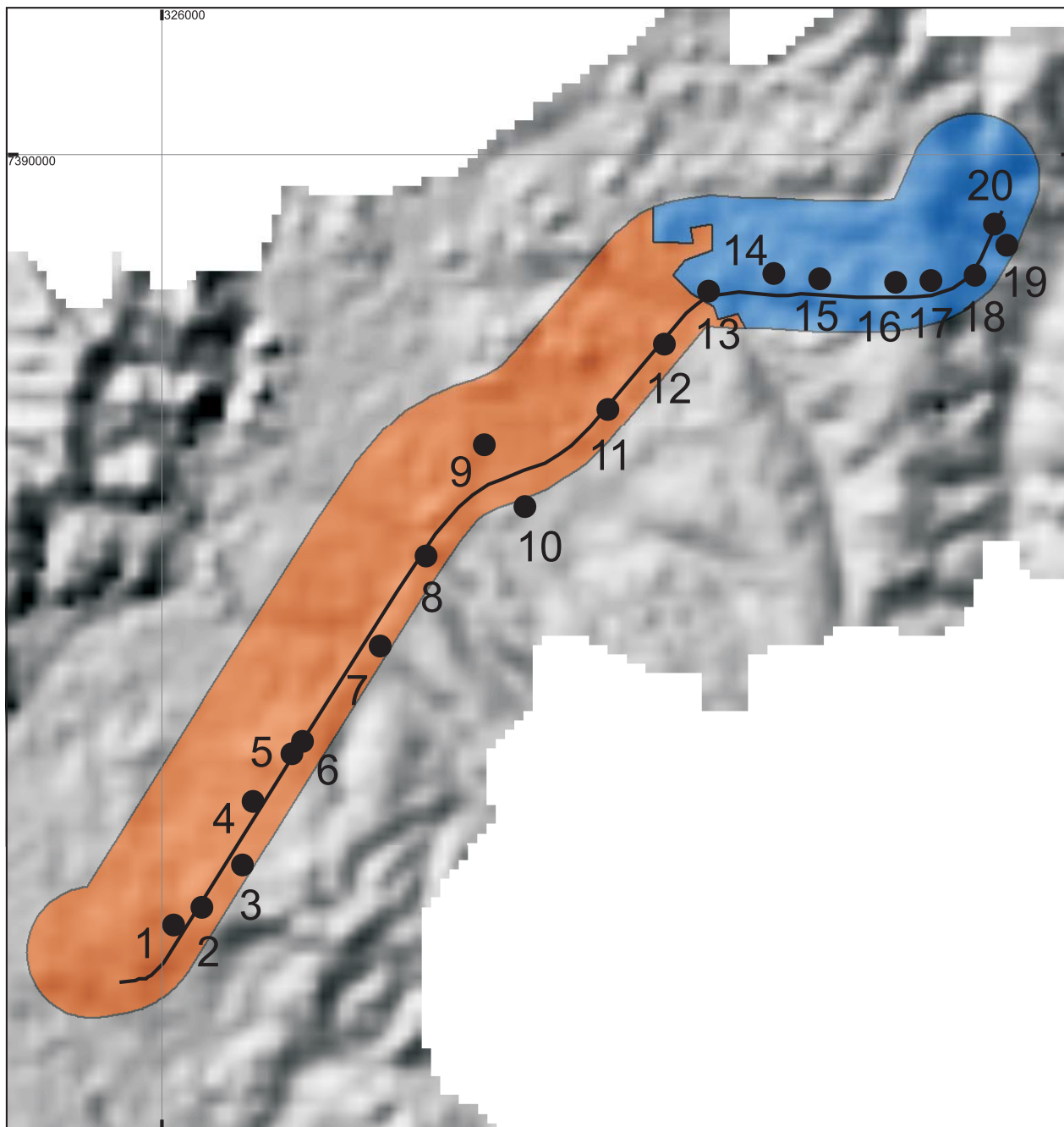
EIA-RIMA LINHA 5 - LILÁS



SISTRAN
ENGENHARIA

Figura 6.2.9-1

CÓDIGO	EMIÇÃO	FOLHA
RT.5.00.00.00/8N4-002	Jan./2009	64
APROVAÇÃO	VERIFICAÇÃO	REV.
/ /	/ /	B



LEGENDA:

- 1● Ponto Observado / N° do ponto
- Compartimento Planícies e Colinas Amplas
- Compartimento Espigões



LINHA 5 - LILÁS
Trecho Adolfo Pinheiro - Chácara Klabin com Pátio Guido Caloi

Mapa de Pontos e Compartimentos de Terreno



METRÔ

EIA-RIMA LINHA 5 - LILÁS



SISTRAN
ENGENHARIA

Figura 6.2.9-2

CÓDIGO	EMIÇÃO	FOLHA
RT.5.00.00.00/8N4-002	Jan./2009	65
APROVAÇÃO	VERIFICAÇÃO	REV.
/ /	/ /	B

As planícies consistem de áreas mais ou menos planas, com declividades tipicamente inferiores a 10%, baixas, associadas à terraços fluviais antigos e recentes. Os aluviões antigos costumam apresentar sedimentos mais grosseiros com leitos seixosos intercalados com camadas de areia grossa, e mais raramente, argilas orgânicas. Já os recentes, constituem camadas com espessura, por vezes, superior a 10 metros predominando sedimentos finos argilosos e lamosos. Sob o ponto de vista pedológico esta parte apresenta associação com solos hidromórficos, mal drenados, pouco estruturados, com grande concentração de matéria orgânica e caráter ácido.




À medida que se segue para nordeste observa-se uma alteração no relevo caracterizada por formas colinosas com declividades predominantemente baixas, inferiores a 15%. As amplitudes são inferiores a 100 metros com interflúvios sem orientação e áreas inferiores a 1km². As colinas apresentam topos geralmente aplainados e arredondados. Apesar de grande parte das drenagens naturais existentes neste trecho da RMSP, estarem atualmente canalizadas e, por vezes, retificadas, é possível afirmar que a rede de drenagem apresenta originalmente baixa densidade, padrão dendrítico com vales tipicamente abertos.

Esta mudança no padrão de relevo está diretamente ligada à mudança no contexto geológico. Nesta porção do Compartimento Planícies e Colinas Amplas, o traçado adentra o domínio das rochas sedimentares da Bacia de São Paulo, mais precisamente da Formação Resende. Esta unidade geológica apresenta em sua base camadas areno-argilosas (areia grossa a média) amareladas ou avermelhadas, muitas vezes referidas como: areias basais das camadas de São Paulo. Estas camadas predominantemente arenosas não apresentam grande continuidade lateral, passando gradativamente para camadas de argilitos cinza e esverdeados compactos e endurecidos. Subindo na estratigrafia, estes argilitos dão lugar a argilitos variegados, finamente intercalados com siltitos e arenitos muito finos. Esta camada corresponde provavelmente ao topo da Formação Resende.

Embora os afloramentos rochosos e perfis de solo expostos sejam extremamente raros nesta porção da região metropolitana, é possível inferir, com base na geologia e geomorfologia, que predominem no compartimento Latossolos Vermelho-Amarelos e mais raramente Neossolos Litólicos.

Algumas feições do relevo deste compartimento de terreno são apresentadas nas descrições e fotos dos pontos de campo 1 a 13 a seguir.

DESCRIÇÕES DE CAMPO: PONTOS 1 A 13

Ponto	Coordenadas UTM		Cota GPS (m)	Compartimento de Terreno
	X(m)	Y(m)		
1	326112	7383539	763	Planícies e Colinas Amplas
Localização/ Descrições	Praça Dona Benta Vieira. O largo encontra-se no entroncamento de 3 ruas.			
				
		<p>Foto 1.3: Foto para SW, tomada no largo.</p>		

Ponto	Coordenadas UTM		Cota GPS (m)	Compartimento de Terreno
	X(m)	Y(m)		
2	326358	7383703	761m	Planícies e Colinas Amplas
Localização/ Descrições	Ponto com vista de cotas elevadas associadas com rochas do embasamento cristalino (Complexo Embu). Do lado oposto observa-se depressão associada com o vale de antiga drenagem, onde hoje se encontra a Av. Vicente Rao). Nota-se que a maioria dos prédios e casas apresentam garagens subterrâneas sugerindo que o N.A encontra-se a pelo menos 10 metros de profundidade.			



Foto 2.1: Vista para SW. As elevações avistadas no fundo da foto estão associadas com as rochas do embasamento.



Foto 2.2: Vista para NE. A depressão no fundo da foto associa-se com uma drenagem natural, atualmente canalizada.

Ponto	Coordenadas UTM		Cota GPS (m)	Compartimento de Terreno
	X(m)	Y(m)		
3	326735	7384088	766 m	Planícies e Colinas Amplas
Localização/ Descrições	Cruzamento das ruas São Benedito e Nove de Julho (Santo Amaro). Observações do relevo.			



Foto 3.1: Vista para NW. Notar o declive associado com o relevo de colinas amplas e ocorrência de rochas sedimentares da Bacia de São Paulo (Fm. Resende).

Ponto	Coordenadas UTM		Cota GPS (m)	Compartimento de Terreno
	X(m)	Y(m)		
4	326838	7384686	754 m	Planícies e Colinas Amplas
Localização/ Descrições	Avenida Santo Amaro nas proximidades da Praça Marechal Deodoro. Observações do relevo.			



Foto 4.1: Vista para SE. Neste trecho a Av. Adolfo Pinheiro é plana com pequenos declives e aclives nas ruas transversais, denotando a forma de colinas amplas.



Foto 4.2: Vista para NW. Notar o pequeno declive em uma das transversais da avenida.

Ponto	Coordenadas UTM		Cota GPS (m)	Compartimento de Terreno
	X(m)	Y(m)		
5	327188	7385114	779m	Planícies e Colinas Amplas
Localização/ Descrições	Ponto na descida da Av. Adolfo Pinheiro, com vista para o vale do Rio Pinheiros.			



Foto 5.1: Vista para W. Outra transversal da Av. Adolfo Pinheiro. Neste ponto o declive é um pouco mais acentuado. Ao fundo observa-se uma área deprimida associada com o Vale do Rio Pinheiros, mais ao fundo elevações associadas com rochas do embasamento cristalino.



Ponto	Coordenadas UTM		Cota GPS (m)	Compartimento de Terreno
	X(m)	Y(m)		
6	327292	7385231	767 m	Planícies e Colinas Amplas
Localização/ Descrições	Esquina da Rua da Paz com Av. Adolfo Pinheiro.			



Foto 6.1: Vista para N, tomada na avenida. Notar um declive ligeiramente mais acentuado à medida que esta se aproxima do cruzamento com a Av. Vicente Rao, associada com uma antiga drenagem natural.



Foto 6.2: Vista para N, tomada um pouco abaixo. Ao fundo o vale onde se encontra a Av. Vicente Rao.

Ponto	Coordenadas UTM		Cota GPS (m)	Compartimento de Terreno
	X(m)	Y(m)		
7	328012	7386110	723 m	Planícies e Colinas Amplas
Localização/ Descrições	Ponto no cruzamento das avenidas Santo Amaro e Vicente Rao.			
 <p>Foto 7.1: Vista para E, tomada no cruzamento das avenidas.</p>		 <p>Foto 7.2: Vista para W. Notar que o relevo é plano com um suave declive para SW. Ao fundo, notar conjunto de edifícios em depressão associada com o vale do Rio Pinheiros.</p>		

Ponto	Coordenadas UTM		Cota GPS (m)	Compartimento de Terreno
	X(m)	Y(m)		
8	328426	7386945	717 m	Planícies e Colinas Amplas
Localização/ Descrições	Ponto em cruzamento da Av. Santo Amaro com a Av. Água Espreiada (Av. Jornalista Roberto Marinho). Neste ponto o traçado atravessa um vale associado com um antigo curso d'água natural, hoje canalizado.			



Foto 8.1: Detalhe do antigo córrego canalizado, com vista para montante. Ao fundo, notar travessia de duto da Sabesp.



Foto 8.2: Vista para jusante do córrego canalizado.

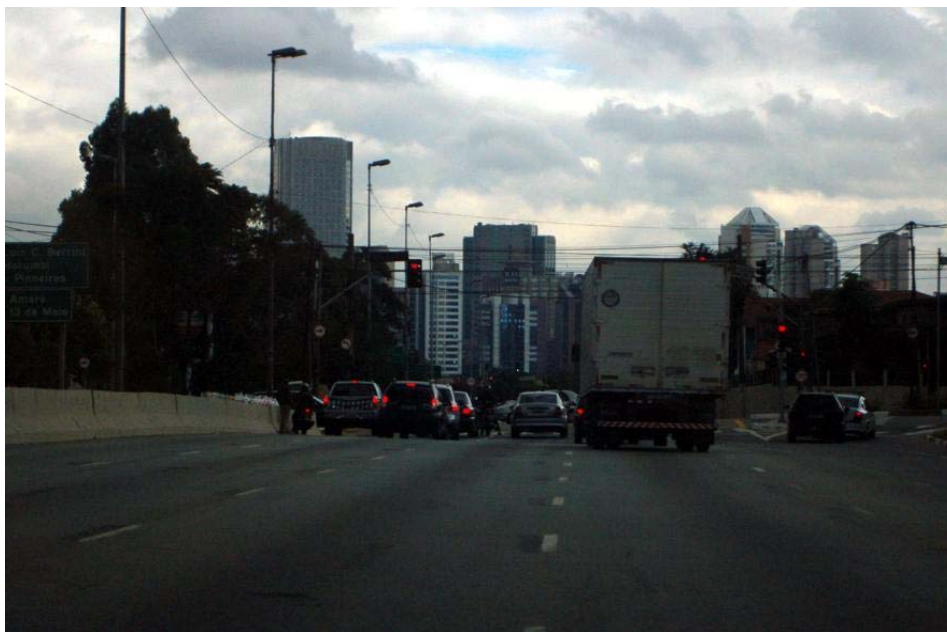


Foto 8.3: Vista para W com vista para o vale do Rio Pinheiros.

Ponto	Coordenadas UTM	Cota GPS (m)	Compartimento
-------	-----------------	--------------	---------------

	X(m)	Y(m)		de Terreno
9	328953	7387959	750 m	Planícies e Colinas Amplas
Localização/ Descrições	Cruzamento das avenidas Santo Amaro e Bandeirantes.			



Foto 9.1: Vista do cruzamento (viaduto), sentido centro.

Ponto	Coordenadas UTM		Cota GPS (m)	Compartimento de Terreno
	X(m)	Y(m)		
10	329341	7387390	755m	Planícies e Colinas Amplas
Localização/ Descrições	Ponto nas proximidades das avenidas Vereador José Diniz e Moraes Barros			

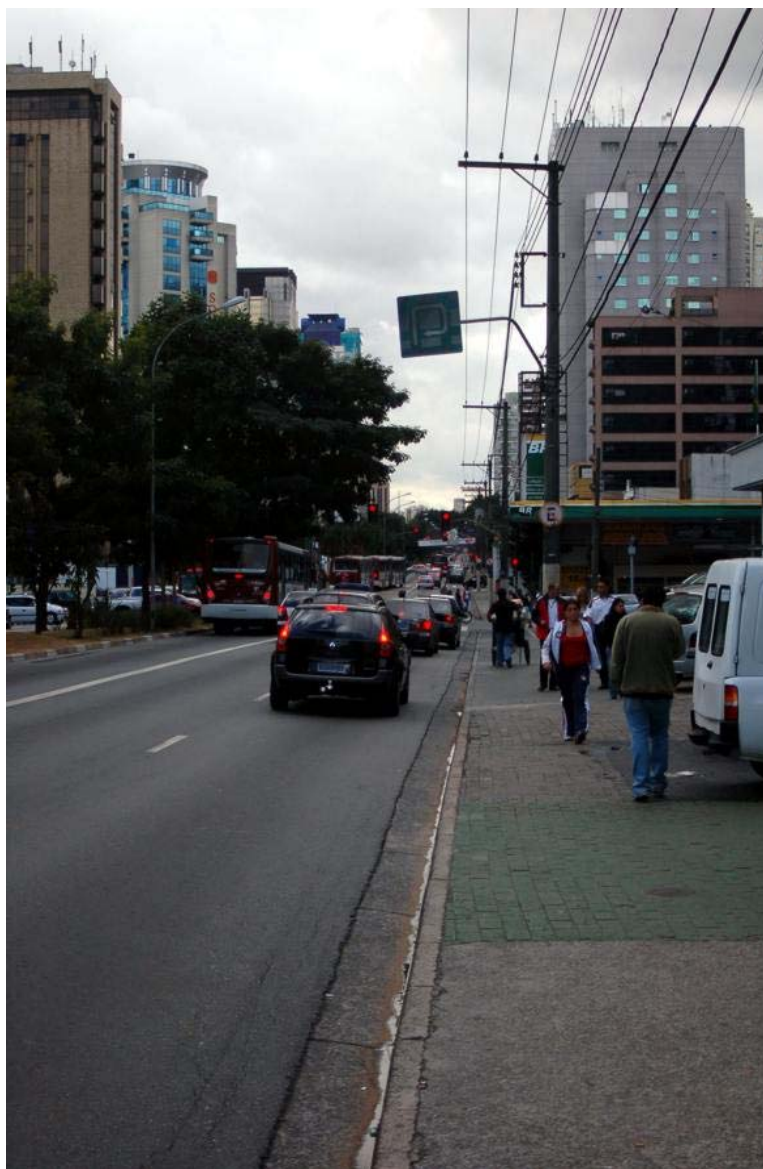


Foto 10.1: Vista para NE de declive suave em direção a Avenida dos Bandeirantes.

Ponto	Coordenadas UTM		Cota GPS (m)	Compartimento de Terreno
	X(m)	Y(m)		
11	330097	7388287	758m	Planícies e Colinas Amplas
Localização/ Descrições	Ponto na altura do número 2.800 da Av. Ibirapuera nas proximidades da Praça Nossa Senhora Aparecida. Deste ponto avista-se a suave depressão associada ao vale da antiga drenagem natural, onde hoje estão as avenidas República do Líbano e Indianópolis.			



Foto 11.1: Vista para N. Avista-se a baixada das avenidas República do Líbano e Indianópolis, e o Parque do Ibirapuera.

Ponto	Coordenadas UTM		Cota GPS (m)	Compartimento de Terreno
	X(m)	Y(m)		
12	330610	7388886	765 m	Planícies e Colinas Amplas
Localização/ Descrições	Cruzamento da Avenida Ibirapuera com as avenidas República do Líbano e Indianápolis. Estas avenidas encontram-se se uma depressão associada ao vale de uma antiga drenagem natural que seguia em direção ao Parque do Ibirapuera.			



Foto 12.1: Vista da Av. Indianápolis ("montante").



Foto 12.2: Vista da Av. República do Líbano ("jusante") em direção ao Parque do Ibirapuera.

Ponto	Coordenadas UTM		Cota GPS (m)	Compartimento de Terreno
	X(m)	Y(m)		
13	331022	7389375	755 m	Planícies e Colinas Amplas
Localização/ Descrições	Subindo a vertente norte do vale descrito no ponto anterior. Ponto nas proximidades das ruas Borges Lagoa e Pedro de Toledo. Aqui começa uma nova descida suave em direção a Av. Sena Madureira.			



Foto 13.1: Vista para NW. Nota-se a que o relevo desce suavemente em direção a Av. Sena Madureira.

6.2.9.3. Compartimento Espigões

Este compartimento localiza-se na extremidade norte nordeste da linha e engloba cerca de 25% da área da AID. Este se diferencia do compartimento Planícies e Colinas Amplas principalmente devido à marcante mudança no padrão geomorfológico que, por sua vez, apresenta correlação direta com as características geológicas.

Neste compartimento destaca-se o relevo de espigões, com destaque para o Espigão Central, marcante divisor de águas das bacias dos rios Pinheiros e Tietê. Com feição ligeiramente curva alinhada com orientação NW-SE. De fato, a medida que a linha se aproxima da Avenida Domingos de Morais nota-se um aumento significativo na declividades do terreno, com a rampa principal voltada para sudoeste em direção ao vale do Rio Pinheiros. Passando a avenida, seguindo em direção a estação Chácara Klabin, a rampa se inverte voltando-se em direção ao rio Tietê. Nota-se nitidamente uma assimetria na morfologia do espigão, com a vertente voltada para o rio Tietê apresentando declividades tipicamente mais acentuadas que a vertente voltada para o rio Pinheiros.

Esta notável forma de relevo da RMSP está associada com a ocorrência de outra unidade geológica da bacia sedimentar de São Paulo, a Formação São Paulo. Sobreposta à Formação Resende, esta unidade é marcada principalmente pela ocorrência de argilitos avermelhados e amarelados. Esta camada ocorre ao longo de todo Espigão Central, aproximadamente entre as cotas 750m e 800m. Acima desta camada ocorre uma porção de argilas vermelhas porosas.

A camada de argilas porosas tem sua origem a partir dos processos pedogenéticos que afetaram o argilito sotoposto. Estes processos são corroborados pela presença de um nível de argila endurecida por concrecionamento e eventuais lentes de limonita denotando a laterização dos argilitos. A existência deste nível laterizado mais resistente ao intemperismo teve, provavelmente, uma influência significativa na conformação do relevo mais elevado que se destaca na porção central da Bacia de São Paulo, na forma de espigões.

O compartimento de terreno Espigões é portanto caracterizado pela ocorrência de duas unidades da Bacia de São Paulo, sendo que a Formação São Paulo ocorre na porção mais elevada nas proximidades das Avenidas Rubem Berta, Domingos de Morais e Jabaquara e a Formação Resende, em ambas as escarpas, sudoeste e nordeste.

Os processos pedogenéticos típicos das argilas porosas do topo da Formação São Paulo, permitem afirmar que neste compartimento de relevo, predominam Latossolos Vermelhos e Latossolos Vermelho-Amarelos.

Alguns aspectos do Compartimento de Terreno Espigões encontram-se descritos e ilustrados nos pontos de campo 14 a 20 a seguir.

DESCRIÇÕES DE CAMPO: PONTOS 14 A 20

Ponto	Coordenadas UTM		Cota GPS (m)	Compartimento de Terreno
	X(m)	Y(m)		
14	331629	7389546	770 m	Espigões
Localização/ Descrições	<p>Ponto no cruzamento da Rua Borges Lagoa com a Av. Rubem Berta. Do ponto anterior até o relevo começa a apresentar declividades gradativamente mais acentuadas, denotando a mudança para o compartimento de terreno Espigões. Os taludes de corte da Avenida Rubem Berta expõem argilitos aparentemente maciços, avermelhados. Estes, provavelmente, pertencem à Formação São Paulo. Nota-se que os taludes encontram-se muito bem preservados da erosão apesar da pouca cobertura vegetal. Observam-se apenas alguns poucos sulcos erosivos centimétricos a decimétricos. Não foram observadas feições significativas associadas a escorregamentos e instabilizações.</p> <p>No topo do corte nota-se um que o argilito apresenta uma cobertura laterizada e o perfil de solo apresenta um delgado horizonte orgânico.</p>			



Foto 14.1: Vista da Av. Rubem Berta em direção ao Parque do Ibirapuera.



Foto 14.2: Vista da Av. Rubem Berta no sentido aeroporto de Congonhas.



Foto 14.3: Detalhe de um dos taludes de corte com



Foto 14.4: Pormenor de pequenos sulcos erosivos

exposição de solo avermelhado associado com ocorrência de argilitos da Fm. São Paulo.	afetando o talude em trecho desprovido de vegetação. Foto tomada do viaduto.
---	---

Ponto	Coordenadas UTM		Cota GPS (m)	Compartimento de Terreno
	X(m)	Y(m)		
15	332048	7389489	779m	Espigões
Localização/ Descrições	Neste ponto, entre as avenidas Rubem Berta e Domingo de Moraes, nota-se um relevo relativamente plano, configurando um platô associado a Fm. São Paulo.			



Foto 15.1: Vista para a Av. Rubem Berta (Oeste).



Foto 15.2: Vista para Av. Domingos de Moraes (Leste).

Ponto	Coordenadas UTM		Cota GPS (m)	Compartimento de Terreno
	X(m)	Y(m)		
16	332745	7389451	780m	Espigões
Localização/ Descrições	Ponto próximo à elevação da Avenida Domingos de Moraes. Observa-se que a declividade do terreno se acentua significativamente nas proximidades da avenida que, por sua vez encontra-se na crista do Espigão Central de São Paulo.			



Foto 16.1: Vista da subida para Av. Domingos de Moraes.

Ponto	Coordenadas UTM		Cota GPS (m)	Compartimento de Terreno
	X(m)	Y(m)		
17	333074	7389482	804 m	Espigões
Localização/ Descrições	Ponto na Avenida Domingos de Moraes. Esta desce suavemente em direção a Av. Paulista, mas segue sempre pela crista do Espigão Central.			



Foto 17.1: Vista da Av. Domingos de Moraes em direção ao Jabaquara.



Foto 17.21: Vista da avenida em direção a Paulista, pela crista do espigão.

Ponto	Coordenadas UTM		Cota GPS (m)	Compartimento de Terreno
	X(m)	Y(m)		
18	333471	7389520	804 m	Espigões
Localização/ Descrições	Descendo pela Av. Santa Cruz em direção a Ricardo Jafet. Este ponto localiza-se no lado oposto do Espigão Central, voltado para o vale do Rio Tietê. Nota-se que o espigão apresenta uma assimetria entre as encostas. Este lado tende a ser mais íngreme.			



Foto 18.1: Vista da descida da Rua Santa Cruz com declividade significativamente mais alta que nos outros trechos da linha.

Ponto	Coordenadas UTM		Cota GPS (m)	Compartimento de Terreno
	X(m)	Y(m)		
19	333763	7389806	782 m	Espigões
Localização/ Descrições	Ponto na esquina da Rua Doutor Barros Cruz e Embuaçu. Foram feitas observações do relevo. Foram observados afloramentos de argilitos variegados em cortes para fundação de um edifício.			



Foto 19.1: Aspecto de curva da Rua Embuaçu com declividade relativamente acentuada.



Foto 19.2: Vista de talude escavado em argilito variegado, provavelmente correspondendo ao topo da Fm. Resende.



Foto 19.3: Detalhe do solo residual argiloso variegado.

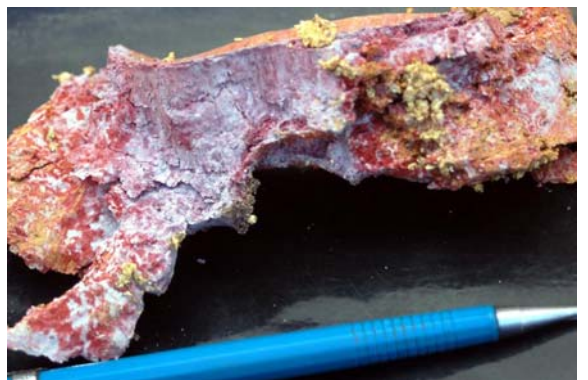


Foto 19.4: Pormenor do argilito alterado.

Ponto	Coordenadas UTM		Cota GPS (m)	Compartimento de Terreno
	X(m)	Y(m)		
20	333649	7389988	789 m	Espigões
Localização/ Descrições	Ponto no final do traçado, próximo à estação Chácara Klabin.			



Foto 20.1: Vista para SW ilustrando o Compartimento de Terreno Espigões. Notar as elevações ao fundo (crista do espigão) e a declividade relativamente acentuada da escarpa N-NE.

6.2.10. Aspectos Geotécnicos da AID e ADA

A compartimentação fisiográfica proposta para as AID e ADA com base em aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos, também se mostrou adequada à subdivisão das unidades geotécnicas encontradas na área de interesse. Desta maneira, no intuito de dinamizar a descrição adotou-se os dois compartimentos anteriormente definidos, a saber: áreas de Planícies e Colinas Amplas e os Espigões. A caracterização das unidades geotécnicas procurou integrar dados de campo, informações bibliográficas disponíveis, dados históricos e também descrições e perfis de sondagem SPT previamente realizados na área do empreendimento. É importante ressaltar, que a caracterização dos materiais encontrados no subsolo foi realizada no sentido de ilustrar e relacionar as ocorrências com os compartimentos geotécnicos existentes. Desta forma, a descrição aqui apresentada procura contextualizar de forma geral a área de interesse não constituindo, portanto, um modelo de detalhe das características geotécnicas em subsuperfície.

6.2.10.1. Compartimento Planícies e Colinas Amplas

Este compartimento compreende o trecho da linha que vai da futura Estação Adolfo Pinheiro até a Estação Servidor, a ser instalada nas cercanias da Rua Borges Lagoa, ocupando cerca de 75% da AID. Do ponto de vista geológico, este trecho se encontra sobre terrenos constituídos por depósitos pertencentes à Formação Resende e sedimentos aluviais neógenos. As coberturas recentes estão vinculadas diretamente às áreas de planícies aluviais antigas e atuais do Rio Pinheiros e de seus afluentes menores, e são constituídas por pacotes arenosos com espessura e extensão lateral muito variáveis, intercalados com camadas de sedimentos pelíticos depositados em antigas planícies de inundação. O relevo desenvolvido sobre esta unidade geológica é caracterizado por áreas topograficamente planas apresentando solos hidromórficos mal drenados, como os do tipo organossolo e gleissolo. As rochas paleógenas da Formação Resende (Bacia de São Paulo) ocorrem em praticamente todo compartimento de planícies e colinas e são caracterizadas estratigraficamente, por arenitos basais que gradam para pacotes espessos de pelitos compactos, intensamente litificados. Sobre estes depósitos desenvolve-se um sistema de relevo caracterizado por colinas suaves

com topos aplainados e arredondados associados a perfis de Latossolos Vermelho-Amarelos.

Tendo em vista as características acima descritas, definiram-se duas unidades geotécnicas maiores. A primeira compreende áreas com alta susceptibilidade a inundações, recalques, assoreamento e solapamento das margens dos rios. A segunda abarca terrenos com baixa susceptibilidade aos processos do meio físico.

A área analisada abrange parcialmente os bairros de Santo Amaro, Vila Olímpia, Ibirapuera e Itaim Bibi, encontrando-se intensamente urbanizada, com grandes ruas e avenidas, casas, prédios e condomínios, além de estabelecimentos comerciais e subordinadamente pequenas fábricas. Deste modo, praticamente toda região encontra-se impermeabilizada restando apenas pequenas praças e áreas verdes próximas (ex. Parque do Ibirapuera) com pequenas exposições de solo que permitem a infiltração direta de águas meteóricas. Esta característica, acrescida das baixas declividades do relevo colinoso, permite atribuir à cerca de 75% da área analisada, uma baixa ou muito baixa susceptibilidade aos processos do meio físico. Segundo o traçado proposto para a Linha 5-Lilás, esta unidade geotécnica abará as estações Adolfo Pinheiro, Alto da Boa Vista, Borba Gato, Brooklin, Campo Belo, Ibirapuera e Moema.

Nestes terrenos com baixa susceptibilidade aos processos do meio físico são praticamente inexistentes feições com focos erosivos de pequeno porte, rastejo e colapso de solo. A ocorrência destes processos, está unicamente associada a intervenções antrópicas drásticas e pouco criteriosas. Pode incidir erosão por sulcos e ravinas somente em locais de maiores declividades com solo exposto como, por exemplo, taludes de corte. É importante ressaltar, a princípio, que estas feições, não devem caracterizar impacto importante, sendo geralmente facilmente mitigáveis.

Em subsuperfície, esta unidade geotécnica é predominantemente constituída por sedimentos pelíticos (argilitos, siltitos e folhelhos) litificados e localmente muito duros e consistentes. Desta maneira, este substrato apresenta características geomecânicas que favorecem obras de escavação e corte em subsuperfície. Porém, variações locais na composição das camadas (areia/argila, níveis cimentados por óxidos/hidróxidos de ferro), na geometria do depósito e no grau de fraturamento da rocha podem ocasionar problemas durante a escavação, colapso localizado de paredes, reajustes por alívio do maciço etc... Devido à expressão topográfica e características do traçado proposto para a Linha 5-Lilás, nesta unidade ocorrerão obras de escavação com profundidades médias

entre 10 e 15 metros, podendo chegar a 30 metros. Considerando que as espessuras dos perfis de solo locais dificilmente excedam os 10 metros, é provável que as obras de escavação atravessem camadas de rocha alterada (saprólito) e, nos locais em que o túnel será mais profundo, rocha sã ou pouco alterada. No entanto, são necessários dados detalhados de sondagens para caracterizar parâmetros como topo do embasamento e substrato rochoso e variações laterais e de espessura dos perfis de solo e níveis de rochas alteradas da Formação Resende.

Os terrenos constituídos por áreas com alta susceptibilidade a inundações, recalques, assoreamento e solapamento das margens dos rios ocorrem em praticamente 20% da AID. Esta unidade encontra profunda correlação com as áreas planas constituídas por sedimentos aluviais neógenos depositados pelo Rio Pinheiros e seus afluentes a leste. Desta maneira, segundo o traçado proposto para a Linha 5-Lilás, somente a Estação Largo Treze deverá estar completamente inserida neste compartimento.

Em virtude da baixa declividade, a maioria destas áreas planas adjacentes a cursos d'água foram historicamente as primeiras a serem ocupadas, sendo que atualmente representam as áreas urbanizadas consolidadas mais antigas da região. É importante lembrar que muitas destas áreas próximas a planície natural de inundação do Rio Pinheiros experimentaram importantes modificações fisiográficas e morfológicas a partir da década de 1930, com o início das obras de retificação do curso originalmente meandrante. Deste modo, praticamente todas as áreas rebaixadas próximas aos cursos d'água caracterizam terrenos passíveis de inundação fluvial periódica e são constituídas por depósitos sedimentares pouco consolidados ou inconsolidados, com predominância de argissolos/gleissolos pouco drenados e com elevado teor de matéria orgânica.

Os depósitos fluviais essencialmente pelíticos, encontram-se sobre rochas ígneas e metamórficas do embasamento cristalino e apresentam espessuras que variam desde poucos metros até 10 metros, ou mais. A presença de camadas arenosas e, localmente, conglomeráticas, descontínuas e com espessura muito variável possibilita o armazenamento e transmissão de água promovendo o desenvolvimento de uma unidade aquífera livre. Deste modo, o nível freático apresenta profundidades variáveis que tendem a diminuir em direção ao rio Pinheiros. Esta particularidade associada à presença de expressiva coluna d'água, solos colapsáveis e depósitos sedimentares inconsolidados, podem constituir sério risco a obras de engenharia de grande porte, em especial relacionadas a movimentação de solo (corte e aterro) e principalmente escavação de

túneis. É fundamental ressaltar, que anisotropias, falhamentos e estruturas presentes tanto nas rochas cristalinas como nos depósitos sedimentares neógenos sobrejacentes, podem também influenciar de maneira negativa estes tipos de obra. Falhas geológicas afetando a Bacia de São Paulo são bastante conhecidas, sendo responsáveis, por vezes, pela justaposição lateral de materiais com características geomecânicas distintas ou pela formação de faixas mais ou menos espessas de material alterado. Estas faixas podem ainda estar associadas com zonas preferenciais de percolação de água que requerem cuidados especiais durante a escavação.

Segundo o traçado da Linha 5-Lilás, a Estação Largo Treze e a parte inicial do túnel que faz a ligação com a Estação Adolfo Pinheiro, encontram-se sobre áreas de planícies aluviais antigas e atuais do Rio Pinheiros. O projeto indica ainda que nestes locais serão realizadas escavações de cerca de 10 metros (ou inferiores), o que acarretará necessariamente em obras em terrenos mal drenados constituídos por material inconsolidado e predominantemente argiloso. Neste sentido, deve-se dar especial atenção a este trecho da Linha 5-Lilás, já que todos os problemas geotécnicos anteriormente atribuídos a esta unidade poderão se manifestar nestes locais.

As planícies aluviais antigas desenvolvidas nos outros córregos que confluem para o Rio Pinheiros, apresentam características semelhantes às desenvolvidas nas margens deste curso, no entanto, são substancialmente menores. Esta constatação pode ser explicada por particularidades sedimentológicas e hidrodinâmicas destes córregos, já que no advento de cheias, as águas tendem a confluir e se acumular na drenagem de maior porte à jusante. Estes cursos também encontram-se em pequenos vales abertos desenvolvidos em relevo de colinas amplas apresentando, portanto, declividades um pouco maiores que as observadas na planície do Rio Pinheiros. Destaca-se que atualmente estes córregos apresentam-se intensamente modificados por obras de contenção e proteção de margens, canalizações, retificações e obras de desvio antigas e atuais. Desta maneira, a dinâmica hidrológica destes riachos é muito distinta da original, quando apresentavam curso livre.

Considerando o acima exposto, conclui-se que em função da ocupação urbana estabelecida, estes terrenos não tendem a apresentar atualmente problemas relacionados a recalques e solapamento das margens dos rios. Em função da impermeabilização do substrato e a conseqüente diminuição do processo erosivo a montante, o problema de assoreamento por detritos e solo/sedimento também foi

minimizado. No entanto, como constado em campo, a grande quantidade de lixo jogada nestes cursos d'água já poluídos contribui sobremaneira no seu assoreamento e diminuição da calha original. Quanto ao problema das inundações periódicas das antigas planícies aluviais, principalmente do Rio Pinheiros, nota-se historicamente que apesar da implementação de inúmeras obras de contenção, em épocas de maiores índices pluviométricos as cheias fluviais ainda ocorrem. Este fenômeno de caráter negativo dificilmente pode ser contido, já que apesar das mudanças na dinâmica do rio meandrante, maiores aportes de água produzem naturalmente a extravasagem do canal fluvial maior.

Os principais terrenos e drenagens pertencentes à esta unidade geotécnica são arrolados abaixo:

- Porção localizada no extremo SW da AID compreendendo a planície de inundação do Rio Pinheiros;
- Ribeirão do Cupecê (afluente do Rio Pinheiros) que cruza a Rod. Washington Luis, a avenida vereador José Diniz e segue até a ponte da Avenida Morumbi;
- Córrego das Águas Espaiadas (afluente do Rio Pinheiros) drenagem paralela a nordeste do Ribeirão do Cupecê que corre desde a Estação Jabaquara até Marginal Pinheiros pela Avenida Jornalista Roberto Marinho. Apresenta grande trecho canalizado;
- Córrego canalizado do Sapateiro, compreendendo uma faixa que se estende do início da Jucelino Kubistchek até cercanias do Parque do Ibirapuera e Rua Pedro de Toledo, no bairro da Vila Olímpia;
- Antigo Córrego da Traição na atual Avenida Bandeirantes.

Ainda na AID pertencente ao compartimento de planícies e colinas amplas, encontramos locais apresentando alta susceptibilidade a erosão nos solos subsuperficiais induzidas por movimentação de terra. Esta unidade geotécnica ocupa menos que 5% do entorno analisado e corresponde a terrenos que circundam boa parte da planície de inundação do Ribeirão do Cupecê e compõem uma pequena faixa de direção NE/SW coincidindo com áreas intensamente urbanizadas dos bairros de Santo Amaro e Campo Grande (sudeste da AID). Estas áreas encontram-se sobre sedimentos da Formação Resende associados ao relevo de colinas pequenas e amplas. Geotecnicamente falando, estes locais

apresentam início e avanço de erosão por sulcos e ravinas pela movimentação de terra associada a obras de terraplanagem, construção de aterros e bota-foras e concentração de fluxos de águas meteóricas em encostas desprotegidas. Apesar destes problemas acarretarem em grandes volumes de detritos que vão incrementar o assoreamento nos reservatórios Billings e Guarapiranga, na AID esta unidade não apresenta importante potencial erosivo. Isto se dá devido à presença de grande área urbana impermeabilizada, com incidência relativamente baixa de grandes obras de movimentação de terra.

6.2.10.2. Compartimento Espigões

Este compartimento encontra-se inserido dentro da unidade de relevo de colinas pequenas com espigões locais. No entanto, como é possível observar nos mapas geomorfológicos, de declividades e relevo sombreado, há clara predominância de espigões alinhados a NNE-SSW apresentando cotas altimétricas sensivelmente maiores que no resto da área. Estas elevações marcam o divisor de águas entre as bacias hidrográficas dos rios Pinheiros e Tiête. A unidade de espigões ocupa cerca de 25% de toda a AID e encontra-se assentada exclusivamente sobre rochas sedimentares pertencentes às formações Resende e São Paulo, sendo que esta última apresenta grande expressão geomorfológica, atestada pelo aumento de declividades das vertentes de espigões orientadas para leste. Esta particularidade é atribuída a presença de níveis de argilitos concrecionados e crostas lateríticas que possibilitam a sustentação local do relevo.

Neste compartimento, praticamente só ocorre a unidade geotécnica caracterizada por áreas com baixa susceptibilidade aos processos negativos do meio físico, abarcando boa parte do bairro de Campo Belo, entre as futuras estações do Servidor, Vila Clementino, Santa Cruz e Chácara Klabin. Da mesma forma, como as áreas intensamente urbanizadas do Compartimento de Planícies e Colinas, a região encontra-se intensamente impermeabilizada devido a ocupação por ruas, avenidas, casas unifamiliares, edifícios e estabelecimentos comerciais, de serviços e fabris.

Devido as maiores declividades presentes no domínio de espigões, a tendência de ocorrência de focos erosivos é naturalmente maior que na área dominada por relevo colinoso. No entanto, em função da quase total ausência de áreas de solo exposto, a ocorrência e evolução de focos erosivos em superfície é praticamente nula. Esta

particularidade também é função do padrão de escoamento das águas meteóricas, que em sua maioria são direcionadas a sistemas de captação de águas fluviais e não convergem para novas linhas de escoamento nas vertentes. Em função destas mesmas variáveis, problemas relacionados a colapso, adensamento e rastejo de solo, são também praticamente inexistentes neste compartimento da AID/ADA.

Em subsuperfície, as áreas topograficamente elevadas entre as futuras estações Vila Clementino e Chácara Klabin encontram-se sobre a Formação São Paulo, unidade composta por espesso pacote de pelitos litificados e apresentando camadas e níveis intensamente cimentados por óxidos/hidróxidos de ferro. Sobre estas rochas encontram-se perfis de latossolos predominantemente areno-argiloso que apresentam espessuras muito variáveis, no entanto dificilmente maiores que 10 metros. Segundo o traçado proposto para a Linha 5-Lilás, nestes locais, o túnel apresentará espessuras médias maiores que 15 metros, podendo atingir até 30 metros no ponto localizado sob a Rua Domingos de Moraes. Tendo em vista esta projeção, é possível afirmar que boa parte da escavação será realizada em rocha sã, podendo localmente atravessar níveis de espessura muito variável do horizonte saprolítico e, nas áreas menos profundas, solo. Nos locais de rocha fresca, devido a intensa laterização dos litotipos, possivelmente poderão ocorrer problemas durante a abertura dos túneis, principalmente em função da presença de horizontes irregulares muito consistentes e duros. Situação semelhante ocorreu durante as obras de escavação da Linha 2-Verde do Metrô ao transpor a região do espigão da Vila Madalena e Paulista devido a características geológicas e geotécnicas parecidas.

Os dados obtidos de outras obras subterrâneas na região do Espigão Central, demonstram que podem ocorrer falhamentos ou zonas de rocha intensamente fraturada. Estas feições geralmente tendem a reduzir a qualidade geotécnica do maciço, seja pela justaposição lateral de materiais distintos, seja pelo incremento no grau de alteração e fraturamento das rochas. Outro aspecto que merece destaque é a possibilidade de formação de zonas com percolação preferencial de água que podem comprometer a segurança e o avanço das escavações.

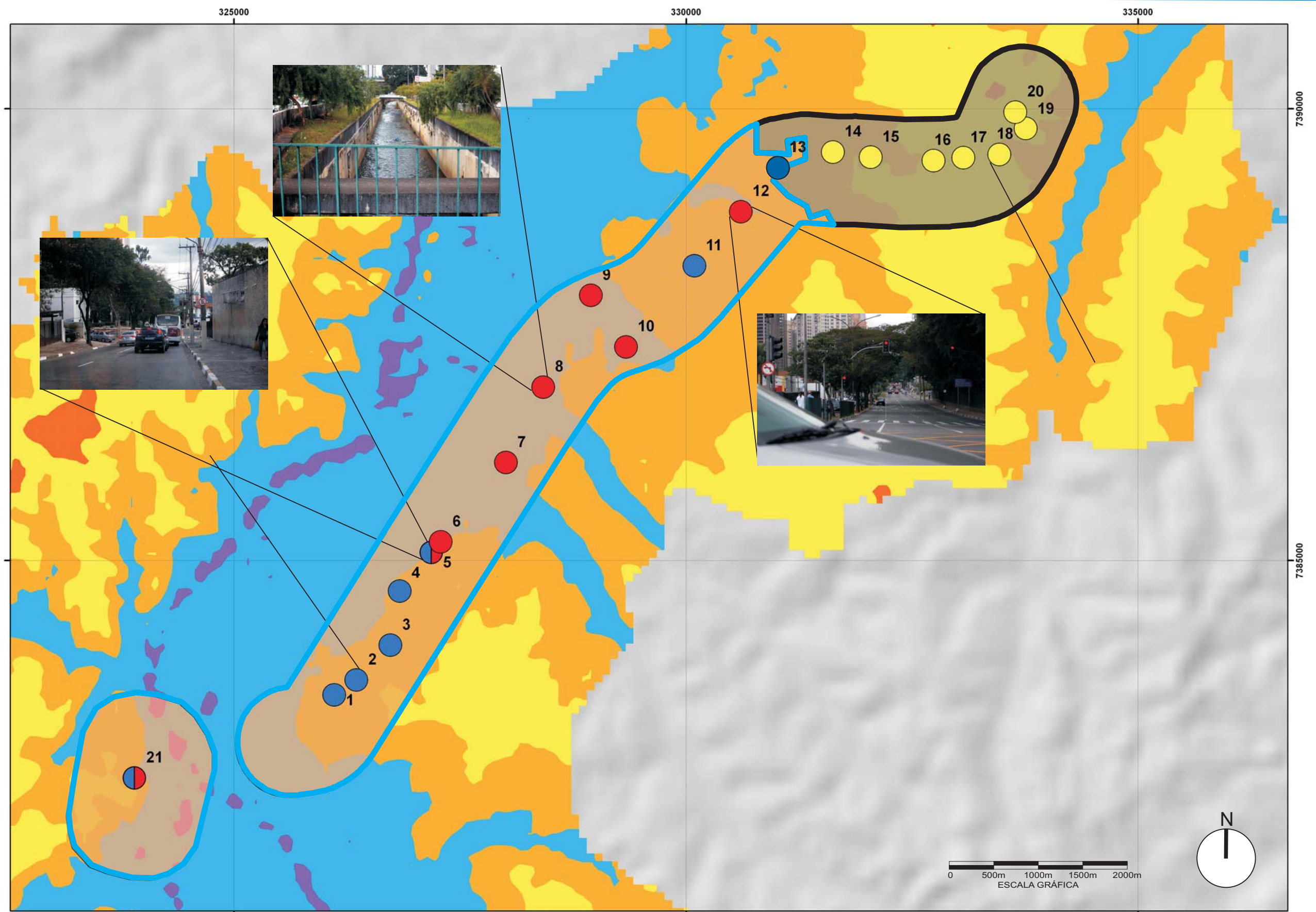
Nas cercanias da futura Estação Servidor, as declividades do terreno são sensivelmente menores e o substrato local é constituído por pelitos pertencentes à Formação Resende. Tendo em vista as características locais e de projeto (profundidade de escavação) semelhantes às aquelas encontradas entre as estações Moema e Adolfo Pinheiro, conclui-

se que as características geotécnicas devam ser parecidas àquelas descritas para este trecho.

É de suma importância assinalar novamente que, devido à escassez de dados de subsuperfície, todas as inferências geotécnicas, geológicas e pedológicas em profundidade, são apenas uma aproximação da realidade. Reitera-se a necessidade de estudos de detalhe envolvendo sondagens, análises estruturais, geotécnicas e geomecânicas (solo e rocha) entre outras, a fim de refinar os dados e compor um perfil adequado do subsolo local.

Áreas apresentando alta susceptibilidade a inundações, recalques, assoreamento e solapamento das margens dos rios ocorrem somente em uma área externa localizada a NE da AID. Esta, em linhas gerais, acompanha a canalização do córrego do Ipiranga pelas avenidas Abraão de Moraes e Ricardo Jafet. No entanto, esta unidade geotécnica associada à planície aluvial do referido curso d'água afluente do Rio Tamanduateí, encontra-se a cerca de 1 quilometro de distância em linha reta da Estação Chácara Klabin, localizada na Rua Vergueiro.

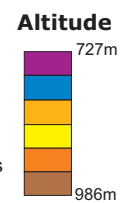
FIGURA 6.2.10-1: COMPARTIMENTOS DE TERRENO E RISCO GEOTÉCNICO



LEGENDA:

Compartimento de Terreno

- Espigões
- Planícies e Colinas Amplas



Risco Geotécnico

- Baixa susceptibilidade aos processos do meio físico.
- Alta susceptibilidade a inundações, requalques, assoreamento e solapamento. Solos hidromórficos mal drenados, depósitos aluviais neógenos inconsolidados. Nível do aquífero freático mais alto.
- Baixa susceptibilidade aos processos do meio físico. Relevo de espigões sustentados por sedimentos localmente laterizados e cimentados por óxido e hidróxido de ferro. Presença de substrato consistente e duro.

LINHA 5 - LILÁS
Trecho Adolfo Pinheiro - Chácara Klabin com Pátio Guido Caloi

Mapa de Compartimento de Terreno e Risco Geotécnico.

METRÔ		
EIA-RIMA LINHA 5 - LILÁS		
SISTRAN ENGENHARIA		
Figura 6.2.10-1		
CÓDIGO	EMIÇÃO	FOLHA
RT.5.00.00.00/8N4-002	Jan./2009	96
APROVAÇÃO	VERIFICAÇÃO	REV.
/ /	/ /	B

6.2.11. Recursos Hídricos

Os estudos hidrográficos e hidrológicos foram realizados para a área de interesse do estudo (que abrange a ADA, a AID e a AII) de acordo com as definições das áreas de influências e considerados em duas fases, implantação e operação.

O foco do estudo de recursos hídricos é o escoamento da água superficial nos cursos de água, a geração de vazões devido às atividades nos lençóis subterrâneos durante as escavações e a influência na rede de drenagem superficial. Também é extremamente relevante para o estudo a possível contaminação dessas águas ou que as obras possam incorporar a elas.

Serão abordadas as potenciais alterações nos recursos hídricos na fase de operação e manutenção efetiva da Linha 5-Lilás, principalmente no que diz respeito ao lançamento de vazões (e sua respectiva qualidade) na rede de drenagem pública e nos cursos de água superficiais.

Assim, a seguir apresenta-se o diagnóstico dos recursos hídricos, considerando as áreas de influência para esse meio em específico.

6.2.11.1. Escalas de Abordagem

a) Estudos na Área Diretamente Afetada - ADA

A ADA, definida pelo projeto de implantação do trecho da Linha 5-Lilás em estudo, define-se pelo polígono delimitador dos terrenos a serem efetivamente ocupados pelas atividades e instalações das estações de Metrô e das linhas subterrâneas tais como: bacia de rejeito, infra-estrutura, instalações de apoio, acessos internos, etc.. Em relação aos recursos hídricos, considera-se:

- para a Etapa de Implantação, as bacias hidrográficas (que recebem as vazões geradas no empreendimento), a rede de drenagem superficial, no entorno do empreendimento e a vazão resultante da retirada de água do lençol freático (mais prováveis nas camadas arenosas observadas ao longo da linha). Em alguns trechos essas águas poderão ser de menor qualidade devido a contaminação decorrente de passivos ambientais de atividades anteriores na bacia. Nesta fase

podem ser também relevantes os efluentes derivados da construção, tanto no aspecto de sua qualidade quanto na capacidade de absorção deste pela rede pública.

- para a Etapa de Operação, a análise da capacidade da absorção da drenagem subterrânea (se ela existir) e do efluente, tanto de sua qualidade quanto da capacidade de absorção pela rede pública.

b) Estudos na Área de Influência Direta - AID

Na AID, considera-se, para os estudos de recursos hídricos, a área onde os recursos ambientais do entorno da ADA estarão sujeitos a impactos ambientais diretos, devendo ser definida principalmente em relação aos cursos d'água e a drenagem pluvial. No caso em tela, foi definido um “buffer” de aproximadamente 600 metros em relação ao projeto. Contudo, para o recurso analisado nesse item, também serão consideradas as áreas definidas pelas sub-bacia até o empreendimento. Assim, para o desenvolvimento desse estudo considera-se:

- para a Etapa de Implantação: a capacidade de drenagem e absorção das águas definidas na ADA pela rede de micro-drenagem (sarjetas e guias e bocas de lobo) e pela rede de macrodrenagem (cursos de água definidores das sub-bacias).
- para a Etapa de Operação: as possíveis alterações na drenagem superficial e nos cursos de água e na rede pública.

c) Estudos na Área de Influência Indireta - AII

Para os recursos hídricos, será considerada a bacia de drenagem de cada um dos cursos de água cortados pelo empreendimento, os quais poderão sofrer impactos indiretos da execução e operação do projeto, decorrentes de ações na área de influência direta.

Estas áreas estão definidas ao longo do empreendimento abrangendo, no mínimo, as estações, o percurso da linha as interligações previstas, as relocações das interferências (rede de água, rede de esgoto, rede de drenagem superficial) e a rede hidrográfica.

6.2.11.2. Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos metodológicos utilizados para o desenvolvimento dos estudos de hidrologia superficial da área do Empreendimento foram: a caracterização das vazões mínimas, médias e máximas (Q5%) naturais das bacias de drenagem dos cursos de água transpostos pelo traçado da Linha 5-Lilás no trecho estudado. Utilizou-se o método de regionalização do DAEE, conforme apresentado no artigo “Regionalização Hidrológica no Estado de São Paulo”³ para o cálculo das vazões mínimas, médias e máxima (Q5%). Para o cálculo das vazões máximas geradas nas áreas de intervenção direta do empreendimento (áreas que serão desapropriadas) foi utilizado o programa ABC6 do CTH-DAEE, considerando área urbanizada e tempo de recorrência de 10, 20 e 50 anos para o cálculo da estimativa das vazões máximas pluviais em áreas urbanizadas.

As bacias hidrográficas foram delimitadas no mapa base da região metropolitana conforme apresentado na *Figura 6.2.11-1*.

6.2.11.3. Hidrografia nas Áreas de Influência Indireta e Direta

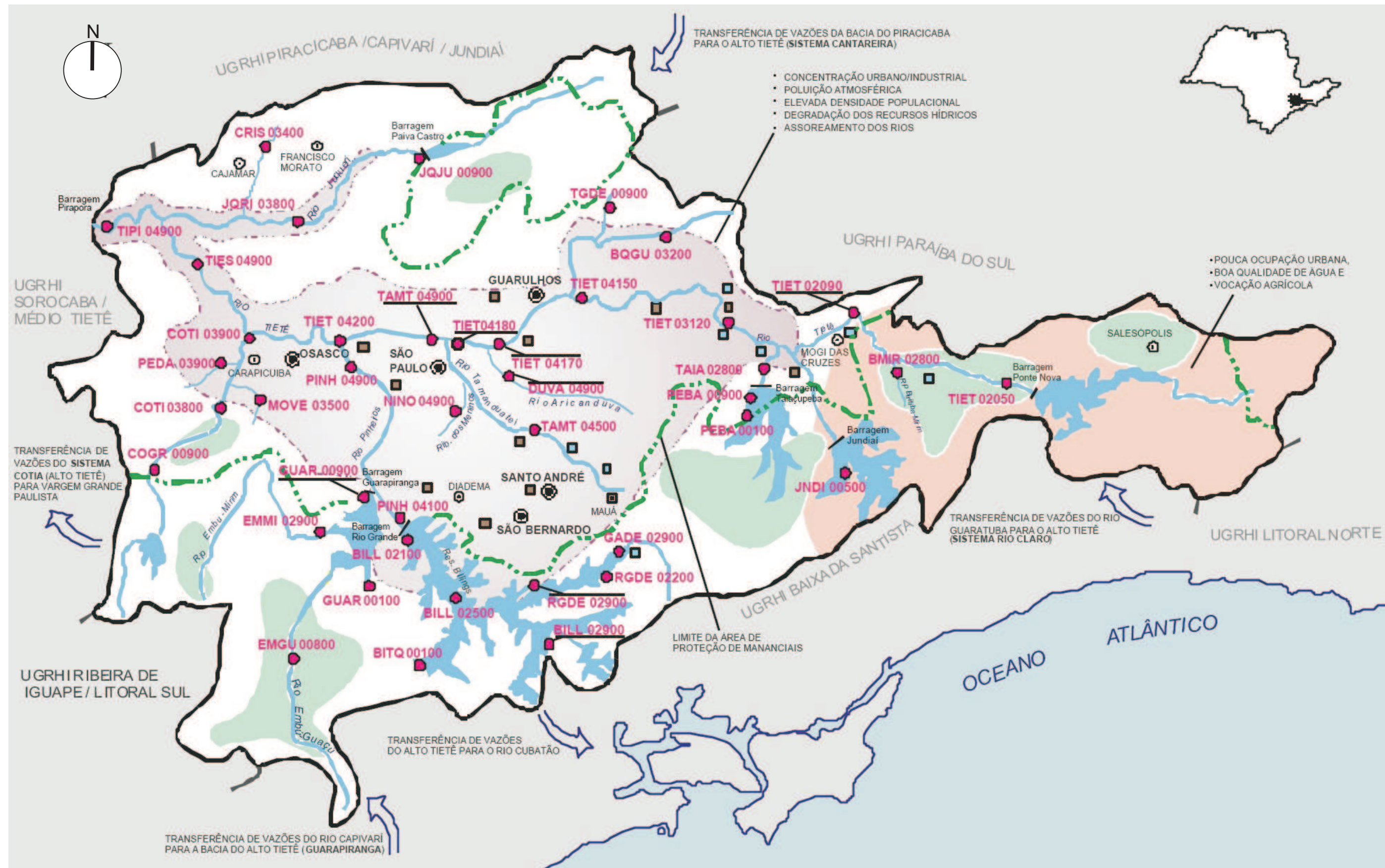
a) Bacias Hidrográficas

O trecho em estudo da Linha 5-Lilás, observada no sentido Estação Adolfo Pinheiro a Chácara Klabin, cruza as bacias dos córregos da Hípica de Santo Amaro, Ribeirão Cupecê (Av. Vicente Rao), Ribeirão Água Espaiada, Ribeirão da Traição (Av. Bandeirantes), afluente do ribeirão Uberaba, Ribeirão Uberaba e canal do Rio Ipiranga (afluente do Tamanduateí), conforme se vê na *Figura 6.2.11-2*.

Todos esses cursos de água estão canalizados sendo que a maioria tem sua seção transversal completamente fechada, e a contribuição para eles é feita através da micro-drenagem superficial (sarjetas e guias das ruas) e da malha da rede pluvial (bocas de lobo e tubulações e galerias) executada pela prefeitura municipal.

Para esses corpos hídricos foi estimada a área de drenagem e a partir dela foi feita uma avaliação da vazão $Q_{7,10}$, $Q_{média}$, Q5% (através da regionalização do DAEE) e da Vazão

³ In: Revista Águas e Energia Elétrica nº 14, de 1988 e disponível on-line no o “site” www.daee.sp.gov.br



LEGENDA:

UGRHI 6 - Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos Alto Tietê

- | | | |
|------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| ● Principais cidades | ▬ Limite de UGRHI II | ■ Principais Indústrias Consumidoras |
| ● Sede Municipal | ▬ Curso d'água | ■ Principais Indústrias Poluidoras |
| ▬ Limite Interestadual | ● Ponto de Amostragem | ■ Agricultura com Irrigação |

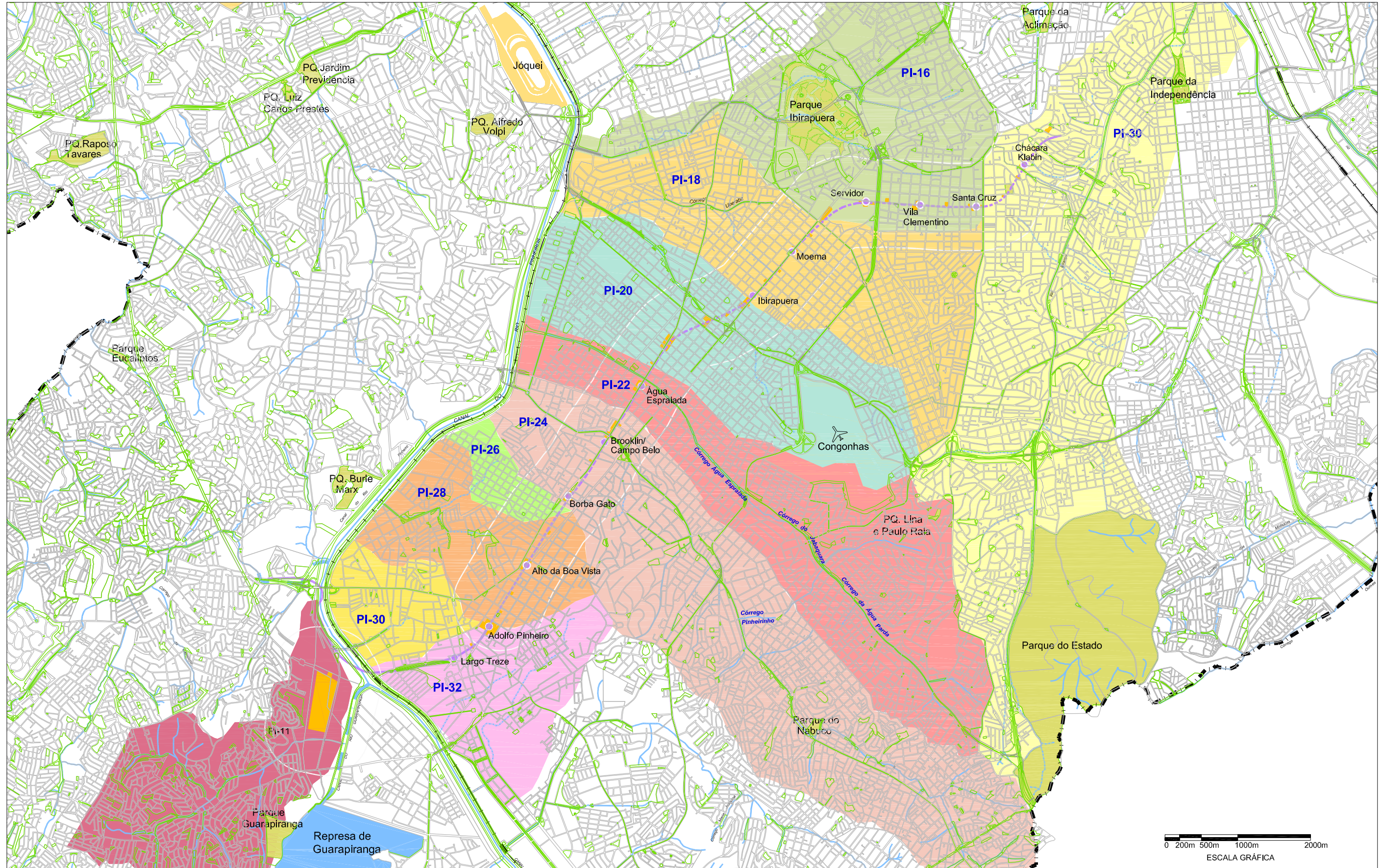
LINHA 5 - LILÁS

Trecho Adolfo Pinheiro - Chácara Klabin com Pátio Guido Caloi

Bacias Hidrográficas na RMSP

METRÔ		
EIA-RIMA LINHA 5 - LILÁS		
SISTRAN ENGENHARIA		
Figura 6.2.11-1		
CÓDIGO	EMIÇÃO	FOLHA
RT.5.00.00.00/8N4-002	Jan./2009	100
APROVAÇÃO	VERIFICAÇÃO	REV.
/ /	/ /	B

Esta folha é de propriedade da Companhia do Metrô e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros.
A liberação ou aprovação deste documento não exime a projetista de sua responsabilidade sobre o mesmo.



Legenda:

	Metrô Linha 5 - Lilás		Sub-bacia contribuinte do Rio Tamanduateí		Sub-bacias contribuintes do Rio Pinheiros
	Metrô Linha 5 - Lilás - Trecho em Estudo		TA-15		PI-11
	Hidrografia				PI-16
					PI-18
					PI-20
					PI-22
					PI-24
					PI-26
					PI-28
					PI-30
					PI-32

LINHA 5 - LILÁS

Trecho Adolfo Pinheiro - Chácara Klabin com Pátio Guído

Bacias Hidrográficas na AID

Bacias de Drenagem Pluvial e Escoamento Sanitário na AID

EIA-RIMA LINHA 5 - LILÁS		
CÓDIGO	EMIÇÃO	FOLHA
RT 5.00.00.00/8N4-002	Jan./2009	101
APROVAÇÃO	VERIFICAÇÃO	REV.
		B

Figura 6.2.11-2

máxima para retorno de 10, 20 e 50 anos (através da ABC6 do CTH-DAEE). As vazões foram geradas através da relação IDF (intensidade-duração-freqüência) de chuvas intensas para o Município de São Paulo, de autoria de Garcia Occhipinti & Marques dos Santos, admitindo-se uma duração de 30 minutos para os períodos de retorno supracitados. Para a geração dessas cheias foi utilizada a equação resultante da superposição dos hidrogramas unitários, adotando-se para o cálculo da chuva efetiva o método do SCS (Soil Conservation Service) e para o hidrograma unitário sintético a forma triangular também proposta pelo SCS. Em função das características do solo e da ocupação da bacia, foi inferido um CN igual a 75⁴. Para a definição do hidrograma unitário sintético foi estimado o tempo de concentração mediante a utilização da fórmula de Onda Cinética. Os resultados estão apresentados na *Tabela 6.2.11-1*.

TABELA 6.2.11-1: VAZÃO NAS BACIAS DE DRENAGEM PLUVIAL E ESGOTAMENTO SANITÁRIO INTERCEPTADAS PELA LINHA LILÁS (EM L/s)

Curso d'água / Local	Bacia de Esgotamento	Área (km ²)		Vazão (L/s)			Vazão (m ³ /s)		
		Total	Mont. Obra	Q 7,10	Q méd	Q 5%	Q tr10 anos	Q tr20 anos	Q tr50 anos
Córrego da Hípica de Sto Amaro / Av. Alceu Araújo	Pi-28 e Pi-26	5,3	1,2	2	12	28	2,291	2,812	3,626
Córrego Cupecê / Av. Roque Petroni e Prof. Vicente Rao	Pi-24	16,4	14,5	30	145	348	9,481	11,733	15,279
Água Espriada / Av. Jornalista Roberto Marinho	Pi-22	11,4	10,1	21	101	242	7,754	9,593	12,485
Córrego da Traição / Av. dos Bandeirantes	Pi-20	9,1	5,2	11	52	125	6,517	8,073	10,523
Afluente do Rib.Uberaba / Av. Ibijaú	Pi-18	9,5	5,4	11	54	130	5,867	7,254	94,34
Córrego do Sapateiro / Lago do Pq Ibirapuera	Pi-16	10,2	0,7	1	7	17	0,949	0,969	1,252
Canal do Rio Ipiranga / Av. Ricardo Jafet	Ta-15	24,3	18,0	38	180	432	10,325	12,788	14,41

⁴ CN é o "curve number". Ele varia de 0 a 100. Zero representa solos permeáveis (ou seja toda a chuva que nele cair infiltra e se perde no sub-solo) e 100 representa solo impremeável (ou seja a chuva que nele cair nada infiltra, tudo escorre superficialmente). O CN depende do tipo de solo, ocupação do solo, condições do uso do solo, umidade do solo antes da chuva estudada. Existem tabelas que indicam o valor de componentes do CN para cada uma das características citadas acima. O valor escolhido, 75, indica áreas com alto índice de impermeabilização (arruamento asfaltado, lotes ocupados, mas com alguma arborização).

Obs Pi são as bacias de esgotamento para o rio Pinheiros e Ta são as que drenam para o córrego Tamanduateí.

b) Bacias de Esgotamento Sanitário

O Empreendimento intercepta as bacias de esgotamento da margem direita do rio Pinheiros codificadas como PI-28 (Av. Alceu Araujo), PI-26 (Rua Américo Brasiliense), PI-24 (Av Roque Petrôni), PI-22 (av Roberto Marinho), PI-20 (Av. dos Bandeirantes), PI-18 (corr Uberaba), PI 16 (corr Sapateiro – Ibirapuera) e da Estação Santa Cruz até a Chácara Klabin adentra a bacia de esgotamento TA-15 (canal do Ipiranga).

Na vertente do rio Pinheiros, essas bacias contam com coletor tronco que recebe os esgotos coletados pela rede e os conduz até o interceptor IP-06 construído ao longo do rio Pinheiros e que transporta os efluentes até a ETE de Barueri. E na vertente do rio Tamanduateí os esgotos são coletados pelo Interceptor e direcionados para a ETE Tamanduateí. A *Figura 6.2.11-2* apresentada anteriormente mostra as bacias de esgotamento descritas aqui.

6.2.11.4. Hidrografia na Área de Diretamente Afetada (ADA)

a) Bacias Hidrográficas

Nesse caso, não se tratam propriamente de bacias hidrográficas, mas da área que está destinada ao desenvolvimento das atividades necessárias a implantação do trecho da Linha 5-Lilás em estudo. Corresponde às áreas cuja drenagem será de responsabilidade do empreendedor durante a implantação e/ou operação da linha. Essas áreas correspondem aos locais onde serão instalados os poços de serviço e as futuras estações do metro. Elas estão sumarizadas nas *Tabelas 6.2.11-2 e 6.2.11-3* e indicadas a que bacia pertencem. Também foram estimadas as vazões máximas para os períodos de recorrência de 10, 20 e 50 anos. Nestas estimativas foi utilizada a intensidade de chuva, de acordo com os estudos de A. Garcia Occhippinti & P. Marques dos Santos, para a cidade de São Paulo, com duração de 10 minutos, correspondente a 29mm. Foi utilizado para o cálculo do tempo de concentração a formula de Kirpich, ou seja, $T_c = 0,0196 \cdot (L^3/h)^{0,385}$, onde T_c é o tempo de concentração (min), L (metros) é o comprimento do talvegue e h (metros) é o desnível do terreno. Foi considerada uma declividade de _____ de _____ 10m/km.

TABELA 6.2.11-2: TRECHO 1: ESTAÇÃO ADOLFO PINHEIRO - POÇO BANDEIRANTE

Bloco	Nome	Referencia	Área Total (m²)	Vazão Máx. Tr=10anos (L/s)	Vazão Máx. Tr=20anos (L/s)	Vazão Máx. Tr=50anos (L/s)
5000B	Pátio Guido Caloi (1,2,3,4 e 5)	Av. Guido Caloi	179.020,72	225,0	497,0	702,0
5001	Cj Adolfo Pinheiro	Av. Adolfo Pinheiro	8.424,45	19,6	29,4	39,1
5001 A		Rua São Benedito	11.705,65	27,2	40,8	54,4
5002		R. Antonio Bento x Av. Adolfo Pinheiro	10.393,76	24,1	36,2	48,3
5003	Poço Conde de Itu	Av. Adolfo Pinheiro x R. Conde de Itu	5.917,00	13,7	20,6	27,5
5004	Poço Paulo Eiró	R. Salomão Karlik em frente ao teatro	1.064,80	2,5	3,7	4,9
5005	Estação Alto da Boa Vista	Av. Santo Amaro x Av. Adolfo Pinheiro	946,54	2,2	3,3	4,4
5005 A		Av. Santo Amaro	8.082,35	18,8	28,2	37,5
5007	Poço Alexandre Dumas	Av. Santo Amaro Asilo Mao Branca R. Alexandre Dumas	1.071,98	2,5	3,7	5,0
5008	Estação Borba Gato	R. Estilo Barroco x Av. Santo Amaro	970,76	2,3	3,4	4,5
5009		Av. Santo Amaro x Av. Adolfo Pinheiro	4.883,76	11,3	17,0	22,7
5010		Av. Adolfo Pinheiro	769,48	1,8	2,7	3,6
5010 A	Poço	Av. Santo Amaro altura do Pão de Açúcar	3.679,96	8,5	12,8	17,1
5012	Estação Brooklin Campo Belo	R. Andrea Paulinetti	13.848,55	32,2	48,2	64,3
5012 A	Estação Agua Espirada	Ciba Geigy	1.333,15	3,1	4,6	6,2
5013		Av. Prof. Vicente Rao	1.074,93	2,5	3,7	5,0
5015 C		Av. Jorn. Roberto Marinho x Av. Santo Amaro	5.034,90	11,7	17,5	23,4
5015 D		R. Bartolomeu Feio x Av. Santo Amaro	1.940,00	4,5	6,8	9,0
5016		R. Arizona x Av. Santo Amaro	162,50	0,4	0,6	0,8
5016 A		R. Arizona x Av. Santo Amaro	187,50	0,4	0,7	0,9
5016 B		R Dr Nelson Libero x Av. Santo Amaro	276,00	0,6	1,0	1,3

5016 C		R. Michigan x Av. Santo Amaro	355,60	0,8	1,2	1,7
5016 D		R. Michigan x Av. Santo Amaro	574,46	1,3	2,0	2,7
5016 E		R. Florida x Av. Santo Amaro	1.976,27	4,6	6,9	9,2
5016 F	Poço Dr Jesuino Maciel	R. Roque Petrela x Av. Santo Amaro	1.453,03	3,4	5,1	6,7
5016 G	Poço e Sub Estação Bandeirante	R. Florida x Av. Santo Amaro	2.042,30	4,7	7,1	9,5
5017 A		R. Jesuino Maciel x Av. Santo Amaro x R. Demóstenes	1.098,67	2,6	3,8	5,1
5023		R. Rita Joana de Souza	605,53	1,4	2,1	2,8
5024		R. Rita Joana de Souza x R. Gil Eanes x Av. dos Bandeirantes x R. Princesa Isabel	9.535,29	22,1	33,2	44,3

TABELA 6.2.11-3: TRECHO 2: POÇO IRAÚNA - POÇO DIONÍSIO DA COSTA

Bloco	Nome	Referencia	Área Total (m²)	Vazão Máx. Tr=10anos (L/s)	Vazão Máx. Tr=20anos (L/s)	Vazão Máx. Tr=50anos (L/s)
5025	Poço Iraúna	Al. Arapanés x Av. Iraúna x R. Dr. José Cândido de Souza	1.239,00	2,9	4,3	5,8
5026	Estação Ibirapuera	R. Luiz Brandão x Av. Ibirapuera	2.021,87	4,7	7,0	9,4
5027		R. Álvaro Nascimento Carvalhes x Av. Ibirapuera	361,36	0,8	1,3	1,7
5028		Av. Eucaliptos x Av. Ibirapuera	2.025,65	4,7	7,1	9,4
5029		R. Cotovia x Av. Ibirapuera	6.231,69	14,5	21,7	28,9
5029 A		Av. Ibirapuera (estacionamento Shopping Ibirapuera)	800,00	1,9	2,8	3,7
5030		Av. Imarés x Av. Ibirapuera	1.372,26	3,2	4,8	6,4
5031	Poço Rouxinol	Av. Rouxinol x Av. Ibirapuera	1.239,52	2,9	4,3	5,8
5032	Poço Jandira	Av. Jandira x Av. Ibirapuera	1.744,66	4,1	6,1	8,1

5033	Estação Moema	Av. Sabiá x Av. Ibirapuera	4.099,97	9,5	14,3	19,0
5034		Av. Sabiá x Av. Ibirapuera	844,69	2,0	2,9	3,9
5035	Poço Chibará	Av. Chibará x Av. Ibirapuera	1.250,00	2,9	4,4	5,8
5036	Poço Indianópolis	Av. Indianópolis x Av. Ibirapuera x R. Pedro de Toledo	16.016,40	37,2	55,8	74,4
5037	Estação Servidor	R. Pedro de Toledo x Av. Prof. Ascendino Reis	600,00	1,4	2,1	2,8
5038		R. Pedro de Toledo x Av. Prof. Ascendino Reis	7.817,40	18,2	27,2	36,3
5039	Poço José de Magalhães	R. José de Magalhães x R. Pedro de Toledo	1.600,00	3,7	5,6	7,4
5040	Estação Vila Clementino	R. dos Otonis x R. Pedro de Toledo	2.601,80	6,0	9,1	12,1
5041		R. dos Otonis x R. Pedro de Toledo	564,00	1,3	2,0	2,6
5042 A	Poço Botucatu	R. Pedro de Toledo x R. Botucatu	500,00	1,2	1,7	2,3
5043	Estação Santa Cruz	R. Leonardo Nunes x R. Pedro de Toledo	870,00	2,0	3,0	4,0
5044		R. Leonardo Nunes x R. Pedro de Toledo	1.740,00	4,0	6,1	8,1
5045		R. Domingos de Moraes x R. Pedro de Toledo	731,07	1,7	2,5	3,4
5045 A		R. Domingos de Moraes x R. Pedro de Toledo	200,00	0,5	0,7	0,9
5046	Poço Jorge de Melo	R. Santa Cruz x R. Jorge de Melo	1.446,05	3,4	5,0	6,7
5047	Poço Maurício Klabin	R. Cap Rosendo x R. Klabin	1.439,60	3,3	5,0	6,7
5048	Estação Chácara Klabin	R. Desembargador Aragão	2.280,00	5,3	7,9	10,6
5049		R. Desembargador Aragão	2.203,36	5,1	7,7	10,2
5050	Poço Fábio Prado	R. Profª. Carolina Ribeiro x R. Pref. Fabio Prado	1.902,94	4,4	6,6	8,8
5051	Poço Dionísio da Costa	R. Dionísio da Costa x R. Flavio de Melo	1.843,00	4,3	6,4	8,6

6.2.11.5. Conclusão

As bacias de drenagem de águas pluviais cortadas pela Linha 5-Lilás do metrô já se encontram plenamente urbanizadas. São providas de rede de drenagem de águas pluviais e tem o curso dos corpos de água canalizados (alguns a céu aberto e outros com seção completamente fechada / canalizada). Isso faz com que grande parte da água das precipitações escoe pelas sarjetas, guias e galerias e pouca água infiltre no solo antes de alcançar os cursos de água naturais. As áreas de drenagem das bacias dos cursos interceptados pelo traçado da Linha 5-Lilás do Metrô são relativamente grandes, variando de 0,7 a 18,0Km². Isso faz com que as galerias e as seções transversais dos cursos d'água tenham sido dimensionadas para veicular as vazões máximas (Tr=10 anos, 20 anos e 50 anos) e tenham boa folga para veicular as vazões menos extremas Q_{média} e Q_{5%}. O acréscimo de vazão devido às obras do Metrô poderá ser bem acomodado na rede existente, quando as vazões naturais flutuarem em torno da Q_{média} e Q_{5%}.

Ressalta-se que, sem o empreendimento, para as vazões máximas correspondentes a tempo de retorno de 10 anos, 20 anos e 50 anos, em alguns pontos específicos, a macrodrenagem existente fica sobrecarregada, apresentando áreas inundadas por pequeno lapso de tempo.

Da mesma forma a área de todas as bacias de esgotamento é provida de rede para o afastamento de esgoto, o que possibilita utilizar o sistema instalado para esgotar os canteiro de obra ou efluente do tipo doméstico que seja decorrente das atividades de implantação do metrô.

6.2.12. Ruído e Vibrações

O objetivo desse item é apresentar a avaliação das condições ambientais atuais no que se refere à emissão de ruídos e vibrações induzidas ao solo, em pontos do entorno do traçado inicial previsto para a Linha 5- Lilás do Metrô.

Foram utilizados os seguintes instrumentos, devidamente certificados:

- Analisador e Monitor de eventos de Ruído marca SVANTEK-Polônia, modelo SVAN 948, número de série 6961. Certificado de Calibração Crompack nº 16.710 (em anexo).
- Calibrador/ referência acústica marca Norsonic – Noruega, modelo 1251, nº série 22.441. Certificado de Calibração Crompack nº 16.712 (em anexo).

6.2.12.1. Normalização de referência

As normas de referência utilizadas nos estudos são:

Para ruído:

- NBR 10151 – ABNT - Medição de Ruído em áreas habitadas;
- IEC 60651 – Medidores de Nível Sonoro;
- IEC 60804 – Medidores de Nível Sonoro por Integração;
- IEC 60942 – Calibradores de referência acústica; e
- NBR 7731 – Guia para execução de serviços de medição de ruído.

Para vibrações induzidas ao solo:

- VDI 2056 - Critérios para avaliação de vibrações mecânicas de máquinas;
- ISO 2372- Mechanical Vibration of machines;
- ISO 2631 - Part 2 - Continuous and shock-induced vibration in buildings;
- Recomendações CETESB - (Richard 1970); e
- ANSI/S 3.29 (1983) - Para áreas residenciais.

6.2.12.2. Metodologia de análise

a) Ruído

Procedimento de medição

PLOT - Gráfico com todos os eventos de Níveis de Pressão Sonora-NPS (SPL), tomados durante o período de monitoramento de 15 minutos, com amostragem de 1 evento / segundo, totalizando 900 medições do Nível de Pressão Sonora, com curva subjetiva A (dBA), integrador com tempo de resposta Rápida (fast) e detetor RMS Real** (True RMS).

Para determinação do ruído ambiente e ruído da fábrica por períodos:

LEQ – Nível Equivalente Contínuo, com curva subjetiva A (dBA) e integrador com tempo de resposta Rápida (fast), é o valor de energia contínuo (RMS) integrado durante todo o período de monitoramento, que corresponde a todos os distintos Níveis de Pressão Sonora avaliados.

Para determinação do ruído de fundo:

Ruído Estatístico (Ln): A avaliação estatística de eventos permite, conforme normalização, a determinação do Nível de Ruído de Fundo através do parâmetro L90 – dB (A).

Nomenclatura:

**RMS – “Root Mean Square” é o valor eficaz ou real de energia.

Os limites para níveis de ruído são aqueles determinados pela NBR 10151 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, como mostra a *Tabela 6.2.12-1* a seguir.

TABELA 6.2.12-1: NÍVEIS DE CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO (NCA) CONFORME NBR 10.151 DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT

Tipo de área	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas (Pontos 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15)	50	45
Área mista, predominantemente residencial (Pontos 5, 6 e 7, 22 e 24)	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa (Pontos 1, 2, 3, 4, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23 e 25)	60	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: NBR 10.151/1987.

b) Vibrações induzidas ao solo

Parâmetros de medição utilizados

- Nível: Velocidade m/s
- Detetor: PICO
- Curva de resposta: 10 Hz a 10 KHz

Os limites recomendados para níveis de vibração induzida ao solo são apresentados nas Tabelas 6.2.12-2 a 6.2.12-4 a seguir.

TABELA 6.2.12-2: COMPARAÇÃO ENTRE CRITÉRIO PARA VIBRAÇÃO CONTÍNUA

Critérios	Classificação subjetiva		
	Levemente perceptível	Claramente perceptível	Perturbadora
Reiher-Meister (1931)	0,30 a 0,90 mm/s	0,90 a 2,50 mm/s	Acima de 2,50 mm/s
DIN 4150 (1939)	0,45 a 0,80 mm/s	0,80 a 1,50 mm/s	Acima de 1,50 mm/s
Dieckman (1955)	0,10 a 0,60 mm/s	1,00 a 3,00 mm/s	Acima de 3,00 mm/s
VDI 2057 (1963)	0,10 a 0,60 mm/s	1,00 a 3,00 mm/s	Acima de 3,00 mm/s
Richart (1970)	0,25 a 0,76 mm/s	0,76 a 2,54 mm/s	Acima de 2,54 mm/s
DIN 4150(1970)	0,10 a 0,60 mm/s	0,90 a 1,20 mm/s	Acima de 2,00 mm/s
ISO /2631/DAD1 (1980)	0,10 a 0,60 mm/s	0,60 a 1,20 mm/s	Acima de 2,00 mm/s
ANSI/S3.29 (1983)	De 0,14 a 0,40 mm/s para áreas residenciais		

Fonte: elaboração SISTRAN.

TABELA 6.2.12-3: COMPARAÇÃO DE CRITÉRIOS PARA VIBRAÇÕES RARAS

Critérios	Classificação da vibração		
	Levemente perceptível	Claramente perceptível	Perturbadora
Bureau of Mines- (E.U.A. 1966)	1 mm/s a 2,5 mm/s	4 mm/s a 15 mm/s	Acima de 15 mm/s
John Wiss (1968)	2 mm/s a 5 mm/s	5 mm/s a 20 mm/s	Acima de 20 mm/s
DIN 4150 (1975)	Recomenda-se KB=4 para áreas residenciais, valendo vibrações desde 4 mm/s até 22,5 mm/s na faixa de 1 a 80 Hz		
Yong Chae (1978)	0,25 mm/s a 0,76 mm/s	0,76 mm/s a 2,54 mm/s	Acima de 2,54 mm/s
ISO /2631/DADI (1980)	Recomenda-se curva 16 para áreas residenciais, valendo vibrações desde 1,60 mm/s até 9mm/ss na faixa de 1 a 63 Hz		
ANSI/S3.29 (1983)	Recomenda-se o fator 90 para áreas residenciais, valendo vibrações desde 1,09 mm/s na faixa de 08 a 80 Hz		

Fonte: elaboração SISTRAN.

TABELA 6.2.12-4: CRITÉRIOS DE WHIFFIN A C. AND D. R. LEONARD - 1971

Velocidade de partícula – pico – mm/s	Reação humana	Efeitos sobre construções as
0 - 0,15	Imperceptível pela população, não há incômodo	Não causam danos de nenhum tipo
0,15 a 0,30	Limiar de percepção – possibilidade de incômodo	Não causam danos de nenhum tipo
2,0	Vibração perceptível	Vibrações máximas recomendadas ruínas e monumentos antigos
2,5	Vibrações contínuas produzem incômodo na população	Virtualmente, não há risco de dano arquitetural às construções normais
5	Vibrações incomodativas	Limiar, no qual existe risco de dano às construções
10 – 15	Vibrações desagradáveis	Causam danos arquiteturais às residências
<p>Observação: Os valores de velocidade – pico de partícula referem-se ao componente vertical da vibração. A medição para avaliação da resposta humana é feita no ponto onde esta se localiza.</p> <p>Para edificações o valor refere-se à medição realizada no solo.</p>		

Nota: As recomendações de níveis de vibração realçadas nessa tabela são adotadas pela CETESB nas avaliações de vibração induzidas à vizinhança.

TABELA 6.2.12-5: LIMITES DE VELOCIDADE DE VIBRAÇÃO DE PARTÍCULAS – PICO (MM/S)

Tipos de área	Diurno (7:00 às 20:00)	Noturno (20:00 às 7:00)
Áreas de Hospitais, casas de saúde, creches e escolas	0,3	0,3
Área predominantemente residencial	0,3	0,3
Área mista, com vocação comercial e administrativa	0,4	0,3
Área predominantemente industrial	0,5	0,5

Fonte: Decisão de diretoria CETESB nº215 de 07 de novembro de 2007 (D.O. 26/03/2008)

Considerando a decisão da Diretoria da CETESB constante da *Tabela 6.2.12-5*, e levando em conta a predominância das áreas por onde será implantada a Linha 5-Lilás como área com vocação comercial e administrativa, o limite de velocidade de vibração de partícula passa a ser 0,4mm/s no período diurno e 0,3mm/s no período noturno, a não ser nas áreas de hospitais, especialmente na região do Hospital do Servidor e junto à rua Pedro de Toledo próximo do Hospital São Paulo, onde o parâmetro deve ser sempre de 0,3mm/s.

6.2.12.3. Medições de ruído e vibrações

a) Pontos de medição

Os pontos para medição de ruído e vibrações foram selecionados a partir das atividades existentes na ADA. Foram levantadas informações próximas a áreas residenciais, escolas e hospitais conforme poderá ser visto adiante nas *Figuras 6.2.12-1 a 6.2.12-12*. A *Tabela 6.2.12-6* apresenta a localização dos pontos medidos com coordenadas do GPS utilizado.

TABELA 6.2.12-6: POSIÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO – GPS

Ponto	Localização	
1	S 23°35'59,00"	W 46°38'06,00"
2	S 23°35'36,30"	W 46°37'46,50"
3	S 23°35'58,60"	W 46°38'18,60"
4	S 23°35'55,00"	W 46°38'43,20"
5	S 23°35'51,20"	W 46°39'70,59"
6	S 23°35'50,57"	W 46°39'18,99"
7	S 23°36'03,70"	W 46°39'40,00"
8	S 23°36'12,31"	W 46°39'38,39"
9	S 23°36'41,40"	W 46°40'14,50"

Ponto	Localização	
10	S 23°36'39,16"	W 46°40'21,91"
11	S 23°36'41,48"	W 46°40'35,56"
12	S 23°37'00,81"	W 46°41'00,48"
13	S 23°37'29,20"	W 46°41'14,90"
14	S 23°37'45,20"	W 46°41'25,70"
15	S 23°37'56,40"	W 46°41'35,30"
16	S 23°39'10,23"	W 46°42'18,08"
17	S 23°38'54,76"	W 46°42'08,46"
18	S 23°38'34,50"	W 46°41'51,93"
19	S 23°38'05,27"	W 46°41'33,74"
20	S 23°36'51,40"	W 46°40'41,50"
21	S 23°39'20,90"	W 46°43'31,47"
22	S 23°39'22,34"	W 46°43'41,15"
23	S 23°39'32,95"	W 46°43'32,03"
24	S 23°39'27,79"	W 46°43'41,84"
25	S 23°39'23,22"	W 46°43'33,48"

Obs: Pode ocorrer variação de até 9m na localidade dos pontos devido às condições de nebulosidade

FIGURA 6.2.12-1: POSICIONAMENTO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO

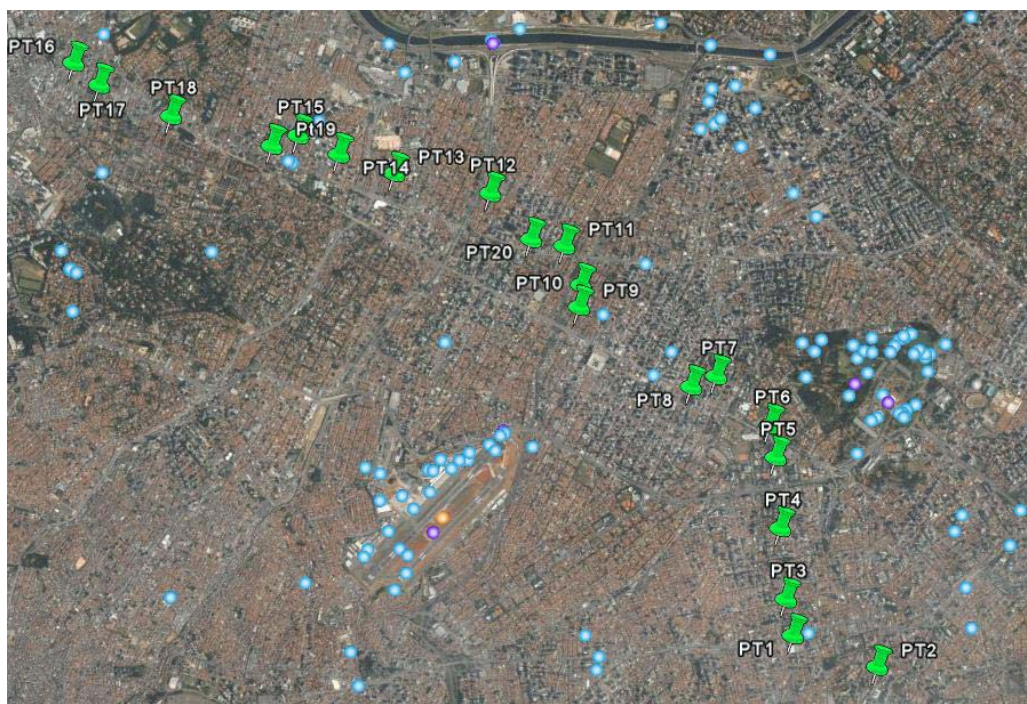


FIGURA 6.2.12-2: POSICIONAMENTO DOS PONTOS 1 E 2 - RUA AFONSO CELSO ESQUINA COM RUA LOEFGREEN



FIGURA 6.2.12-3: POSICIONAMENTO DO PONTO 3 - RUA MACHADO BITTENCOURT ESQUINA COM RUA LOEFGREN E DO PONTO 4 – RUA DOS OTTONIS Nº 842

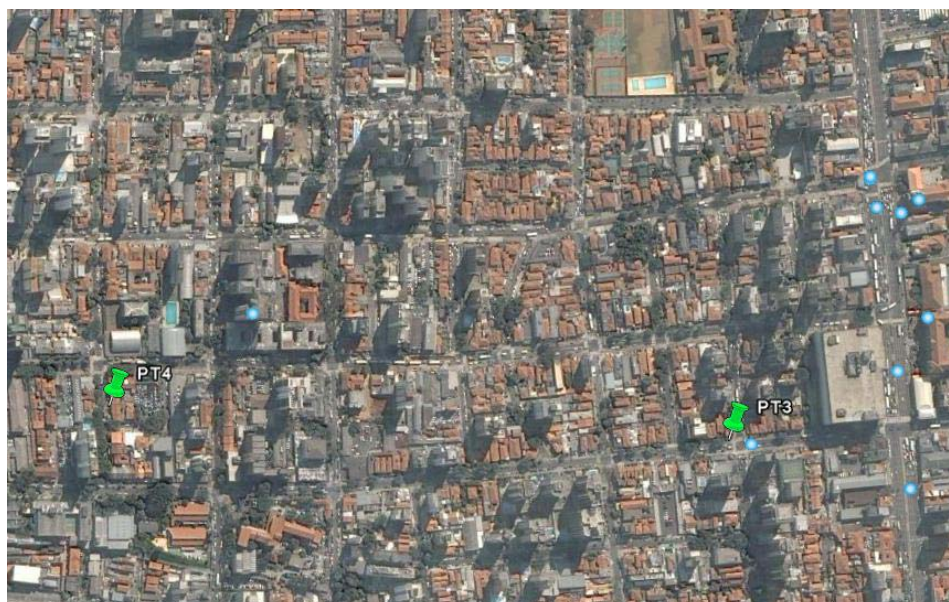


FIGURA 6.2.12-4: POSICIONAMENTO DO PONTO 5 – RUA PEDRO DE TOLEDO – COMPLEXO DO HOSPITAL DO SERVIDOR E DO PONTO 6 – RUA PEDRO DE TOLEDO – COMPLEXO DO HOSPITAL DO SERVIDOR



FIGURA 6.2.12-5: POSICIONAMENTO DO PONTO 7 – RUA MINISTRO GABRIEL RESENDE DOS PASSOS – MEDICAL CENTER PAULISTA E DO PONTO 8 – PRAÇA DA IGREJA NOSSA SENHORA APARECIDA

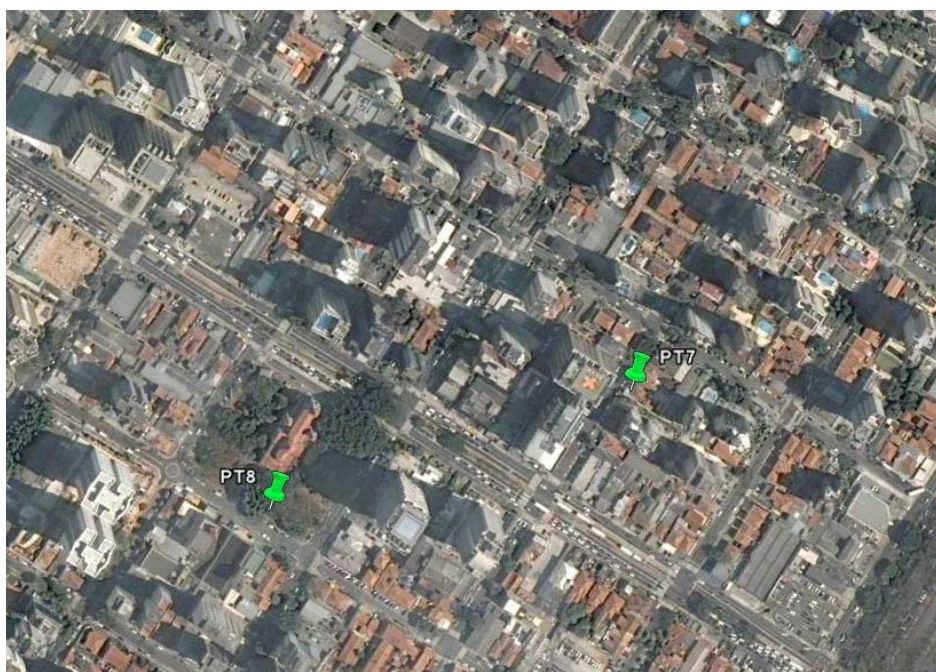


FIGURA 6.2.12-6: POSICIONAMENTO DO PONTO 9 – RUA MARIA DE LOURDES ESQUINA COM RUA IRAÚNA E DO PONTO 10 – RUA JAUAPERI ESQUINA COM RUA DR JOSÉ CÂNDIDO DE SOUZA

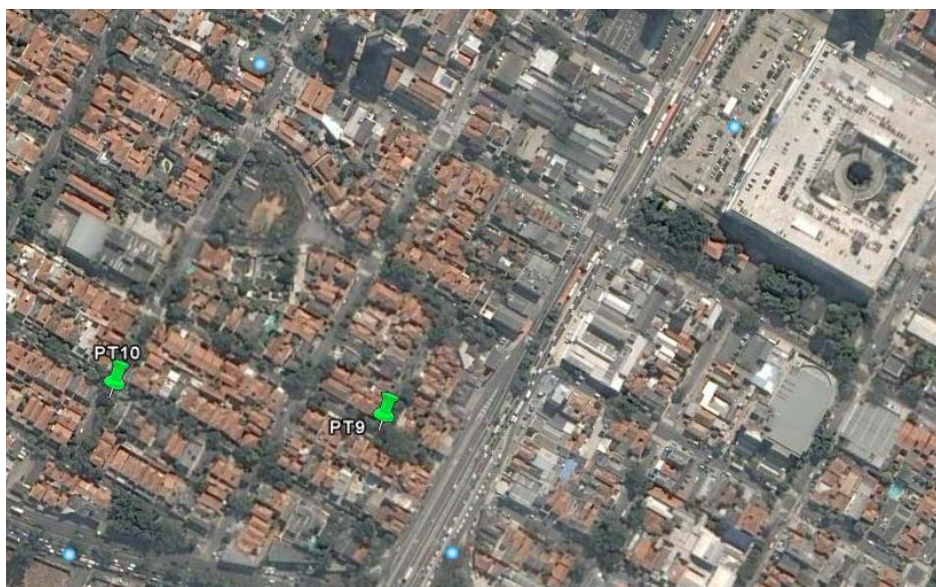


FIGURA 6.2.12-7: POSICIONAMENTO DO PONTO 11 – RUA GEÓRGIA ESQUINA COM RUA COMENDADOR EDUARDO SACCAB E DO PONTO 12 – RUA PORTUGAL ESQUINA COM RUA MICHIGAN

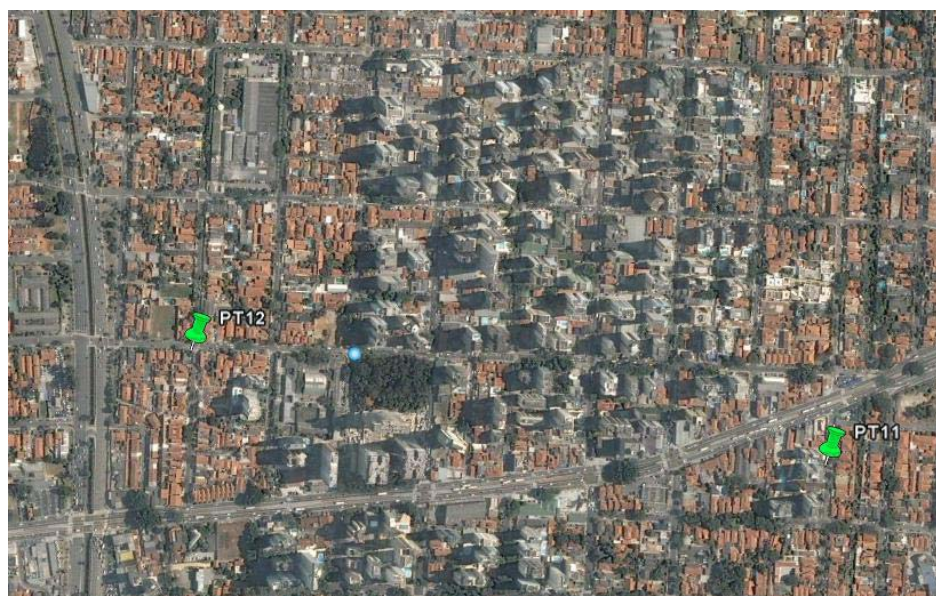


FIGURA 6.2.12-8: POSICIONAMENTO DO PONTO 13 – RUA GUIDO CALOI ESQUINA COM RUA CRISANDÁLIAS E DO PONTO 14 – RUA SENADOR MILTON CAMPOS Nº 24



FIGURA 6.2.12-9: POSICIONAMENTO DO PONTO 15 – RUA DO ESTILO BARROCO Nº 391



FIGURA 6.2.12-10: POSICIONAMENTO DO PONTO 16 – RUA ISABEL SCHIMDT – FRENTE AO HOSPITAL IMACULADA CONCEIÇÃO E DO PONTO 17 – PRAÇA SANTA CRUZ EM FRENTE AO CONDOMÍNIO EDIFÍCIO PRAIA DO LEME E PRAIA COPACABANA

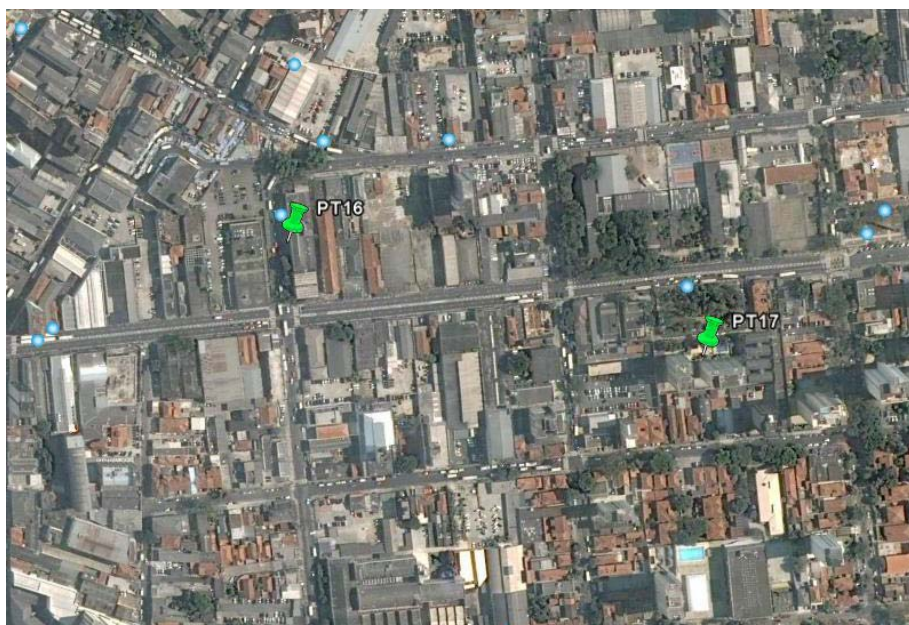


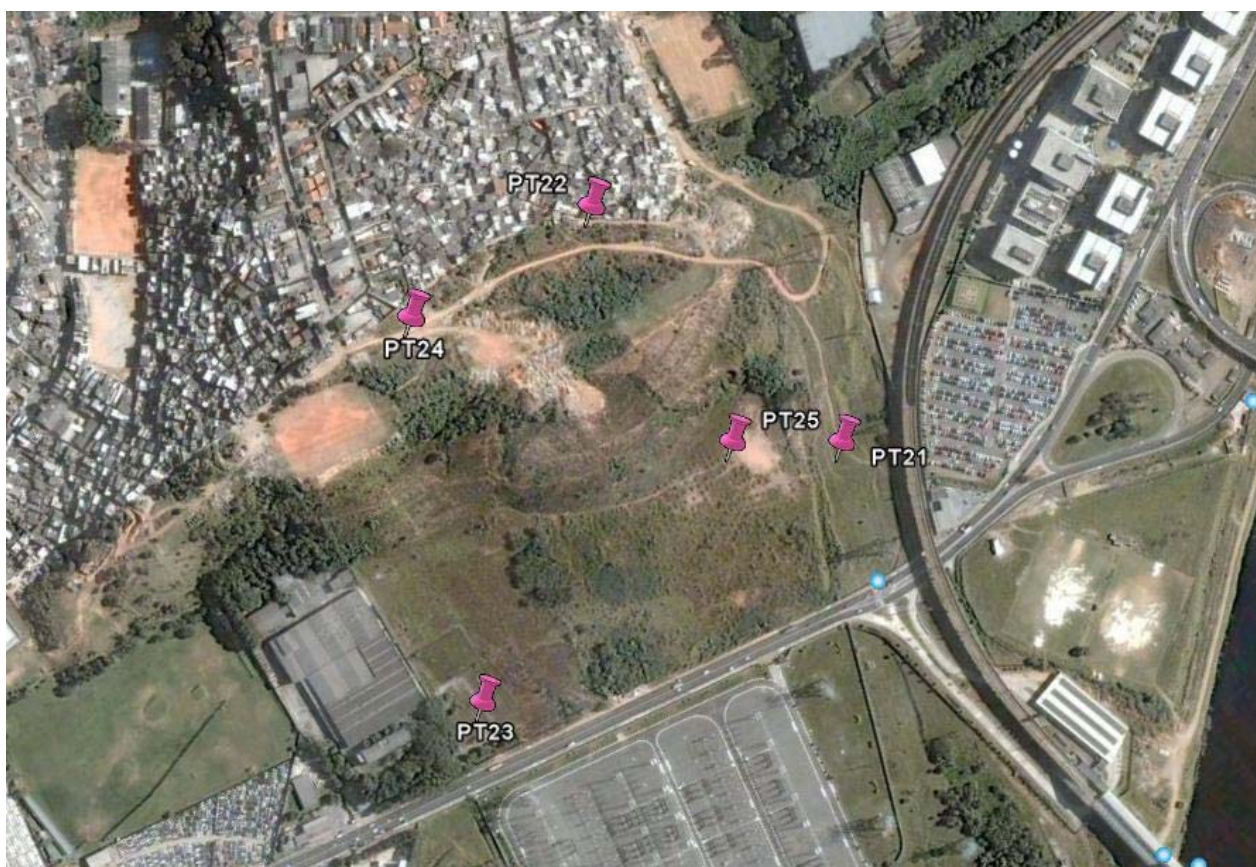
FIGURA 6.2.12-11: POSICIONAMENTO DO PONTO 18 – RUA SÃO BENEDITO Nº 1287 E DO PONTO 19 – RUA DA PAZ Nº 342



FIGURA 6.2.12-12: POSICIONAMENTO DO PONTO 20 – RUA JESUÍNO MACIEL Nº 75



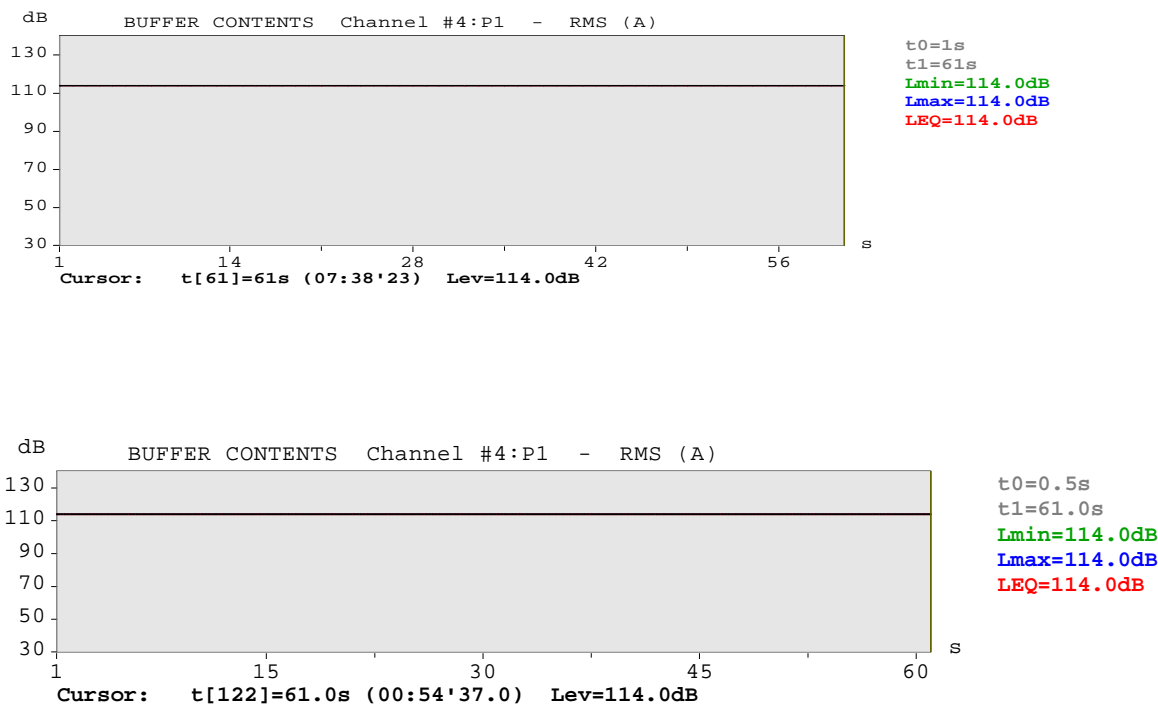
FIGURA 6.2.12-13: POSICIONAMENTO DOS PONTOS 21 A 25 – PÁTIO GUIDO CALÓI



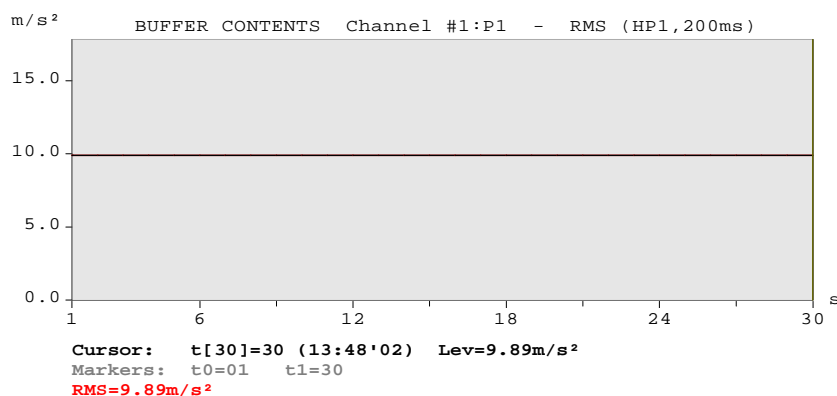
b) Calibração do Instrumento de medição

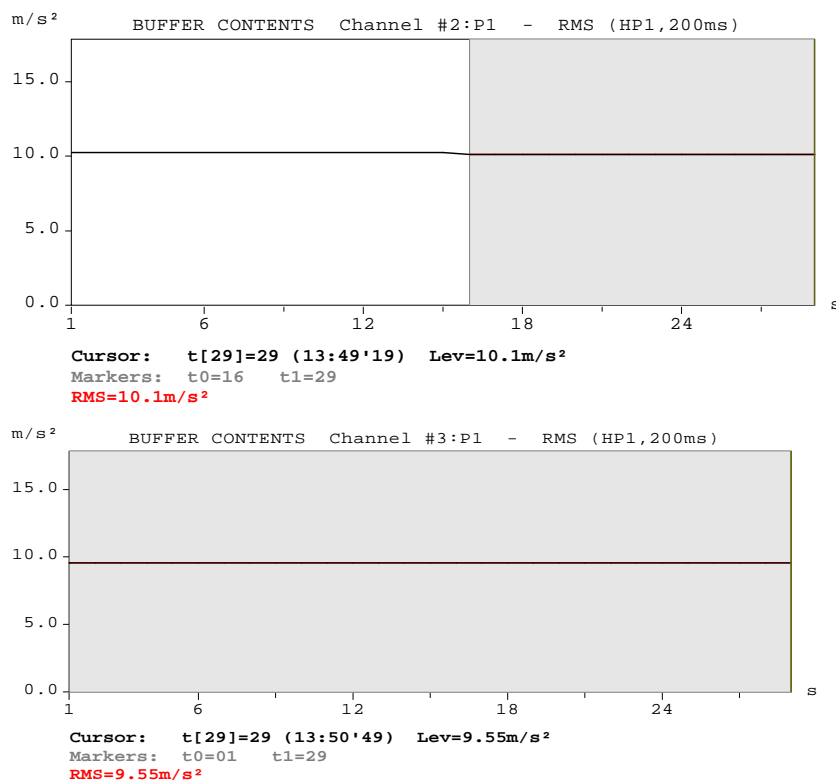
Medidor/Analisador de Nível Sonoro modelo SVAN 948

RUÍDO



VIBRAÇÃO





c) Resultados das medições de ruído ambiente, ruído de fundo e vibrações induzidas ao solo dos locais avaliados

A Tabela 6.2.12-7 apresenta os níveis de ruído ambiente, ruído de fundo e vibrações induzidas ao solo nos locais avaliados ao longo da diretriz de traçado da Linha 5-Lilás. Em seguida são apresentadas as análises estatísticas de eventos medidos do ruído de fundo e de passagem assim como as medições das vibrações induzidas ao solo em 25 pontos selecionados.

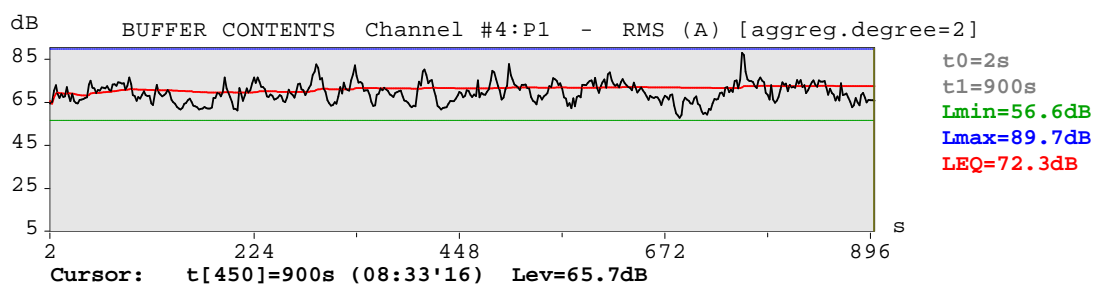
TABELA 6.2.12-7: NÍVEIS DE RUÍDO AMBIENTE, RUÍDO DE FUNDO E VIBRAÇÕES INDUZIDAS AO SOLO DOS LOCAIS AVALIADOS

Ponto	Níveis Medidos					
	Ruído				Vibração	
	Ruído Ambiente dB(A)		Ruído de fundo dB(A)		Nível máximo mm/s	
	Leq Valor Medido	Valor de Referência	L90 Valor Medido	Valor de Referência	Velocidade (pico) Valor medido	Valor de Referência
1	72,3	60	63,4		0,385	0,3
2	66,6	60	57,6		0,285	0,3
3	71,7	60	63,3		0,543	0,3
4	66,5	60	56,1		0,589	0,3
5	74,3	55	57		0,372	0,3
6	72,5	55	62,7		0,214	0,3
7	70,3	55	58,4		0,257	0,3
8	66,9	50	60,2		0,556	0,3
9	66,4	50	53,6		0,182	0,3
10	67,5	50	53		0,248	0,3
11	66,7	50	53,9		0,282	0,3
12	68,1	50	52,6		0,197	0,3
13	53,9	50	49,7		0,207	0,3
14	65,9	60	55,4		0,385	0,3
15	68,5	50	59,7		0,339	0,3
16	71,4	60	63,6		0,257	0,3
17	60,5	60	53,7		0,292	0,3
18	62,0	60	50		0,115	0,3
19	65,9	60	58,7		0,389	0,3
20	68,3	60	57,6		0,269	0,3
21	56,9	60	50,5		0,170	0,3
22	52,3	55	47,2		0,172	0,3
23	54,5	60	45,3		0,176	0,3
24	50,7	55	47,7		0,254	0,3
25	55,6	60	48,5		0,133	0,3
	Nível medido excedente ao estabelecido pela NBR 10151/2000 e recomendações da Cetesb conforme decisão da Diretoria CETESB n°215/07 para as localidades e horários					

PONTO 1 – RUA AFONSO CELSO ESQUINA COM RUA LOEFGREEN



RUÍDO AMBIENTE

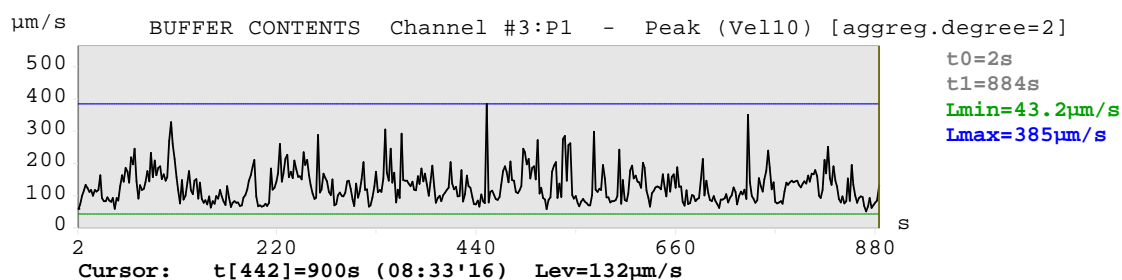
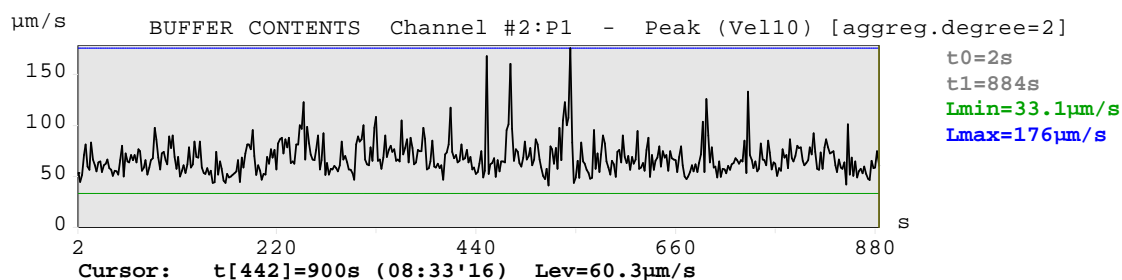
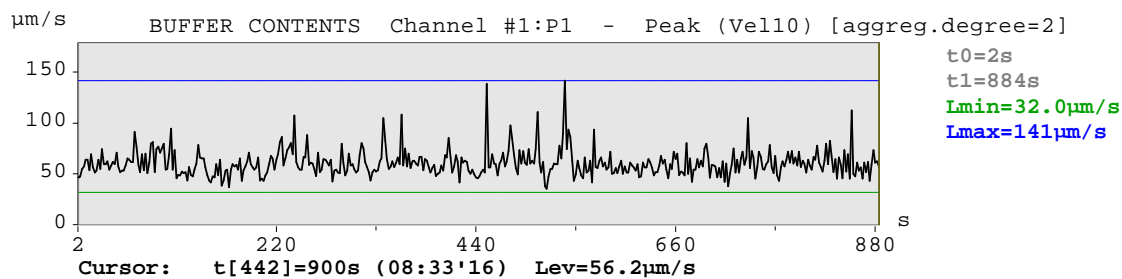


RUÍDO DE FUNDO E DE PASSAGEM MOSTRADO ATRAVÉS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE EVENTOS

Statistical levels for Histogram: Channel #4:P1 - RMS

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ni[%]	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Lni[dB]	82.0	75.0	73.2	71.8	70.4	69.1	68.0	66.8	65.3	63.4
L90 = 63.4 dB(A)										

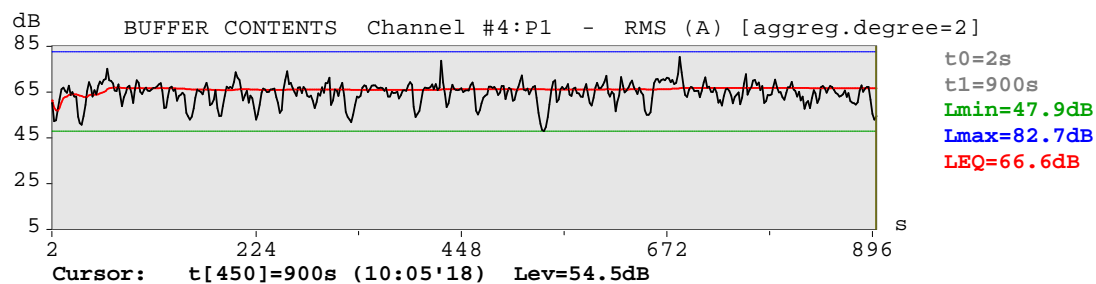
VIBRAÇÕES INDUZIDAS AO SOLO



PONTO 2 – PRAÇA ARNALDO BORIS ESQUINA COM A RUA VERGUEIRO



RUÍDO AMBIENTE

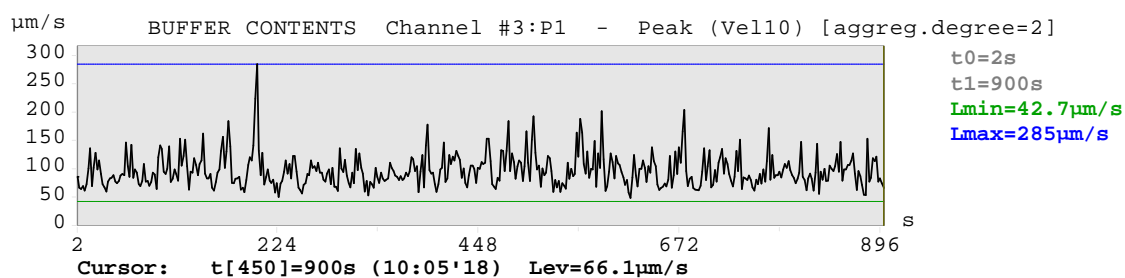
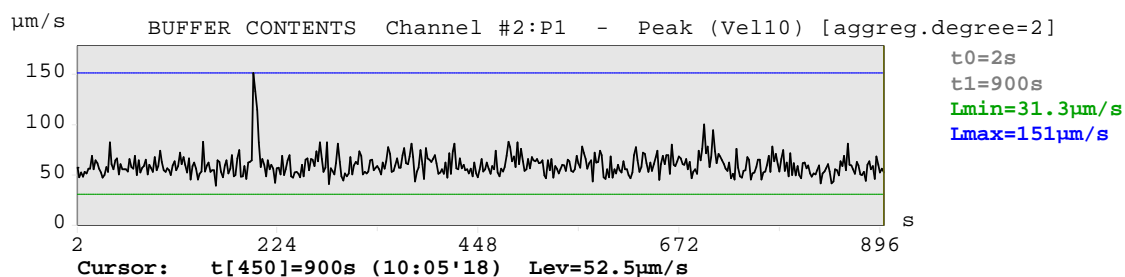
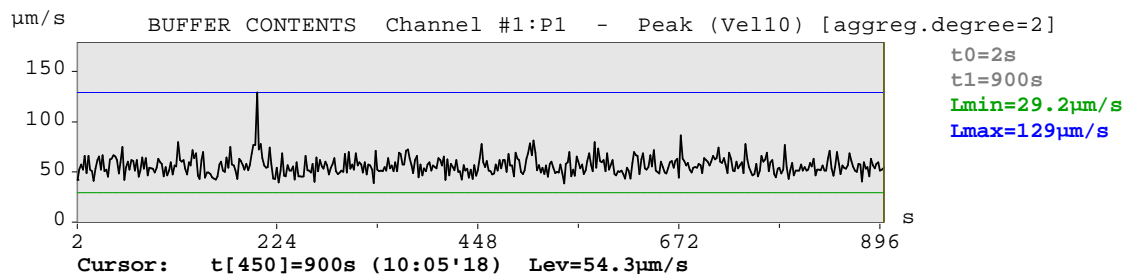


RUÍDO DE FUNDO E DE PASSAGEM MOSTRADO ATRAVÉS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE EVENTOS

Statistical levels for Histogram: Channel #4:P1 - RMS

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ni[%]	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Ln[dB]	74.0	69.3	67.8	67.0	66.1	65.3	64.3	63.0	60.9	57.6
L90 = 57.6 dB(A)										

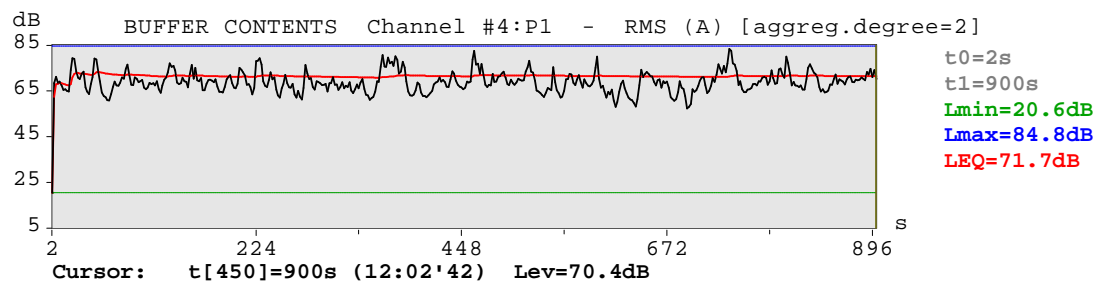
VIBRAÇÕES INDUZIDAS AO SOLO



PONTO 3 – RUA MACHADO BITTENCOURT ESQUINA COM RUA LOEFGREN



RUÍDO AMBIENTE

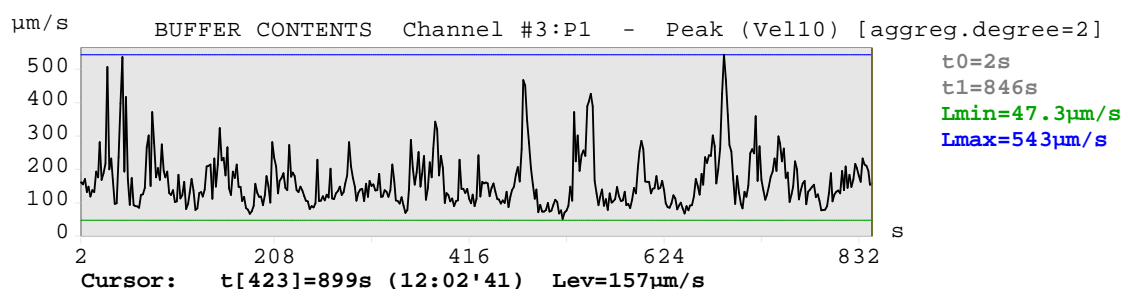
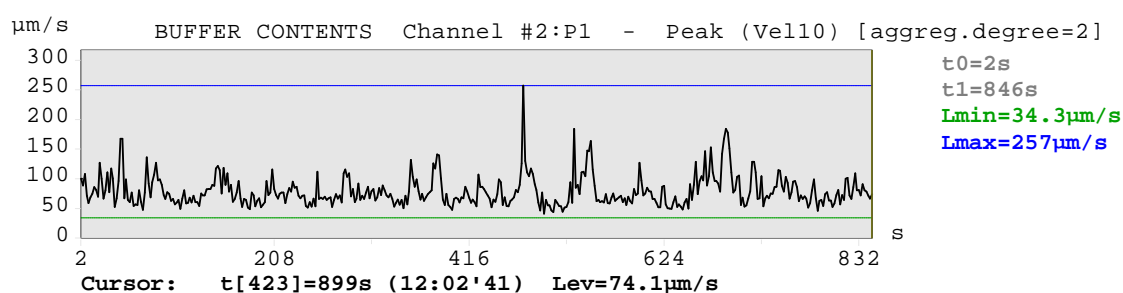
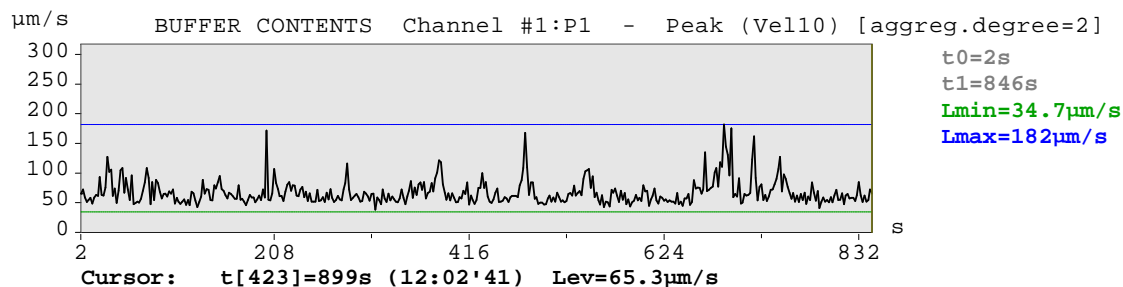


RUÍDO DE FUNDO E DE PASSAGEM MOSTRADO ATRAVÉS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE EVENTOS

Statistical levels for Histogram: Channel #4:P1 - RMS

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ni[%]	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Ln[dB]	81.2	75.1	72.3	70.6	69.5	68.6	67.6	66.4	65.2	63.3
L90 = 63.3 dB(A)										

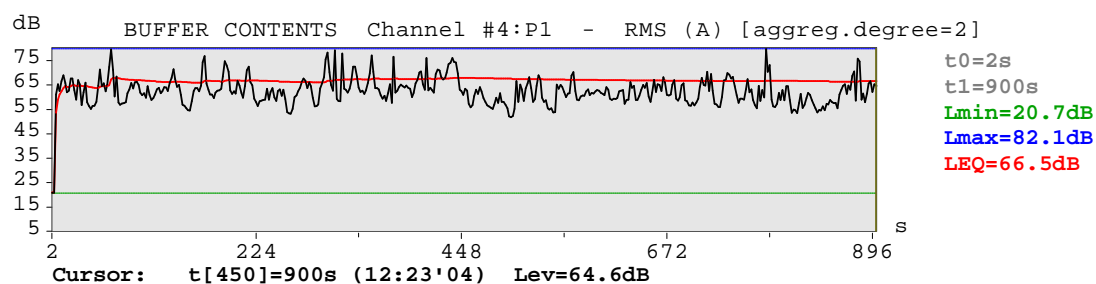
VIBRAÇÕES INDUZIDAS AO SOLO



PONTO 4 – RUA DOS OTTONIS Nº 842



RUÍDO AMBIENTE

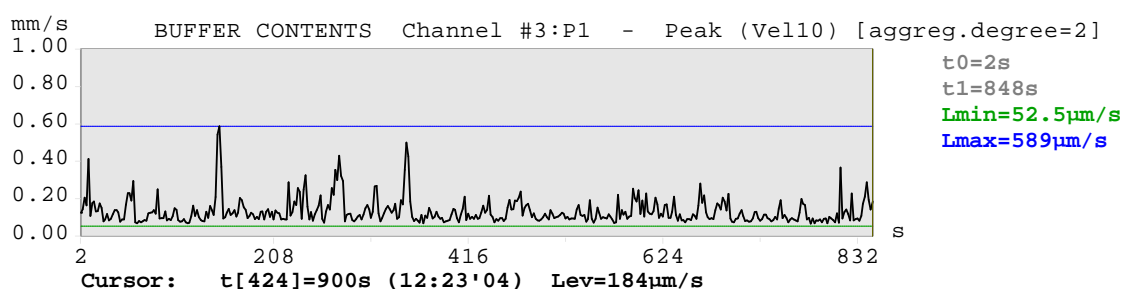
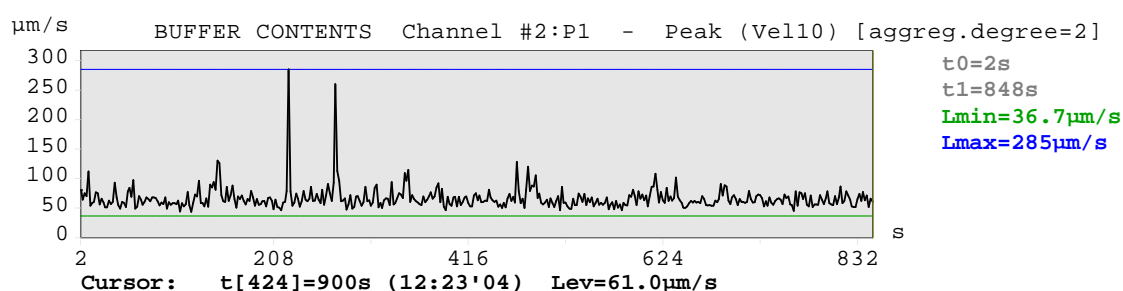
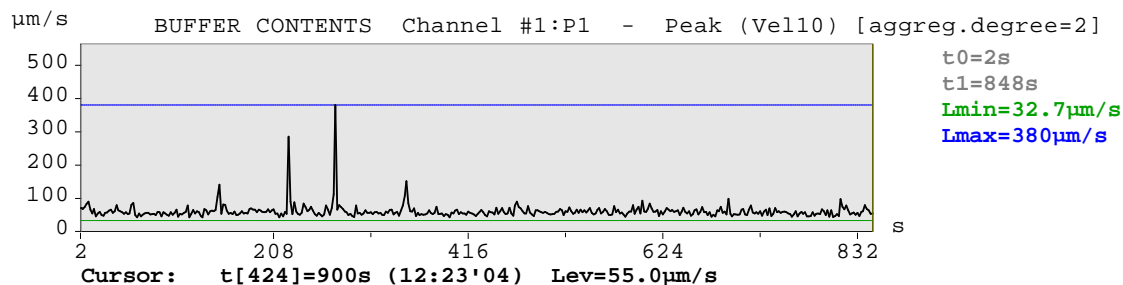


RUÍDO DE FUNDO E DE PASSAGEM MOSTRADO ATRAVÉS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE EVENTOS

Statistical levels for Histogram: Channel #4:P1 - RMS

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ni[%]	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Ln[dB]	78.0	68.8	66.0	64.3	63.1	61.8	60.6	59.2	57.9	56.1
L90 = 56.1 dB(A)										

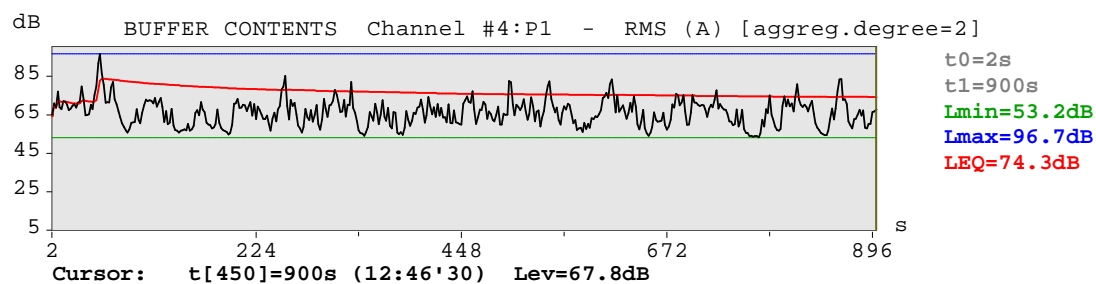
VIBRAÇÕES INDUZIDAS AO SOLO



PONTO 5 – RUA PEDRO DE TOLEDO – COMPLEXO DO HOSPITAL DO SERVIDOR



RUÍDO AMBIENTE

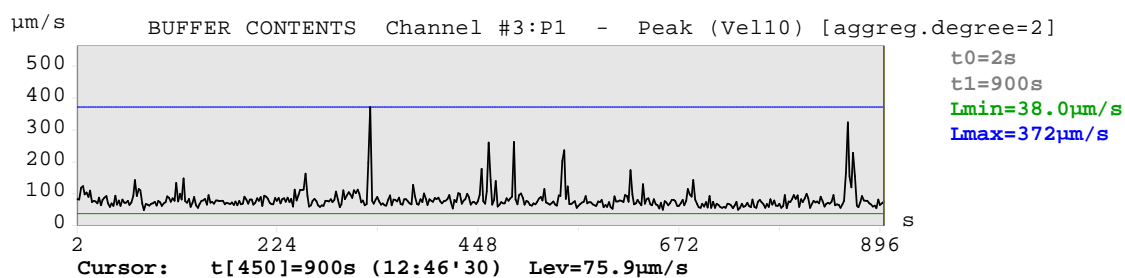
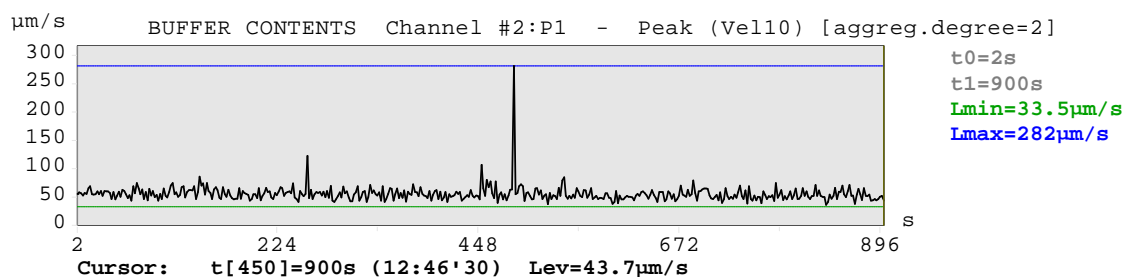
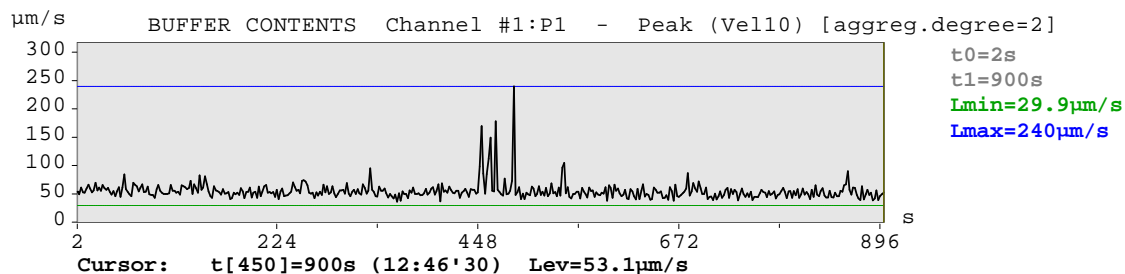


RUÍDO DE FUNDO E DE PASSAGEM MOSTRADO ATRAVÉS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE EVENTOS

Statistical levels for Histogram: Channel #4:P1 - RMS

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ni[%]	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Lni[dB]	85.3	73.6	71.1	69.3	67.6	65.5	63.5	61.4	59.2	57.0
L90 = 57.0 dB(A)										

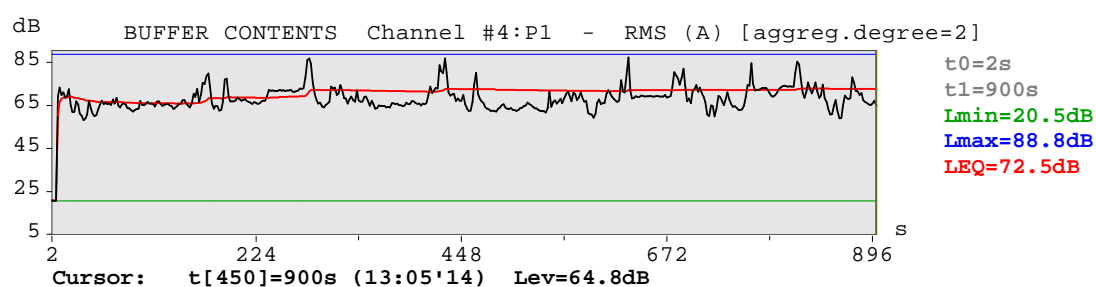
VIBRAÇÕES INDUZIDAS AO SOLO



PONTO 6 – RUA PEDRO DE TOLEDO – COMPLEXO DO HOSPITAL DO SERVIDOR



RUÍDO AMBIENTE

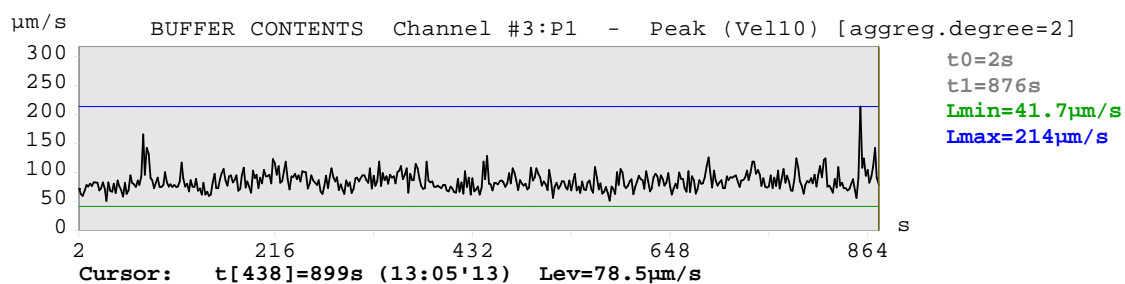
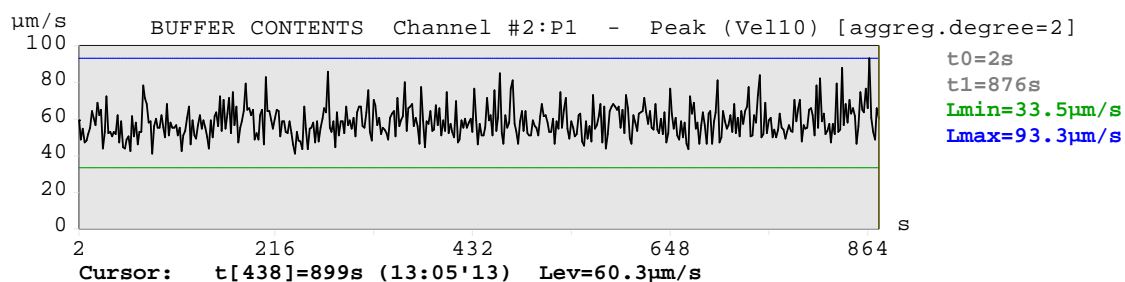
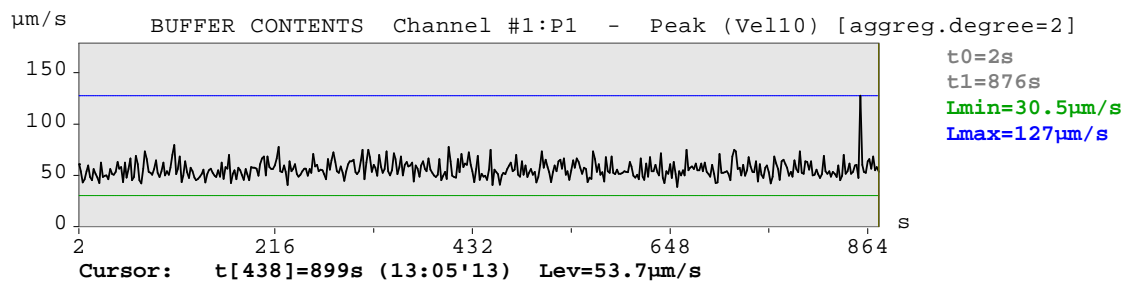


RUÍDO DE FUNDO E DE PASSAGEM MOSTRADO ATRAVÉS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE EVENTOS

Statistical levels for Histogram: Channel #4:P1 - RMS

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ni[%]	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Lnj[dB]	85.2	73.7	71.6	69.8	68.5	67.1	66.1	65.2	64.2	62.7
L90 = 62.7 dB(A)										

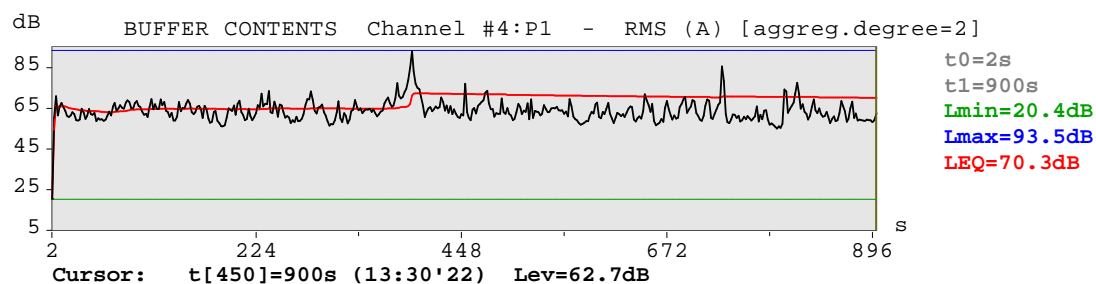
VIBRAÇÕES INDUZIDAS AO SOLO



PONTO 7 – RUA MINISTRO GABRIEL RESENDE DOS PASSOS – MEDICAL CENTER PAULISTA



RUÍDO AMBIENTE

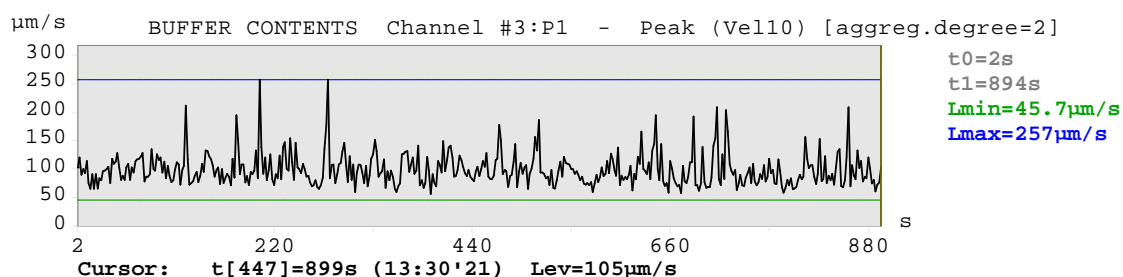
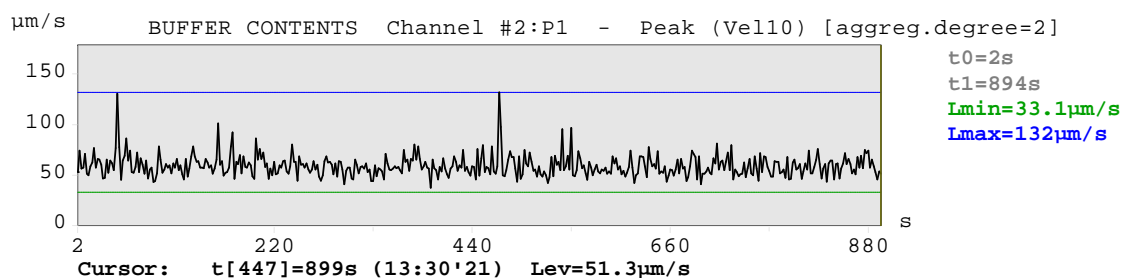
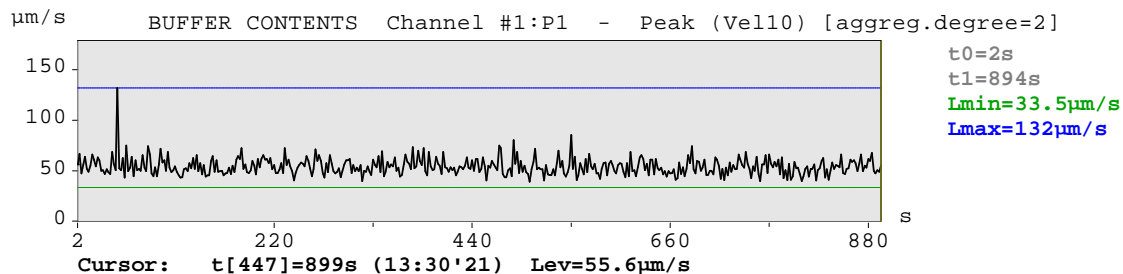


RUÍDO DE FUNDO E DE PASSAGEM MOSTRADO ATRAVÉS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE EVENTOS

Statistical levels for Histogram: Channel #4:P1 - RMS

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ni[%]	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Lnj[dB]	80.5	69.0	66.8	65.2	64.0	62.9	61.9	60.8	59.7	58.4
L90 = 58.4 dB(A)										

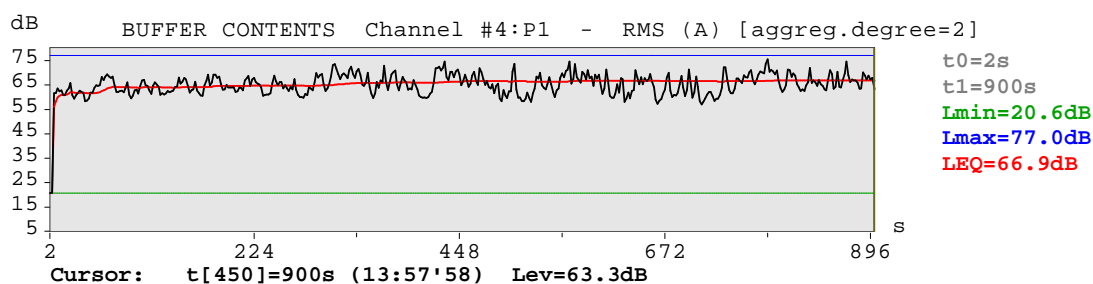
VIBRAÇÕES INDUZIDAS AO SOLO



PONTO 8 – PRAÇA DA IGREJA NOSSA SENHORA APARECIDA



RUÍDO AMBIENTE

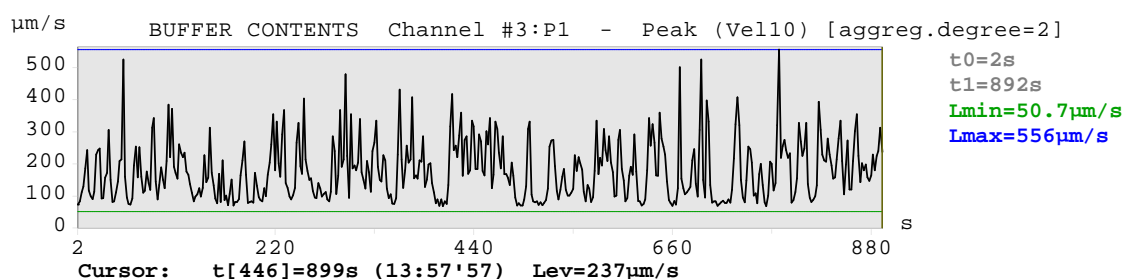
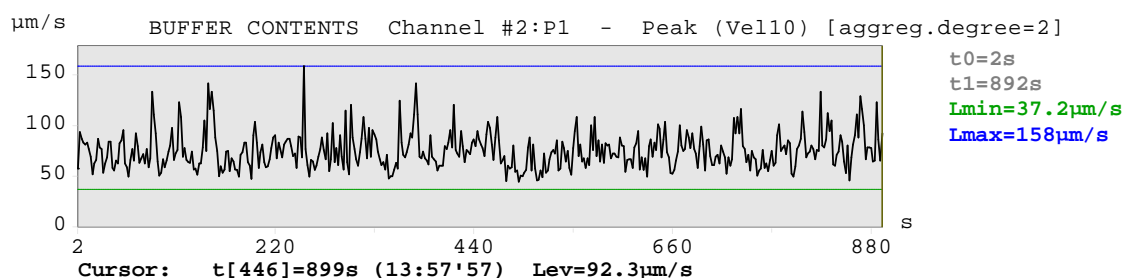
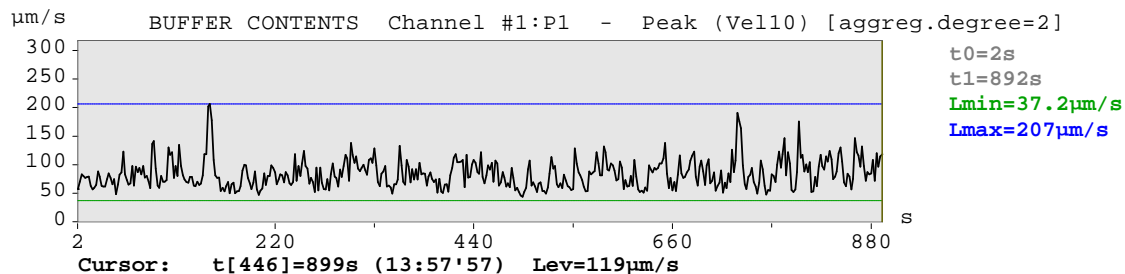


RUÍDO DE FUNDO E DE PASSAGEM MOSTRADO ATRAVÉS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE EVENTOS

Statistical levels for Histogram: Channel #4:P1 - RMS

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ni[%]	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Ln[i]dB	74.5	70.4	68.6	67.3	66.1	64.8	63.8	62.7	61.6	60.2
L90 = 60.2 dB(A)										

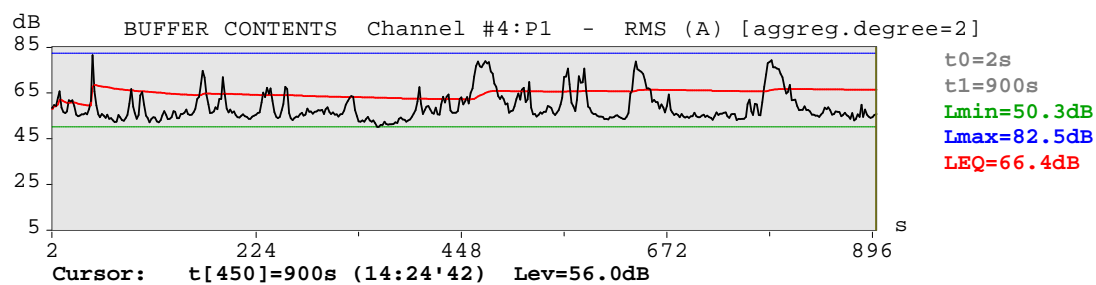
VIBRAÇÕES INDUZIDAS AO SOLO



PONTO 9 – RUA MARIA DE LOURDES ESQUINA COM RUA IRAÚNA



RUÍDO AMBIENTE

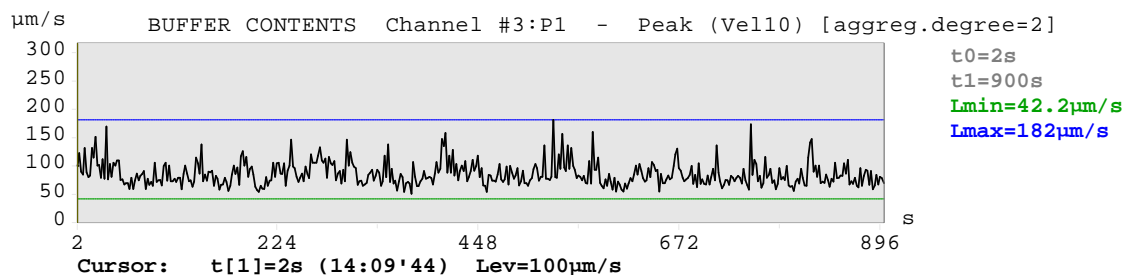
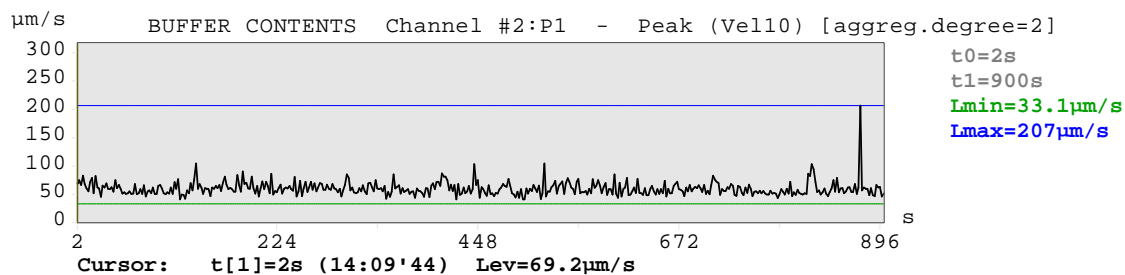
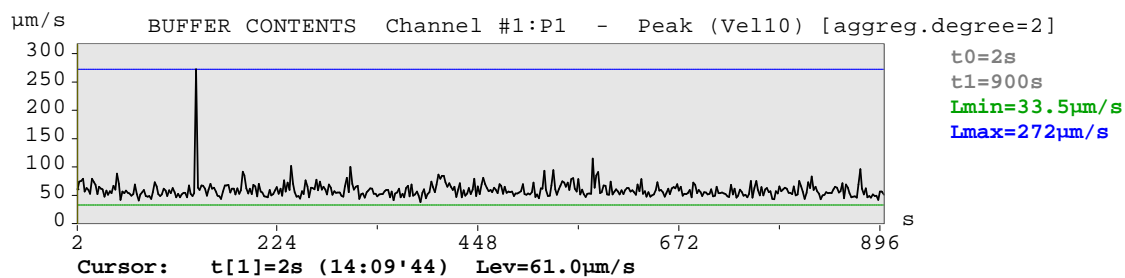


RUÍDO DE FUNDO E DE PASSAGEM MOSTRADO ATRAVÉS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE EVENTOS

Statistical levels for Histogram: Channel #4:P1 - RMS

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ni[%]	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Ln[dB]	78.7	68.3	62.7	59.5	57.6	56.6	55.9	55.2	54.5	53.6
L90 = 53.6 dB(A)										

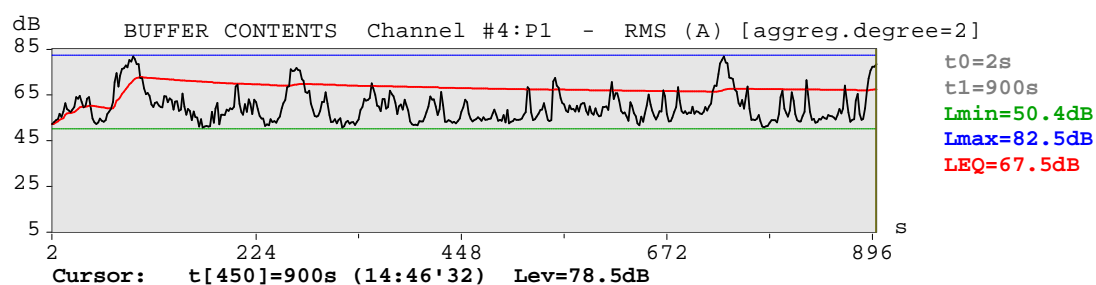
VIBRAÇÕES INDUZIDAS AO SOLO



PONTO 10 – RUA JAUAPERI ESQUINA COM RUA DR JOSÉ CÂNDIDO DE SOUZA



RUÍDO AMBIENTE

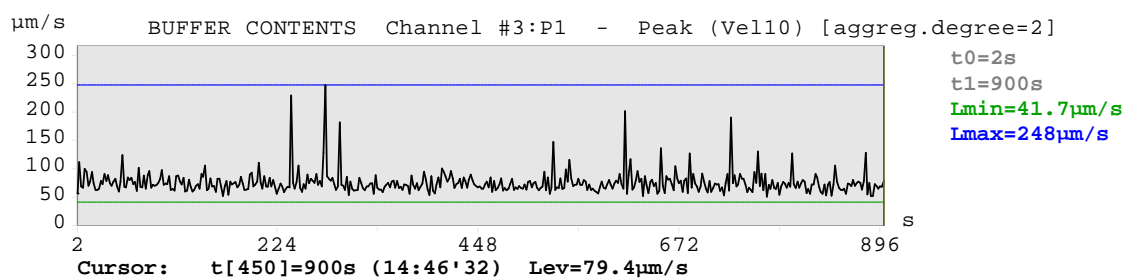
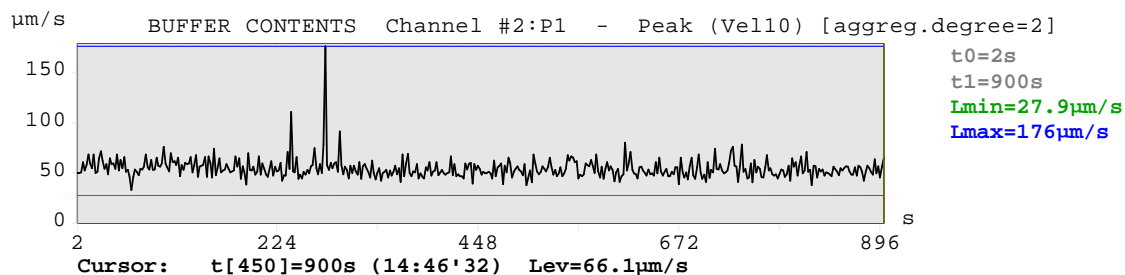
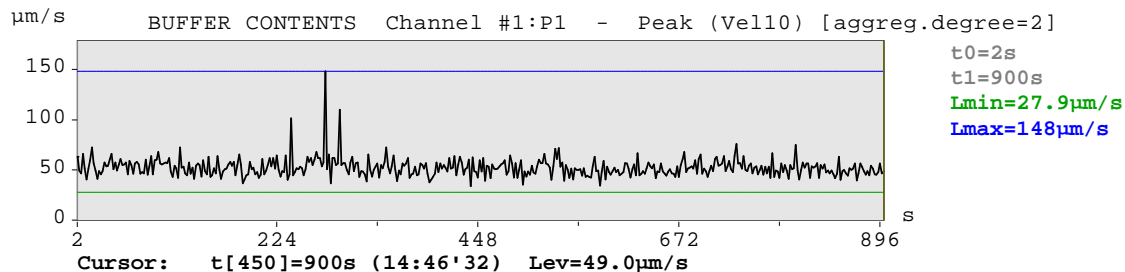


RUÍDO DE FUNDO E DE PASSAGEM MOSTRADO ATRAVÉS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE EVENTOS

Statistical levels for Histogram: Channel #4:P1 - RMS

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ni[%]	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Ln[dB]	80.4	69.6	64.1	61.3	59.6	58.1	56.6	55.1	54.1	53.0
L90 = 53.0 dB(A)										

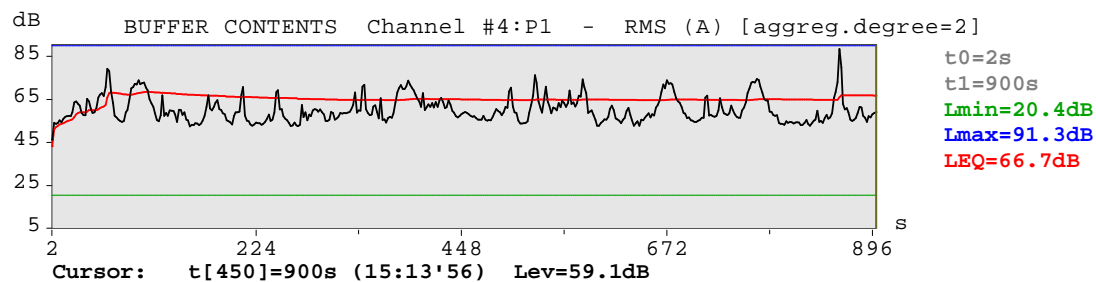
VIBRAÇÕES INDUZIDAS AO SOLO



PONTO 11 – RUA GEÓRGIA ESQUINA COM RUA COMENDADOR EDUARDO SACCAB



RUÍDO AMBIENTE

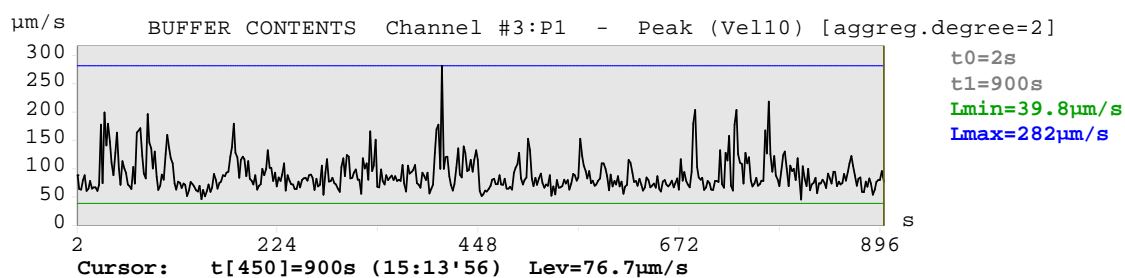
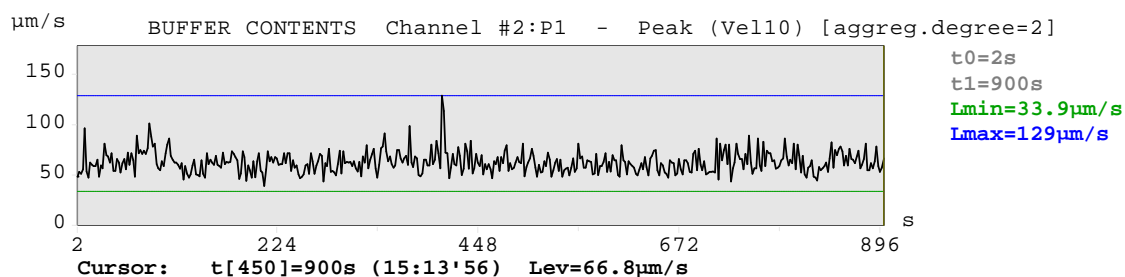
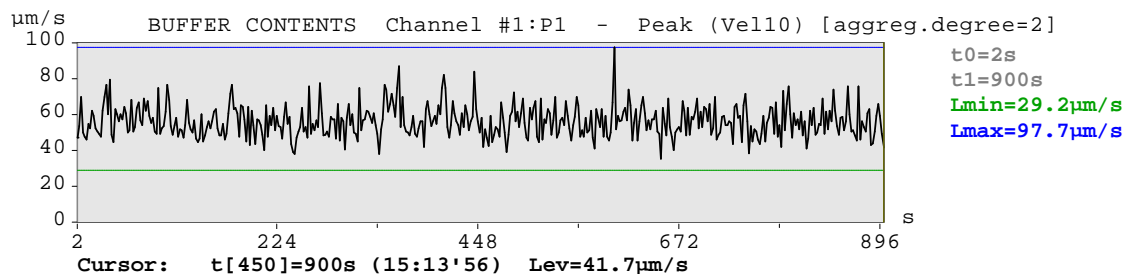


RUÍDO DE FUNDO E DE PASSAGEM MOSTRADO ATRAVÉS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE EVENTOS

Statistical levels for Histogram: Channel #4:P1 - RMS

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ni[%]	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Ln[dB]	74.9	69.3	64.1	61.4	59.7	58.6	57.4	56.2	55.1	53.9
L90 = 53.9dB(A)										

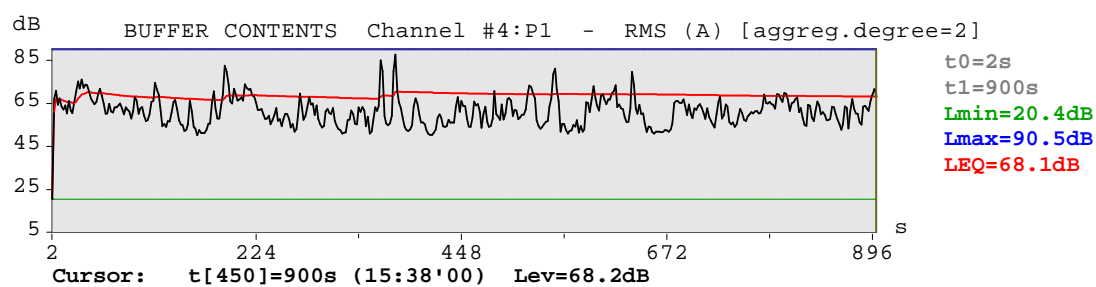
VIBRAÇÕES INDUZIDAS AO SOLO



PONTO 12 – RUA PORTUGAL ESQUINA COM RUA MICHIGAN



RUÍDO AMBIENTE

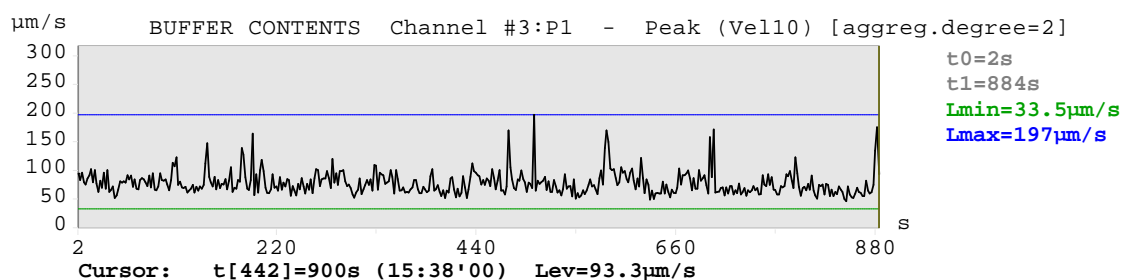
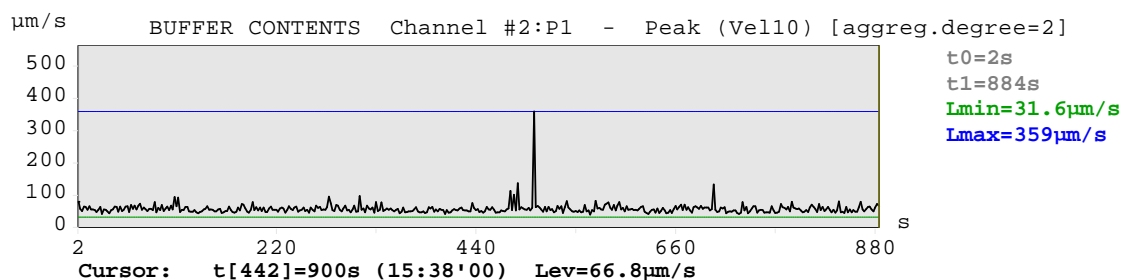
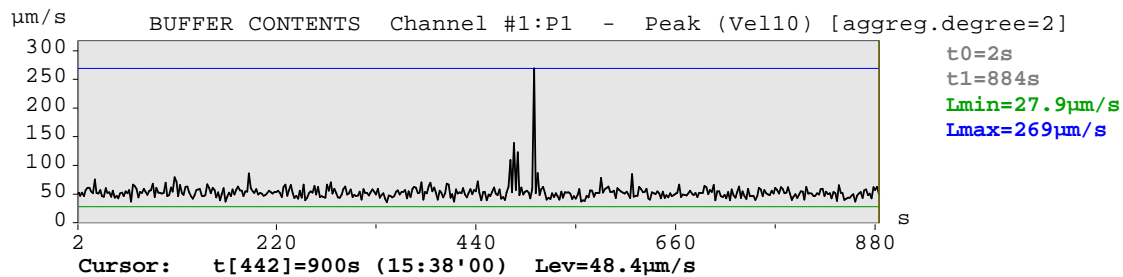


RUÍDO DE FUNDO E DE PASSAGEM MOSTRADO ATRAVÉS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE EVENTOS

Statistical levels for Histogram: Channel #4:P1 - RMS

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ni[%]	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Lni[dB]	81.2	69.1	66.0	64.2	62.4	60.6	58.7	56.7	54.9	52.6
L90 = 52.6 dB(A)										

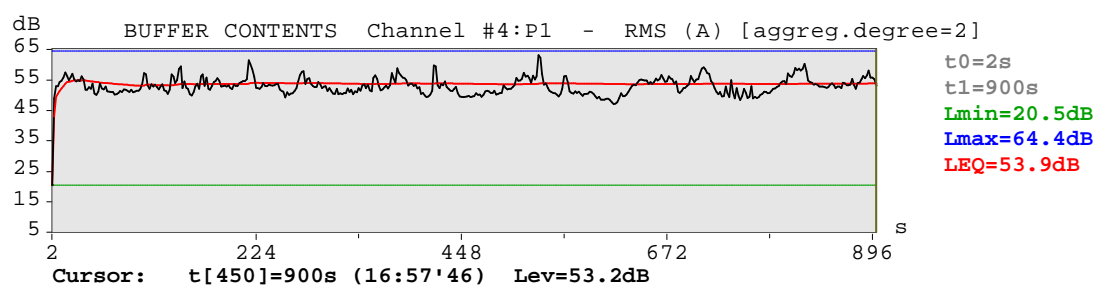
VIBRAÇÕES INDUZIDAS AO SOLO



PONTO 13 – RUA GUIDO CALOI ESQUINA COM RUA CRISANDÁLIAS



RUÍDO AMBIENTE

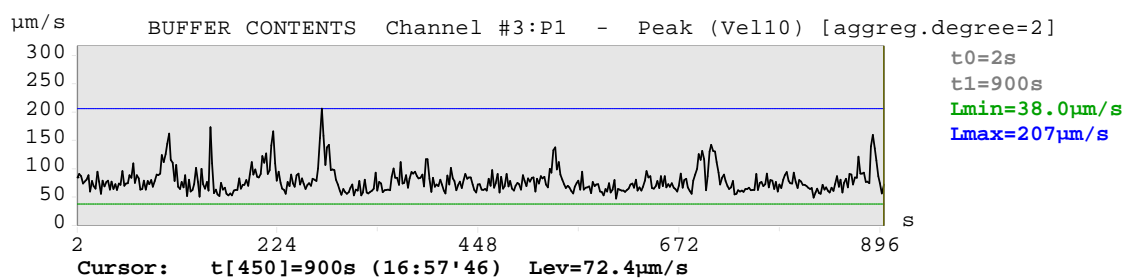
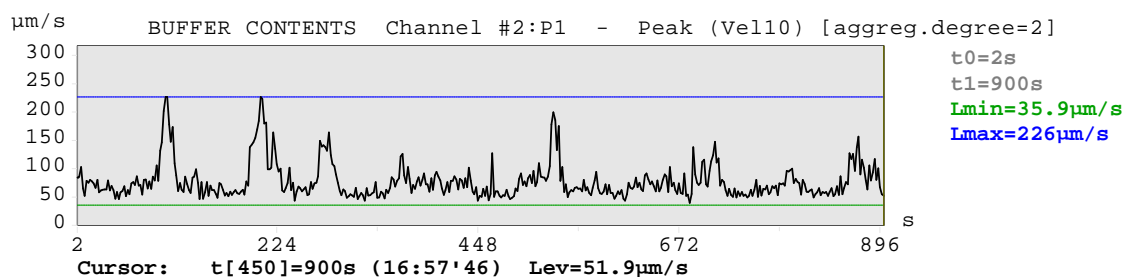
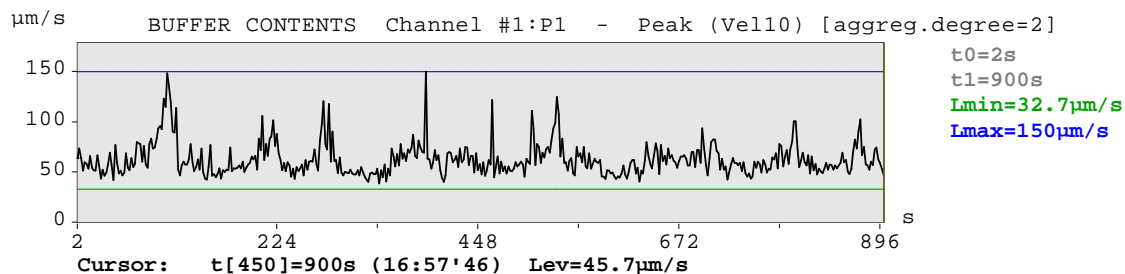


RUÍDO DE FUNDO E DE PASSAGEM MOSTRADO ATRAVÉS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE EVENTOS

Statistical levels for Histogram: Channel #4:P1 - RMS

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ni[%]	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Ln[i]dB	60.2	56.6	55.0	54.0	53.3	52.6	52.0	51.3	50.6	49.7
L90 = 49.7 dB(A)										

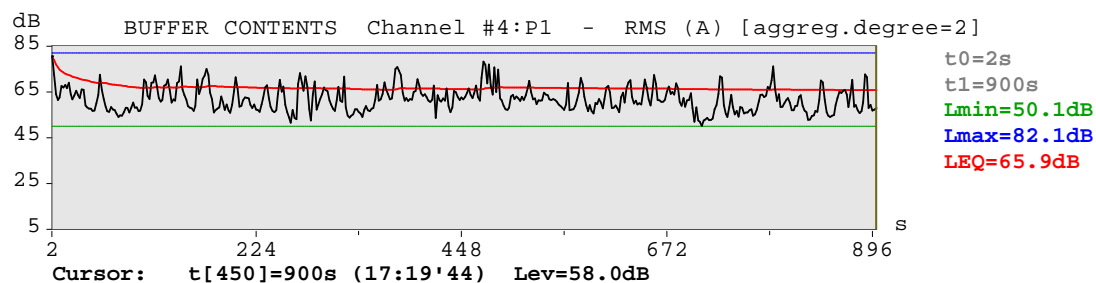
VIBRAÇÕES INDUZIDAS AO SOLO



PONTO 14 – RUA SENADOR MILTON CAMPOS Nº 24



Ruído AMBIENTE

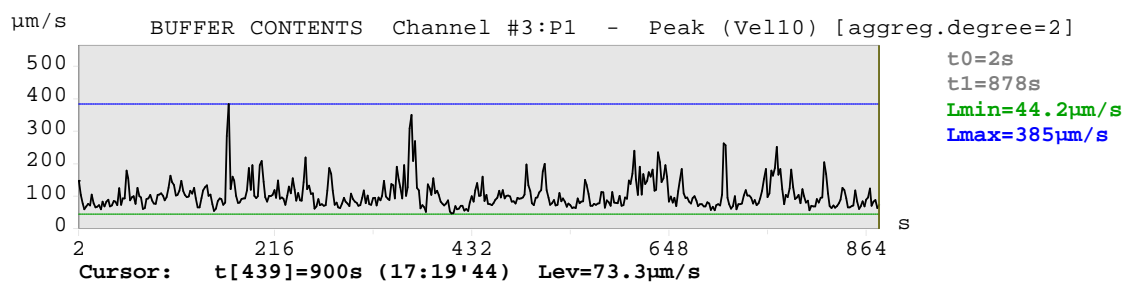
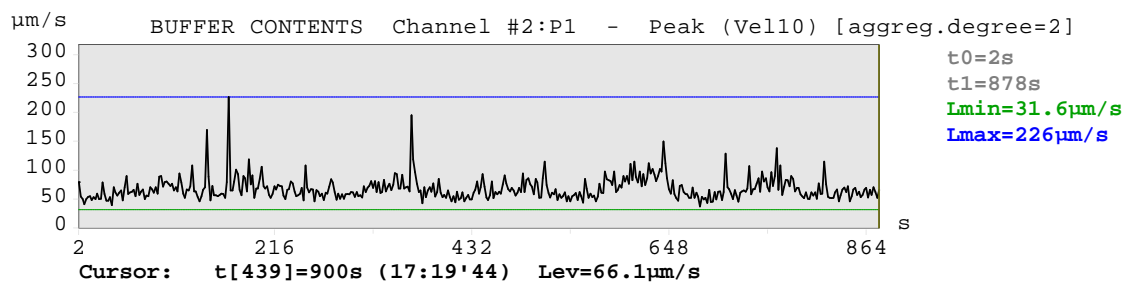
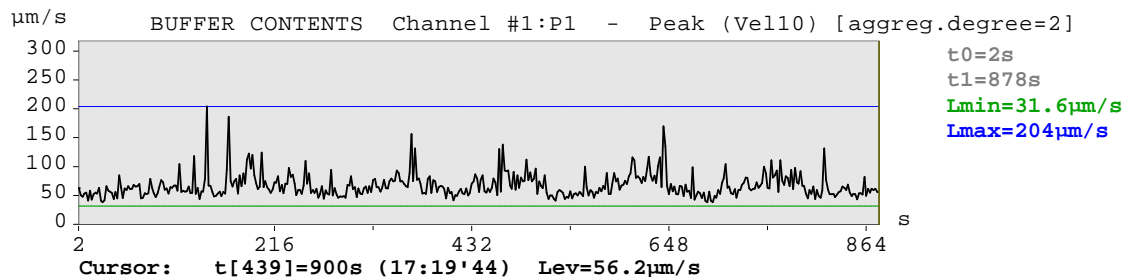


Ruído DE FUNDO E DE PASSAGEM MOSTRADO ATRAVÉS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE EVENTOS

Statistical levels for Histogram: Channel #4:P1 - RMS

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ni[%]	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Lni[dB]	77.3	69.1	65.7	63.7	62.4	61.1	59.7	58.4	57.1	55.4
L90 = 55.4 dB(A)										

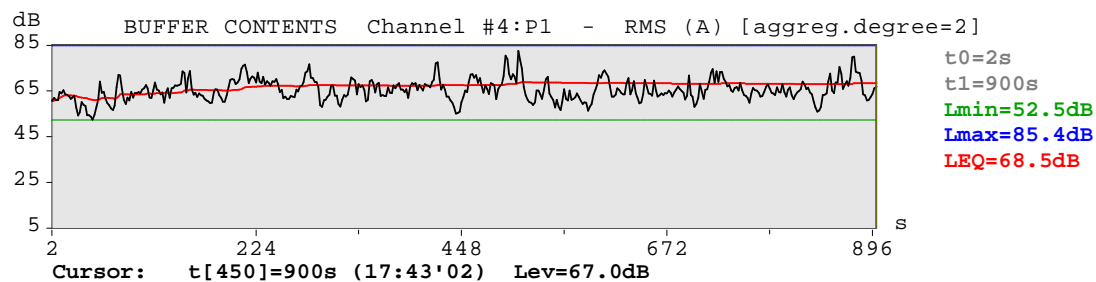
VIBRAÇÕES INDUZIDAS AO SOLO



PONTO 15 – RUA DO ESTILO BARROCO Nº 391



RUÍDO AMBIENTE



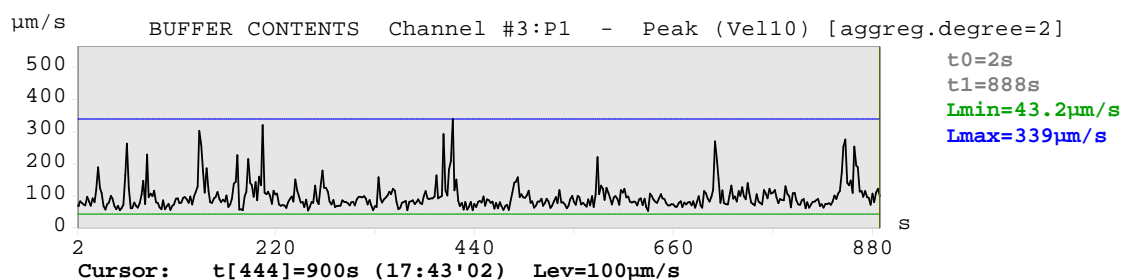
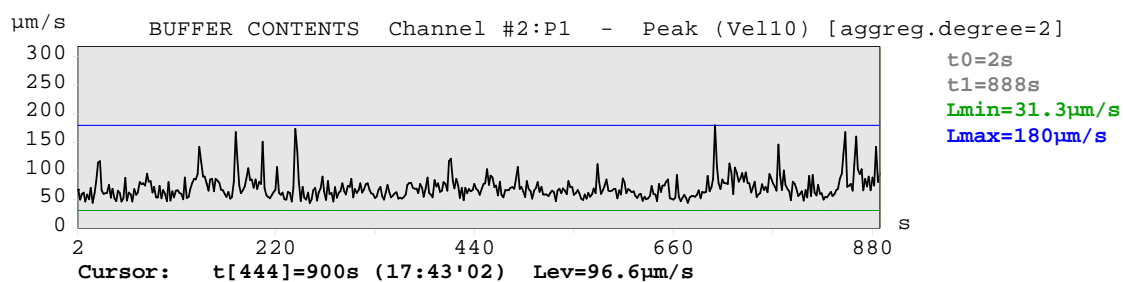
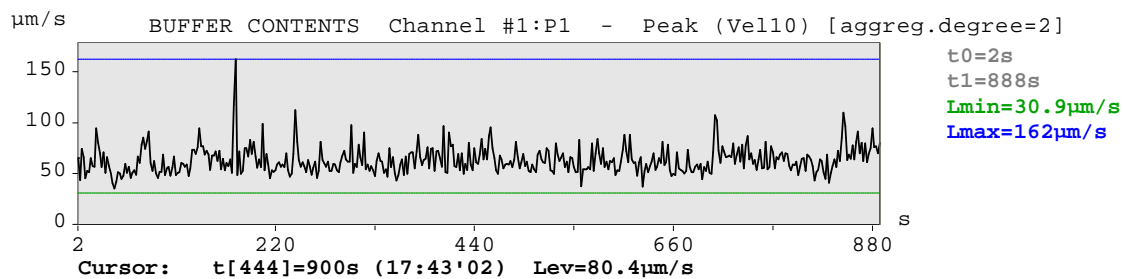
RUÍDO DE FUNDO E DE PASSAGEM MOSTRADO ATRAVÉS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE EVENTOS

Statistical levels for Histogram: Channel #4:P1 - RMS

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ni[%]	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Lnj[dB]	79.0	71.4	69.0	67.4	66.1	64.8	63.7	62.7	61.6	59.7

L90 = 59.7 dB(A)

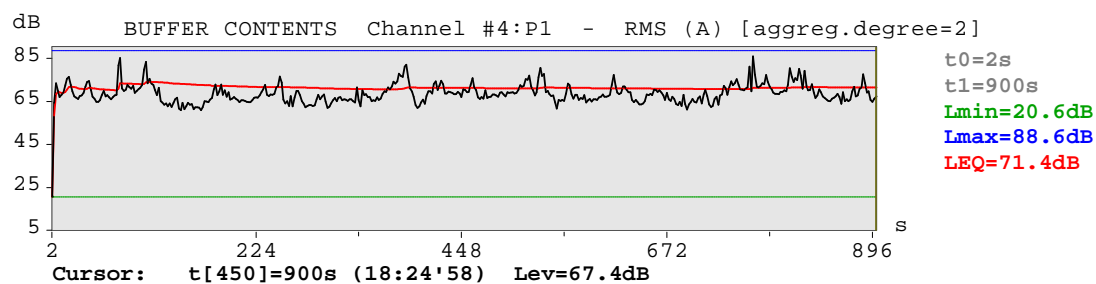
VIBRAÇÕES INDUZIDAS AO SOLO



PONTO 16 – RUA ISABEL SCHIMDT – FRENTE AO HOSPITAL IMACULADA CONCEIÇÃO



Ruído AMBIENTE



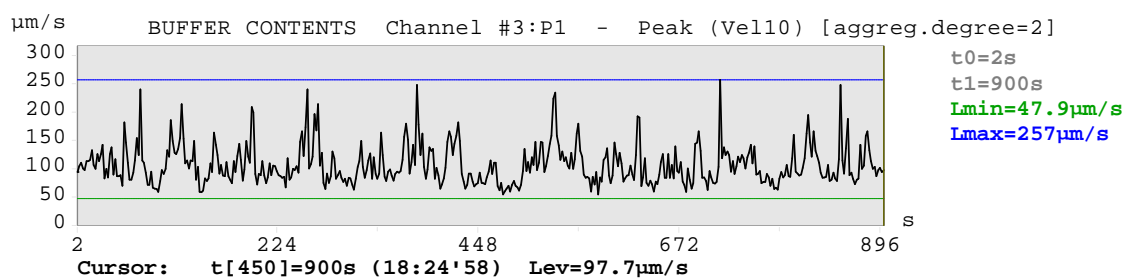
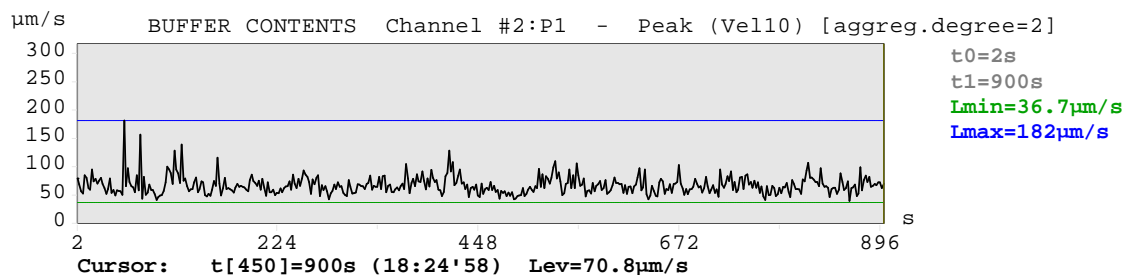
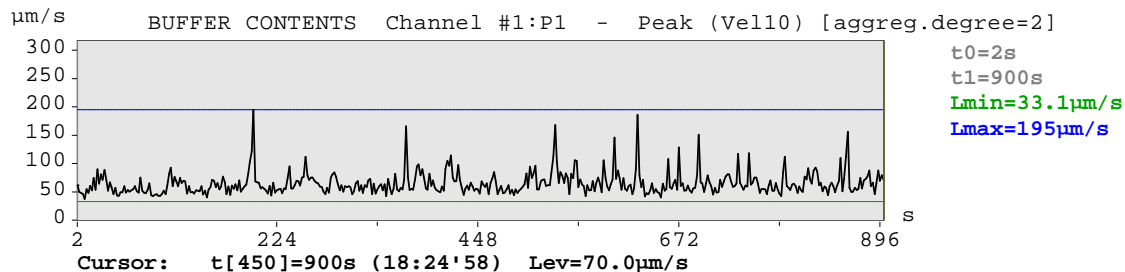
Ruído DE FUNDO E DE PASSAGEM MOSTRADO ATRAVÉS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE EVENTOS

Statistical levels for Histogram: Channel #4:P1 - RMS

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ni[%]	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Ln[i]dB	81.6	73.8	71.4	69.9	68.7	67.9	67.0	66.0	65.0	63.6

L90 = 63.6 dB(A)

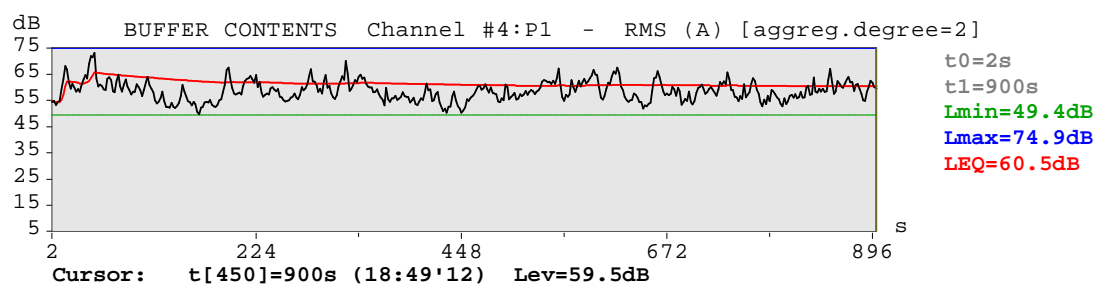
VIBRAÇÕES INDUZIDAS AO SOLO



PONTO 17 – PRAÇA SANTA CRUZ EM FRENTE AO CONDOMÍNIO EDIFÍCIO PRAIA DO LEME E PRAIA COPACABANA



RUÍDO AMBIENTE

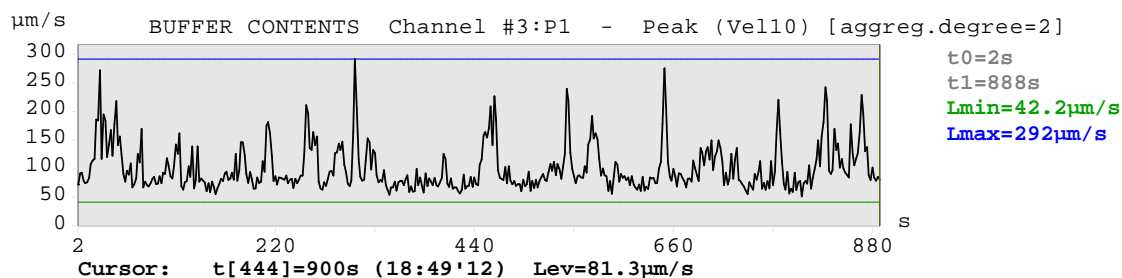
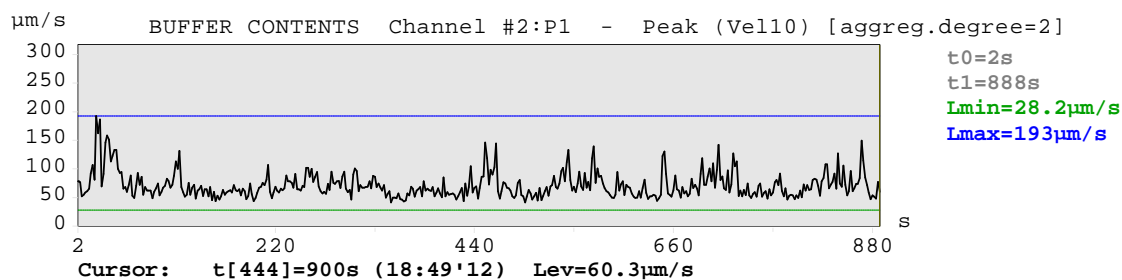
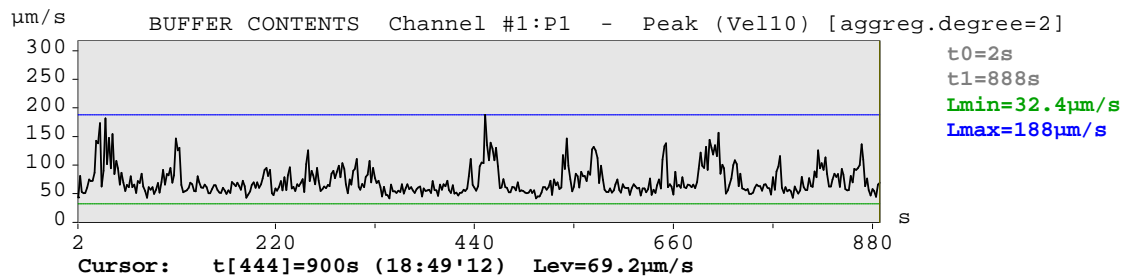


RUÍDO DE FUNDO E DE PASSAGEM MOSTRADO ATRAVÉS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE EVENTOS

Statistical levels for Histogram: Channel #4:P1 - RMS

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ni[%]	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Ln[dB]	69.5	63.6	61.7	60.3	59.1	58.2	57.2	56.3	55.2	53.7
L90 = 53.7 dB(A)										

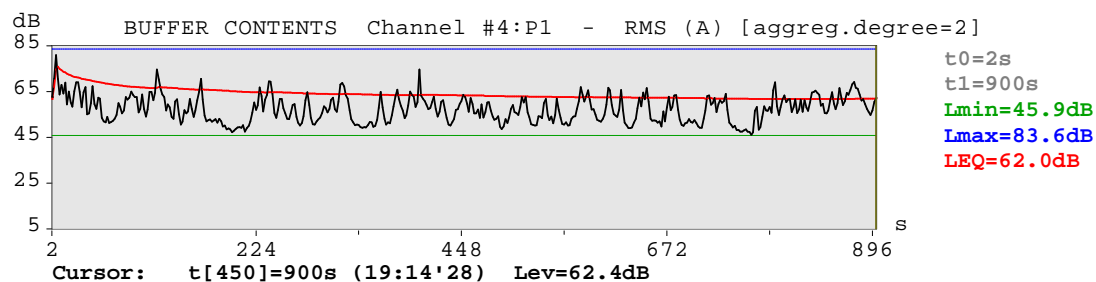
VIBRAÇÕES INDUZIDAS AO SOLO



PONTO 18 – RUA SÃO BENEDITO Nº 1287



RUÍDO AMBIENTE

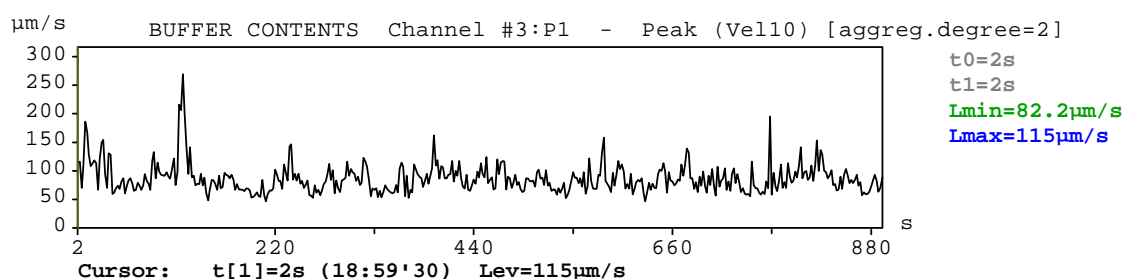
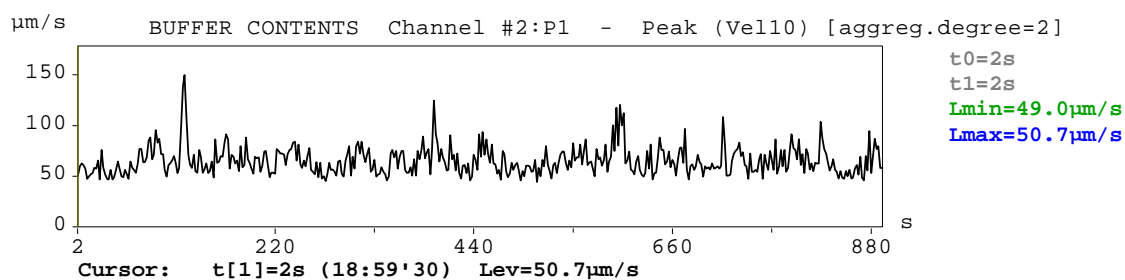
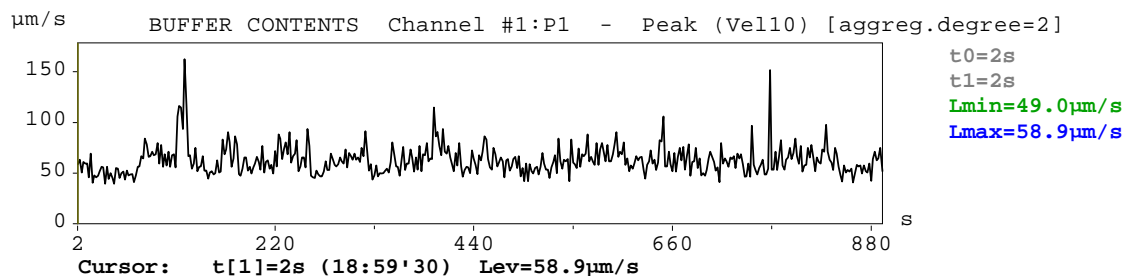


RUÍDO DE FUNDO E DE PASSAGEM MOSTRADO ATRAVÉS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE EVENTOS

Statistical levels for Histogram: Channel #4:P1 - RMS

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ni[%]	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Lnj[dB]	71.6	64.7	62.3	60.4	58.4	56.7	55.2	53.2	51.6	50.0
L90 = 50.0 dB(A)										

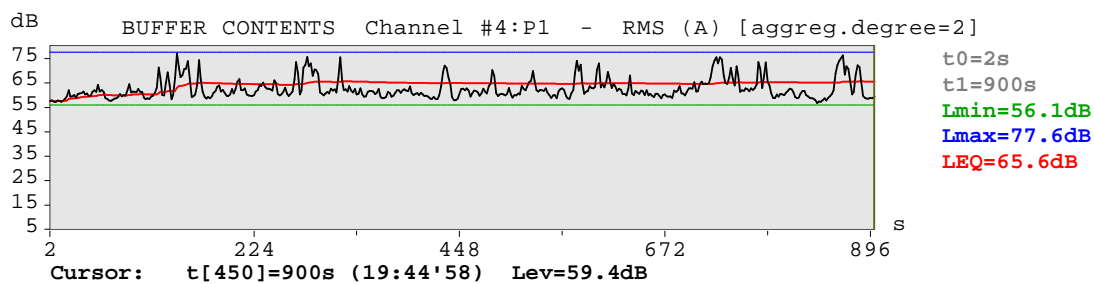
VIBRAÇÕES INDUZIDAS AO SOLO



PONTO 19 – RUA DA PAZ Nº 342



RUÍDO AMBIENTE

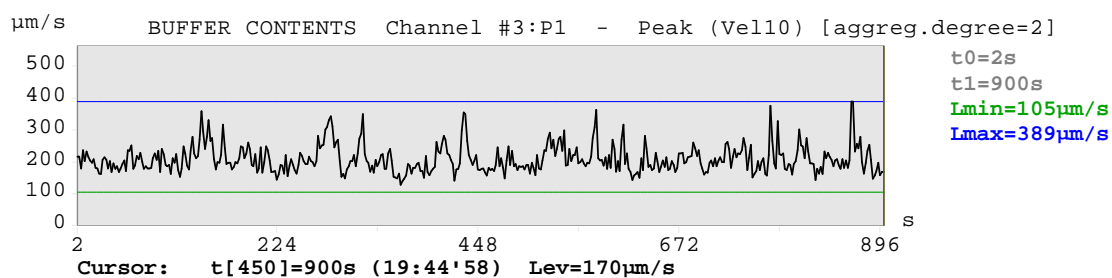
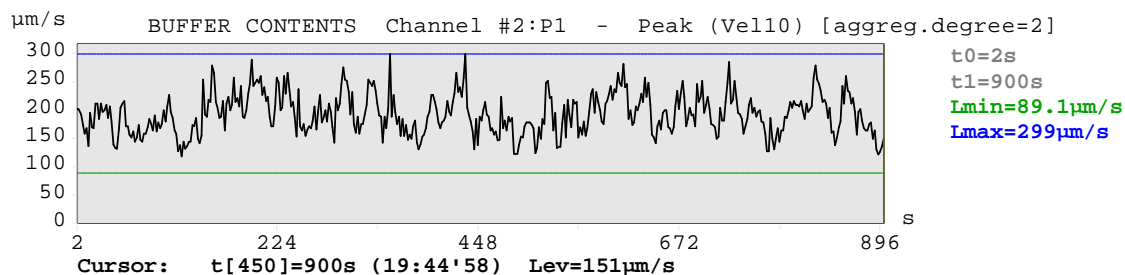
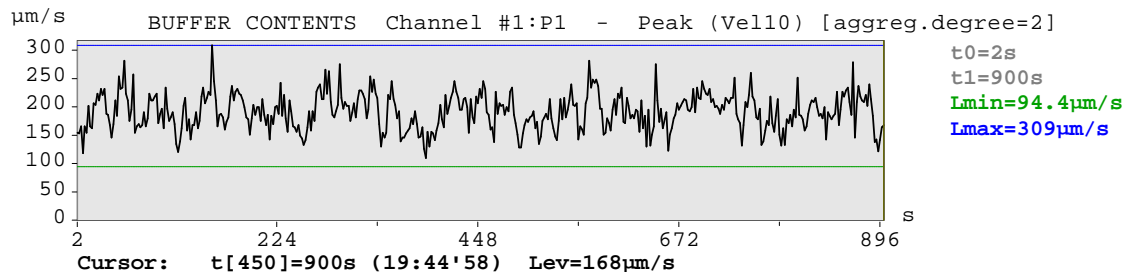


RUÍDO DE FUNDO E DE PASSAGEM MOSTRADO ATRAVÉS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE EVENTOS

Statistical levels for Histogram: Channel #4:P1 - RMS

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ni[%]	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Lni[dB]	75.7	69.2	64.8	62.9	62.0	61.4	60.7	60.1	59.4	58.7
L90 = 58.7 dB(A)										

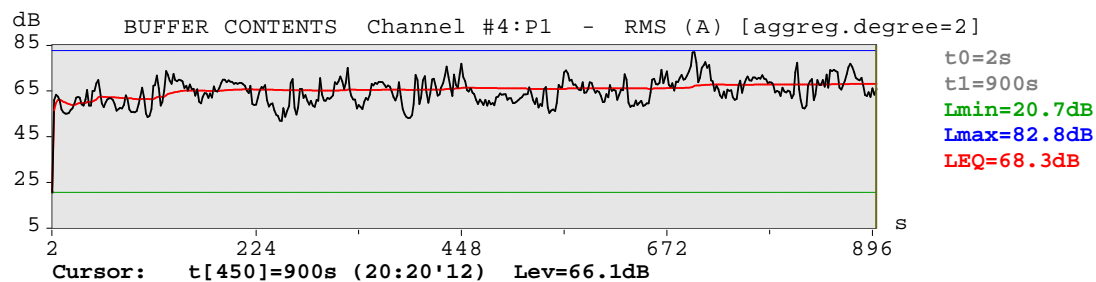
VIBRAÇÕES INDUZIDAS AO SOLO



PONTO 20 – RUA JESUÍNO MACIEL Nº 75



Ruído AMBIENTE

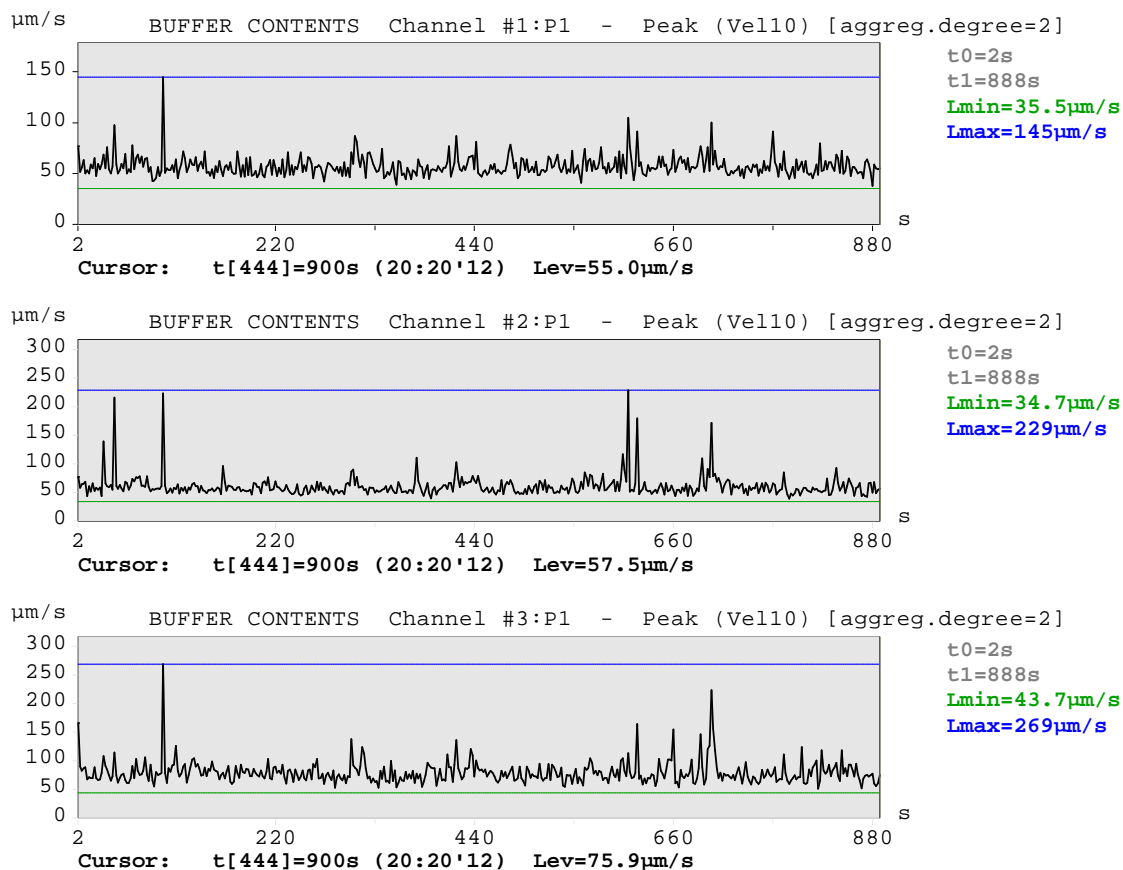


Ruído DE FUNDO E DE PASSAGEM MOSTRADO ATRAVÉS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE EVENTOS

Statistical levels for Histogram: Channel #4:P1 - RMS

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ni[%]	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Lni[dB]	77.6	71.5	69.4	67.9	66.3	64.6	62.9	61.5	59.6	57.6
L90 = 57.6 dB(A)										

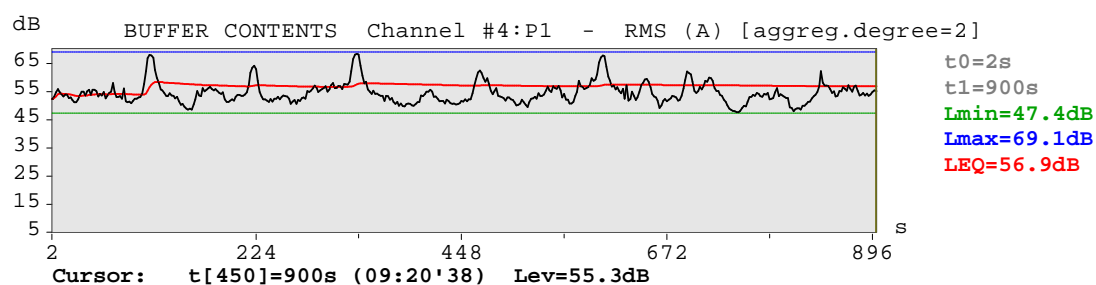
VIBRAÇÕES INDUZIDAS AO SOLO



PONTO 21 – PÁTIO GUIDO CALOI



RUÍDO AMBIENTE

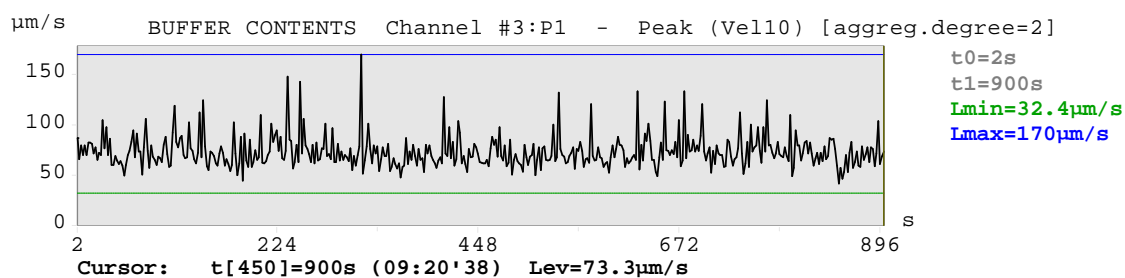
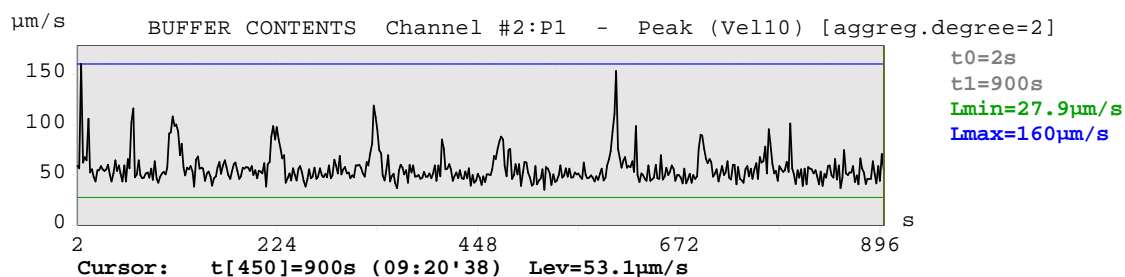
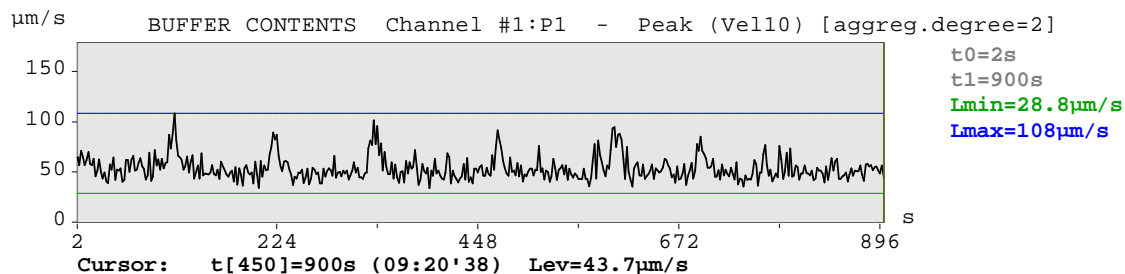


RUÍDO DE FUNDO E DE PASSAGEM MOSTRADO ATRAVÉS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE EVENTOS

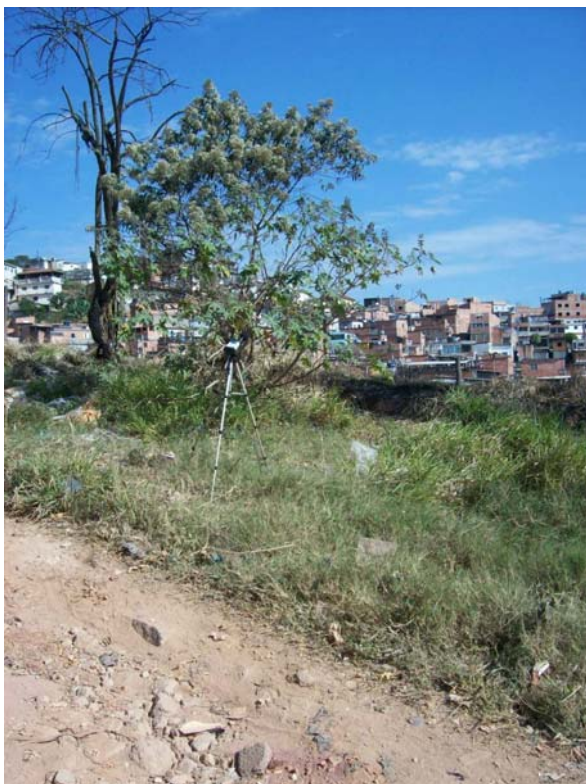
Statistical levels for Histogram: Channel #4:P1 - RMS

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ni[%]	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Lni[dB]	67.8	59.1	56.7	55.5	54.6	53.8	53.2	52.5	51.6	50.5
L90 = 50,5 dB(A)										

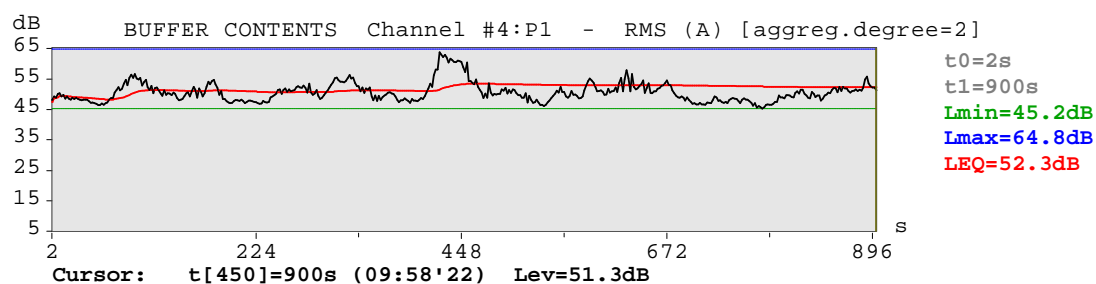
VIBRAÇÕES INDUZIDAS AO SOLO



PONTO 22 – PÁTIO GUIDO CALOI



RUÍDO AMBIENTE

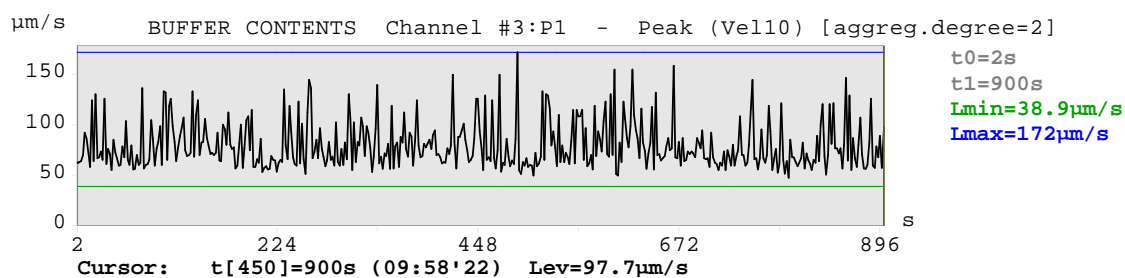
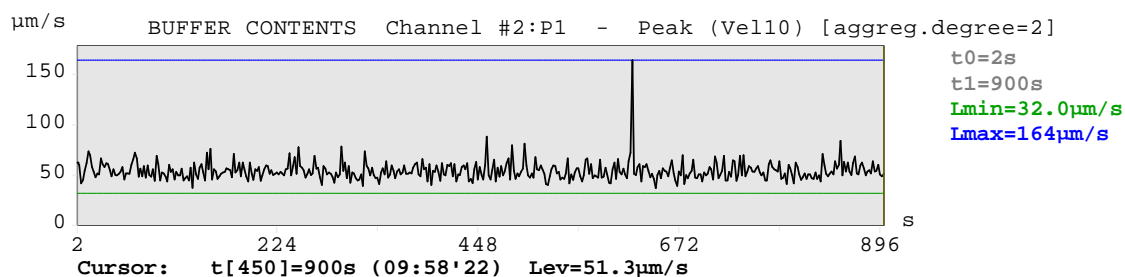
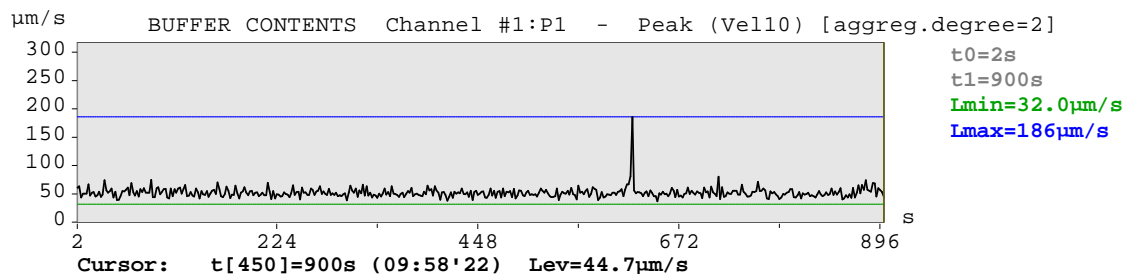


RUÍDO DE FUNDO E DE PASSAGEM MOSTRADO ATRAVÉS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE EVENTOS

Statistical levels for Histogram: Channel #4:P1 - RMS

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ni[%]	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Ln[i]dB	62.2	54.5	52.6	51.6	50.7	50.0	49.3	48.6	48.0	47.2
L90 = 47.2 dB(A)										

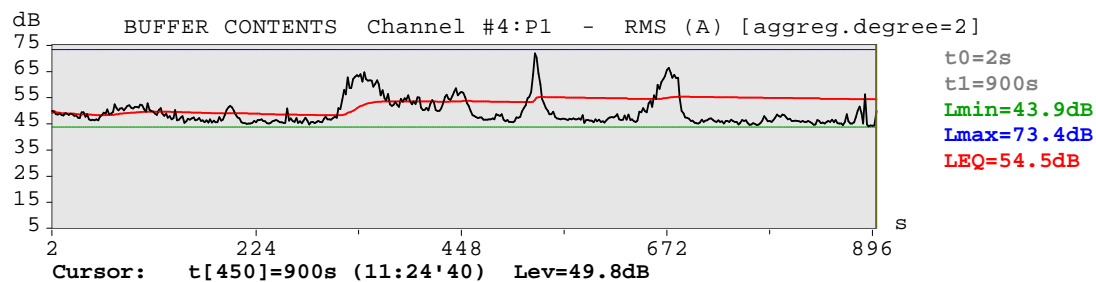
VIBRAÇÕES INDUZIDAS AO SOLO



PONTO 23 – PÁTIO GUIDO CALOI



RUÍDO AMBIENTE

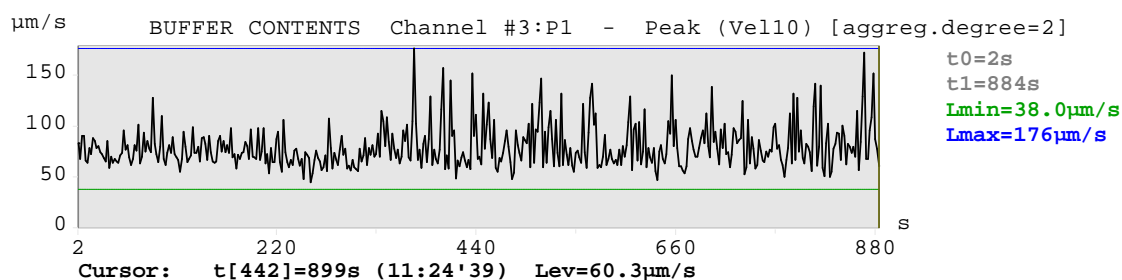
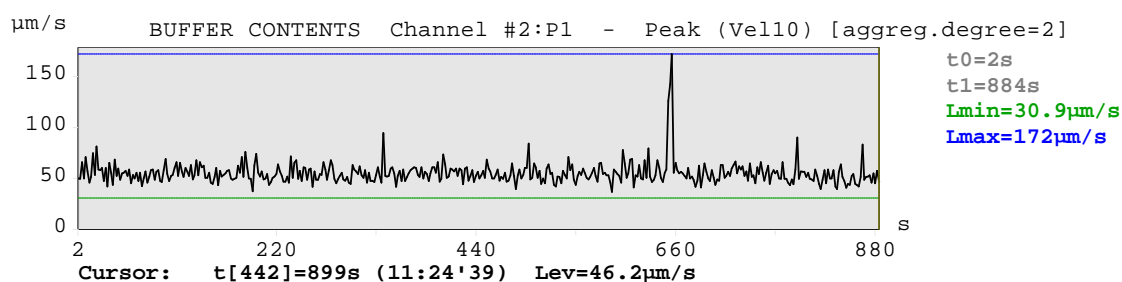
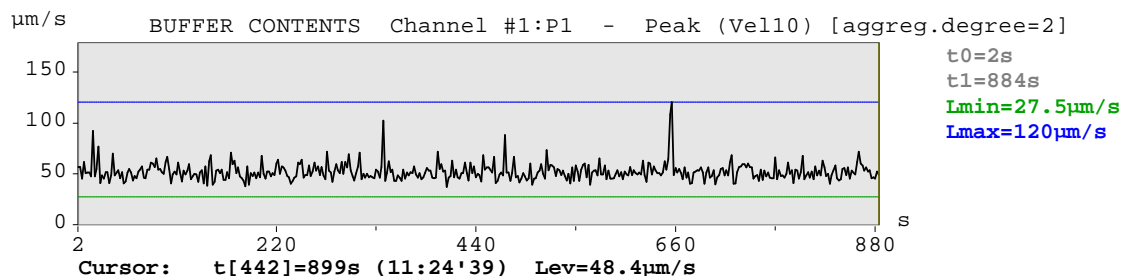


RUÍDO DE FUNDO E DE PASSAGEM MOSTRADO ATRAVÉS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE EVENTOS

Statistical levels for Histogram: Channel #4:P1 - RMS

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ni[%]	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Lni[dB]	65.7	56.5	51.9	50.0	48.5	47.4	46.8	46.3	45.8	45.3
L90 = 45.3 dB(A)										

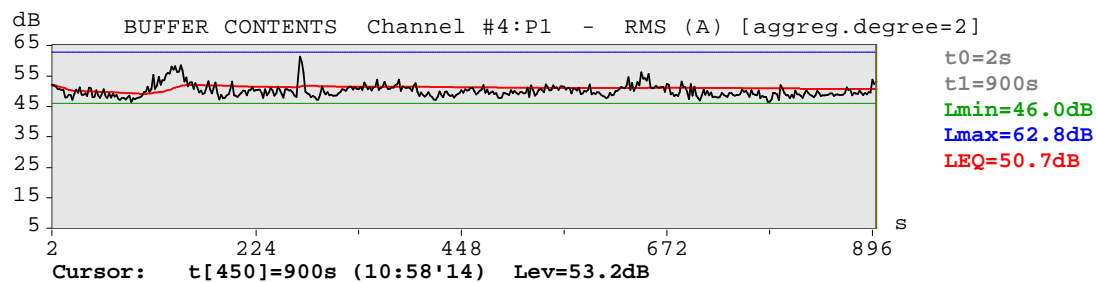
VIBRAÇÕES INDUZIDAS AO SOLO



PONTO 24 – PÁTIO GUIDO CALOI



RUÍDO AMBIENTE

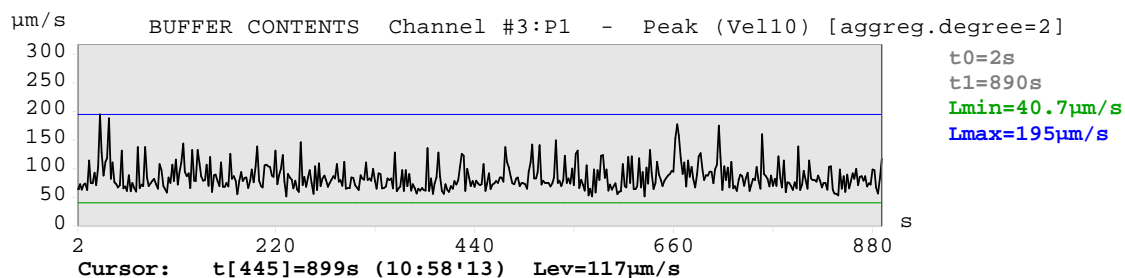
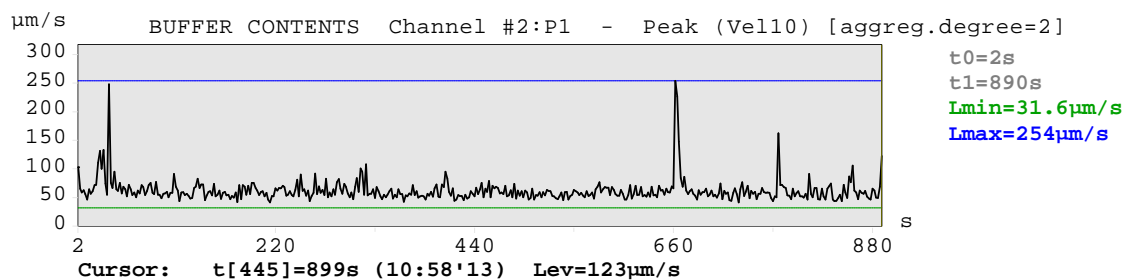
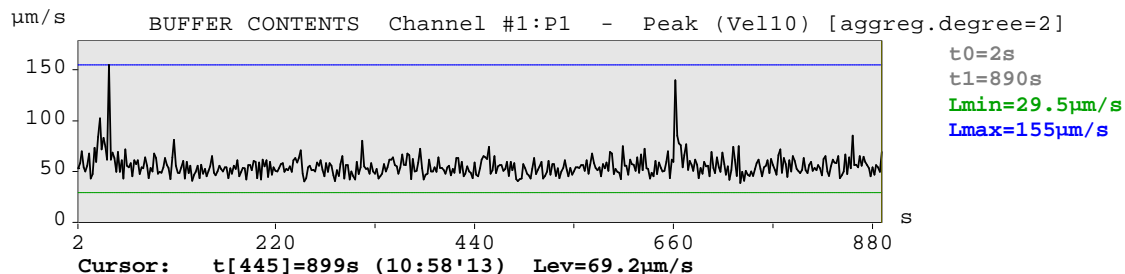


RUÍDO DE FUNDO E DE PASSAGEM MOSTRADO ATRAVÉS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE EVENTOS

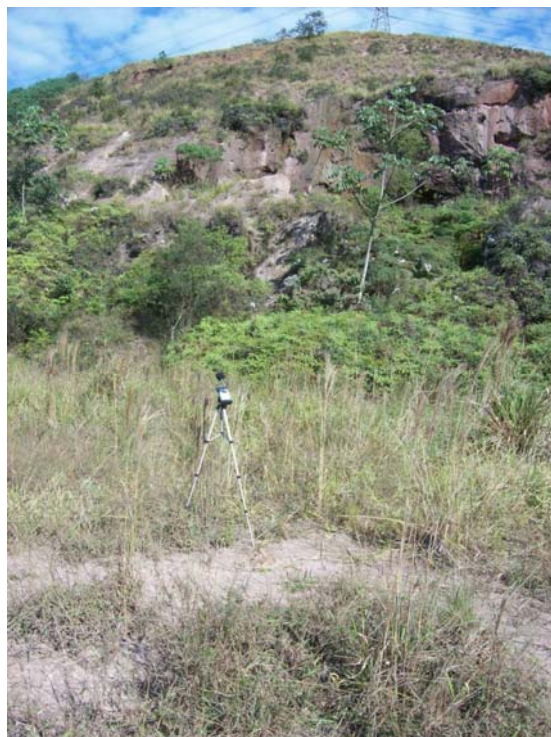
Statistical levels for Histogram: Channel #4:P1 - RMS

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ni[%]	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Lni[dB]	58.0	52.6	51.4	50.7	50.1	49.6	49.2	48.8	48.3	47.7
L90 = 47.7 dB(A)										

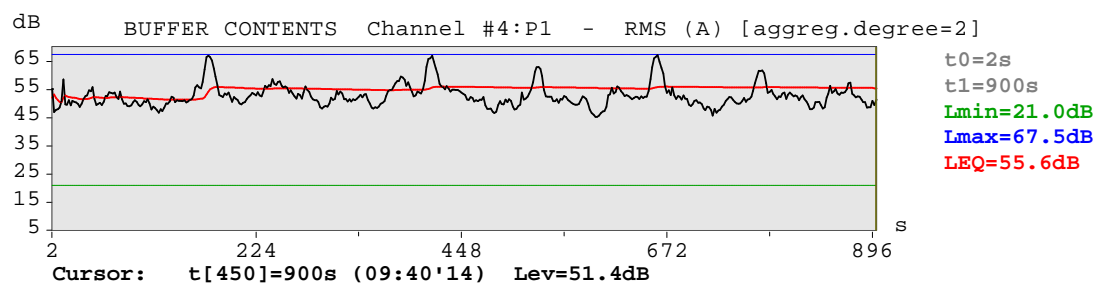
VIBRAÇÕES INDUZIDAS AO SOLO



PONTO 25 – PÁTIO GUIDO CALOI



RUÍDO AMBIENTE

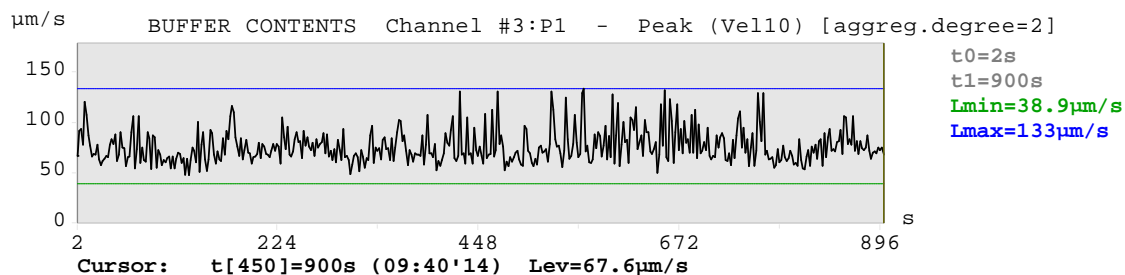
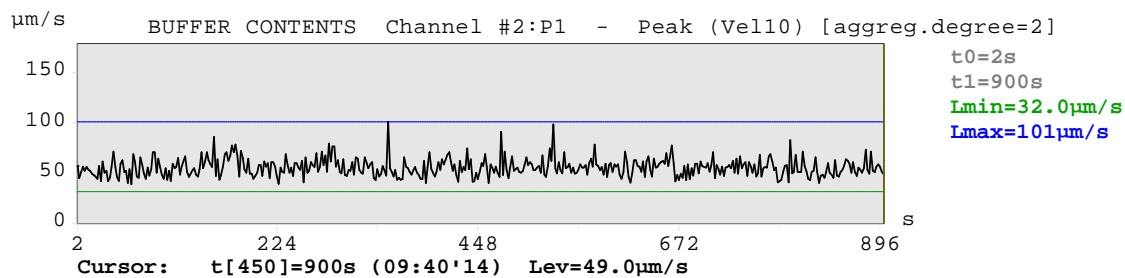
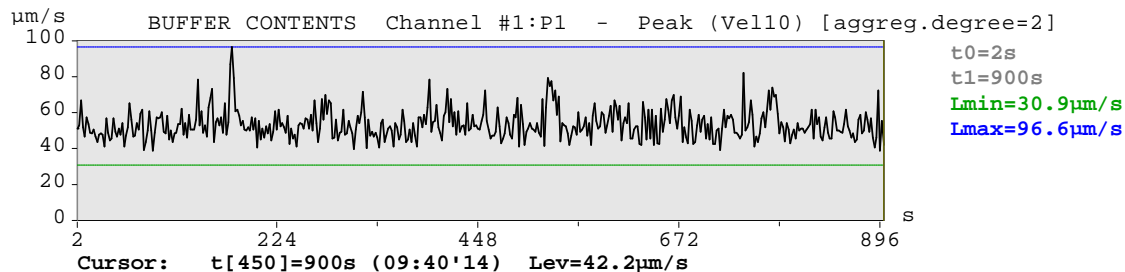


RUÍDO DE FUNDO E DE PASSAGEM MOSTRADO ATRAVÉS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE EVENTOS

Statistical levels for Histogram: Channel #4:P1 - RMS

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ni[%]	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Lni[dB]	66.7	57.8	54.9	53.8	52.8	52.1	51.4	50.7	49.8	48.5
L90 = 48.5 dB(A)										

VIBRAÇÕES INDUZIDAS AO SOLO



d) Considerações sobre as medições de ruídos e vibrações

Conforme se verifica nos gráficos “Plot” do instrumento e tabelas de ruído estatístico, os níveis de ruído medidos são acima dos níveis de conforto estabelecidos pela NBR 10.151. Esse ruído permanente é causado pelo tráfego intenso de veículos, visto que a maioria dos pontos se localizam ao longo de vias como Adolfo Pinheiro, Santo Amaro, Av. Ibirapuera e Pedro de Toledo, que formam a diretriz da Linha de Metrô em estudo. O mesmo ocorre com o nível das vibrações, mais fortemente sentidas nas áreas de tráfego mais intenso e nos corredores de transporte coletivo por ônibus.

No local do futuro Pátio Guido Calói, o ruído medido não ultrapassa os parâmetros da Norma, e as vibrações induzidas estão abaixo do nível máximo recomendado pela CETESB.

O aumento no nível de ruídos poderá ocorrer na etapa de implantação da Linha 5-Lilás nos locais de circulação de caminhões para a obra e por conta do maquinário e métodos utilizados.

Com relação ao ruído de fundo, L90 dB(A), para o período noturno nota-se a tendência de queda do referido parâmetro devido ao decréscimo de movimentação no entorno das localidades de medição.

Os níveis medidos de vibrações induzidas ao solo – Velocidade de pico (mm/s) – também são provenientes do tráfego de veículos nas vias locais onde se localizam os pontos de medição. No Pátio Guido Calói, os níveis medidos de vibrações induzidas estão abaixo do nível máximo recomendado pela CETESB em todos os pontos de medição.