



Código		Rev.
RT-5.00.00.00/1Y2-001		Ø
Emissão	Folha	
02/07/2013	1	de 23
Contrato		
OS.		

DOCUMENTO TÉCNICO

Emitente – Contratada / Projetista / Fornecedor	Verificação _____ CREA N° _____ Aprovação _____ CREA N° _____
DEPARTAMENTO DE LICENCIAMENTO E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	
Linha GERAL Lote _____ Trecho / Sist. _____ Sub. Trecho / Sub. Sist. Conj. 00 Un. Constr./ Sub. Conj. 00	Contratada Verificação _____ CREA N° _____ Aprovação _____ CREA N° _____

Objeto	METRÔ
PLANO DE MONITORAMENTO DE RUÍDO E VIBRAÇÕES PARA A FASE DE OPERAÇÃO DO TRECHO ENTRE ESTAÇÕES LARGO TREZE E ADOLFO PINHEIRO DA LINHA 5 – LILÁS.	Verificação _____ 02/07/2013 CREA N° 5062114919 Aprovação _____ 02/07/2013

Documentos de Referência				
RT-5.18.00.00/6U9-101: Relatório técnico sobre a definição dos pontos de medição de vibrações e ruídos				
DE-5.18.00.00/6U9-102: Cadastro de Edificações Lindeiras – Vias Principais km 9,7+76,00m ao km10,3+75,35m				
DE-5.18.00.00/6U9-103: Sistema de Atenuação de Vibrações e Ruídos Secundários km 9,7+76,00 m ao km 10,3+75,35 m				
MC-5.18.00.00/6U9-104: Sistema de Atenuação de Vibrações e Ruídos Secundários - Memória de Cálculo				
Documentos Resultantes				
Observações				
	/ /	/ /	/ /	/ /
	/ /	/ /	/ /	/ /
	/ /	/ /	/ /	/ /
	/ /	/ /	/ /	/ /
	/ /	/ /	/ /	/ /
REV.	EMITENTE / APROVAÇÃO	CONTRATADA / APROVAÇÃO	METRÔ / VERIFICAÇÃO	METRÔ / APROVAÇÃO

Código	Rev.
RT-5.00.00.00/1Y2-001	Ø
Folha	
2 de 23	

Emitente – Contratada / Projetista / Fornecedor	Emitente
DEPARTAMENTO DE LICENCIAMENTO E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	02/07/2013
	Metrô – Verificação
	02/07/2013

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	5
1.1	OBJETIVOS	5
1.2	DEFINIÇÕES	5
2	CAPÍTULO I - MONITORAMENTO DE RUÍDO	7
2.1	- PERIODICIDADE	7
2.1.1	- ANTES DO INÍCIO DA OPERAÇÃO	7
2.1.2	- APÓS O INÍCIO DA OPERAÇÃO	8
2.2	- DEFINIÇÃO DOS RECEPTORES	8
2.3	- METODOLOGIA	11
2.3.1	- CONDIÇÕES GERAIS	11
2.3.2	- EQUIPAMENTOS	12
2.3.3	- CORREÇÕES NOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA	12
2.3.4	- NÍVEIS DE CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO	13
2.4	- TRATAMENTO DOS DADOS E APRESENTAÇÃO DO RELATÓRIO	14
2.4.1	- DESENHO ESQUEMÁTICO E DESCRIÇÃO DOS PONTOS DA MEDIÇÃO	14
2.4.2	- REGISTROS FOTOGRÁFICOS	14
2.4.3	- HORÁRIO E DURAÇÃO DAS MEDIÇÕES	14
2.4.4	- HISTOGRAMA DAS MEDIÇÕES	15
2.4.5	- NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA CORRIGIDOS	15
2.4.6	- NÍVEL DE RUÍDO AMBIENTE	15
2.4.7	- TABELA COMPARATIVA	15
2.4.8	- APRESENTAÇÃO DA CONCLUSÃO	16
2.5	- MEDIDAS MITIGADORAS AOS IMPACTOS DE RUÍDO PREVISTAS	16
2.5.1	- VSE DELMIRO SAMPAIO	16
2.5.2	- ESTAÇÃO ADOLFO PINHEIRO	18
3	CAPÍTULO II - MONITORAMENTO DE VIBRAÇÃO.	20
3.1	- CRONOGRAMA	20
3.2	- LOCAIS DE ENSAIO	20
3.3	- METODOLOGIA	21
3.4	- TRATAMENTO DOS DADOS E APRESENTAÇÃO DO RELATÓRIO	21
3.4.1	- APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	21
3.4.2	- APRESENTAÇÃO DA CONCLUSÃO	22
3.5	- MEDIDAS MITIGADORAS AOS IMPACTOS DE VIBRAÇÕES PREVISTAS	22

Código	Rev.
RT-5.00.00.00/1Y2-001	Ø
Folha	
3 de 23	

Emitente – Contratada / Projetista / Fornecedor DEPARTAMENTO DE LICENCIAMENTO E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	Emitente 02/07/2013
	Metrô – Verificação 02/07/2013

ÍNDICE DE TABELA

Tabela 2.2-1: Relação de endereços dos pontos de medição de ruído.	9
---	---

Código	Rev.
RT-5.00.00.00/1Y2-001	Ø
Folha	
4 de 23	

Emitente – Contratada / Projetista / Fornecedor DEPARTAMENTO DE LICENCIAMENTO E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	Emitente 02/07/2013
	Metrô – Verificação 02/07/2013

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.2-1: Localização dos pontos de medição – VSE Delmiro Sampaio.	10
Figura 2.2-2: Localização dos pontos de medição – Estação Adolfo Pinheiro.....	10
Figura 2.5.1-1: Croqui do Sistema de Ventilação – VSE Delmiro Sampaio.	18
Figura 2.5.2-1: Croqui do Sistema de Ventilação – Estação Adolfo Pinheiro.	19

Código	Rev.
RT-5.00.00.00/1Y2-001	Ø
Folha	
5 de 23	

Emitente – Contratada / Projetista / Fornecedor DEPARTAMENTO DE LICENCIAMENTO E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	Emitente 02/07/2013
	Metrô – Verificação 02/07/2013

1 INTRODUÇÃO

1.1 OBJETIVOS

Este documento tem por objetivo predefinir o plano de monitoramento de Ruído e Vibrações no entorno da Estação Adolfo Pinheiro e VSE Delmiro Sampaio da Linha 5 – Lilás durante a fase de operação do trecho entre as estações Largo Treze e Adolfo Pinheiro conforme já estabelecido na Licença Ambiental de Instalação Nº 614 de 26 de junho de 2009 (Processo SMA 817/08) bem como apresentar as medidas estruturais mitigadoras a esses impactos já previstas em projeto.

Para efeito de definição de imóveis lindeiros à via permanente no monitoramento de Vibrações, este Relatório Técnico irá se remeter aos locais já definidos no **RT-5.18.00.00/6U9-101**, Relatório Técnico sobre a definição dos pontos de medição de vibrações e ruídos secundários de acordo com as zonas e edificações lindeiras.

1.2 DEFINIÇÕES

Destacam-se, neste documento, as seguintes definições a serem aplicadas:

- **Área de Influência Direta (AID):** Área localizada no entorno dos canteiros de obra e da linha em implantação, onde serão implementadas as ações de monitoramento de ruído e vibração;
- **Receptores Sensíveis:** Edificações lindeiras aos canteiros de obra e à linha em implantação, com exigências de baixo nível de ruído e vibração, tais como: residências, edifícios residenciais, hospitais, unidades básicas de saúde, unidades educacionais, monumentos ou edifícios históricos e demais estabelecimentos nos quais se deve realizar as avaliações dos níveis de ruído e vibração.
- **Nível de Ruído:** “nível de pressão sonora expresso em decibéis, ponderado pela curva de resposta “A”.” (Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental, Decisão de Diretoria Nº100/2009/P, 2009, p. 3)

Código	Rev.
RT-5.00.00.00/1Y2-001	Ø
Folha	
6 de 23	

Emitente – Contratada / Projetista / Fornecedor DEPARTAMENTO DE LICENCIAMENTO E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	Emitente 02/07/2013
	Metrô – Verificação 02/07/2013

- **dB(A):** “unidade do nível de pressão sonora em decibéis, para quantificação do nível de ruído, ponderada pela curva de resposta “A”.” (Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental, Decisão de Diretoria Nº100/2009/P, 2009, p. 3)
- **Nível de Pressão Sonora Equivalente (LAeq):** “Nível obtido a partir do valor médio quadrático da pressão sonora (com a ponderação A) referente a todo o intervalo de medição.” (Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 10.151, 2000, p. 2)
- **Nível de Ruído Ambiente (L_{ra}):** “Nível de pressão sonora equivalente ponderado em “A”, no local e horário considerados, na ausência do ruído gerado pela fonte sonora em questão.” (Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 10.151, 2000, p. 2)
- **Nível de Critério de Avaliação (NCA):** Nível de pressão sonora em dB(A) que estabelece o limite de aceitação para uma determinada área.
- **Ruído com caráter impulsivo:** “Ruído que contém impulsos, que são picos de energia acústica com duração menor do que 1 s e que se repetem a intervalos maiores do que 1 s (por exemplo martelagens, bate-estacas, tiros e explosões).” (Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 10.151, 2000, p. 2)
- **Ruído com componentes tonais:** “Ruído que contém tons puros, como o som de apitos ou zumbidos.” (Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 10.151, 2000, p. 2)
- **Histograma:** Representação gráfica da variação de nível de pressão sonora em um plano cartesiano onde o eixo das abscissas indica o tempo em segundos e o eixo das ordenadas, o nível de ruído em dB(A).
- **Velocidade de vibração de partícula:** velocidade de um ponto material medida na unidade mm/s (milímetros por segundo) nos três eixos de um sistema de coordenadas ortonormal local.
- **Acelerômetro:** equipamento a ser utilizado na medição de velocidade de partícula – pico.

Código	Rev.
RT-5.00.00.00/1Y2-001	Ø
Folha	
7 de 23	

Emitente – Contratada / Projetista / Fornecedor DEPARTAMENTO DE LICENCIAMENTO E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	Emitente 02/07/2013
	Metrô – Verificação 02/07/2013

- **Ponto de Medição:** local determinado, onde os Medidores de Nível de Pressão Sonora e velocidade de vibração de partícula serão posicionados para realização das atividades de medição.
- **Órgão Licenciador:** Organização responsável pela emissão e acompanhamento técnico das Licenças Ambientais.
- **Empreendedor:** Companhia do Metropolitano de São Paulo, ou concessionária devidamente aprovada em processo de Parceria Público Privada - PPP.

2 CAPÍTULO I - MONITORAMENTO DE RUÍDO

2.1 - PERIODICIDADE

Para fim de monitoramento de ruído, este documento irá estabelecer as periodicidades das campanhas de medição em conformidade com os monitoramentos em andamento em todas as linhas atualmente em operação pela CMSP

2.1.1 - ANTES DO INÍCIO DA OPERAÇÃO

Deverá ser realizada uma medição inicial em pontos sensíveis definidos conforme demonstra o item 2.2 antes do início de qualquer atividade potencialmente poluidora com a finalidade de se estabelecer a condição inicial de ruído ambiente. Os resultados dessa campanha devem compor os parâmetros de referência a fim de possibilitar, futuramente, o grau de impacto das fontes poluidoras e suas características.

Os parâmetros de referência serão importantes, sobretudo em locais com grau elevado de degradação sonora nos quais a introdução de novas fontes geradoras de ruído não é representativa, se comparada com o ruído de fundo existente. Os limites serão estabelecidos mais adiante.

As datas das atividades serão previamente informadas ao Órgão Ambiental, com antecedência mínima de 30 dias, para que os técnicos do órgão definam se irão acompanhar as medições.

Código	Rev.
RT-5.00.00.00/1Y2-001	Ø
Folha	
8 de 23	

Emitente – Contratada / Projetista / Fornecedor DEPARTAMENTO DE LICENCIAMENTO E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	Emitente 02/07/2013
	Metrô – Verificação 02/07/2013

2.1.2 - APÓS O INÍCIO DA OPERAÇÃO

A segunda campanha de monitoramento dos níveis de pressão sonora, com o acompanhamento dos técnicos do Órgão Ambiental, deve ocorrer após o início da operação, nos mesmos receptores em que foram coletados os dados da primeira campanha, repetindo-se a cada período de 6 meses.

Caso os resultados do monitoramento demonstrem elevações dos níveis de ruído em decorrência da linha em operação, será formalizada solicitação junto à área responsável desta Companhia, para que sejam estudadas medidas mitigadoras complementares às medidas já previstas em projeto (conforme descrito no item 2.5 deste plano).

Os resultados apurados em cada campanha de medição formará parte de um relatório detalhado, conforme estabelecido pelo item 2.4 deste Plano de Monitoramento. Estes relatórios serão juntados aos relatórios periódicos de acompanhamento da Licença Ambiental de Operação que serão apresentados ao Órgão Ambiental.

2.2 - DEFINIÇÃO DOS RECEPTORES

A definição de pontos receptores considerados sensíveis às fontes geradoras de ruído se dará pela proximidade do receptor em relação à fonte, pelas características de uso e ocupação dos imóveis lindeiros e pelo estado de degradação sonoro da zona de interesse. Em casos particulares, quando da ocorrência de reclamação, o imóvel reclamante pode passar a fazer parte do conjunto de receptores sensíveis ao empreendimento após avaliação da pertinência da reclamação.

O uso a que se destina um imóvel localizado na área de influência direta do empreendimento torna-o mais, ou menos sensível às variações de pressão sonora provocadas pela instalação de um empreendimento de metrô.

Embora o Nível de Critério de Avaliação em dB(A) para ambientes externos seja o mesmo para imóveis localizados no mesmo tipo de área, as medições devem ser realizadas em imóveis cuja vocação implique em menor tolerância às alterações nos níveis de ruído. São exemplos de imóveis potencialmente sensíveis: Edifícios Residenciais, Hospitais e Clínicas, Escolas de Música, Bibliotecas, Clínicas Veterinárias etc.

Código	Rev.
RT-5.00.00.00/1Y2-001	Ø
Folha	
9 de 23	

Emitente – Contratada / Projetista / Fornecedor DEPARTAMENTO DE LICENCIAMENTO E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	Emitente 02/07/2013
	Metrô – Verificação 02/07/2013

Para o trecho objeto do presente Relatório Técnico, há apenas duas fontes potencialmente poluidoras através das quais poderia haver a propagação das ondas sonoras para a área externa devida ao tráfego de trens. Trata-se do Poço de Ventilação e Saída de Emergência - Delmiro Sampaio e da Estação Adolfo Pinheiro. Não há, neste trecho, fontes lineares de ruído, tendo em vista que todo o trecho de via compreendido entre as estações Largo Treze e Adolfo Pinheiro é subterrâneo. Embora se saiba que a via permanente, mesmo subterrânea, pode ser uma fonte de ruído secundário, é impossível prever em quais locais o ruído resultante da excitação dos meios de propagação seria perceptível na superfície. Desta forma, caso haja reclamação devida a incômodo percebido em locais distantes das fontes pontuais fixas e próximos ao eixo da via, a localização do imóvel reclamante também pode passar a fazer parte do conjunto de receptores sensíveis ao empreendimento após avaliação da pertinência da reclamação.

Tratando-se, portanto, de fontes fixas de geração de ruído, para efeito de monitoramento de ruído, decide-se por estabelecer os receptores sensíveis listados na tabela a seguir.

Tabela 2.2-1: Relação de endereços dos pontos de medição de ruído.

Ponto	Endereço	Tipo
PMR01	Rua Voluntário Delmiro Sampaio, Nº 52	Comercial (Advogado)
PMR02	Rua Manoel Borba, em frente ao Nº 292	Institucional (CROSP)
PMR03	Av. Adolfo Pinheiro, Nº 48 (Dentista)	Comercial (Dentista)
PMR04	Rua Isabel Schmidt (entrada da Sta. Casa)	Hospital
PMR05	Rua Padre José de Anchieta, altura do Nº 511	Institucional (Escola)
PMR06	Rua Padre José de Anchieta, Nº 664	Residencial
PMR07	Av. Adolfo Pinheiro, em frente ao Nº 256	Hospital

As Figuras 01 e 02 a seguir ilustram a posição relativa dos pontos de medição adotados em relação às fontes potencialmente poluidoras. Cabe observar que as fontes principais presentes na Estação Adolfo Pinheiro são as grelhas de insuflamento mecânico da Estação e das Salas Técnicas, destacadas na figura 02.

No item 2.5 serão descritas as medidas mitigadoras dadas às fontes poluidoras de ruído presentes.

Código	Rev.
RT-5.00.00.00/1Y2-001	Ø
Folha	
10 de 23	

Emitente – Contratada / Projetista / Fornecedor	Emitente
DEPARTAMENTO DE LICENCIAMENTO E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	02/07/2013
	Metrô – Verificação
	02/07/2013



Figura 2.2-1: Localização dos pontos de medição – VSE Delmiro Sampaio.



Figura 2.2-2: Localização dos pontos de medição – Estação Adolfo Pinheiro.

Código	Rev.
RT-5.00.00.00/1Y2-001	Ø
Folha	
11 de 23	

Emitente – Contratada / Projetista / Fornecedor DEPARTAMENTO DE LICENCIAMENTO E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	Emitente 02/07/2013
	Metrô – Verificação 02/07/2013

A escolha adequada do receptor sensível, quanto às suas características, irá minimizar a probabilidade de ocorrência de reclamações durante toda a fase de instalação do empreendimento.

2.3– METODOLOGIA

A Metodologia de Medição de ruído deve seguir o estabelecido na NBR 10.151 / 2000 que diz respeito à avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento - e Decisão de Diretoria nº 389/2010/P, de 21 de dezembro de 2010 que dispõe sobre a aprovação da Regulamentação de níveis de ruído em sistemas lineares de transportes localizados no Estado de São Paulo.

2.3.1 - CONDIÇÕES GERAIS

“O método de avaliação envolve as medições do nível de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}), em decibel ponderados em “A”, comumente chamados de dB(A)” (Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR10.151, 2000, p. 1) salvo para os casos de ruídos com características impulsivas ou de impacto, conforme será descrito mais adiante.

As medições dos níveis de ruído serão realizadas fora dos limites da propriedade que contém a fonte salvo nos casos em que houver ocorrência de reclamação. Nesse caso, a medição será realizada nas condições locais indicadas pelo reclamante.

A duração da medição será escolhida de forma a permitir a caracterização da fonte de ruído não devendo ser inferior a 5 minutos. A escolha do tempo de medição levará em consideração a existência de eventos periódicos dentro de um determinado intervalo, devendo ter duração suficiente para medir alterações intermitentes e frequentes no nível de ruído de um dado receptor.

Código	Rev.
RT-5.00.00.00/1Y2-001	Ø
Folha	
12 de 23	

Emitente – Contratada / Projetista / Fornecedor DEPARTAMENTO DE LICENCIAMENTO E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	Emitente 02/07/2013
	Metrô – Verificação 02/07/2013

2.3.2 – EQUIPAMENTOS

Medidor de Nível de Pressão Sonora:

O equipamento adequado às atividades descritas nesse plano é o Medidor de Nível de Pressão Sonora. Este equipamento deve atender às especificações da IEC 60651 para tipo 0 e tipo 1. O equipamento deverá possuir recurso para medição de nível de pressão sonora equivalente ponderado em “A” (L_{Aeq}), conforme IEC 60804 sendo vetado o uso de dosímetros de ruído.

Calibrador:

O calibrador acústico utilizado deverá atender às especificações da IEC 60942, devendo ser classe 1 com certificado de calibração da Rede Brasileira de Calibração (RBC), ou do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), emitido no mínimo a dois anos da realização da medição.

“Uma verificação e eventual ajuste do medidor de nível de pressão sonora ou do sistema de medição deve ser realizada pelo operador do equipamento, com o calibrador acústico, imediatamente antes e após cada medição, ou conjunto de medições relativas ao mesmo evento” (Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR10.151, 2000, p. 2)

2.3.3 – CORREÇÕES NOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA

Serão analisados os resultados das medições de L_{Aeq} a fim de se identificar a ocorrência de ruídos de caráter impulsivos e com componentes tonais durante todo, ou em parte, do tempo decorrido em uma medição de pressão sonora.

A norma brasileira define o ruído de caráter impulsivo como o ruído que contém impulsos, ou seja, picos de energia acústica com duração menor do que 1s e que se repetem a intervalos maiores do que 1s (por exemplo martelagens, bate-estacas, tiros e explosões) e como ruído com componentes tonais, ruídos que contém tom puros tais como apitos, zumbidos e transformadores.

Em ambos os casos, cabe uma correção a ser aplicada, conforme a seguir:

Código	Rev.
RT-5.00.00.00/1Y2-001	Ø
Folha	
13 de 23	

Emitente – Contratada / Projetista / Fornecedor DEPARTAMENTO DE LICENCIAMENTO E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	Emitente 02/07/2013
	Metrô – Verificação 02/07/2013

Ruídos de caráter impulsivo: Acrescentar 5 dB(A) ao valor máximo medido com o medidor de pressão sonora, ajustado para resposta rápida (*fast*).

Ruídos com componentes tonais: Acrescentar 5 dB(A) ao valor de L_{Aeq}

Ruídos de caráter impulsivo e componentes tonais: Adotar o maior valor dentre as duas correções descritas anteriormente.

2.3.4 – NÍVEIS DE CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO

A Tabela a seguir estabelece o Nível de Critério de Avaliação (NCA) para ambientes externos. (**Fonte:** Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR10.151, 2000, p. 2)

Tabela 02 – Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos em dB(A)

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

O L_{ra} é numericamente igual ao L_{Aeq} quando o L_{Aeq} é medido (e/ou calculado) na situação em que as fontes de ruído que serão objeto do monitoramento não estão presentes.

Se o nível de ruído ambiente (L_{ra}) for superior ao valor da Tabela 02, para a área e horário em questão, o NCA assume o valor do L_{ra} .

Estabelecer a condição do entorno no que diz respeito aos níveis de pressão sonora pré-existentes, possibilita averiguar se há fontes geradoras de impacto intrínsecas às atividades de obra ou se não houve degradação decorrente das estruturas instaladas (poços de ventilação e estações).

Código	Rev.
RT-5.00.00.00/1Y2-001	Ø
Folha	
14 de 23	

Emitente – Contratada / Projetista / Fornecedor DEPARTAMENTO DE LICENCIAMENTO E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	Emitente 02/07/2013
	Metrô – Verificação 02/07/2013

2.4- TRATAMENTO DOS DADOS E APRESENTAÇÃO DO RELATÓRIO

A consolidação das informações coletadas nas campanhas de medição dará origem a um relatório de ensaio no qual os resultados serão interpretados e, baseando-se em critérios descritos no item 2.3.4, será estabelecida a necessidade de se tomar medidas corretivas aos eventuais impactos sonoros ocorridos na operação da linha.

Para se obter maior clareza na apresentação dos resultados, o relatório será dividido conforme os limites das áreas de influência de cada frente objeto do monitoramento. Deverá apresentar, obrigatoriamente, o conteúdo descrito nos itens a seguir.

2.4.1 - DESENHO ESQUEMÁTICO E DESCRIÇÃO DOS PONTOS DA MEDIÇÃO

Será elaborado um desenho sobre ortofoto contendo a localização dos pontos de medição, a delimitação das frentes de obra, com a localização dos canteiros, identificação dos potenciais pontos geradores de ruído no canteiro de obras, nomes das ruas e avenidas e, se possível, pontos de referências conhecidos.

Em uma tabela auxiliar, serão caracterizados os receptores sensíveis de cada endereço relacionado, descrevendo-os conforme o uso ou vocação de cada um.

2.4.2 - REGISTROS FOTOGRÁFICOS

Serão inseridos registros fotográficos georeferenciados e datados da realização das medições contendo foto do equipamento posicionado para a medição de forma a identificar edificações, ou outros equipamentos públicos próximos e foto do entorno.

2.4.3 - HORÁRIO E DURAÇÃO DAS MEDIÇÕES

Tendo em vista que a operação comercial das linhas de Metrô se encerra 00:00hs, a ocorrências de medições no período noturno não serão

Código	Rev.
RT-5.00.00.00/1Y2-001	Ø
Folha	
15 de 23	

Emitente – Contratada / Projetista / Fornecedor DEPARTAMENTO DE LICENCIAMENTO E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	Emitente 02/07/2013
	Metrô – Verificação 02/07/2013

consideradas nesse plano de monitoramento. Caso seja registrada reclamação durante o período

2.4.4 - HISTOGRAMA DAS MEDIÇÕES.

Para cada medição de ruído, será apresentado o histograma demonstrando, eventualmente, a necessidade de se aplicar as correções descritas no item 2.3.3, bem como o registro gráfico do nível sonoro. Para as correções decorrentes da existência de ruídos com componentes tonais, utiliza-se um espectro de frequência com a finalidade de se identificar tons puros em determinados intervalos de frequência.

A análise do espectro demonstra, de maneira clara, uma componente tonal quando a intensidade de uma ou mais bandas é, no mínimo, 5dB(A) superior às demais bandas.

2.4.5 - NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA CORRIGIDOS

Conforme descrito no item 2.3.3 aplica-se a devida correção no nível de pressão sonora nos casos específicos, destacando a fonte geradora motivo da correção. Nesta seção o relatório deve justificar a aplicação da correção, apresentando a análise do resultado em cada receptor sensível (histograma individual), destacando os ruídos de caráter impulsivo e/ou tonal.

2.4.6 - NÍVEL DE RUÍDO AMBIENTE

O Lra, ou Nível de Ruído Ambiente, é o LAeq medido na ausência da fonte de ruído, objeto do monitoramento. Para os casos previstos em 2.3.3 o nível de ruído ambiente é o Lc.

2.4.7 - TABELA COMPARATIVA

Uma tabela comparativa entre os níveis de ruído ambiente ponto a ponto e os Níveis descritos na Tabela 02 dará suporte para a determinação dos Níveis de Critério de Avaliação para cada receptor. Nos pontos em que o Lra for superior ao valor da tabela, o Lra passa a ser o Nível de Critério de Avaliação para aquele ponto.

Código	Rev.
RT-5.00.00.00/1Y2-001	Ø
Folha	
16 de 23	

Emitente – Contratada / Projetista / Fornecedor DEPARTAMENTO DE LICENCIAMENTO E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	Emitente 02/07/2013
	Metrô – Verificação 02/07/2013

A partir de então, o Nível de Critério de Avaliação (NCA) será a referência a ser acompanhada durante a operação da linha. Quaisquer níveis de pressão sonora que ultrapassem o NCA serão objeto de estudo para mitigação de Níveis de Pressão Sonora.

2.4.8 - APRESENTAÇÃO DA CONCLUSÃO

Por fim, será apresentado, de maneira geral, qual o impacto esperado e quais as medidas corretivas previstas, quando necessárias, conforme item 2.3.5.

O relatório deve vir acompanhado da Anotação de Responsabilidade Técnica incluindo as atividades de campo (monitoramento) e elaboração de relatório.

2.5– MEDIDAS MITIGADORAS AOS IMPACTOS DE RUÍDO PREVISTAS

As medidas mitigadoras pertinentes aos impactos de ruído para a operação das estações, poços de ventilação e saída de emergência bem como para as demais estruturas, são um requisito técnico previsto ainda na fase de Licitação dos serviços de instalações do empreendimento e evoluem durante a elaboração dos projetos executivos.

A seguir serão apresentadas as descrições das medidas previstas para atenuar os efeitos das principais fontes potencialmente poluidoras existentes tanto na Estação Adolfo Pinheiro como no Poço de Ventilação e Saída de Emergência – Delmiro Sampaio.

2.5.1 – VSE DELMIRO SAMPAIO

Para as linhas ou trechos de linha de metrô que não possuem via elevada ou em superfície, os Poço de Ventilação e de Saída de Emergência passam a ser as fontes de ruído mais significativas devido ao fato de possuírem um sistema de ventilação de alta vazão e de funcionamento contínuo. Devido à sua natureza, um VSE é considerado (a exemplo de uma Estação) uma fonte fixa de ruído, tornando simples o tratamento e mitigação de seus impactos.

O Poço de Ventilação e Saída de Emergência Delmiro Sampaio conta com dois conjuntos Moto - Ventiladores axiais paralelos instalados no interior do túnel de

Código	Rev.
RT-5.00.00.00/1Y2-001	Ø
Folha	
17 de 23	

Emitente – Contratada / Projetista / Fornecedor DEPARTAMENTO DE LICENCIAMENTO E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	Emitente 02/07/2013
	Metrô – Verificação 02/07/2013

ligação entre o poço e a via a aproximadamente 22 m de profundidade em relação à cota da Av. Adolfo Pinheiro.

Para minimizar a emissão de ruído primário e propagação de vibração através da estrutura do poço gerando ruído secundário tanto na superfície como para o interior da via, o sistema de ventilação descrito conta com os seguintes sistemas de atenuação:

- Absorvedor de ruído a jusante dos ventiladores (comprimento 3,5 m, altura 4,5 m e largura 3,5 m) posicionado na vertical no interior da coluna de ventilação do poço;
- Absorvedor de ruído a montante dos ventiladores (comprimento 3,5 m, altura 3,5 m e largura 3,5 m) posicionado na horizontal no interior do túnel de ligação entre o poço e a via;
- Amortecedores de vibração nos apoios dos ventiladores para evitar a propagação de ruídos secundários através da estrutura da estação. Ventiladores dotados de acelerômetros para detecção os níveis de vibração;

A figura 03 a seguir demonstra a posição dos atenuadores em relação ao sistema e ventilação do VSE Delmiro Sampaio.

Código	Rev.
RT-5.00.00.00/1Y2-001	Ø
Folha	
18 de 23	

Emitente – Contratada / Projetista / Fornecedor DEPARTAMENTO DE LICENCIAMENTO E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	Emitente 02/07/2013
	Metrô – Verificação 02/07/2013

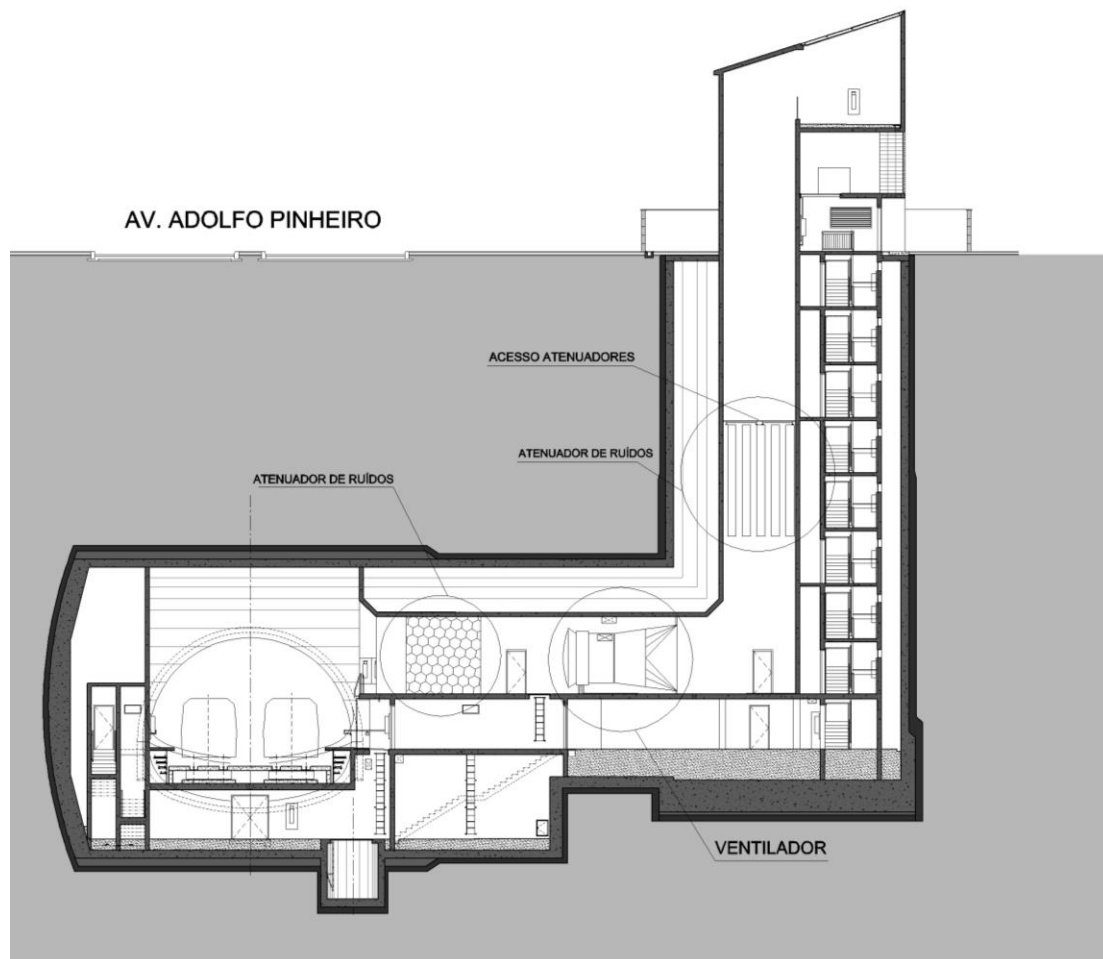


Figura 2.5.1-1: Croqui do Sistema de Ventilação – VSE Delmiro Sampaio.

2.5.2 – ESTAÇÃO ADOLFO PINHEIRO

Para a Estação Adolfo Pinheiro são consideradas fontes geradoras de ruídos com real potencial de impacto para as áreas externas do corpo da estação, os sistemas de ventilação principal e de ventilação das salas técnicas e operacionais. Tais sistemas contam com ventiladores axiais e dutos de ventilação forçada (exaustão) interligados com grelhas de insuflamento de ar no nível das calçadas. Os ventiladores do sistema principal e do sistema de ventilação das salas técnicas e operacionais encontram-se no mezanino da estação. O item 2.2, que defini a localização dos pontos de medição de ruído, aponta a localização das grelhas na figura 02.

Emitente – Contratada / Projetista / Fornecedor	Emitente
	02/07/2013
DEPARTAMENTO DE LICENCIAMENTO E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	Metrô – Verificação
	02/07/2013

Tanto o Sistema de Ventilação Principal do corpo da estação, como o Sistema de Ventilação das Salas Técnicas e Operacionais possuirão sistemas de atenuação de ruídos primários e secundários conforme segue:

- Absorvedor de Ruído a jusante dos ventiladores axiais do sistema de ventilação (comprimento 4,5 m, altura 3,5 m e largura 3,5 m) localizados no mezanino da estação;
- Absorvedor de Ruído a montante dos ventiladores axiais do sistema de ventilação (comprimento 3,0 m, altura 3,5 m e largura 3,5 m) localizados no mezanino da estação;
- Amortecedores de vibração nos apoios dos ventiladores para evitar a propagação de ruídos secundários através da estrutura da estação. Ventiladores dotados de acelerômetros para detecção os níveis de vibração;

A figura 04 a seguir demonstra a posição dos atenuadores em relação ao sistema e ventilação principal da Estação Adolfo Pinheiro.

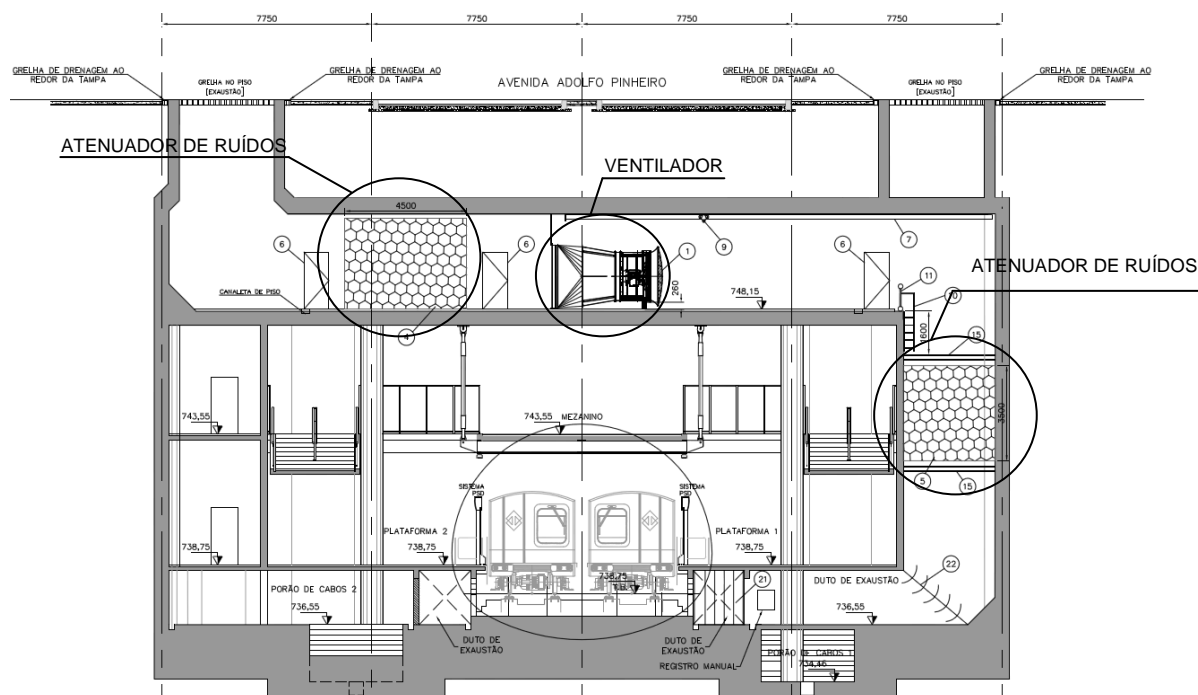


Figura 2.5.2-1: Croqui do Sistema de Ventilação – Estação Adolfo Pinheiro.

Código	Rev.
RT-5.00.00.00/1Y2-001	Ø
Folha	
20 de 23	

Emitente – Contratada / Projetista / Fornecedor DEPARTAMENTO DE LICENCIAMENTO E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	Emitente 02/07/2013
	Metrô – Verificação 02/07/2013

A posição dos dutos de ventilação forçada em relação à implantação da Estação Adolfo Pinheiro pode ser observada na figura 02 do item 2.2. O critério de escolha dos receptores sensíveis listados no item 2.2 deste plano de monitoramento baseia-se na localização das fontes potencialmente poluidoras.

3 **CAPÍTULO II - MONITORAMENTO DE VIBRAÇÃO.**

3.1- CRONOGRAMA

Para fins de monitoramento de vibração, as periodicidades das campanhas de medição seguirão em fase com as periodicidades descritas no item 2.1.1 e 2.1.2 do Capítulo I (Monitoramento de Ruído) ou seja, as medições de vibração devem ocorrer de forma simultânea às medições de ruído. As empresas contratadas pelo Metrô apresentarão cronogramas das campanhas de medição ao setor responsável do Órgão Licenciador a fim de dar ciência a este, quanto às datas de ocorrência de medição.

3.2 - LOCAIS DE ENSAIO

Para efeito de monitoramento de vibração de caráter Ambiental, ou seja, a vibração que provoca desconforto, mas não necessariamente está associada a danos em edificações, os pontos para monitoramento de vibração foram definidos considerando-se o tipo de edificação, sua localização e configuração estrutural e a categoria de cadastramento.

Os locais de ensaio estão descritos no **RT-5.18.00.00/6U9-101** e ilustrados no **DE-5.18.00.00/6U9-102** – Cadastro de Edificações Lindeiras – Vias Principais do Km 9,7+76,00 m ao Km 10,3+75,35 m, ambos documentos relacionados a este Plano de Monitoramento.

Na ocorrência de reclamações deve-se, necessariamente, realizar medição de níveis de vibração no ponto indicado. A obrigatoriedade de realização do monitoramento de vibração nesses pontos se dá, pois a percepção evidente de vibrações induzidas ao solo se sobrepõe aos critérios adotados no Capítulo I para a definição dos pontos para monitoramento de níveis de ruído.

Código	Rev.
RT-5.00.00.00/1Y2-001	Ø
Folha	
21 de 23	

Emitente – Contratada / Projetista / Fornecedor DEPARTAMENTO DE LICENCIAMENTO E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	Emitente 02/07/2013
	Metrô – Verificação 02/07/2013

3.3- METODOLOGIA

A grandeza física aferida na medição de vibração é a aceleração instantânea do ponto no qual é fixado o sensor de vibração. A partir do conhecimento dessa grandeza vetorial, obtém-se os resultados de velocidade e posição (quando necessário).

Toda a Metodologia Experimental a ser aplicada nas medições dos níveis de vibração está descrita no **PT-5.18.00.00/6U9-101**, documento de referência a este Plano de Monitoramento.

3.4- TRATAMENTO DOS DADOS E APRESENTAÇÃO DO RELATÓRIO

A consolidação e análise das informações coletadas, conforme metodologia descrita no **PT-5.18.00.00/6U9-101** deverá ser feita em um relatório de ensaio. Este relatório deve ser conclusivo quanto à necessidade de se adotar medidas corretivas em situações nas quais os níveis medidos ultrapassarem os limites descritos na tabela 02.

3.4.1 - APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os resultados serão apresentados de maneira clara e objetiva, de forma a tornar possível estabelecer uma comparação entre as Velocidades de Vibração de Partícula (Pico) medidas.

Valores que ultrapassarem os limites firmados e descritos na tabela de Níveis Máximos de Vibrações Transmitidas por Via Sólida presente no documento de referência - **DE-5.18.00.00/6U9-102** - para cada tipo de área, serão destacados dos demais. As medidas a serem tomadas na mitigação dos impactos devidos à essas alterações serão detalhadas na apresentação da conclusão. As evidências dos resultados esperados devem constar neste mesmo item no relatório subsequente.

Código	Rev.
RT-5.00.00.00/1Y2-001	Ø
Folha	
22 de 23	

Emitente – Contratada / Projetista / Fornecedor DEPARTAMENTO DE LICENCIAMENTO E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	Emitente 02/07/2013
	Metrô – Verificação 02/07/2013

3.4.2 - APRESENTAÇÃO DA CONCLUSÃO

O relatório de ensaio deve ser conclusivo quanto à necessidade de se aplicar medida corretiva para redução dos impactos oriundos das fontes de vibração.

Para os casos de medições realizadas em locais indicados por reclamante, em que as Velocidades de Vibração de Partícula estiverem dentro dos limites definidos na tabela 02, o relatório deve apresentar evidências de que foram tomadas medidas informativas com a finalidade de se esclarecer a inexistência de riscos provenientes da vibração percebida.

O relatório deve vir acompanhado da Anotação de Responsabilidade Técnica incluindo as atividades de campo (monitoramento) e elaboração de relatório.

3.5- MEDIDAS MITIGADORAS AOS IMPACTOS DE VIBRAÇÕES PREVISTAS

O Metrô prevê, em projeto executivo, medidas atenuantes aos ruídos e vibrações originados na superestrutura de via permanente.

Este Plano de Monitoramento remete as informações a respeito das medidas MITIGADORAS, aos documentos técnicos relacionados tais como projeto executivo e memória de cálculo do sistema de atenuação de vibrações e ruídos secundários. O sistema adotado é um Sistema Massa Mola Tipo I com frequência natural de 10,5Hz.

Os documentos de referência são o documento técnico - **MC-5.18.00.00/6U9-104** - e seu desenho técnico resultante - **DE-5.18.00.00/6U9-102** - que se referem ao Projeto Executivo de Via Permanente – Sistema de Atenuação de Vibrações e Ruídos Secundários.

Código	Rev.
RT-5.00.00.00/1Y2-001	Ø
Folha	
23 de 23	

Emitente – Contratada / Projetista / Fornecedor DEPARTAMENTO DE LICENCIAMENTO E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	Emitente 02/07/2013
	Metrô – Verificação 02/07/2013

BIBLIOGRAFIA

ABNT, 2000 – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.151: *Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento*. Rio de Janeiro.

CETESB, 2010 – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (2010). Decisão de Diretoria nº 389/2010/P, de 21 de dezembro de 2010. Dispõe sobre a aprovação da Regulamentação de níveis de ruído em sistemas lineares de transportes localizados no Estado de São Paulo.

CETESB, 2009 – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (2009). Decisão de Diretoria nº 100/2009/P, de 19 de maio de 2009. Dispõe sobre a aprovação do Procedimento para avaliação de níveis de ruído em sistemas lineares de transporte.

CETESB, 2007 – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (2007). Decisão de Diretoria nº 215/2007/E, de 07 de novembro de 2007. Dispõe sobre a sistemática para avaliação de incômodo causado por vibrações geradas em atividades poluidoras.