



MEMÓRIA DE REUNIÃO

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - CEP: 05459-900 - São Paulo - SP
C.N.P.J. nº 43.776.491/0001-70 - Insc. Est. nº 109.091.375-118 - Insc. Munic. nº 8.030.313-7
Site: www.cetesb.sp.gov.br

Nº 001/2022/IPAR

Data: 27/09/2022

Ficou definido que os técnicos da CETESB acompanharão as medições e que estas, deverão ser realizadas pelo consultor identificado na presente Memória de Reunião e acompanhadas dos responsáveis técnicos pelo licenciamento do empreendimento.

A data da realização do acompanhamento das medições será agendada posteriormente e encaminhada por e-mail aos responsáveis.

O local de encontro das equipes para acompanhamento das medições será definido em data próxima à execução das mesmas.

Considerando que o objetivo do licenciamento ambiental é a implantação de um novo empreendimento o Relatório Ambiental Preliminar - RAP deverá contemplar a apresentação de um **“Estudo de Previsão de Níveis Sonoros - EPNS”**, com a operação do empreendimento, que deverá ser elaborado considerando os itens a seguir:

- 1 O “Estudo de Previsão de Níveis Sonoros - EPNS”, deverá ser elaborado com base em metodologia científica, utilizando-se a modelagem matemática como ferramenta de previsão (software comercial específico, desenvolvido para esta finalidade);
- 2 O EPNS deve abranger os Receptores Potencialmente Críticos - RPC's identificados na presente reunião e/ou nas áreas onde foram realizadas medições de níveis de pressão sonora do som residual L_{res} (Diagnóstico), considerando a topografia da região, ventos predominantes, reflexões devido a obstáculos geométricos, absorção do solo, etc.;
- 3 O EPNS deve considerar a operação conjunta de máquinas e equipamentos, atividades exercidas no local, ou seja, a soma de todas as máquinas, equipamentos e atividades identificadas como fontes fixas, que irão funcionar concomitantemente durante a operação do empreendimento no local objeto de avaliação;
- 4 Para melhor compreensão dos resultados do EPNS e visualização da projeção das curvas de ruído geradas com a operação do empreendimento, os resultados do estudo de previsão devem ser apresentados contendo no mínimo, os seguintes itens:
 - 4.1 Os mapas do estudo de previsão contendo as curvas de ruído (isolinhas) devem ser apresentados sobrepostos à foto aérea ou planta planialtimétrica da região, em escala e resolução de fácil visualização,
 - 4.2 Mapa(s) em escala igual ou maior que 1:5000, de forma que seja possível ter **uma visão** geral do EPNS de todo o empreendimento objeto de avaliação, com a indicação da localização dos RPC's (Pontos de medição);
 - 4.3 Outro(s) mapa(s) em escalar 1:2000 ou menor, onde seja possível **visualizar**: a projeção das curvas de ruído geradas no EPNS com a operação do empreendimento sobre os imóveis (RPC's) **em detalhes**, as características gerais do entorno do trecho ou ponto em avaliação (RPC's), a indicação dos pontos de medição e os respectivos níveis de ruído (em dB) previsto em cada ponto, e
 - 4.4 As linhas de grade do estudo de previsão devem ter resolução de 10x10, 5x5, ou 1x1 metro (escolher a resolução conforme a dimensão do empreendimento).
- 5 Apresentar anexo, as telas dos “Print Screen” dos dados de entrada utilizado no software, contendo todas as informações que compuseram a elaboração do EPNS;



MEMÓRIA DE REUNIÃO

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - CEP: 05459-900 - São Paulo - SP
C.N.P.J. nº 43.776.491/0001-70 - Insc. Est. nº 109.091.375-118 - Insc. Munic. nº 8.030.313-7
Site: www.cetesb.sp.gov.br

Nº 001/2022/IPAR

Data: 27/09/2022

- 6 Tabela com os resultados dos níveis sonoros medidos e previstos para área avaliada, contendo: a relação dos pontos de medição, a definição do "Tipo" de área de acordo com Tabela 3 da Norma ABNT/NBR 10151:2019, os limites RL_{Aeq} estabelecidos na Tabela 3 da Norma ABNT/NBR 10151:2019, os níveis de pressão sonora do som residual - L_{res} medidos, os níveis sonoros obtidos no "Estudo de previsão" (som específico) com o empreendimento em operação, para cada ponto de medição;
- 7 Caso as atividades ou equipamentos do empreendimento sejam passíveis de emissão de níveis sonoros impulsivos (impactos), ou som tonal, os níveis sonoros obtidos no "Estudo de previsão" (som específico) devem ser acrescidos de 5 dB devido a ocorrência destes sons;
- 8 Para a determinação do Limite RL_{Aeq} conforme a Tabela 3 da Norma NBR 10151:2019, a definição do "Tipo de área habitada" deve considerar o local onde se encontra o Receptor Potencialmente Crítico - RPC ou ponto de medição e não a área onde o empreendimento está situado;
- 9 Os níveis de pressão sonora do som específico das atividades de fontes fixas, gerados com a operação do empreendimento (com acréscimo de 5 dB, se pertinente), devem atender os critérios e limites RL_{Aeq} da Tabela 3 estabelecidos pela Norma ABNT/NBR 10151:2019 "Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral", de 31/05/2019, conforme a Resolução CONAMA nº 01/90;
- 10 Caso os níveis sonoros obtidos no "Estudo de previsão", com a operação do empreendimento, apresentem resultados acima dos limites RL_{Aeq} , deve ser apresentada proposta de implantação de medidas mitigadoras de ruído, de forma a adequar os níveis sonoros previstos aos limites estabelecidos na legislação vigente,
- 11 Refazer o "Estudo de previsão de níveis sonoros" nos RPC's, com a inserção das medidas mitigadoras de ruído, de forma que o resultado do novo "Estudo de previsão" comprove o atendimento aos limites estabelecidos na legislação vigente, e
- 12 Caso seja necessário a implantação de medidas mitigadoras de ruído, estas devem ser implantadas antes da solicitação da Licença Ambiental de Operação - LO.

TAREFAS A SEREM CUMPRIDAS**RESPONSÁVEL**

1	Apresentação do Certificado de Calibração de laboratório pertencente à Rede Brasileira de Calibração - RBC do medidor de nível sonoro e do calibrador acústico na data das medições em campo.	Prime Engenharia e Comércio Ltda.
2	Apresentação de um "Estudo de Previsão de Níveis Sonoros - EPNS", abrangendo todas as áreas definidas como RPC's localizados no entorno do empreendimento em questão, conforme estabelecido nesta Memória de Reunião.	Companhia do Metropolitano de São Paulo

RELATOR

Nome

Jozemar Barreto Oliveira

Assinatura





Rua Bos Vista, 175 – Centro – São Paulo – SP – CEP 01014-920

DOCUMENTO TÉCNICO

CÓDIGO RT-2.EA.00.00/8MR-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 28/12/2022	FOLHA 1 de 27

LINHA 2 - VERDE TRECHO / SISTEMA / ESCOPO Paulo Freire - Dutra SUBTRC / SUBSIST. / CONJ. UC / SUBCONJ.	OBJETO Diagnóstico ambiental dos níveis de pressão sonora para o licenciamento ambiental das obras de Implantação da Linha 2-Verde Trecho Paulo Freire – Dutra.
---	---

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Foram utilizados os seguintes documentos de referência:

- NBR 10151/2019-rev. 2020
- D.D. Cetesb 100/2009/P
- Lei Complementar nº 7730 de 04/07/2019- Plano Diretor do município de Guarulhos
- Lei nº 7.888, de 15 de Janeiro de 2021 – disciplina uso, parcelamento e ocupação do solo

DOCUMENTOS RESULTANTES

OBSERVAÇÕES

Anexo 01 - 03 folhas A4
 Anexo 02 - 02 folhas A4
 Anexo 03 - 16 folhas A4

DESCRIÇÃO DA REVISÃO

EMITENTE		ANÁLISE TÉCNICA	LIBERAÇÃO
AUTOR / PROJETISTA / FORNECEDOR	CONTRATADA	METRÔ / CONTRATADA	METRÔ
		GPA/DMA	GPA/DMA
CONTRATO CN 1001518701 O.S. 10		CONTRATO CN 1001518701 O.S. 10	
RESPONSÁVEL TÉCNICO Eliane Reis Charro Quirino	RESPONSÁVEL TÉCNICO DO CONTRATO Carlos Henrique Aranha	RESPONSÁVEL TÉCNICO Vitor Carneiro Ferrão	LIBERADO POR Luiz Antonio Cortez Ferreira
MODALIDADE Engenharia Nº INSTRUMENTO 28027230222049874	MODALIDADE Engenharia Nº INSTRUMENTO 28027230201402109	MODALIDADE Engenharia Nº INSTRUMENTO 28027230191397968	

FD-0502-01

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


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO RT-2.EA.00.00/8MR-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 28/12/2022	FOLHA 2 de 27

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	3
2. DADOS DAS MEDIÇÕES	3
3. OBJETIVO.....	4
4. LEGISLAÇÃO E NORMALIZAÇÃO DE REFERÊNCIA.....	4
5. INSTRUMENTAÇÃO UTILIZADA.....	4
6. METODOLOGIA DE ANÁLISE.....	5
7. LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO	6
8. CLASSIFICAÇÃO DE ÁREA DOS PONTOS DE MEDIÇÃO – RECEPTORES CRÍTICOS	9
9. RESULTADOS	10
9.1. ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS NAS MEDIÇÕES.....	11
9.2. DADOS OBTIDOS NA CAMPANHA DE MEDIÇÕES.....	12

ANEXO 1 Verificação em campo do desempenho da instrumentação

ANEXO 2 Anotação de Responsabilidade Técnica

ANEXO 2 Certificados de Calibração dos Equipamentos

LISTA DE QUADROS

Quadro 1-1 – Nomes e localização referencial dos VSEs	3
Quadro 7-1 – Localização dos Pontos de medição em receptores críticos	8

LISTA DE TABELAS

Tabela 8-1 – Limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período.....	9
Tabela 9-1 – Níveis medidos e níveis estatísticos calculados dos locais avaliados.....	11
Tabela 9-2 – Tabela com os níveis estabelecidos na NBR 10151/2019-rev2020 e aqueles obtidos.....	11

LISTA DE FIGURAS

Figura 7-1 – VSE São Pedro - Localização dos dois pontos de medição de ruído.	7
Figura 7-2 – VSE Anton Philips - Localização de um ponto de medição de ruído.	7
Figura 7-3 – VSE Castelo Branco - Localização dos dois pontos de medição de ruído.	8
Figura 8-1 – Localização dos pontos de medição sobre mapa da Lei de Parcelamento, uso e ocupação do solo.	10


DOCUMENTO TÉCNICO
(Continuação)

CÓDIGO RT-2.EA.00.00/8MR-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 28/12/2022	FOLHA 3 de 27

1. APRESENTAÇÃO

Este estudo de avaliação acústica é apresentado como parte do diagnóstico do meio físico para o Relatório Ambiental Preliminar - RAP para a extensão da Linha 2-Verde, Trecho Paulo Freire-Dutra, Processo CETESB 187/2013.

Neste sentido, a CETESB emitiu um Parecer Técnico nº 337/13/IE, em 19/08/2013, o qual subsidia os estudos aqui apresentados.

A continuação da Linha 2-Verde, por meio da implantação do Trecho Paulo Freire – Dutra, irá atravessar o limite entre os municípios de São Paulo e Guarulhos, levando a linha de Metrô da capital até a 2ª cidade em população do estado de São Paulo.

Nesse novo trecho da Linha 2- Verde, estimado em cerca de 3 km, também será implantada a estação Ponte Grande, para atender a demanda local e integração com as linhas de ônibus de passagem pela Av. Guarulhos. A estação Dutra, próxima da área central de Guarulhos, funcionará como um grande Terminal de Integração Intermodal.

Acrescente-se ainda a este trecho, também compondo as estruturas de apoio operacional da Linha 2-Verde, Trecho Paulo Freire/Dutra, **3 poços de ventilação e saída de emergência – VSEs, Quadro 1-1**, além do acesso ao Pátio Paulo Freire.

Quadro 1-1 – Nomes e localização referencial dos VSEs

VSE	E	N
VSE Castelo Branco	342.495	7.402.071
VSE Anton Philips	341.831	7.401.027
VSE São Pedro	341.117	7.399.890

Fonte: Metrô

Nestes locais é que se realizou a avaliação das condições ambientais no que se refere a níveis de pressão sonora residuais, nas proximidades com receptores críticos identificados, para a caracterização da situação acústica atual do entorno desses futuros VSEs - ventilação saídas de emergência.

2. DADOS DAS MEDIÇÕES

- Data: 12, 15 e 16 de dezembro de 2022
- Períodos de medição:

12/12/2022 -	Início: 09:07h	Término: 11:54h
15/12/2022 -	Início: 22:19h	Término: 23:54h
16/12/2022 -	Início: 00:02h	Término: 00:14h

- Execução das medições e responsável técnica

FD-0502-01

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



DOCUMENTO TÉCNICO
(Continuação)

CÓDIGO RT-2.EA.00.00/8MR-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 28/12/2022	FOLHA 4 de 27

Eng^a Eliane Reis Charro Quirino

- Coordenador do Projeto

Geól. José Luis Ridente Junior

3. OBJETIVO

Avaliar as condições ambientais, no que se refere a níveis de pressão sonora residuais nas localidades de receptores críticos identificados para a caracterização da situação acústica atual, do entorno dos futuros VSEs São Pedro, Anton Philips e Castelo Branco, da Linha 2-Verde de Metrô - Trecho Paulo Freire – Dutra, nos municípios de São Paulo e Guarulhos.

4. LEGISLAÇÃO E NORMALIZAÇÃO DE REFERÊNCIA

- Resolução CONAMA nº 001, de 8 de março de 1990, que dispõe sobre critérios e padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propagandas políticas;
- Procedimento para Avaliação de Níveis de Ruído em Sistemas Lineares de Transporte, aprovado pela Decisão de Diretoria da CETESB, DD 100/2009/P de 19/05/09 e publicado no Diário Oficial do Estado de São Paulo em 23 de maio de 200
- Lei Complementar nº 7730 de 04/07/2019- Plano Diretor do município de Guarulhos;
- Lei nº 7.888, de 15 de janeiro de 2021 – disciplina uso, parcelamento e ocupação do solo;
- NBR 10151/2019 –rev. 2020 – ABNT – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas;
- IEC 60651 e 60804 e 61672 – Medidores de Nível Sonoro;
- IEC 61260 – Eletroacústica – Bandas de Oitavas e 1/3 de oitavas;
- IEC 60942 - Calibradores de referência acústica;
- IEC 61094 – Microfone de medição.

5. INSTRUMENTAÇÃO UTILIZADA

A instrumentação utilizada e procedimentos de ajuste e verificação em campo atendem plenamente ao solicitado na NBR 10151/2019-rev2020 e D.D. Cetesb 100/2009/P.

- Sonômetro marca 01 dB – modelo SOLO – Tipo 1, número de série 30533 - Certificado de Calibração Inmetro- RBC – Certificado de Calibração Inmetro - RBC1-11606-588;
- Calibrador Sonoro marca 01dB – modelo CAL 21 – Tipo 1, nº série 34924011- Certificado de Calibração Inmetro -RBC2 - 11602-714 e DIST2 – 11602-714;
- GPS Garmin;

FD-0502-01

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


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO RT-2.EA.00.00/8MR-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 28/12/2022	FOLHA 5 de 27

- Software de tratamento de dados dBtrait 5.5;
- Acessórios: tripés, máquinas fotográficas, "Wind screen", cabos, adaptadores, etc.

6. METODOLOGIA DE ANÁLISE

As medições foram realizadas em condições meteorológicas favoráveis, sem precipitação pluviométrica e com ventos de velocidade inferior a 5m/s, temperatura e umidade do ar compatíveis com a instrumentação utilizada (IEC 61672-1).

O microfone foi posicionado a 1,5 m do piso e 2,0 m de superfícies refletoras, justificadas exceções e condições de medição nas fichas de medições.

Antes de iniciadas as medições de cada ponto foram identificadas as fontes sonoras, a saber, tráfego de veículos em vias urbanas, que não apresenta características impulsivas ou tonais. Nestas condições optou-se pelo procedimento de medição simplificado descrito na NBR 10151/2019-rev. 2020. Além da aquisição dos níveis estatísticos, L10, L50 e L90 – dBA, em atendimento ao solicitado na D.D. Cetesb 100/2009/P foi observado o procedimento de estabilização conforme segue:

- Para a caracterização dos níveis de pressão sonora foi adotado o tempo de medição mínimo de 10 (dez) minutos para cada Ponto de Medição, desde que entre o 5º minuto e o 10º minuto a variação do LAeq acumulado seja igual ou menor a 0,5 dB (A).
- Quando a variação do LAeq acumulado entre o 5º minuto e o 10º minuto for maior que 0,5 dB(A) a avaliação foi estendida até 15 minutos, sendo encerrada se a variação do LAeq nos últimos 5 minutos for menor ou igual a 0,5 dB (A).

Nas fichas de medição deste relatório são apresentados os níveis de pressão sonora medidos (LAeq acumulado) do 5º, 10º e 15º minuto para comparação da evolução do ruído no período avaliado.

Quando foi constatada a influência de sons intrusivos/interferências previstas na D.D. Cetesb 100/2009/P, utilizou-se o recurso de pausar a medição em campo e os histogramas plotados do instrumento de medição mostram a medição com as pausas efetuadas, excluídos eventos intrusivos com o uso de software do instrumento, tais como passagens de caminhões e motocicletas com "escapamento aberto".

Sendo assim, a análise do ruído ambiental adotou o procedimento e parâmetros de medição/descriptores acústicos conforme segue:

- "PLOT" - Gráfico com todos os eventos de Níveis de Pressão Sonora-NPS (SPL), tomados durante o período de monitoramento de até 15 minutos, com amostragem de 1 evento/segundo, totalizando até 900 medições do Nível de Pressão Sonora, com curva subjetiva A, em decibéis (dB), integrador com tempo de resposta Rápida (Fast), e detector RMS Real** (True RMS). Salienta-se que RMS – "Root Mean Square" é o valor eficaz ou real de energia.

FD-0502-01

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


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
28/12/2022	6 de 27

- Para determinação de níveis de pressão sonora por períodos: $L_{Aeq,T}$ – dB – Nível Equivalente Contínuo, em decibéis ponderados em “A” e integrador com tempo de resposta Rápida (Fast): valor de energia contínuo (RMS) integrado durante todo o período de monitoramento, que corresponde a todos os distintos Níveis de Pressão Sonora avaliados e valores de $L_{Aeq_{5min}}$, $L_{Aeq_{10min}}$ e $L_{Aeq_{15min}}$ em atendimento ao procedimento de estabilização previsto na D.D. Cetesb 100/2009/P.
- Para determinação dos níveis estatísticos: L_n - Nível Estatístico: A avaliação estatística de eventos permite, entre outros, a obtenção dos parâmetros de L_{10} , L_{50} e L_{90} , em decibéis ponderados em “A”.

7. LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO

A seguir ilustrações da distribuição dos pontos de medição P1 a P5 referentes ao monitoramento de pressão sonora.

Para a eleição dos referidos pontos de medição foi considerado o entorno da área das saídas de ventilação e emergência - VSEs, ilustrados com marcadores em amarelo nas **Figuras 7-1 a 7-3** e localização apresentada no **Quadro 7-1**. Salienta-se que as coordenadas são apresentadas em UTM (Universal Transversa de Mercator).

O ponto de medição 4 estabelecido na memória de reunião 001/2022/IPAR foi excluído devido à proximidade e semelhança ao Ponto 3 e os pontos de medição 5 e 6 renumerados na sequência da realização de medições em campo:

Ponto 6 ➡ Ponto 4

Ponto 5 ➡ Ponto 5



DOCUMENTO TÉCNICO

(Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
28/12/2022	7 de 27

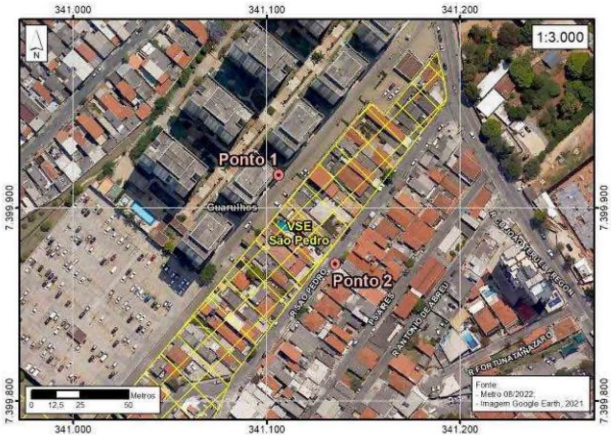


Figura 7-1 – VSE São Pedro - Localização dos dois pontos de medição de ruído.
Fonte: Google Earth, 2022

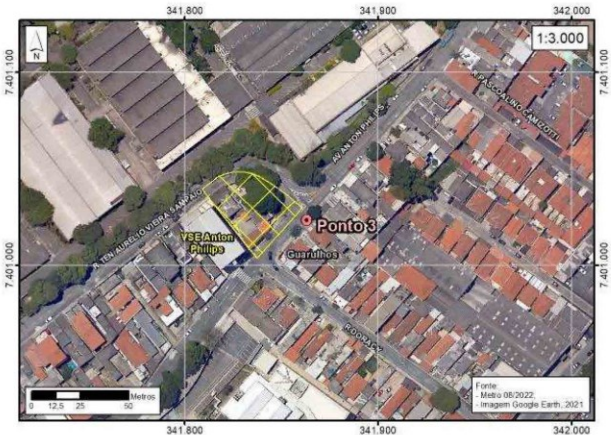
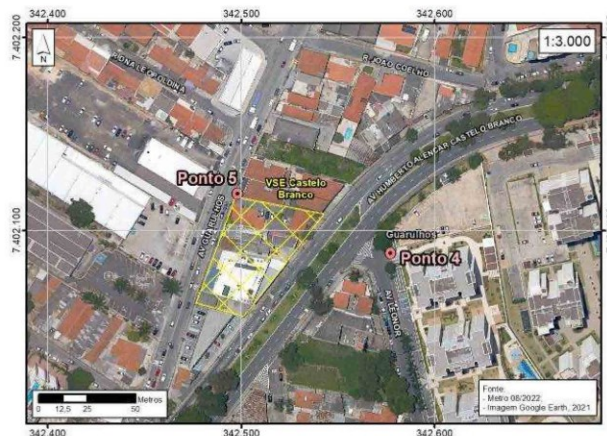


Figura 7-2 – VSE Anton Philips - Localização de um ponto de medição de ruído.


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
28/12/2022	8 de 27


Figura 7-3 – VSE Castelo Branco - Localização dos dois pontos de medição de ruído.
Quadro 7-2 – Localização dos Pontos de medição em receptores críticos

Ponto	Coordenadas GPS: UTM 23K		Endereço	Justificativa
P1	341099	739914	Rua Cabo João Teruel Fregoni nº 124 - Vila Hermínia - Município de Guarulhos	Localidade de Condomínio de edifícios residenciais contígua ao futuro VSE São Pedro
P2	341129	739988	Rua São Pedro nº 103 - Vila Hermínia - Município de Guarulhos	Localidade de residências contíguas ao futuro VSE São Pedro
P3	341864	7401027	Rua Anton Philips nº 531 - Vila Hermínia - Município de Guarulhos	Localidade de residências contíguas ao futuro VSE Anton Philips
P4	342566	7402094	Avenida Leonor nº 33 - Vila Augusta - Município de Guarulhos	Localidade de Condomínio de edifícios residenciais próximo do futuro VSE Castelo Branco
P5	342498	7402119	Avenida Guarulhos nº 1777 - Vila Augusta - Município de Guarulhos	Localidade de residência contígua ao futuro VSE Castelo Branco



DOCUMENTO TÉCNICO
(Continuação)

CÓDIGO RT-2.EA.00.00/8MR-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 28/12/2022	FOLHA 9 de 27

8. CLASSIFICAÇÃO DE ÁREA DOS PONTOS DE MEDIÇÃO – RECEPTORES CRÍTICOS

A legislação vigente no Estado de São Paulo para medição e avaliação de pressão sonora oriundas de fontes fixas é norma brasileira da ABNT - NBR 10151/2019-rev2020 que especifica limites de acordo com as características de uso do solo e período diurno/ noturno. A NBR 10151/2019-rev. 2020 foi inserida na legislação federal através da Resolução CONAMA nº 001, de 8 de março de 1990, que dispõe sobre critérios e padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades, que estão apresentados na **Tabela 8-1**.

O município de Guarulhos em seu Plano Diretor legislou sobre os limites de pressão sonora referindo-se ao estabelecido na própria NBR 10151/2019-rev. 2020, exceção à área de influência aeroportuária. Os VSEs objetos deste estudo estão localizados em Zona de Uso Diversificado - ZUD1 e ZUD2, conforme **Figura 8-1**. A atividade dos VSEs é considerada não residencial - (NR), de infraestrutura e interesse público.

Tabela 8-1 – Limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período.

Tipos de áreas habitadas	RL _{Aeq} Limites de níveis de pressão sonora (dB)	
	Período diurno	Período noturno
Área de residências rurais	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista predominantemente residencial	55	50
Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativa	60	55
Área mista com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: NBR 10151/2019-rev2020

De acordo com a Tabela acima, pontos de medição são classificados como:

- **Pontos de medição P1, P2 e P4** – Área mista predominantemente residencial
- **Ponto P3** – Área estritamente residencial
- **Ponto de medição P5** – Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativa


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
28/12/2022	10 de 27

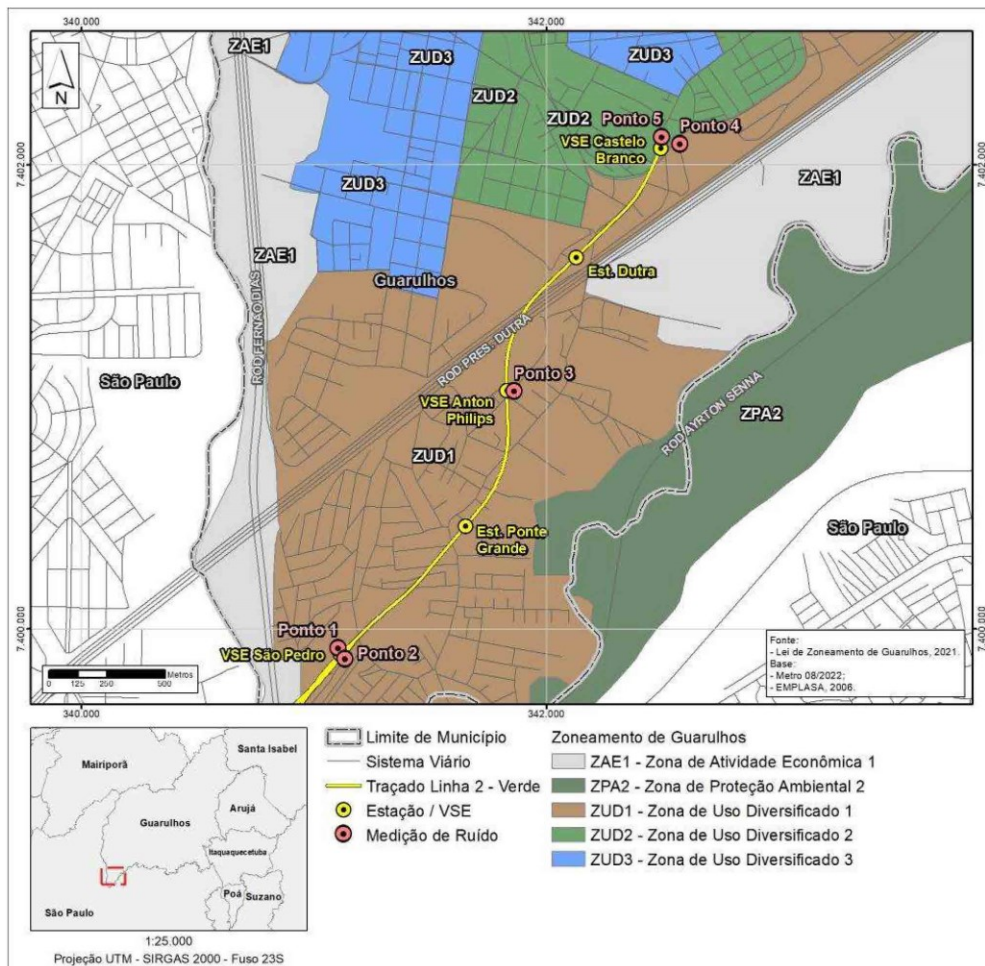


Figura 8-4 – Localização dos pontos de medição sobre mapa da Lei de Parcelamento, uso e ocupação do solo de Guarulhos

9. RESULTADOS

Os resultados das medições realizadas nos 05 pontos nas campanhas de medição diurna e noturna são apresentados na **Tabela 9-1**.

A fim de se verificar o enquadramento dos valores obtidos nas campanhas de medição diurna e noturna com os padrões estabelecidos na NBR 10151/2019- rev.2020/legislação municipal, realizou-se a análise comparativa apresentada de forma sintética nas **Tabelas 9-2**.



DOCUMENTO TÉCNICO
(Continuação)

CÓDIGO RT-2.EA.00.00/8MR-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 28/12/2022	FOLHA 11 de 27

Tabela 9-2 – Níveis medidos e níveis estatísticos calculados dos locais avaliados

Ponto de medição	Período Diurno					Período Noturno				
	Nível Medido $LA_{eq} - dB(A)$		Nível Estatístico $L_n - dB(A)$			Nível Medido $LA_{eq} - dB(A)$		Nível Estatístico $L_n - dB(A)$		
	LA_{eq} (300s)	LA_{eq} (600s) / LA_{eq} (900s)	L90	L50	L10	LA_{eq} (300s)	LA_{eq} (600s) / LA_{eq} (900s)	L90	L50	L10
1	56,8	56,8	53,0	55,0	59,4	52,3	51,9	47,9	50,5	54,6
2	9,4	49,4	46,4	48,4	51,1	48,0	48,5	44,9	47,3	50,8
3	63,2	63,4	51,6	58,0	66,9	56,3	56,1	43,5	47,8	59,5
4	68,2	67,7	60,8	65,0	70,5	60,3	60,1	52,4	57,4	63,8
5	68,8	68,5	59,2	65,0	71,5	64,8	64,5	53,9	58,8	68,4

Tabela 9-3 – Tabela com os níveis estabelecidos na NBR 10151/2019-rev2020 e aqueles obtidos

PONTO DE MEDIÇÃO	PADRÃO ESTABELECIDO NBR 10151/2019- rev2020 $LA_{eq} - dB(A)$		NÍVEL OBTIDO $LA_{eq} - dB(A)$	
			Período Diurno	Período Noturno
1	55	50	57	52
2	55	50	49	48
3	50	45	63	56
4	55	50	68	60
5	60	55	68	64

Observações:

1- Enquadramento dos valores obtidos:

 Atende ao estabelecido na NBR 10151/2019-rev2020

 Acima do estabelecido na NBR 10151/2019-rev2020

9.1. Análise dos resultados obtidos nas medições

Os receptores críticos eleitos situam-se próximos dos VSEs, em vias de tráfego urbano expressivo (Pontos 3 a 5), no acesso de veículos de condomínio residencial (Ponto 1) e via local de baixo tráfego de veículos (Pontos 2).

Em todos os casos os níveis de pressão sonora atuais são influenciados principalmente pelo tráfego de veículos. Neste contexto, com exceção do Ponto 2, a condição acústica apresenta-se degradada, tendo sido caracterizados níveis de pressão sonora acima dos limites estabelecidos na NBR


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO RT-2.EA.00.00/8MR-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 28/12/2022	FOLHA 12 de 27

10151/2019-rev2020/legislação municipal nos períodos diurno e noturno (**Tabela 9-1**). O Ponto 2 apresenta boa condição acústica e passagem esporádica de veículos, que foi desconsiderada durante as medições.

9.2. DADOS OBTIDOS NA CAMPANHA DE MEDIÇÕES

Para atender ao estabelecido na NBR 10151/2019-rev2020 o início das medições no período noturno iniciou-se às 22 horas, o que contempla a legislação municipal.

Apresentam-se a seguir as fichas de medição com a descrição da localidade dos pontos eleitos, fotos ilustrativas e a descrição dos eventos ocorridos durante as medições (fontes sonoras) e das interferências transitórias/ eventos intrusivos que foram excetuados.

Constam nas referidas fichas a indicação do número do ponto de medição, com respectivos endereços e coordenadas UTM, registro fotográfico mostrando o sonômetro alocado próximo aos receptores potencialmente críticos, os valores acumulados medidos expressos como LAeq e estatísticos, L10, L50 e L90, bem como os gráficos plotados diretamente do instrumento de medição com data e o horário – Histogramas com registros pontuais do período parcial de medição (exceto eventos intrusivos) com respectivos tempos de medição e integração, e ainda os valores de LAeq_{5min.}, LAeq_{10min.}, em atendimento ao procedimento de estabilização previsto na D.D. Cetesb 100/2009/P.


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
28/12/2022	13 de 27

VSE São Pedro - Ilustração do Ponto 1


Localização: Avenida Cabo João Teruel Fregoni nº 124 – Condomínio residencial Parque do Sol-Ponte Grande - Guarulhos - SP

- Descrição do ambiente de medição com os eventos/fontes e condições sonoras durante as medições

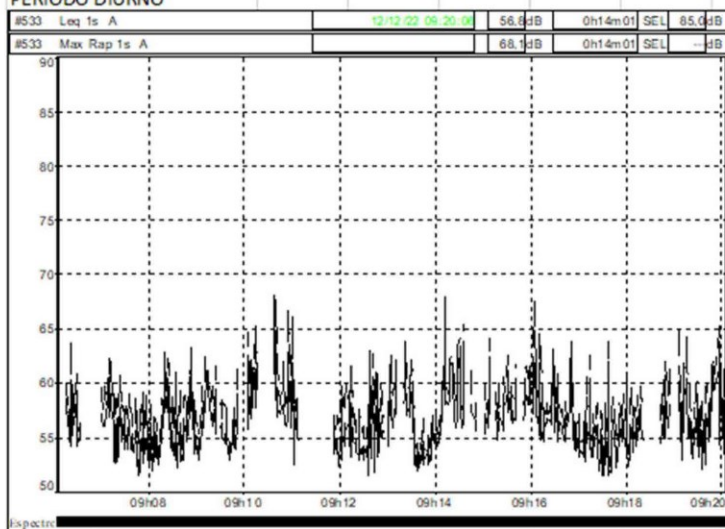
A medição dos níveis de pressão sonora neste ponto demonstra influência no parâmetro LA_{eq} – dBA devido ao latido de cães no interior dos apartamentos do condomínio, movimentação de pessoas nas áreas comuns e o tráfego de veículos da avenida Cabo João Teruel Fregoni. Foram excluídos eventos intrusivos de passagem de automóveis no interior do condomínio.


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
28/12/2022	14 de 27

Período Diurno

 "PLOT" Parcial - exceto eventos intrusivos - LA_{eq} - dB

VSE SÃO PEDRO
PONTO 1
PERÍODO DIURNO

Fim 12/12/2022 09:20

Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq	Lmin	Lmax	L90	L50	L10
#533	Leq	A	dB	56,8	51,4	66,3	53	55,7	59,4

OBSERVAÇÕES:

1- Tempo de medição 841 segundos e tempo de integração 600 segundos.

 2- LA_{eq} 5min = 56,8 dB.

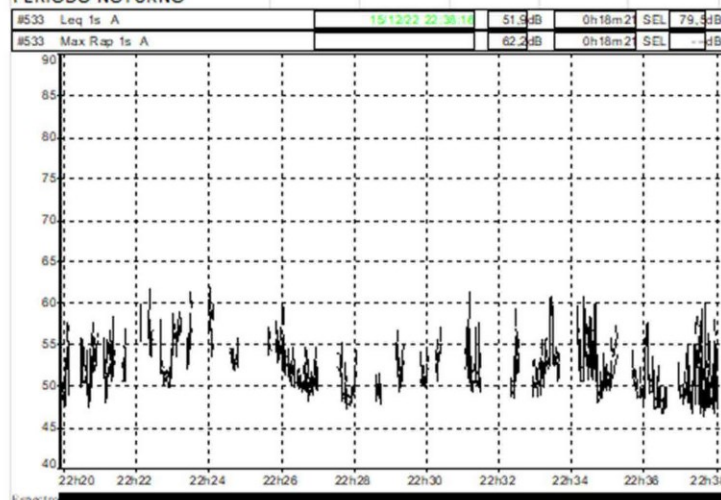
 LA_{eq} 10min = 56,8 dB.


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
28/12/2022	15 de 27

Período Noturno

 "PLOT" Parcial - exceto eventos intrusivos - LA_{eq} - dB

PERÍODO NOTURNO


Arquivo	dBtrait									
Início	15/12/2022 22:19									
Fim	15/12/2022 22:38									
Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq	Lmin	Lmax	L90	L50	L10	
#533	Leq	A	dB	51,9	46,3	59,8	47,9	50,7	54,6	

OBSERVAÇÕES:

- 1- Tempo de medição 1101 segundos e tempo de integração 600 segundos.
- 2- LA_{eq} 5min = 52,3 dB.
 LA_{eq} 10min = 51,9 dB.


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
28/12/2022	16 de 27

VSE São Pedro - Ilustração do Ponto 2


Localização: Rua São Pedro nº 103 – Vila São Pedro – Guarulhos - SP

- Descrição do ambiente de medição com os eventos/fontes e condições sonoras durante as medições

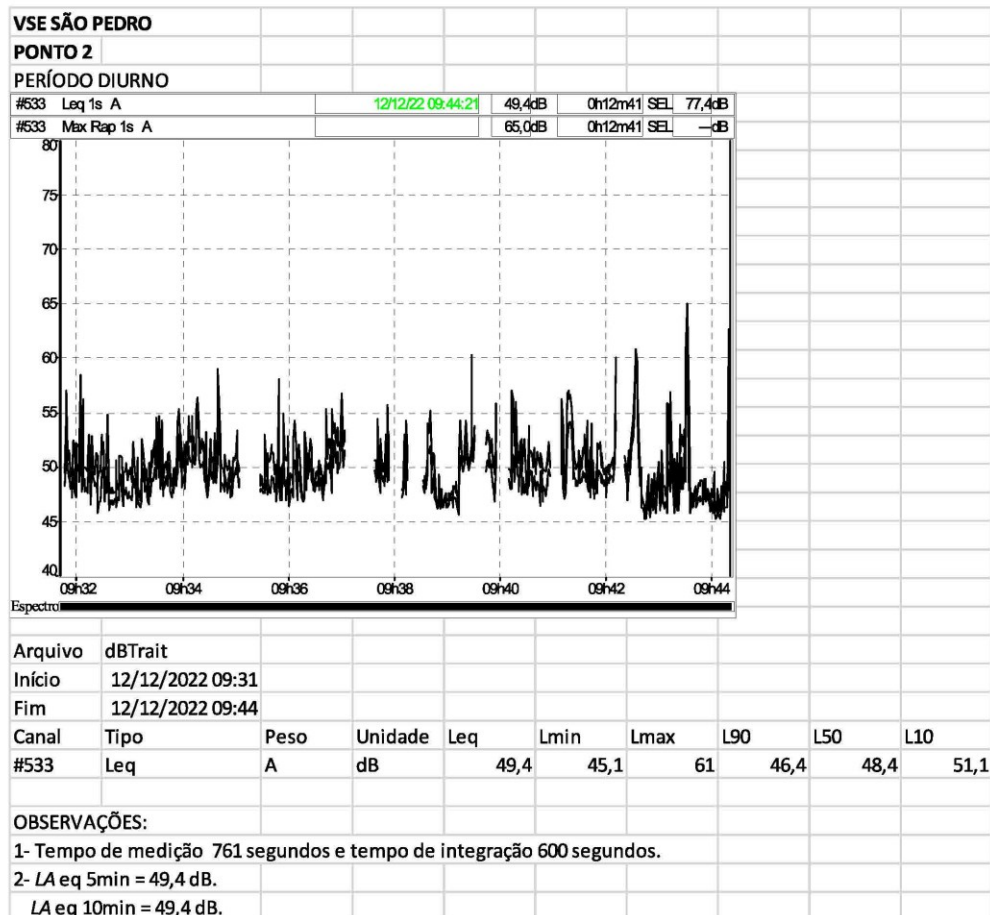
A medição dos níveis de pressão sonora neste ponto demonstra influência no parâmetro de ruído médio (LA_{eq}) devido ao tráfego de veículos da avenida Cabo João Teruel Fregoni e movimentação de pessoas nas residências na via local. Foram excetuados eventos intrusivos de tráfego de veículos na via local por ser esporádico.


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
28/12/2022	17 de 27

Período Diurno

“PLOT” Parcial – exceto eventos intrusivos – LAeq- dB



**METRÔ****DOCUMENTO TÉCNICO**
(Continuação)

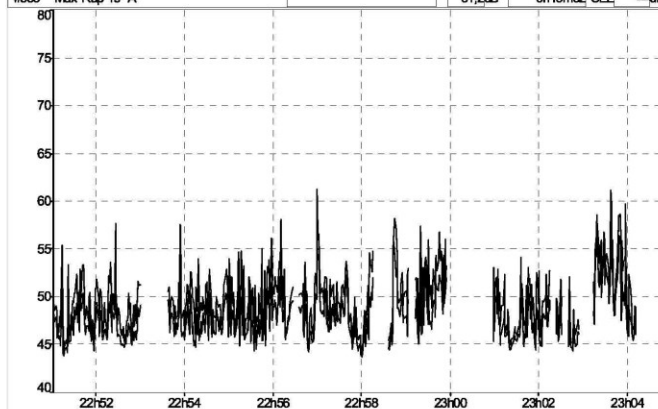
CÓDIGO RT-2.EA.00.00/8MR-001	REVISÃO 0
EMIÇÃO 28/12/2022	FOLHA 18 de 27

- Período Noturno**

"PLOT" Parcial – exceto eventos intrusivos – LA_{eq} dB

PERÍODO NOTURNO

#533	Leq 1s A	15/12/22 23:04:54	48,5dB	0h13m52 SEL	76,5dB
#533	Max Rap 1s A		61,2dB	0h13m52 SEL	—dB



Espectro

Arquivo dBtrait

Início 15/12/2022 22:51

Fim 15/12/2022 23:04

Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq	Lmin	Lmax	L90	L50	L10
#533	Leq	A	dB	48,5	43,4	57,1	44,9	47,3	50,8

OBSERVAÇÕES:

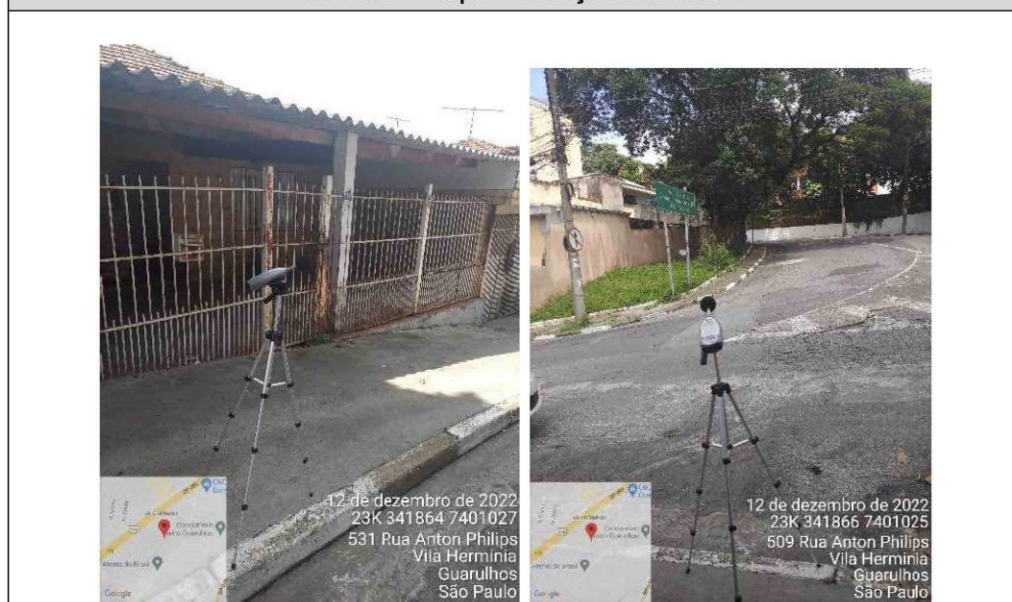
1- Tempo de medição 832 segundos e tempo de integração 600 segundos.

2- LA_{eq} 5min = 48,0 dB.

LA_{eq} 10min = 48,5 dB.


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
28/12/2022	19 de 27

VSE Anton Philips - Ilustração do Ponto 3


Localização: Rua Anton Philips nº 531 – Vila Herminia – Guarulhos - SP

- Descrição do ambiente de medição com os eventos/fontes e condições sonoras durante as medições

A medição dos níveis de pressão sonora neste ponto demonstra influência no parâmetro de ruído médio (LA_{eq}) devido ao tráfego de veículos da rua Anton Philips. Foi excetuados eventos intrusivos/condições previstas na D.D. 100/2009/P de passagens motocicletas com escapamento “aberto” na via local.


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

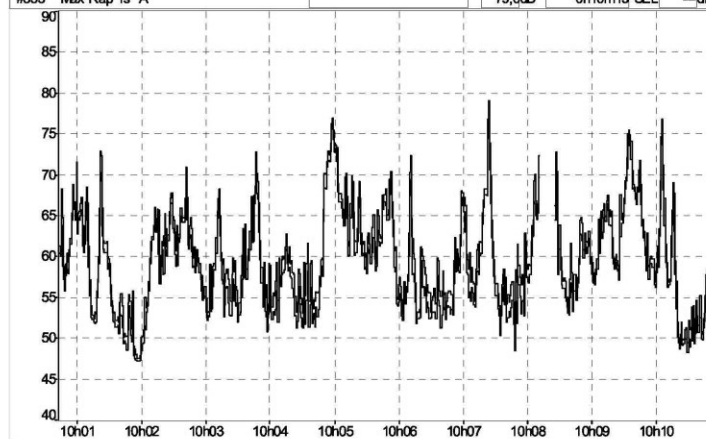
CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
28/12/2022	20 de 27

Período Diurno

"PLOT" Parcial – exceto eventos intrusivos – LAeq- dB

VSE ANTHON PHILIPS
PONTO 3
PERÍODO DIURNO

#533	Leq 1s A	12/12/22 10:10:55	63,4dB	0h10m13 SEL	91,2dB
#533	Max Rap 1s A		79,0dB	0h10m13 SEL	—dB


Arquivo dBTrait
Início 12/12/2022 10:00

Fim 12/12/2022 10:10

Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq	Lmin	Lmax	L90	L50	L10
#533	Leq	A	dB	63,4	47,1	77	51,6	58	66,9

OBSERVAÇÕES:

1- Tempo de medição 613 segundos e tempo de integração 600 segundos.

2-Passagens de veículos: Veículos leves = 252/hora e Veículos pesados = 18/hora.

3- LA eq 5min = 63,2 dB.

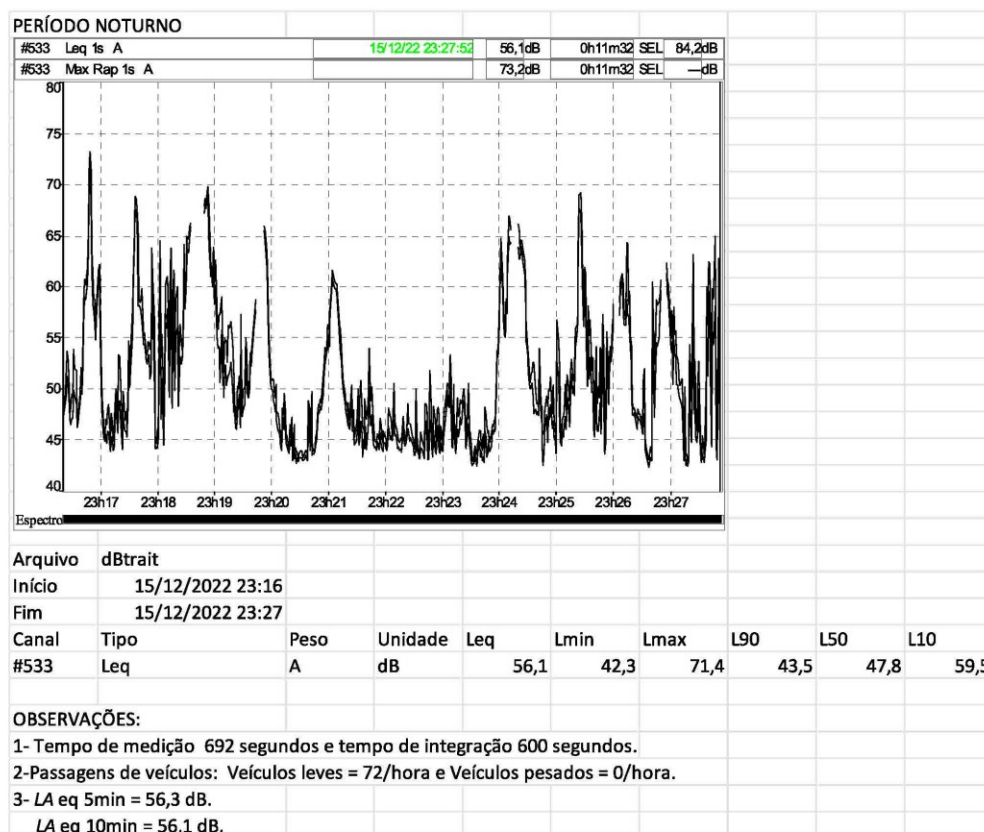
LA eq 10min = 63,4 dB.


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
28/12/2022	21 de 27

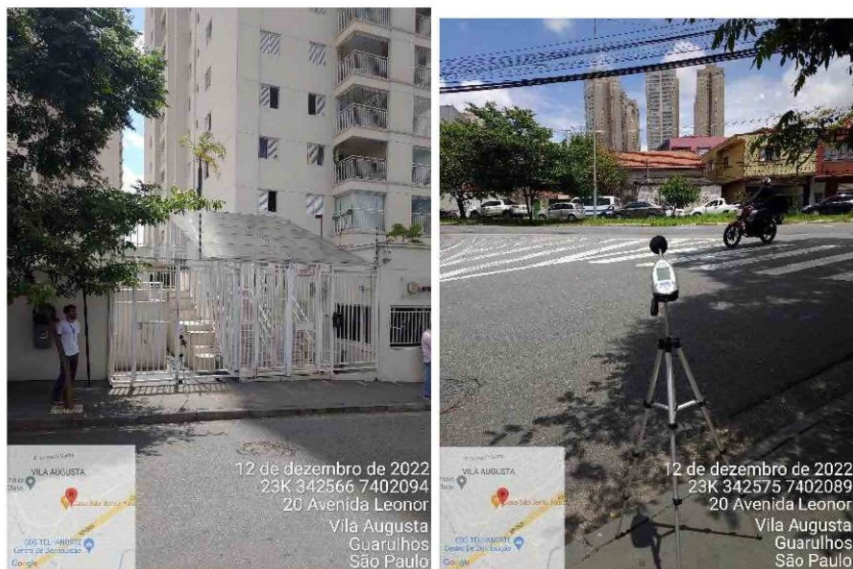
Período Noturno

“PLOT” Parcial – exceto eventos intrusivos – LAeq- dB




DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
28/12/2022	22 de 27

VSE Castelo Branco - Ilustração do Ponto 4


Localização: Avenida Leonor nº 33 – Vila Augusta – Guarulhos - SP

- Descrição do ambiente de medição com os eventos/fontes e condições sonoras durante as medições

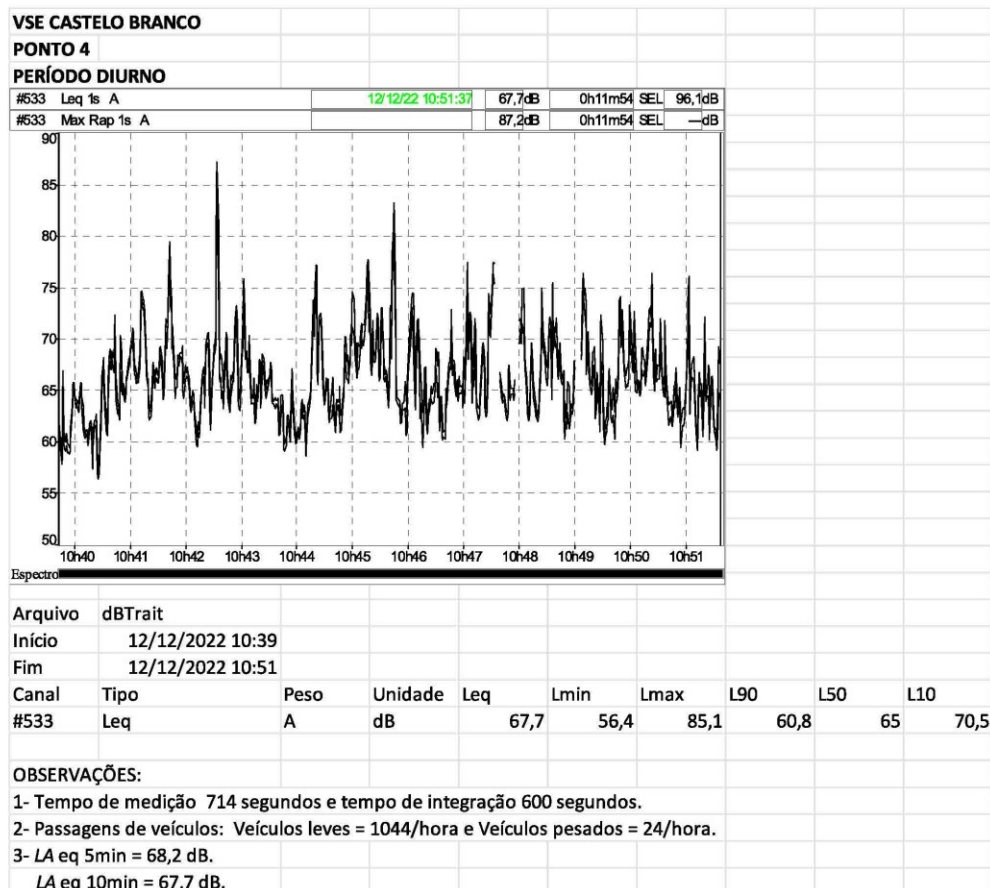
A medição dos níveis de pressão sonora neste ponto demonstra influência no parâmetro de ruído médio (LA_{eq}) devido ao tráfego de veículos da avenida Presidente Humberto de Alencar Castelo Branco e via local. Foram excetuados os eventos intrusivos/condições previstas na D.D. 100/2009/P de passagens de motocicletas e caminhão com escapamento "aberto".


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
28/12/2022	23 de 27

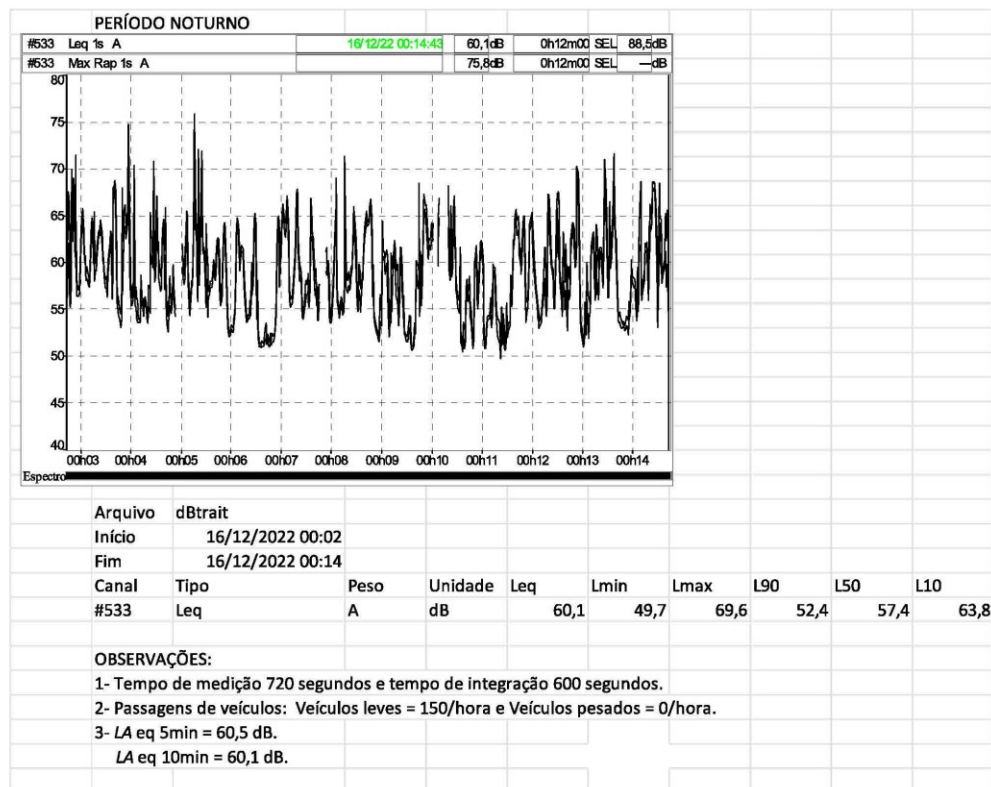
Período Diurno

“PLOT” Parcial – exceto eventos intrusivos – LAeq- dB




DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
28/12/2022	24 de 27

Período Noturno
“PLOT” Parcial – exceto eventos intrusivos – LAeq- dB



DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
28/12/2022	25 de 27

VSE Castelo Branco - Ilustração do Ponto 5


Localização: Avenida Guarulhos nº 1777 – Vila Augusta – Guarulhos - SP

- Descrição do ambiente de medição com os eventos/fontes e condições sonoras durante as medições

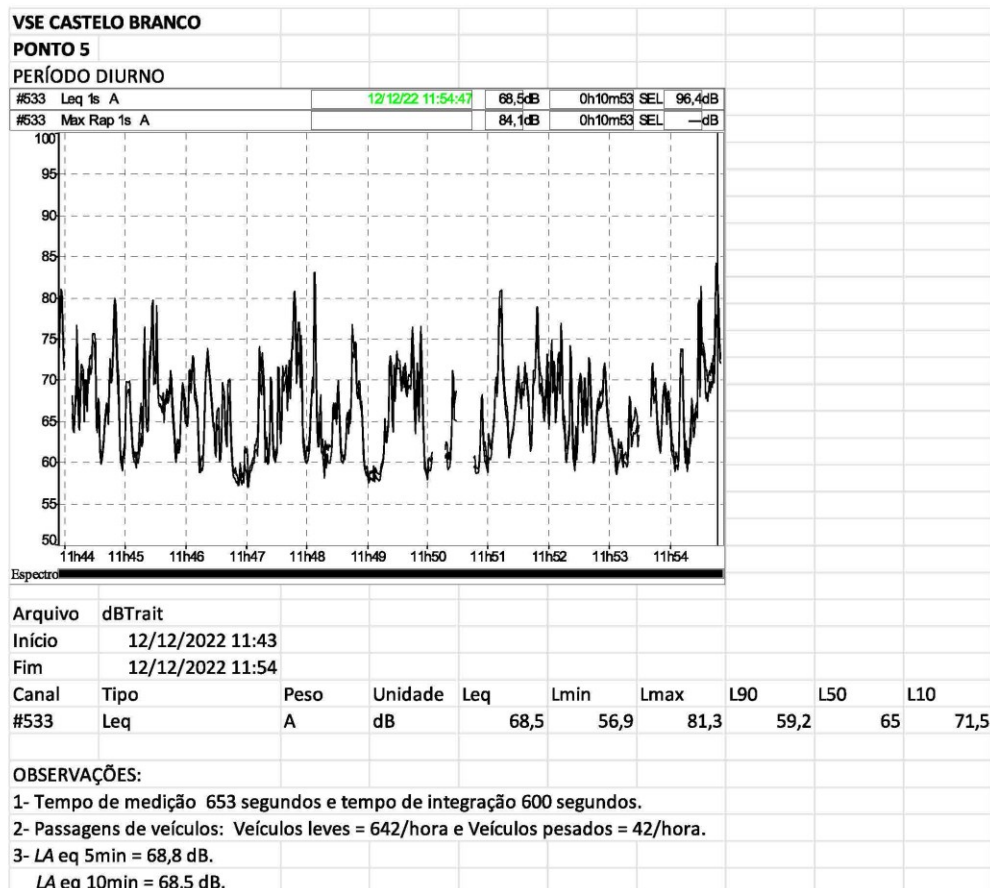
A medição dos níveis de pressão sonora neste ponto demonstra influência no parâmetro de ruído médio (LA_{eq}) devido ao tráfego de veículos da avenida Guarulhos. Foram excetuados os eventos intrusivos/condições previstas na D.D. 100/2009/P de passagens motocicletas e caminhão com escapamento “aberto” na via local.


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
28/12/2022	26 de 27

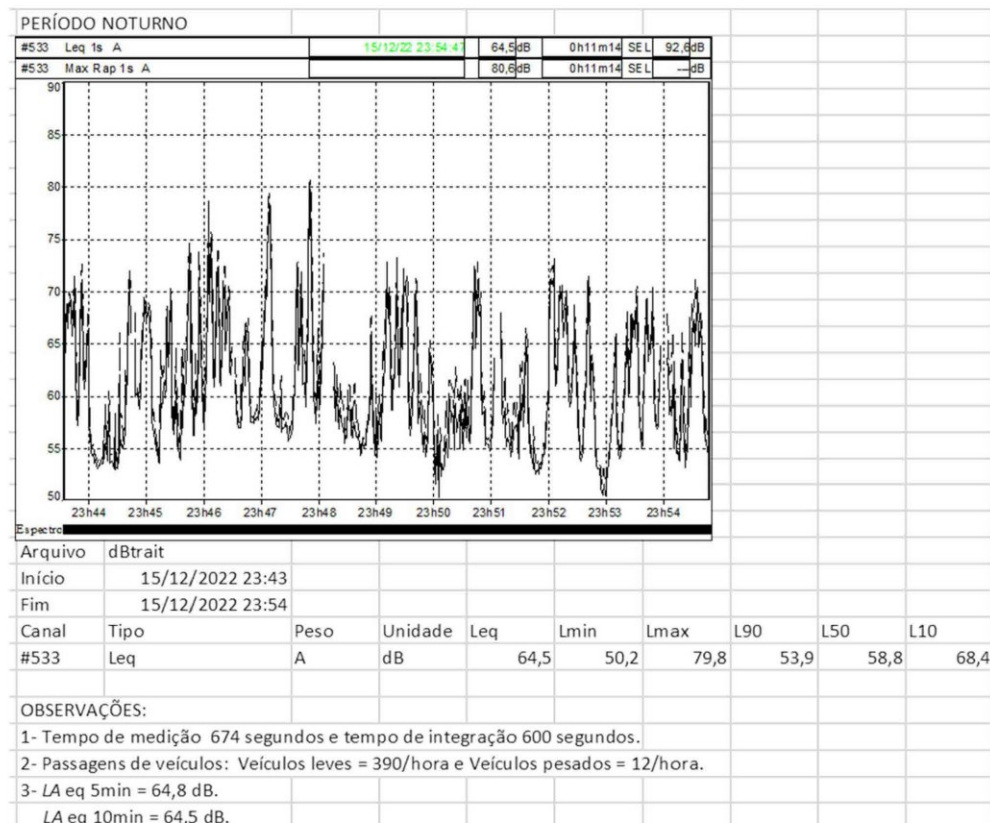
Período Diurno

“PLOT” Parcial – exceto eventos intrusivos – LAeq- dB




DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
28/12/2022	27 de 27

Período Noturno
"PLOT" Parcial – exceto eventos intrusivos – LAeq- dB


ANEXO 01

**Verificação em campo do desempenho da
instrumentação**

ANEXO 01 do RT-2.EA.00.00/8MR-001 FOLHA 2 de 3

Verificação em campo das características do sistema de medição/ sonômetro (medidor de nível sonoro).

De acordo com o item 7.2 da NBR 10151/2019- rev. 2020 foi feito o ajuste do sistema de medição com a utilização de calibrador sonoro em frequência 1000 Hz e nível sonoro nominal de 94 dB de maneira a garantir que os requisitos técnicos/legais sejam satisfeitos, bem como foram realizadas verificações no início e término das campanhas de medições.

- ✓ Valor indicado no certificado de calibração do calibrador sonoro: 93,8 dB
- ✓ Valor indicado pelo fabricante do sonômetro para correção em campo livre

 BPO		NBR 10.151:2019
4) Valores de correção de Campo Livre		
Os valores de correção de campo livre para o microfone GRAS 40CE e 40CD, conforme informação solicitada no item 7.2 "Ajuste do sonômetro", parágrafo terceiro (NBR 10.151), segue abaixo:		
Instrumento/microfone	Correção Campo livre @ 1000 Hz	
SOLO + MCE 212/215 + UC52	{-} 0,5 dB	

- ✓ A correção devido ao uso do "wind screen" está prevista conforme descrito no item 3.3 do manual do fabricante:

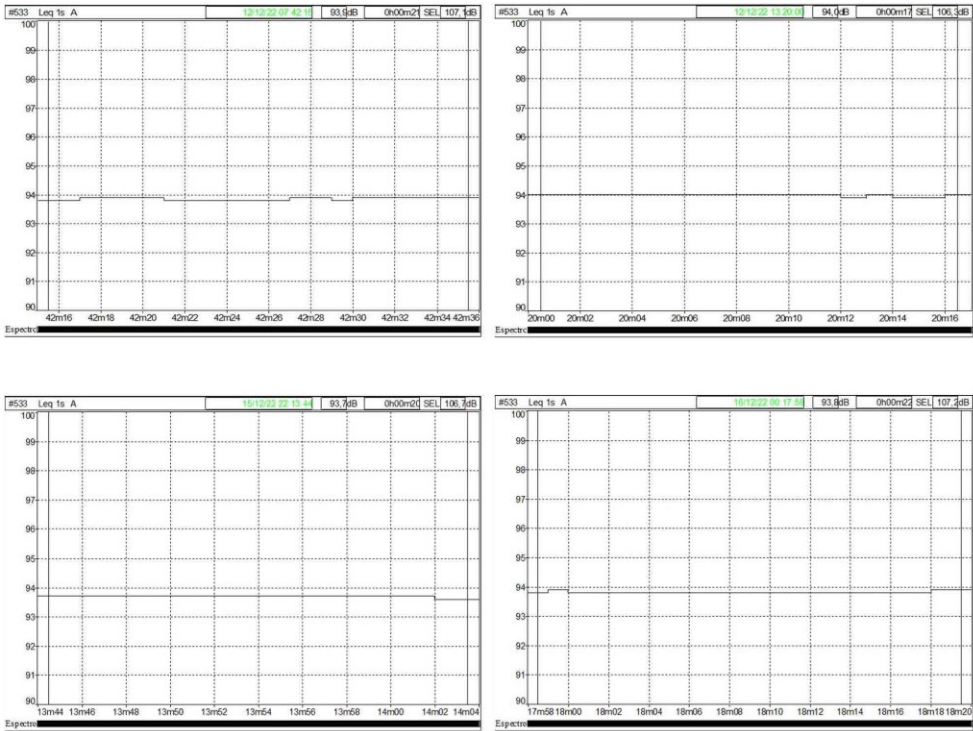
3.3. Windshield / Proteção da chuva

Descrição	Referência	Correção de campo livre	
		Frequência nominal do calibrador = 250 Hz	Frequência nominal do calibrador = 1000 Hz
		Correção	Correção
Windshield (fornecido com o instrumento)	BAV012	- 0,4 dB	- 0,5 dB
Proteção de chuva (opcional)	BAP012	- 0,4 dB	- 0,5 dB

 Os valores de correção listados na tabela também incluem o coeficiente de correção de campo livre do microfone.

ANEXO 01 do RT-2.EA.00.00/8MR-001 FOLHA 3 de 3

✓ Medições realizadas de 12/12/2022 – (Período diurno) e 15 e 16/12/2022 (Período noturno)



ANEXO 02

ART

Anotação de Responsabilidade Técnica

ANEXO 02 do RT-2.EA.00.00/8MR-001 FOLHA 2 de 2

Resolução nº 1.025/2009 - Anexo I - Modelo A

Página 1/2



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado de São Paulo

CREA-SP

ART de Obra ou Serviço
28027230222049874

1. Responsável Técnico

ELIANE REIS CHARRO QUIRINO

Título Profissional: Engenheira Industrial - Elétrica, Engenheira de Segurança do Trabalho

Coautoria- vinculada à 28027230201402109

RNP: 2603189832

Registro: 5061554792-SP

Registro: 0372309-SP

Empresa Contratada: PRIME ENGENHARIA E COMERCIO LTDA

2. Dados do Contrato

Contratante: Companhia do Metropolitano de São Paulo- Metrô

Endereço: Rua RUA BOA VISTA, 175

Complemento:

Cidade: São Paulo

Contrato:

Valor: R\$

Ação Institucional:

Celebrado em: 05/11/2020

Tipo de Contratante: Pessoa Jurídica de Direito Público

Bairro: CENTRO

UF: SP

Vinculada à Art nº:

CPF/CNPJ: 62.070.362/0001-06

Nº: 179

CEP: 01014-920

3. Dados da Obra Serviço

Endereço: Rua CABO JOÃO TERUEL FREGONI

Complemento:

Cidade: Guarulhos

Data de Início: 12/12/2022

Previsão do Término: 20/12/2022

Coordenadas Geográficas:

Finalidade: Ambiental

Bairro: PONTE GRANDE

UF: SP

Nº: 124

CEP: 07032-000

Código:

CPF/CNPJ:

4. Atividade Técnica

Consultoria	Avaliação	Controle	de Controle Ambiental	Quantidade	Unidade
1				2,00000	decibel

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder à baixa desta ART

5. Observações

AValiação de NÍVEL DE PRESSÃO SONORA DE CONFORMIDADE COM A NBR 10151/2019-REV 2020 E D.D. CETESB 100/2008P E CONFEÇÃO DE ESTUDO DE PROPAGACAO DE NÍVEL SONOROS PARA OS VSEs (SAÍDAS DE VENTILAÇÃO E EMERGÊNCIA) DA LINHA VERDE DENOMINADOS SÃO PEDRO, ANTON PHILIPS E CASTELO BRANCO NO MUNICÍPIO DE GUARULHOS.

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro atendimento às regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

Resolução nº 1.025/2009 - Anexo I - Modelo A

Página 2/2

7. Entidade de Classe

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE
ENGENHARIA DE SÃO PAULO - IBAPE

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

São Paulo 20 de dezembro de 2022

Local data

ELIANE REIS CHARRO QUIRINO - CPF: 021.207.468-77

Companhia do Metropolitano de São Paulo- Metrô - CPF/CNPJ:
62.070.362/0001-06

Valor ART R\$: 88,78

Registrada em: 20/12/2022

Valor Pago R\$: 88,78

Nosso Número: 28027230222049874

Versão do sistema

Impresso em: 20/12/2022 12:33:26

9. Informações

- A presente ART encontra-se devidamente quitada conforme dados constantes no rodapé-versão do sistema, certificada pelo Nosso Número.

- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site
www.creasp.org.br ou www.confex.org.br

- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

www.creasp.org.br

Tel: 0800 017 78 11

E-mail: acessar_@_Fale Conosco do site acima



ANEXO 03

Certificados de Calibração da Instrumentação

ANEXO 03 do RT-2.EA.00.00/8MR-001 FOLHA 2 de 16

	TOTAL SAFETY LTDA. R. Gal Humberto AC Branco, 286 (310) São Caetano do Sul - CEP 09560-380 Tel: (11) 4220-2600 info@totalsafety.com.br www.totalsafety.com.br
CALILAB - Laboratório de Calibração e Ensaios ISO 17025: Laboratório Acreditado (Accredited Laboratory)	

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Certification Certificate

Nº: RBC1-11606-588

Certificate Number

RBC - REDE BRASILEIRA DE CALIBRAÇÃO

Brazilian Calibration Network



CLIENTE Customer	Eliane Reis Charro Quirino Rua Dr. Augusto de Miranda, 947 - Vila Pompéia São Paulo - SP - CEP 05026-000	Processo / O.S.: 21603
Interessado Interested party	(o mesmo)	

Item calibrado Calibrated item	Analisador de oitavas (classe 1)	Calilab é um Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307. Este certificado atende aos requisitos de acreditação pela Cgcre que avaliou a competência do laboratório e comprovou a sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida (ou ao Sistema Internacional de Unidades - SI). Este certificado é válido apenas para o item descrito, não sendo extensivo a quaisquer outros, ainda que similares. Este certificado somente pode ser reproduzido em sua forma integral e desde que seja legível. Reproduções parciais ou para fins de divulgação em material publicitário, requerem autorização expressa do laboratório. Nenhuma reprodução poderá ser usada de maneira enganosa. A versão original deste certificado é um arquivo PDF.
Marca Brand	01dB	
Modelo Model	Soló DL 01	
Número de série Serial number	30533	
Identificação Identification	--- (informações adicionais na página 2)	

Data da calibração
Date of calibration (day/month/year)
11/10/2021
Data da Emissão:
Date of issue
11/10/2021


 Assinado de forma digital
 por Enrique Bondarenc
 DN: cn=Enrique
 Bondarenc, o=Total
 Safety Ltda., ou=Calilab,
 email=enrique@totalsafe
 ty.com.br, c=BR
 Dados: 2021.10.11 12:12:02
 -1.2.840.113549.1.4.1

Total de páginas
Total pages number
10
Página
Page
1

A Cgcre é signatária do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation). A Cgcre é signatária do Acordo de Reconhecimento Mútuo da IAAC (Interamerican Accreditation Cooperation).
 Cgcre is Signatory of the ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation) Mutual Recognition Arrangement. Cgcre is signatory of the IAAC (Interamerican Accreditation Cooperation) Mutual Recognition Arrangement.

ANEXO 03 do RT-2.EA.00.00/8MR-001 FOLHA 3 de 16

Continuação do Certificado Nº: RBC1-11606-588

Página

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro)
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Página 2

Local da calibração*Calibration location*

Sede do laboratório Calilab (conforme indicado na página 1).

Condições ambientais*Environmental conditions*

Temperatura	21,3 °C
Umidade relativa	80 %
Pressão atmosférica	929 hPa

Procedimento*Procedure*

IT-572: Método de calibração de acordo com a norma IEC 61672-3:2006 - *Electroacoustics - Sound level meters - Periodic Test*. Por este procedimento são realizados testes elétricos bem como testes acústicos. Adicionalmente, são verificados os filtros com o procedimento IT-582, cujo método incorpora testes baseados na norma IEC 61260:1995. A revisão dos procedimentos utilizados são aqueles em vigência na data desta calibração. O conjunto de parâmetros calibrados atende a recomendação do documento DOQ-CGCRE-052.

Plano de calibração*Calibration plan*

Os critérios de seleção do método atendem aos requisitos da ISO 17025. O plano de calibração é elaborado e pactuado observando: o uso de métodos apropriados, as características do item sob teste e as necessidades do cliente. Para que o serviço de calibração complete sua finalidade, o laboratório recomenda que este certificado de calibração seja submetido a análise crítica, observando os erros de medição reportados e as incertezas associadas a cada teste, avaliando o impacto que cada parâmetro tem sobre as medições. Sempre que pertinente, são incluídas informações adicionais sobre contrato, solicitações do cliente, plano de calibração e configurações do item. Ajustes e reparos não fazem parte do escopo de acreditação.

Imparcialidade e confidencialidade*Impartiality and confidentiality*

De acordo com a ISO 17025:2017 o laboratório não pode permitir que pressões comerciais, financeiras ou outras comprometam a imparcialidade. A norma identifica situações de risco à imparcialidade quando os relacionamentos são baseados em propriedade, governança, gestão, pessoal, recursos compartilhados, finanças, contratos, marketing (incluindo promoção de marcas) e pagamento de comissões de vendas ou outros benefícios pela indicação de novos clientes. Para assegurar a independência do CALILAB e promover um ambiente neutro, de equidade e sem conflitos de interesses, a Total Safety optou por manter-se livre de quaisquer associações que a identifiquem como uma parte interessada. O CALILAB é, portanto, um LABORATÓRIO DE TERCEIRA PARTE e não se beneficia em detrimento de resultados de calibrações ou ensaios que sejam favoráveis ou desfavoráveis ao prestígio de uma determinada marca ou modelo. O CALILAB também assegura a seus clientes o atendimento de todos os requisitos de confidencialidade previstos na ISO 17025:2017.

Incerteza de Medição*Measurement uncertainty*

Os resultados reportados referem-se à média dos valores encontrados. Cada Incerteza Expandida de Medição (U) relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência $k = 2,00$, para uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. Quando o fator de abrangência k é um valor diferente de 2,00 o valor de k é reportado juntamente com os resultados. A expressão da incerteza de medição é determinada de acordo o Guia para a Expressão da Incerteza de Medição (GUM). A capacidade de medição e calibração (CMC) do laboratório Calilab é informada no site do Inmetro. Em uma determinada calibração a incerteza reportada poderá ser maior do que a CMC.

Informações adicionais do item sob teste*Additional information*

O sonômetro foi submetido aos testes com um microfone marca 01dB, modelo MCE 212, s/n 80884, pré-amplificador marca 01dB, modelo PRE 21 S, s/n 15247. Os fatores de correção em relação ao corpo do medidor não foram declarados no certificado de calibração, pelo qual não foram considerados, caso o fabricante informe tais fatores posteriormente, o resultado será a simples soma destes com os dados de resposta em frequência declarados neste certificado. Software instalado: V1.401.

Rastreabilidade*Traceability*

Gerador: Identificação P144, Certificado DIMCI 1515/2019 (Emitente INMETRO/Laeta)

Calibrador Multi-frequência: Identificação P280, Certificado RBC2-10819-639 (Emitente RBC/Calilab)

ANEXO 03 do RT-2.EA.00.00/8MR-001 FOLHA 4 de 16

Continuação do Certificado Nº: RBC1-11606-588

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro)
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Página
3

RESULTADOS DA CALIBRAÇÃO

Indicação inicial e indicação após o eventual ajuste (referência acústica)

carater informativo

indicação inicial	referência (dB)	indicação (dB)	indicação após eventual ajuste	referência (dB)	indicação (dB)	frequência (Hz)
	93,9	94,6		93,9	93,9	1000,0

Linearidade na faixa de referência (em 8000 Hz, com ponderação A)

simulação elétrica

excitação (dB)	erro (dB)	tolerância + (dB)	tolerância - (dB)	limite superior de linearidade (dB)	nível de referência (dB)
136,0	-0,1	-1,1	-1,1	136	94,0
135,0	0,0				
134,0	0,0				
133,0	0,0				
132,0	0,0				
131,0	0,0				
130,0	0,0				
129,0	0,0				
124,0	0,0				
119,0	0,0				
114,0	0,0				
109,0	0,1				
104,0	0,0				
99,0	0,0				
94,0	0,0				
89,0	0,0				
84,0	0,0				
79,0	0,0				
74,0	-0,1				
69,0	0,0				
64,0	0,0				
59,0	0,0				
54,0	0,0				
49,0	0,0				
44,0	0,0				
39,0	0,0				
34,0	0,0				
29,0	0,0				
24,0	0,1				
23,0	0,1				
22,0	0,2				
21,0	0,3				
20,0	0,4				
19,0	0,5				
18,0	0,7				

Página
Page 4

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro)
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

testes executados conforme aplicável

[illegible]

normalizado em 1000 Hz

frequência [Hz]	erro pond "A" (dB)	tolerância + (dB)	tolerância - (dB)
63	0,4	-1,5	-1,5
125	0,4	-1,5	-1,5
250	0,2	-1,4	-1,4
500	0,1	-1,4	-1,4
1000	0,0	-1,1	-1,1
2000	-0,1	-1,6	-1,6
4000	-0,2	-1,6	-1,6
8000	-0,6	-2,1	-3,1
16000	-5,2	-3,5	-17,0

Prévio ajuste no nível e faixa de referência, na ponderação A

freqüência [Hz]	erro pond °C ⁻¹ (dB)	tolerância + (dB)	tolerância - (dB)	nível referência (dB)
63	0,2	-1,5	-1,5	92,0
125	0,2	1,5	-1,5	
250	0,1	1,4	-1,4	
500	0,1	1,4	-1,4	
1000	0,0	1,1	-1,1	
2000	0,0	1,6	-1,6	
4000	-0,1	1,6	-1,6	
8000	-0,5	2,1	-3,1	
16000	-5,2	3,6	-17,0	

Prévio ajuste no nível e faixa de referência, na ponderação A

freqüência [Hz]	erro pond "Z" (dB)	tolerância + (dB)	tolerância - (dB)	nível referência (dB)
63	0,1	1,5	-1,5	92,0
125	0,1	1,5	-1,5	
250	0,1	1,4	-1,4	
500	0,1	1,4	-1,4	
1000	0,0	1,1	-1,1	
2000	0,0	1,6	-1,6	
4000	0,0	1,6	-1,6	
8000	-0,1	2,1	-3,1	
16000	0,0	3,5	-17,0	

ANEXO 03 do RT-2.EA.00.00/8MR-001 FOLHA 6 de 16

Continuação do Certificado Nº: RBC1-11606-588

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro)
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.Página
5

Ponderações no tempo e na frequência em 1 kHz (A, C, Z)

testes na faixa de referência (simulação elétrica)

excitação pond. (A, F) (dB)	erro pond. (C, F) (dB)	erro pond. (Z, F) (dB)	tolerância (dB)	incerteza (dB)
94,0	-0,1	-0,1	0,4	0,1

Ponderações no tempo e na frequência em 1 kHz (S, Leq)

testes na faixa de referência (simulação elétrica)

excitação pond. (A, F) (dB)	erro pond. (A, S) (dB)	erro pond. (A, Leq) (dB)	tolerância (dB)	incerteza (dB)
94,0	0,0	0,0	0,3	0,1

Resposta a pulsos tonais (F; S; LAE)

testes executados conforme aplicável

parâmetro sob teste	largura do trem (ms)	nível esperado (dB)	erro (dB)	tolerância + (dB)	tolerância - (dB)	incerteza (dB) [k=3,31]	nível referência (dB)
Fast	200	133,0	0,0	0,8	-0,8	0,2	134,0
Fast	2	116,0	-0,2	1,3	-1,8	0,2	
Fast	0,25	107,0	-0,3	1,3	-3,3	0,4	
Slow	200	126,6	-0,1	0,8	-0,8	0,2	
Slow	2	107,0	-0,1	1,3	-3,3	0,2	
LAE	200	127,0	0,0	0,8	-0,8	0,2	
LAE	2	107,0	0,0	1,3	-1,8	0,2	
LAE	0,25	98,0	-0,1	1,3	-3,3	0,2	

Nível sonoro de pico ponderado em C

testes executados conforme aplicável

sinal de teste	nível esperado (dB)	erro (dB)	tolerância + (dB)	tolerância - (dB)	incerteza (dB)	nível referência (dB)
ciclo completo de 8 kHz	135,4	-0,2	2,4	-2,4	0,2	132,0
semiciclo positivo 500 Hz	134,4	-0,1	1,4	-1,4	0,2	
semiciclo negativo 500 Hz	134,4	-0,1	1,4	-1,4	0,2	

Indicação de sobrecarga e teste de estabilidade

sobrecarga: aplicável a sonômetros que indicam LAeq,T

sinal de teste	indicação (dB)	erro absoluto (dB)	tolerância (dB)	incerteza (dB)
semiciclo positivo	138,2	0,1	1,8	0,2
semiciclo negativo	138,1			
estabilidade de longa duração	94,0	0,0	0,1	0,1
estabilidade em nível alto	136,0	0,0	0,1	0,1

Ruído auto-gerado

configuração de entrada	ponderação em frequência	especificado (dB)	medido (dB)	incerteza (dB)	O nível de ruído autogerado (com microfone instalado ou com dispositivo de entrada elétrica) é reportado somente para informação e não é utilizado para avaliar a conformidade a um requisito. A incerteza é interpretada neste contexto. A norma não estabelece um critério para a mesma.
microfone instalado	A	23,9	17,5	0,8	
dispositivo de entrada elétrica	A	20,0	11,0	0,5	
dispositivo de entrada elétrica	C	25,0	11,9		
dispositivo de entrada elétrica	Z	30,0	17,8		

ANEXO 03 do RT-2.EA.00.00/8MR-001 FOLHA 7 de 16

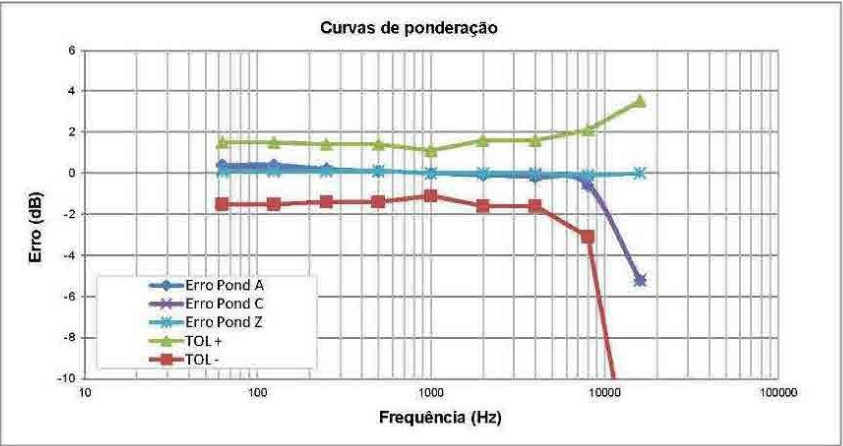
Continuação do Certificado Nº: RBC1-11606-588

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro)
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Página
6

Ponderações em frequência - Teste elétrico (representação gráfica)

(dados normalizados em 1000 Hz)



Teste acústico (normalizado em 1000 Hz)

resultados reportados corrigidos para CAMPO LIVRE

frequência [Hz]	nível de referência (dB)	erro (dB)	tolerância + (dB)	tolerância - (dB)	incerteza (dB)	faixa (dB)
125	94,0	-0,2	1,5	-1,5	0,5	0
250	94,0	-0,3	1,4	-1,4	0,4	
500	94,0	-0,3	1,4	-1,4	0,4	
1000	94,0	0,0	1,1	-1,1	0,4	
2000	94,0	-0,1	1,6	-1,6	0,6	
4000	94,0	-0,3	1,6	-1,6	0,6	
8000	94,0	0,5	2,1	-3,1	0,6	

k

2,00

O TESTE ACÚSTICO refere-se ao conjunto SONÔMETRO-MICROFONE para o campo sonoro reportado. O sonômetro permaneceu configurado com ponderação C. A menos que o cliente necessite um certificado de calibração exclusivo para microfone, o teste acústico é suficiente para caracterizar a resposta em frequência do conjunto, sonômetro-microfone, no contexto da norma IEC 61672. Os resultados reportados correspondem às condições de CAMPO LIVRE, isto é, níveis sonoros equivalentes àqueles que seriam indicados em resposta às ondas sonoras progressivas planas incidentes a partir da direção de referência. O teste acústico foi executado com um calibrador multi-frequência e posterior aplicação de correções. Os resultados reportados no teste acústico não se aplicam a indicações obtidas com incidência aleatória ou em campo de pressão (as indicações nestes campos requerem aplicação de correções ou uma calibração específica no campo de interesse).

CRITÉRIOS DA NORMA IEC 61672-1:2002 PARA ESTABELECE A CONFORMIDADE DO SONÔMETRO: A norma IEC 61672-1:2002 estabelece, para cada um dos testes, critérios de tolerância e incertezas máximas que podem ser praticadas. Com relação às incertezas, o laboratório identifica antecipadamente se o critério de incertezas máximas é atendido e, portanto, não há necessidade, a priori, do cliente fazer esta comprovação. Para identificar se o sonômetro atende determinada tolerância a norma estabelece que, os erros, estendidos pelas incertezas de medição, não devem exceder os limites de tolerância definidos para o teste. Por exemplo, se uma determinada tolerância for de 1 dB, a soma dos valores absolutos do erro e da incerteza de medição não deverá exceder 1 dB.

ANEXO 03 do RT-2.EA.00.00/8MR-001 FOLHA 8 de 16

Continuação do Certificado Nº: RBC1-11606-588

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro)
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.Página
7

Filtros de oitavas de classe 1 / Base 2

Lref em 1000 Hz = 135,0 dB

Frequência	L_Sup	L_Inf	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	+/-U	k
fm x 0,063	65,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	2,00
fm x 0,126	74,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	2,00
fm x 0,250	93,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,00
fm x 0,500	117,5	---	110,7	110,6	110,6	110,6	110,7	110,7	110,6	110,6	110,5	110,5	115,8	0,3	2,00
fm x 0,707	133,0	130,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	131,9	131,9	131,8	131,9	0,2	2,00
fm x 0,739	135,3	130,0	133,7	133,7	133,7	133,7	133,7	133,7	133,6	133,6	133,6	133,2	0,2	2,00	
fm x 0,771	135,3	133,7	134,6	134,6	134,6	134,6	134,6	134,6	134,5	134,5	134,4	134,4	134,0	0,2	2,00
fm x 0,841	135,3	134,4	135,1	135,1	135,1	135,1	135,0	135,0	134,9	134,9	134,8	134,7	0,2	2,00	
fm x 0,917	135,3	134,6	135,1	135,1	135,1	135,1	135,1	135,0	135,0	134,9	134,9	134,9	0,2	2,00	
fm	135,3	134,7	135,1	135,1	135,1	135,1	135,1	135,0	135,0	134,9	134,9	134,9	0,2	2,00	
fm x 1,091	135,3	134,6	135,1	135,1	135,1	135,1	135,1	135,0	135,0	134,9	134,9	135,0	0,2	2,00	
fm x 1,189	135,3	134,4	135,0	135,1	135,1	135,1	135,1	135,0	135,0	134,9	134,9	134,8	135,1	0,2	2,00
fm x 1,297	135,3	133,7	134,9	134,8	134,8	134,8	134,8	134,8	134,7	134,7	134,7	134,6	135,1	0,2	2,00
fm x 1,356	135,3	130,0	134,1	134,1	134,1	134,1	134,1	134,0	134,0	133,9	133,9	134,9	0,2	2,00	
fm x 1,414	133,0	130,0	132,3	132,3	132,3	132,3	132,3	132,2	132,2	132,1	132,1	131,0	0,2	2,00	
fm x 2,000	117,5	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	2,00
fm x 4,000	93,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,00
fm x 8,000	74,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	2,00
fm x 16,000	65,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	2,00

U = incerteza de medição.

As frequências de teste são calculadas a partir da frequência central e de multiplicadores (como consta na primeira coluna). Por exemplo: O filtro de frequência nominal 500 Hz, cuja frequência exata, para base 10, é de 501,187 Hz, o segundo ponto acima da frequência central, pode ser calculado como: fm x 1,188 = 595,410 Hz.

L_Sup = limite superior de tolerância definido pela norma para uma determinada frequência de teste.

L_Inf = limite inferior de tolerância definido pela norma para uma determinada frequência de teste. A norma não define um limite inferior para aquelas frequências preenchidas com uma linha tracejada ("---"). Na prática, a atenuação nestas frequências pode ser menos infinito.

As frequências centrais identificadas na primeira linha da tabela correspondem às frequências nominais.

As frequências centrais exatas de cada filtro (fm) são calculadas conforme a ISO 266.

Eventuais resultados = 0,0 dB correspondem a indicações de, pelo menos, 10 dB abaixo do limite L_Sup correspondente.

As tolerâncias identificadas na(s) tabela(s) não contemplam as incertezas de medição. Estas podem e devem ser consideradas como parte do resultado para estabelecer um critério de aceitação.

ANEXO 03 do RT-2.EA.00.00/8MR-001 FOLHA 9 de 16

Continuação do Certificado Nº: RBC1-11606-588

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro)
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.Página
8

Filtros de terços de oitava de classe 1 / Base 2 (tabela 1/3)

Lref em 1000 Hz = 135,0 dB

Frequência	L_Sup	L_Inf	16	20	25	31	40	50	63	80	100	125	160	+/-U	k
fm x 0,184	65,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	2,00
fm x 0,326	74,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	2,00
fm x 0,530	93,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,00
fm x 0,772	117,5	---	106,7	107,4	106,5	106,7	107,4	106,5	106,6	107,4	106,6	106,6	107,4	0,3	2,00
fm x 0,891	133,0	130,0	131,6	131,8	131,7	131,6	131,8	131,7	131,6	131,8	131,7	131,6	131,8	0,2	2,00
fm x 0,906	135,3	130,0	133,6	133,7	133,7	133,7	133,8	133,7	133,7	133,7	133,7	133,7	133,8	0,2	2,00
fm x 0,919	135,3	133,7	134,7	134,7	134,7	134,6	134,7	134,7	134,7	134,7	134,7	134,7	134,7	0,2	2,00
fm x 0,947	135,3	134,4	135,1	135,1	135,0	135,1	135,1	135,1	135,1	135,1	135,1	135,1	135,1	0,2	2,00
fm x 0,974	135,3	134,6	135,1	135,1	135,1	135,1	135,0	135,1	135,1	135,1	135,1	135,1	135,1	0,2	2,00
fm	135,3	134,7	135,1	135,1	135,1	135,1	135,1	135,1	135,1	135,1	135,1	135,1	135,1	0,2	2,00
fm x 1,027	135,3	134,6	135,1	135,0	135,1	135,1	135,1	135,1	135,1	135,1	135,1	135,1	135,1	0,2	2,00
fm x 1,056	135,3	134,4	135,1	135,0	135,1	135,1	135,1	135,1	135,1	135,1	135,1	135,1	135,1	0,2	2,00
fm x 1,088	135,3	133,7	134,7	134,6	134,7	134,7	134,7	134,7	134,7	134,7	134,7	134,7	134,7	0,2	2,00
fm x 1,105	135,3	130,0	133,5	133,5	133,7	133,6	133,6	133,7	133,6	133,6	133,7	133,6	133,6	0,2	2,00
fm x 1,122	133,0	130,0	131,2	131,2	131,5	131,3	131,2	131,5	131,3	131,2	131,6	131,3	131,2	0,2	2,00
fm x 1,296	117,5	---	103,7	102,4	104,8	103,7	102,4	104,8	103,7	102,4	104,8	103,7	102,4	0,3	2,00
fm x 1,887	93,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,00
fm x 3,070	74,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	2,00
fm x 5,435	65,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	2,00

U = incerteza de medição.

As frequências de teste são calculadas a partir da frequência central e de multiplicadores (como consta na primeira coluna). Por exemplo: O filtro de frequência nominal 125 Hz, cuja frequência exata, para base 10, é de 125,893 Hz, o segundo ponto acima da frequência central, pode ser calculado como: fm x 1,056 = 132,943 Hz.

L_Sup = limite superior de tolerância definido pela norma para uma determinada frequência de teste.

L_Inf = limite inferior de tolerância definido pela norma para uma determinada frequência de teste. A norma não define um limite inferior para aquelas frequências preenchidas com uma linha tracejada ("---"). Na prática, a atenuação nestas frequências pode ser menos infinito.

As frequências centrais identificadas na primeira linha da tabela correspondem às frequências nominais.

As frequências centrais exatas de cada filtro (fm) são calculadas conforme a ISO 266.

Eventuais resultados = 0,0 dB correspondem a indicações de, pelo menos, 10 dB abaixo do limite L_Sup correspondente.

As tolerâncias identificadas na(s) tabela(s) não contemplam as incertezas de medição. Estas podem e devem ser consideradas como parte do resultado para estabelecer um critério de aceitação.

ANEXO 03 do RT-2.EA.00.00/8MR-001 FOLHA 10 de 16

Continuação do Certificado Nº: RBC1-11606-588

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro)
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.Página
9

Filtros de terços de oitava de classe 1 / Base 2 (tabela 2/3)

Lref em 1000 Hz = 135,0 dB

Frequência	L_Sup	L_Inf	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	+/-U	k
fm x 0,184	65,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	2,00
fm x 0,326	74,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	2,00
fm x 0,530	93,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,00
fm x 0,772	117,5	---	106,5	106,6	107,4	106,5	106,6	107,4	106,5	106,5	107,3	106,4	106,5	0,3	2,00
fm x 0,891	133,0	130,0	131,7	131,6	131,8	131,7	131,6	131,7	131,6	131,5	131,7	131,6	131,5	0,2	2,00
fm x 0,906	135,3	130,0	133,7	133,7	133,7	133,7	133,6	133,7	133,6	133,6	133,6	133,6	133,6	0,2	2,00
fm x 0,919	135,3	133,7	134,7	134,7	134,7	134,7	134,6	134,6	134,6	134,6	134,6	134,6	134,5	0,2	2,00
fm x 0,947	135,3	134,4	135,1	135,1	135,1	135,0	135,1	135,0	135,0	135,0	135,0	134,9	134,9	0,2	2,00
fm x 0,974	135,3	134,6	135,1	135,1	135,1	135,1	135,1	135,0	135,0	135,0	135,0	135,0	135,0	0,2	2,00
fm	135,3	134,7	135,1	135,1	135,1	135,1	135,0	135,0	135,0	135,0	135,0	135,0	135,0	0,2	2,00
fm x 1,027	135,3	134,6	135,1	135,1	135,1	135,1	135,0	135,0	135,0	135,0	135,0	135,0	135,0	0,2	2,00
fm x 1,056	135,3	134,4	135,1	135,1	135,0	135,1	135,0	135,0	135,0	135,0	134,9	134,9	134,9	0,2	2,00
fm x 1,088	135,3	133,7	134,6	134,7	134,6	134,7	134,6	134,6	134,6	134,6	134,5	134,6	134,5	0,2	2,00
fm x 1,105	135,3	130,0	133,7	133,6	133,5	133,7	133,5	133,5	133,6	133,5	133,4	133,6	133,4	0,2	2,00
fm x 1,122	133,0	130,0	131,5	131,3	131,2	131,5	131,2	131,1	131,5	131,2	131,0	131,4	131,1	0,2	2,00
fm x 1,296	117,5	---	104,8	103,7	102,4	104,7	103,6	102,3	104,7	103,6	102,3	104,6	103,5	0,3	2,00
fm x 1,887	93,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,00
fm x 3,070	74,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	2,00
fm x 5,435	65,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	2,00

Filtros de terços de oitava de classe 1 / Base 2 (tabela 3/3)

Lref em 1000 Hz = 135,0 dB

Frequência	L_Sup	L_Inf	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000	---	+/-U	k
fm x 0,184	65,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	---	1,0	2,00
fm x 0,326	74,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	---	0,7	2,00
fm x 0,530	93,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	---	0,4	2,00
fm x 0,772	117,5	---	107,2	106,4	106,5	107,2	106,4	106,4	107,2	108,1	110,2	114,4	---	0,3	2,00
fm x 0,891	133,0	130,0	131,6	131,5	131,5	131,6	131,5	131,4	131,5	131,5	131,4	131,8	---	0,2	2,00
fm x 0,906	135,3	130,0	133,6	133,6	133,5	133,5	133,6	133,5	133,5	133,5	133,2	133,3	---	0,2	2,00
fm x 0,919	135,3	133,7	134,5	134,5	134,5	134,5	134,5	134,4	134,4	134,4	134,3	134,2	---	0,2	2,00
fm x 0,947	135,3	134,4	134,9	134,9	134,9	134,9	134,9	134,8	134,8	134,8	134,9	134,9	---	0,2	2,00
fm x 0,974	135,3	134,6	134,9	134,9	134,9	134,9	134,9	134,9	134,8	134,8	134,9	135,1	---	0,2	2,00
fm	135,3	134,7	134,9	134,9	134,9	134,9	134,9	134,9	134,8	134,8	134,9	135,1	---	0,2	2,00
fm x 1,027	135,3	134,6	134,9	134,9	134,9	134,9	134,9	134,9	134,8	134,8	134,9	135,1	---	0,2	2,00
fm x 1,056	135,3	134,4	134,9	134,9	134,9	134,9	134,9	134,8	134,8	134,8	135,0	135,1	---	0,2	2,00
fm x 1,088	135,3	133,7	134,5	134,5	134,5	134,5	134,5	134,4	134,4	134,5	134,8	135,0	---	0,2	2,00
fm x 1,105	135,3	130,0	133,4	133,5	133,4	133,3	133,5	133,3	133,3	133,3	134,2	134,6	---	0,2	2,00
fm x 1,122	133,0	130,0	131,0	131,4	131,1	131,0	131,3	131,0	130,9	130,7	132,1	132,1	---	0,2	2,00
fm x 1,296	117,5	---	102,2	104,6	103,5	102,2	104,5	103,5	102,1	0,0	0,0	0,0	---	0,3	2,00
fm x 1,887	93,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	---	0,4	2,00
fm x 3,070	74,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	---	0,7	2,00
fm x 5,435	65,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	---	1,0	2,00

Continuação do Certificado Nº: RBC1-11606-588

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro)
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Página
Página 10

Observações adicionais exclusivas desta calibração: Os testes de estabilidade de longa duração e estabilidade em nível alto se aplicam para sonômetros que apontam conformidade com a IEC 61672:2013. Estes testes foram realizados em atendimento a solicitação expressa pelo cliente e foram aplicados os critérios de tolerância e incertezas máximas declaradas na revisão vigente da IEC 61672.

(fim do resultados)

Opiniões e interpretações (não fazem parte do escopo de acreditação)

Opinions and interpretations (not covered by accreditation scope)
(—)

ANEXO 03 do RT-2.EA.00.00/8MR-001 FOLHA 12 de 16

 CALILAB - Laboratório de Calibração e Ensaios	TOTAL SAFETY LTDA. R Gal Humberto AC Branco, 286 (310) São Caetano do Sul - CEP 09560-380 Tel: (11) 4220-2600 info@totalsafety.com.br www.totalsafety.com.br
---	--

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO*Calibration Certificate***Nº: DIST2-11602-714***Certificate Number***Medida da distorção***Distortion measure***CLIENTE***Customer*

Eliane Reis Charro Quirino
 Rua Dr. Augusto de Miranda, 947 - Vila Pompéia
 São Paulo - SP - CEP 05026-000

Processo / O.S.:

21603

Interessado*Interested party*

(o mesmo)

Item calibrado*Calibrated item*

Calibrador de nível sonoro

Marca*Brand*

01dB

Modelo*Model*

Cal21

Número de série*Serial number*

34924011(2012)

Identificação*Identification*

Devido à inexistência de rastreabilidade nacional no momento desta calibração, a informação sobre a distorção é reportada em certificado à parte. O padrão utilizado foi calibrado por comparação e não permite obter uma rastreabilidade a padrões nacionais de medida (ou ao Sistema Internacional de Unidades - SI).

As medidas de amplitude e frequência deste mesmo calibrador de nível sonoro estão reportadas em outro certificado, emitido na mesma data, com o mesmo número, exceto pelo prefixo.

Assim, o certificado da amplitude e frequência é independente do certificado da distorção. O contrário não é verdadeiro. As medidas da distorção, por si só, não caracterizam o calibrador de nível sonoro.

Os dados sobre condições ambientais estão reportados no certificado da amplitude e frequência.

Data da calibração*Date of calibration (day/month/year)***07/10/2021**


Assinado de forma digital
 por David Bello
 DN: cn=David Bello,
 o=Total Safety, ou=Calilab,
 email=david@totalsafety.co
 m.br, c=BR
 Dados: 2021.10.07 15:42:26 -05'00'

Total de páginas*Total pages number***2****Data da Emissão:***Date of issue***07/10/2021**

David Bello
 Signatário Autorizado

*Authorized Signatory***Página***Page***1**

ANEXO 03 do RT-2.EA.00.00/8MR-001 FOLHA 13 de 16

Continuação do Certificado Nº: DIST2-11602-714

Página
2

Padrão

Sistema de Aquisição: Identificação P290, Certificado CL2-11344-543 (Emitente INTERNO/Calilab)

RESULTADOS DA CALIBRAÇÃO

Distorção

(THD: Distorção Harmônica Total / TD: Distorção Total)

valor nominal	valor medido	tolerância (da norma aplicável)	incerteza de medição	unidade da medida
1000 (94 dB)	1,5	3,0	0,3	%TD

O critério de conformidade definido na norma IEC 60942:1997 estabelece que os desvios não devem exceder os limites de tolerância especificados (expressos na tabela). O mesmo critério de aceitação vale para amplitude e frequência. A norma estabelece requisitos de incertezas máximas para o laboratório de calibração. O Calilab atende esses requisitos.

(fim do resultados)

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Calibração
NBR ISO/IEC
17025

IN

CAL 0307

Brazilian Calibration Network

Processo / O.S.:
21603

(o mesmo)

Calilab é um Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

01 dB

Ca121

34924011(2012)

Source: <http://www.fishbase.org>

Este certificado atende aos requisitos de acreditação pela Cgcre que avaliou a competência do laboratório e comprovou a sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida (ou ao Sistema Internacional de Unidades – SI).

Este certificado é válido apenas para o item descrito, não sendo extensivo a quaisquer outros, ainda que similares. Este certificado somente pode ser reproduzido em sua forma integral e desde que seja legível. Reproduções parciais ou para fins de divulgação em material publicitário, requerem autorização expressa do laboratório. Nenhuma reprodução poderá ser usada de maneira enganosa.

A versão original deste certificado é um arquivo PDF.

Date of calibration (day/month/year)

07/10/2021

g m

Assinado de forma digital
por David Bello
DN: cn=David Bello,
o=Total Safety, ou=Calilab,
email=david@totalsafety.c
om.br, c=BR
Dados: ...

Total pages number

3

Date of issue

07/10/2021

David Bello
Signatário Autorizado

Authorized Signature

Page

1

A Cgcre é signatária do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation). A Cgcre é signatária do Acordo de Reconhecimento Mútuo da IAAC (Interamerican Accreditation Cooperation).

ANEXO 03 do RT-2.EA.00.00/8MR-001 FOLHA 15 de 16

Continuação do Certificado Nº: RBC2-11602-714

Página

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro)
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Página 2

Local da calibração

Calibration location

Sede do laboratório Calilab (conforme indicado na página 1).

Condições ambientais

Environmental conditions

Temperatura 21,9 °C
Umidade relativa 63 %
Pressão atmosférica 932 hPa

Procedimento

Procedure

Instrução de Trabalho IT-502 (revsão em vigência na data desta calibração). O procedimento está baseado na norma IEC 60942 – *Sound Calibrators*. Os critérios de conformidade dependem da revisão desta norma: 1988, 1997, 2003 ou 2017. A revisão escolhida pelo laboratório corresponde prioritariamente à revisão declarada pelo fabricante. O conjunto de parâmetros calibrados atende a recomendação do documento DOQ-CGCRE-052.

Plano de calibração

Calibration plan

Os critérios de seleção do método atendem aos requisitos da ISO 17025. O plano de calibração é elaborado e pactuado observando: o uso de métodos apropriados, as características do item sob teste e as necessidades do cliente. Para que o serviço de calibração complete sua finalidade, o laboratório recomenda que este certificado de calibração seja submetido a análise crítica, observando os erros de medição reportados e as incertezas associadas a cada teste, avaliando o impacto que cada parâmetro tem sobre as medições. Sempre que pertinente, são incluídas informações adicionais sobre contrato, solicitações do cliente, plano de calibração e configurações do item. Ajustes e reparos não fazem parte do escopo de acreditação.

Imparcialidade e confidencialidade

Impartiality and confidentiality

De acordo com a ISO 17025:2017 o laboratório não pode permitir que pressões comerciais, financeiras ou outras comprometam a imparcialidade. A norma identifica situações de risco à imparcialidade quando os relacionamentos são baseados em propriedade, governança, gestão, pessoal, recursos compartilhados, finanças, contratos, marketing (incluindo promoção de marcas) e pagamento de comissões de vendas ou outros benefícios pela indicação de novos clientes. Para assegurar a independência do CALILAB e promover um ambiente neutro, de equidade e sem conflitos de interesses, a Total Safety optou por manter-se livre de quaisquer associações que a identifiquem como uma parte interessada. O CALILAB é, portanto, um LABORATÓRIO DE TERCEIRA PARTE e não se beneficia em detrimento de resultados de calibrações ou ensaios que sejam favoráveis ou desfavoráveis ao prestígio de uma determinada marca ou modelo. O CALILAB também assegura a seus clientes o atendimento de todos os requisitos de confidencialidade previstos na ISO 17025:2017.

Incerteza de medição

Measurement uncertainty

Os resultados reportados referem-se à média dos valores encontrados. Cada Incerteza Expandida de Medição (U) relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência $k = 2,00$, para uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. Quando o fator de abrangência k é um valor diferente de 2,00 o valor de k é reportado juntamente com os resultados. A expressão da incerteza de medição é determinada de acordo o Guia para a Expressão da Incerteza de Medição (GUM). A capacidade de medição e calibração (CMC) do laboratório Calilab é informada no site do Inmetro. Em uma determinada calibração a incerteza reportada poderá ser maior do que a CMC.

Informações adicionais do item sob teste

Additional information

(—)

Rastreabilidade

Traceability

Microfone de 1/2 polegada: Identificação P114, Certificado RBC2-11589-655 (Emitente RBC/Calilab)
Multímetro Digital: Identificação P105, Certificado RBC-19/0884 (Emitente RBC/Sigtron)

ANEXO 03 do RT-2.EA.00.00/8MR-001 FOLHA 16 de 16

Continuação do Certificado Nº: RBC2-11602-714

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro)
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Página
3

RESULTADOS DA CALIBRAÇÃO

Nível de pressão sonora e frequência

valor nominal	valor medido	tolerância ± (IEC 60942:1997)	incerteza de medição	unidade da medida
94	93,8	0,3	0,1	[dB]
1000 (94 dB)	1002,1	20,0	0,1	Hz

O critério de conformidade definido na norma IEC 60942:1997 estabelece que os desvios não devem exceder os limites de tolerância especificados (expressos na tabela). O mesmo critério de aceitação vale para amplitude e frequência. A norma estabelece requisitos de incertezas máximas para o laboratório de calibração. O Calibab atende esses requisitos.

(fim do resultados)

Opiniões e interpretações (não fazem parte do escopo de acreditação)

Opinions and interpretations (not covered by accreditation scope)
(-----)



Rua Boa Vista, 176 – Centro – São Paulo – SP – CEP 01014-920

DOCUMENTO TÉCNICO

CÓDIGO RT-2.EA.00.00/8MR-002	REVISÃO 0
EMIÇÃO 26/04/2022	FOLHA 1 de 43

LINHA TRECHO / SISTEMA / ESCOPO SUBTRC. / SUBSIST. / CONJ. UC / SUBCONJ.	2 – VERDE Paulo Freire - Dutra	OBJETO ESTUDO DE PREVISÃO DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA DOS VSEs DA LINHA 02-VERDE, TRECHO PAULO FREIRE-DUTRA
---	-----------------------------------	--

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Foram utilizados os seguintes documentos de referência:

- RT-19.EA.00.00/8MR-002
- RT-2.EA.00.00/8LP-003
- RT-5.36.00.00/1Y2-003 REV 0
- RT-2.EA.00.00/8MR-001
- DE-2.41.07.74_4B2-006
- DE-2.41.07.74_4B2-002
- DE-2.41.05.74_4B2-006
- DE-2.41.05.74_4B2-002
- DE-2.41.03.74_4B2-001
- DE-2.41.03.74_4B2-008

DOCUMENTOS RESULTANTES**OBSERVAÇÕES**

Anexo 01 - 03 folhas A4 e 73 folhas A3 Anexo 04 - 02 folhas A4
 Anexo 02 –12 folhas A4
 Anexo 03 - 09 folhas A4

DESCRIÇÃO DA REVISÃO

EMITENTE		ANÁLISE TÉCNICA	LIBERAÇÃO
AUTOR / PROJETISTA / FORNECEDOR	CONTRATADA	METRÔ / CONTRATADA	METRÔ
		GPA/DMA	GPA/DMA
CONTRATO CN 1001518701 o.s. 13		CONTRATO CN 1001518701 o.s. 13	
RESPONSÁVEL TÉCNICO Eliane Reis Charro Quirino ELIANE REIS CHARRO QUIRINO:02120746877 20746877 MODALIDADE Obra e serviço Nº INSTRUMENTO 28027230222049874	RESPONSÁVEL TÉCNICO Carlos Henrique Aranha CARLOS HENRIQUE ARANHA:87707764820 820 MODALIDADE Obra e Serviço Nº INSTRUMENTO 28027230201402109	RESPONSÁVEL TÉCNICO Vitor Carneiro Ferrão MODALIDADE Engenharia Nº INSTRUMENTO 28027230191397968	NOME Luiz Antonio Cortez Ferreira


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	RT-2.EA.00.00/8MR-002	REVISÃO	0
EMIÇÃO	26/04/2023	FOLHA	2 de 43

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	5
2. OBJETIVO	5
3. INTRODUÇÃO	5
3.1 LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO	7
4. SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL	10
4.1 MODELO COMPUTACIONAL	10
5. RESULTADOS	19
5.1 APENAS OPERAÇÃO DOS VSES	20
5.2 OPERAÇÃO DOS VSES CONSIDERADA A SITUAÇÃO FUTURA	23
5.3 MITIGAÇÃO	28
6 AVALIAÇÃO DE IMPACTO	30
6.1 ALTERAÇÃO DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA E DE VIBRAÇÃO	30
7 CONCLUSÃO	39
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
9 LISTA DE ANEXOS	41
9.1 ANEXO 1 – MAPAS ACÚSTICOS E FIGURAS DOS RESULTADOS (3 FOLHAS A4 - 73 FOLHAS A3)	41
9.2 ANEXO 2 – FICHAS DE MEDIÇÕES ADICIONAIS (12 FOLHAS)	43
9.3 ANEXO 3 – CONFIGURAÇÕES NO <i>SOFTWARE</i> (9 FOLHAS)	43
9.4 ANEXO 4 – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (2 FOLHAS)	43


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-002	0
EMIÇÃO	FOLHA
26/04/2023	3 de 43

LISTA DE FIGURAS

Figura 3-1 - Ilustração sobre a qualidade da saída de dados em relação à qualidade da entrada de dados.....	6
Figura 3-2 – Exemplo ilustrativo de utilização do <i>software</i> CadnaA	7
Figura 3.1-3 – VSE São Pedro	8
Figura 3.1-4 – VSE Anton Philips	9
Figura 3.1-5 – VSE Castelo Branco	9
Figura 4.1-6 – VSE São Pedro - Trecho modelado da Linha 2- Verde, com detalhes do entorno	11
Figura 4.1-7 – VSE Anton Philips - Trecho modelado da Linha 2 – Verde, com detalhes do entorno	11
Figura 4.1-8 – VSE Castelo Branco - Trecho modelado da Linha 2-Verde, com detalhes do entorno.	12
Figura 4.1-9 – Ilustração do projeto de ventilação e saída de emergência VSE São Pedro	12
Figura 4.1-10 – Ilustração do projeto de ventilação e saída de emergência VSE Anton Philips	12
Figura 4.1-11 – Ilustração do projeto de ventilação e saída de emergência VSE Castelo Branco	13
Figura 4.1-12 – Geometria circular que necessitou de uma adaptação (distorção) no modelo	14
Figura 5.2-13 – Ilustração em corte da localidade de edifício próximo do VSE São Pedro/P1.	27
Figura 5.2-14 – Ilustração em corte da localidade de receptor de residência do VSE Anton Philips/P3.	27
Figura 5.2-15 – Ilustração em corte da localidade do receptor crítico do VSE Castelo Branco/P4.....	28
Figura 6.1-16 – Atenuadores de pressão sonora na área do acesso ao pátio em superfície. Muros nas divisas do próprio pátio.	33
Figura 6.1-17 – Atenuadores de pressão sonora no trecho do acesso ao pátio em via elevada. Túnel falso em toda a sua extensão.	34
Figura 6.1-18 – Fenômenos da vibração no solo e entorno	35


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-002	0
EMIÇÃO	FOLHA
26/04/2023	4 de 43

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1-1 - Nomes e localização referencial dos VSEs	7
Quadro 3.1-2: Localização dos Pontos de medição	10
Quadro 4.1-3 - Dados dos equipamentos do VSE da Delmiro Sampaio (Linha 5-Lilás)	13
Quadro 4.1-4 - Critérios de funcionamento dos exaustores dos VSEs	14
Quadro 4.1-5 - Parametrização dos VSEs	15
Quadro 4.1-6 - Espectro de oitava utilizado em termos de potência sonora para dois exaustores.	15
Quadro 4.1-7 - Procedência dos dados de entrada utilizados no modelo computacional	16
Quadro 4.1-8 - Parâmetros inseridos no modelo computacional	16
Quadro 4.1-9 - Calibração dos modelos a 1,5 m do solo - Valores medidos, simulados e a diferença entre eles	18
Quadro 4.1-10 - Valores simulados para receptores críticos na altura de 5 m	19
Quadro 4.1-11 - Valores simulados para receptores críticos nas alturas de 48 m e 65 m	19
Quadro 4.1-12 - Mapas de modelos de pressão sonora contidos no Anexo 01	19
Quadro 5.1-13 - Valores simulados considerando a contribuição da operação exclusiva do VSE para a altura de 1,5 m do solo	21
Quadro 5.1-14 - Valores simulados considerando a contribuição da operação exclusiva do VSE para a altura de 5 m do solo.	21
Quadro 5.1-15 - Valores simulados considerando a contribuição da operação exclusiva do VSE para a alturas de 48 m (P1) e 65 m (P4) do solo	22
Quadro 5.2-16 - Situação Futura - Valores simulados considerando a contribuição da operação dos VSEs e os níveis sonoros residuais obtidos para a altura de 1,5 m do solo.	24
Quadro 5.2-17 - Situação Futura - Valores simulados considerando a contribuição da operação dos VSEs e os níveis sonoros obtidos para a altura de 5 m do solo	24
Quadro 5.2-18 - Situação Atual - Valores simulados considerando a contribuição da operação dos VSEs e os níveis sonoros residuais obtidos para as alturas de 48 m (P1) e 65 m (P4) do solo	25
Quadro 5.2-19 - Mitigação VSE Anton Philips - valores simulados da operação e níveis residuais e obtidos com a Mitigação	29


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-002	0
EMIÇÃO	FOLHA
26/04/2023	5 de 43

1. APRESENTAÇÃO

Este documento contempla a comparação entre os parâmetros estabelecidos na NBR 10151/2019-rev. 2020, a situação acústica atual e uma simulação computacional de propagação de níveis de pressão sonora produzidos por VSEs – Poços de Ventilação e Saídas de Emergência, a serem instalados no futuro trecho Paulo Freire - Dutra da Linha 2- Verde. Foram simulados 3 (três) VSEs localizados na proximidade de receptores críticos.

Este estudo de previsão de níveis sonoros é apresentado como parte da avaliação de impactos ambientais no meio físico do Relatório Ambiental Preliminar – RAP, que realizou a análise da viabilidade socioambiental do trecho Paulo Freire-Dutra da Linha 2-Verde.

A continuação da Linha 2-Verde, por meio da implantação do Trecho Paulo Freire–Dutra, irá atravessar o limite entre os municípios de São Paulo e Guarulhos, levando a linha de Metrô da capital até a 2ª cidade em população do estado de São Paulo.

Nesse novo trecho da Linha 2- Verde, estimado em cerca de 3 km, também será implantada a estação Ponte Grande, para atender a demanda local e integração com as linhas de ônibus de passagem pela Av. Guarulhos. A estação Dutra, próxima da área central de Guarulhos, funcionará como um Terminal de Integração Intermodal. Acrescente-se ainda a este trecho, também compondo as estruturas de apoio operacional 3 poços de ventilação e saída de emergência – VSEs.

2. OBJETIVO

O objetivo é avaliar, por meio de simulação computacional, se as localidades de receptores críticos eleitos nas proximidades dos VSEs poderão ser impactadas pelas alterações dos níveis de pressão sonora em razão do funcionamento destas saídas de ventilação do empreendimento em estudo.

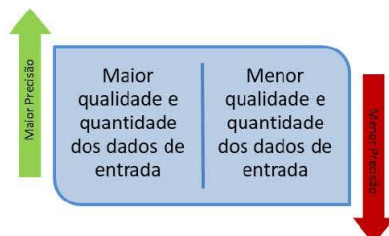
3. INTRODUÇÃO

A simulação computacional refere-se ao cálculo de níveis de pressão sonora onde é possível prever qualitativamente e quantitativamente curvas de níveis sonoros oriundas de diversas fontes atuando em conjunto e levando em consideração parâmetros como a topografia local, reflexões devido a obstáculos geométricos, absorção do solo, entre muitos outros parâmetros que podem ser configurados.

É válido ressaltar que a simulação é um modelo desenhado a partir de dados de entrada, dados esses que irão ditar a qualidade e fidelidade das curvas de níveis sonoros. Quanto maior a qualidade e precisão dos dados de entrada para o modelo computacional, maior a precisão obtida na simulação (Figura 3-1).


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	RT-2.EA.00.00/8MR-002	REVISÃO	0
EMIÇÃO	26/04/2023	FOLHA	6 de 43

Figura 3-1 - Ilustração sobre a qualidade da saída de dados em relação à qualidade da entrada de dados


Outra relação importante está entre a quantidade de dados inseridos no modelo e o tempo necessário para a simulação. Em geral, pode-se dizer que, quanto maior a quantidade de dados (variáveis a serem levadas em conta no processamento do cálculo) maior o tempo de cálculo da simulação computacional.

O *software* utilizado na simulação computacional de ruído para dimensionamento desse projeto foi o **CadnaA versão 4.3.143**, desenvolvido pela empresa alemã DATAKUSTIK desde 1986. O *software* realiza seus cálculos através de métodos de cálculo padronizados e especificados por normas técnicas, como por exemplo, a ISO 9613 que descreve um método para calcular a atenuação do som durante a propagação ao ar livre, a fim de prever os níveis de pressão sonora ambiental à distância de uma variedade de fontes. Todas as normas incorporadas ao *software* foram obviamente validadas tecnicamente tanto no campo teórico quanto no campo prático da propagação do ruído, através de testes de casos que comprovam a eficácia dos cálculos realizados.

O **CadnaA versão 4.3.143** é o *software* para o cálculo, apresentação, avaliação e previsão de níveis sonoros ambientais. Este *software* pode ser utilizado de forma eficiente para alguns receptores individuais em um bairro ou ainda em projetos de mapeamento de níveis sonoros de países inteiros. O **CadnaA** permite gerir a emissão de níveis sonoros, em conformidade com as regulamentações nacionais e internacionais. Com o uso do **CadnaA**, pode-se modelar todos os tipos de emissores acústicos (indústria, tráfego rodoviário e ferroviário etc.), sendo uma ferramenta essencial para projetos urbanos e estudos de impacto ambiental (EIA). Além disso, permite a realização de mapas estratégicos de níveis sonoros para populações de acordo com as exigências das legislações ambientais (**Figura 3-2**).


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	RT-2.EA.00.00/8MR-002	REVISÃO	0
EMIÇÃO	26/04/2023	FOLHA	7 de 43

Figura 3-2 – Exemplo ilustrativo de utilização do software CadnaA.


3.1 LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO

Conforme discutido no Relatório Ambiental Preliminar - RAP do empreendimento, os VSEs são as únicas estruturas que possuem potencial de gerar alteração nos níveis de pressão sonora em seu entorno, e, portanto, serão estudadas no modelo computacional de simulação.

As simulações computacionais contemplam o entorno próximo onde existem receptores de residências de 3 (três) VSEs – Saídas de Ventilação e Emergência a serem instaladas no trecho Paulo Freire - Dutra da Linha 2-Verde. O **Quadro 3.1-1** apresenta o nome dos VSEs e coordenadas.

Quadro 3.1-1 - Nomes e localização referencial dos VSEs

VSE	E	N
VSE Castelo Branco	342.495	7.402.071
VSE Anton Philips	341.831	7.401.027
VSE São Pedro	341.117	7.399.890

Fonte: Companhia do Metrô

Para a definição dos pontos de medição foram identificados os Receptores Potencialmente Críticos (RPCs) expostos aos incrementos de nível de pressão sonora localizados a uma distância de até 150 metros dos limites das estruturas projetadas, conforme as Decisões de Diretoria CETESB nº 100/2009/P, de 19/05/2009, e nº 389/2010/P, 21/12/2010. Foram priorizados receptores residenciais, também inseridos em áreas de atividades comerciais e/ou administrativas.

Desta forma, o diagnóstico do empreendimento obedeceu aos critérios estabelecidos pela norma ABNT NBR 10151:2019- rev. 2020 – Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas – Aplicação de uso geral.

Para a definição dos pontos/receptores críticos, estes foram apresentados preliminarmente à Cetesb e, posteriormente discutidos em reunião conjunta realizada em 27/09/22 (Memória de Reunião



DOCUMENTO TÉCNICO
(Continuação)

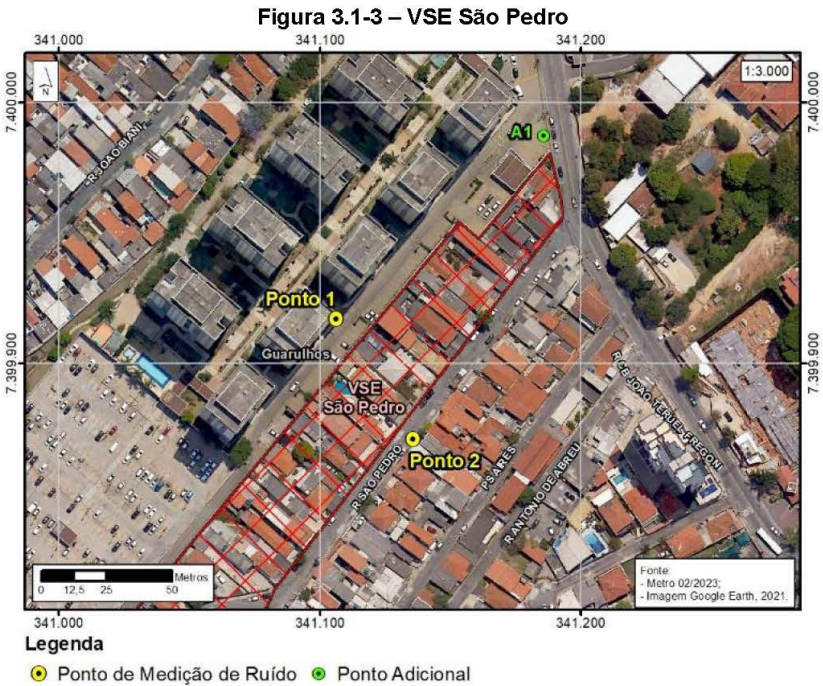
CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-002	0
EMIÇÃO	FOLHA
26/04/2023	8 de 43

001/2022/IPAR). Durante as atividades de campo, o ponto de medição 4 estabelecido na Memória de Reunião 001/2022/IPAR foi excluído devido à proximidade e semelhança ao ponto 3 e os pontos de medição 5 e 6 renúmerados na sequência da realização de medições em campo:

Ponto 6 ➡ Ponto 4

Ponto 5 ➡ Ponto 5

A malha de medições aprovada é composta por 5 pontos, localizados nos RPCs no entorno dos VSEs. As Figuras 3.1-3 a 3.1-5 ilustram a localização dos VSE's previstos. Os pontos de monitoramento referem-se a receptores identificados e em verde pontos adicionais para calibração do modelo computacional.



Fonte: Google Earth, 2022



DOCUMENTO TÉCNICO
(Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-002	0
EMIÇÃO	FOLHA
26/04/2023	9 de 43

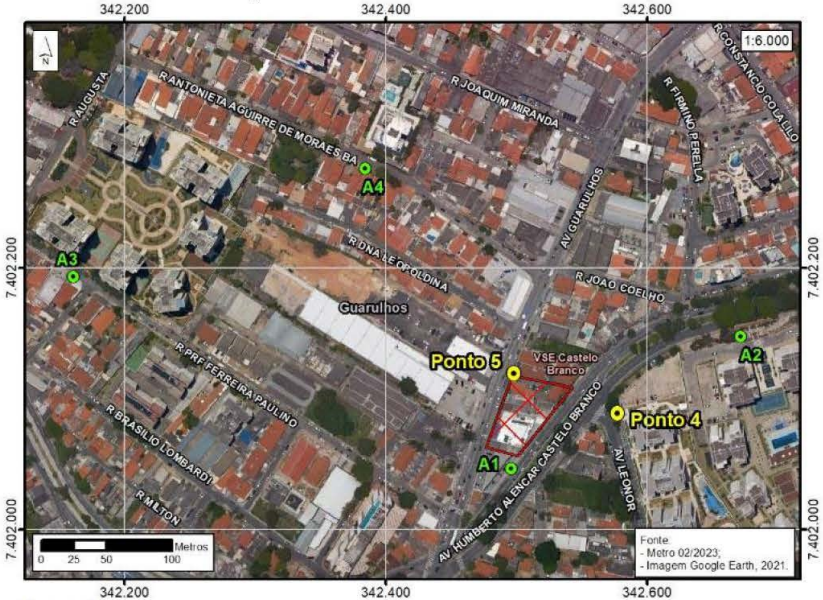
Figura 3.1-4 – VSE Anton Philips



- Legenda**
- Ponto de Medição de Ruído
 - Ponto Adicional

Fonte: Google Earth, 2022

Figura 3.1-5 – VSE Castelo Branco



- Legenda**
- Ponto de Medição de Ruído
 - Ponto Adicional

Fonte: Google Earth, 2022


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	RT-2.EA.00.00/8MR-002	REVISÃO	0
EMIÇÃO	26/04/2023	FOLHA	10 de 43

O **Quadro 3.1-2** mostra a localização dos pontos das medições realizadas em campo em coordenadas UTM, com o respectivo endereço e o VSE associado (todos os pontos serviram de subsídio para a modelagem matemática).

Quadro 3.1-2: Localização dos Pontos de medição

Ponto	Coordenadas GPS: UTM 23K		Endereço	NBR 10151/2019-rev2020	RL _{Aeq} Limites de Níveis de Pressão Sonora (dB)		Justificativa
					Diurno	Noturno	
P1	341099	739914	Rua Cabo João Teruel Fregoni nº 124 - Vila Hermínia - Município de Guarulhos	Área mista predominantemente residencial	55	50	Localidade de condomínio de edifícios residenciais contigua ao futuro VSE São Pedro
P2	341129	739988	Rua São Pedro nº 103 - Vila Hermínia - Município de Guarulhos	Área mista predominantemente residencial	55	50	Localidade de residências contiguas ao futuro VSE São Pedro
P3	341864	7401027	Rua Anton Philips nº 531 – Vila Hermínia - Município de Guarulhos	Área estritamente residencial	50	45	Localidade de residências contiguas ao futuro VSE Anton Philips
P4	342566	7402094	Avenida Leonor nº 33 – Vila Augusta - Município de Guarulhos	Área mista predominantemente residencial	55	50	Localidade de condomínio de edifícios residenciais próximo do futuro VSE Castelo Branco
P5	342498	7402119	Avenida Guarulhos nº 1777 – Vila Augusta - Município de Guarulhos	Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativa	60	55	Localidade de residência contigua ao futuro VSE Castelo Branco

4. SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

4.1 MODELO COMPUTACIONAL

O modelo computacional em questão se baseia na topografia das regiões de interesse do entorno próximo dos VSEs da Linha 2-Verde, trecho Paulo Freire – Dutra, eleitos e espectro sonoro dos exaustores que consta no relatório RT-5.36.00.00/1Y2-003 REV 0 - “Estudo de previsão de níveis de ruído por meio de modelagem matemática da Linha 5-Lilas, Trecho entre Capão Redondo e Jardim

FD-0502-01

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


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-002	0
EMIÇÃO	FOLHA
26/04/2023	11 de 43

Ângela". Esse estudo foi realizado no âmbito da etapa de solicitação da Licença Prévia do trecho Capão Redondo-Jardim Ângela da Linha 5-Lilás e foi aprovado por meio do Parecer Técnico nº 008/2019/IE, que embasou a emissão da LP nº 2665/2019.

O modelo possui edificações que englobam uma grande quantidade de residências que se encontram aglomeradas no entorno das localidades dos VSEs, constituindo-se em obstáculos acústicos à propagação de níveis sonoros.

Foram inseridas também no modelo computacional as curvas de nível nas localidades do entorno. Tais curvas possuem valores de altura que variam de 731 m até o máximo de 779 m obtidas a partir do *Google Earth*. As áreas de simulação são variadas pois trata-se de três localidades distintas, porém, com um número expressivo de construções inseridas, o que implica um tempo de processamento maior devido ao cálculo das reflexões até a segunda onda e com um "grid" de 1,5 m de altura (Figuras 4.1-6 a 4.1-8).

Figura 4.1-6 – VSE São Pedro - Trecho modelado da Linha 2- Verde, com detalhes do entorno

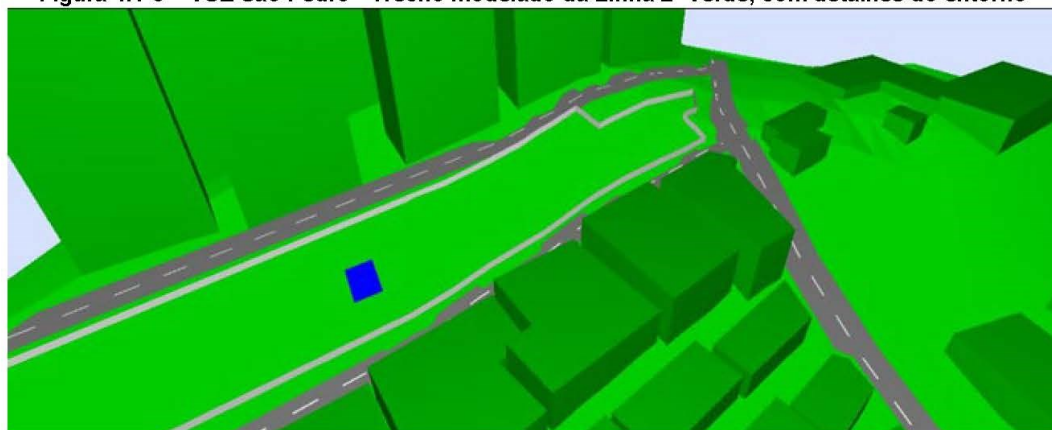
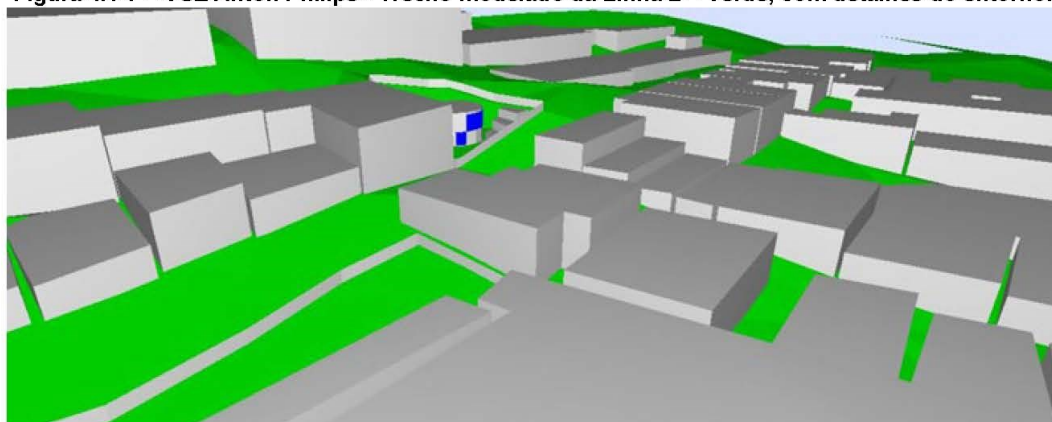
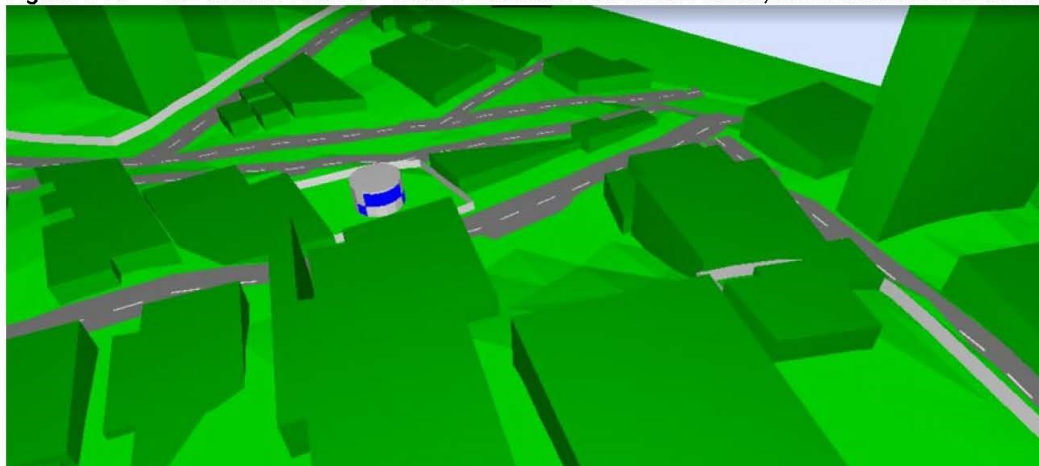


Figura 4.1-7 – VSE Anton Philips - Trecho modelado da Linha 2 – Verde, com detalhes do entorno.



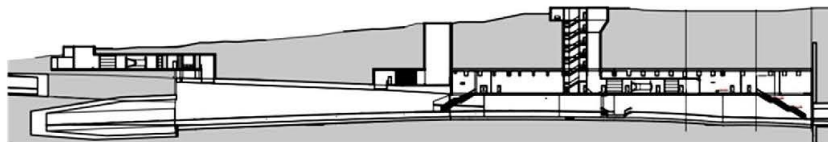
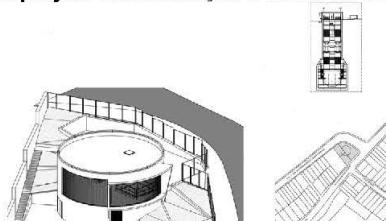

DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-002	0
EMIÇÃO	FOLHA
26/04/2023	12 de 43

Figura 4.1-8 – VSE Castelo Branco - Trecho modelado da Linha 2-Verde, com detalhes do entorno.


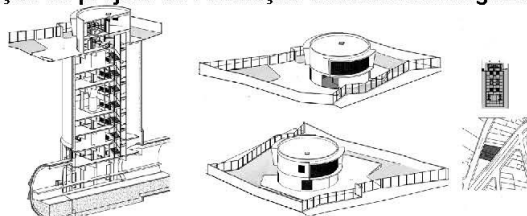
Os VSEs – Poços de Ventilação e Saída de Emergência, fontes em estudo, são estruturas responsáveis pela ventilação do túnel e projetadas também com a finalidade de saída de emergência. No caso da Linha 2-Verde, os VSEs estudados possuem o entorno com ocupação de receptores de residências, inseridas em área mista com predominância residencial e com vocação administrativa/comercial onde existe residência inserida. Os VSEs são dotados de dois exaustores instalados no nível do túnel subterrâneo e dispositivos de controle e automação em edifício na superfície.

Foram utilizados projetos básicos de arquitetura desenvolvidos para cada um dos VSEs em termos estruturais, (Figuras 4.1-9 a 4.1-11) e para equipamentos de exaustão ficou estabelecido que serão similares ao VSE Delmiro Sampaio da Linha 5-Lilás (Quadro 4.1-3).

Figura 4.1-9 – Ilustração do projeto de ventilação e saída de emergência VSE São Pedro

Figura 4.1-10 – Ilustração do projeto de ventilação e saída de emergência VSE Anton Philips



DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-002	0
EMIÇÃO	FOLHA
26/04/2023	13 de 43

Figura 4.1-11 – Ilustração do projeto de ventilação e saída de emergência VSE Castelo Branco

Quadro 4.1-3 - Dados dos equipamentos do VSE da Delmiro Sampaio (Linha 5-Lilás)

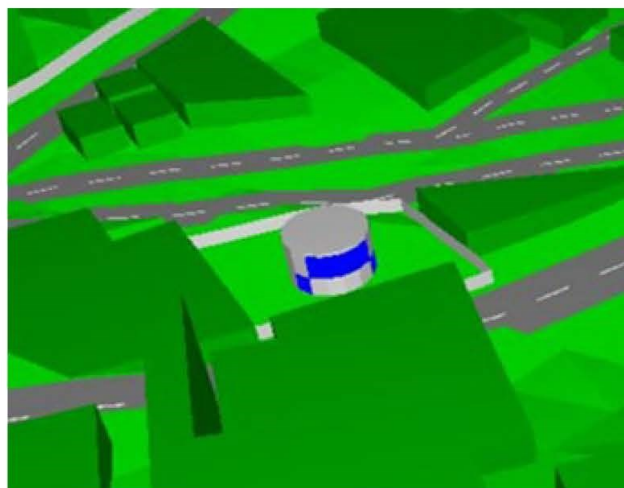
VSE DELMIRO SAMPAIO	
Motor	Trifásico 460V -110KW 150HP,60Hz – 8 polos
Ventilador Zitron – modelo ZUN 1-22-110/8	Diâmetro: 2.200 mm Vazão: 115m³/s Pressão: 706Pa Rotação: 890 rpm

Os projetos arquitetônicos dos VSEs São Pedro, Anton Philips e Castelo Branco (DE-2.41.03.74/4B2-001, DE-2.41.05.74/4B2-006 e DE-2.41.07.74/4B2-006), ilustrados nas Figuras 4.1-9 a 4.1-11, foram utilizados como referência para a modelagem de propagação sonora, com a previsão de dois sistemas de ventilação/exaustores.

O VSE Delmiro Sampaio está em operação na Linha 5-Lilás, em trecho próximo à estação Adolfo Pinheiro, teve a potência sonora dos exaustores determinada a partir de medições realizadas, conforme consta do documento do estudo preliminar da Linha 5-Lilás. Sendo assim, a emissão sonora dos VSEs do Trecho Paulo Freire–Dutra da Linha 2-Verde foi estimada com base em medições realizadas no referido VSE, que utiliza dois exaustores. Nestas condições foram dimensionadas fontes sonoras para acompanhar a geometria para cada VSE (Figura 4.1-12), a fim de representar a saída da exaustão de ar, que é a fonte sonora significativa e representativa destas estruturas.


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	RT-2.EA.00.00/8MR-002	REVISÃO	0
EMIÇÃO	26/04/2023	FOLHA	14 de 43

Figura 4.1-12 – Geometria circular que necessitou de uma adaptação (distorção) no modelo


Como a previsão do número de horas de funcionamento em cada nível de operação é dependente da temperatura no interior do túnel, e sendo difícil essa estimativa, optou-se por considerar que os exaustores irão operar a 100% da vazão nominal durante o período de operação do Metrô, para a modelagem com emissão sonora máxima para dois exaustores (**Quadro 4.1-4**). Observe-se, no entanto, que durante o período de parada da operação da Linha 2-Verde a temperatura ambiente é sempre menor e, portanto, a vazão dos exaustores também será menor.

Quadro 4.1-4 - Critérios de funcionamento dos exaustores dos VSEs

Temperatura no interior do túnel (°C)	Nível de operação dos exaustores	Vazão (% do nominal)
Acima de 30	3	100
De 30 a 26	2	75
De 20 a 26	1	50
Abaixo de 20	0 (Desligado)	0

Fonte: RT-5.36.00.00/1Y2-003 REV 0 (Linha 5-Lilás - Capão Redondo-Jardim Ângela)

O **Quadro 4.1-5** apresenta a parametrização dos VSEs com as características adotadas para esta fonte incluindo a potência sonora global ponderada na curva de resposta A ("Global A").


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	RT-2.EA.00.00/8MR-002	REVISÃO	0
EMIÇÃO	26/04/2023	FOLHA	15 de 43

Quadro 4.1-5 - Parametrização dos VSEs

Tipo de fonte	Fonte em área que foi distorcida para acompanhar a geometria
Localização da fonte	Saída de ar - Área de exaustão
Potência de ventilação	Exaustores a 100% da capacidade
Tempo de operação	24 horas
Fonte do dado de potência sonora	Medição em campo - Detalhes da metodologia de medição são apresentados no Anexo III do documento RT-5.36.00.00/1Y2-003 Rev 0
Nível de Potência Sonora Resultante - PWL" ou Lw"(dB)	
Global A para dois (2) exaustores	82,3

A inserção dos dados de fontes sonoras no *software CadnaA* é feito com espectros de potência sonora em bandas de oitava. Estas foram obtidas a partir de ensaio feito no VSE Delmiro Sampaio, constante no estudo previsional da Linha 5-Lilás. Os dados em bandas de oitava utilizados são apresentados no **Quadro 4.1-6**.

Quadro 4.1-6 - Espectro de oitava utilizado em termos de potência sonora para dois exaustores.

Nível de Potência Sonora Resultante Espectro de oitava	
Banda (Hz)	Li (dB)
31,5	91,2
63	85,1
125	81,6
250	80
500	81,5
1000	77,5
2000	72,5
4000	63,2
8000	57,7

Fonte: RT-5.36.00.00/1Y2-003

Os **Quadros 4.1-7** e **4.1-8** mostram os dados de entrada juntamente com as especificações e procedências dos mesmos e demais parâmetros de cálculo inseridos para utilização no modelo computacional para os cenários e áreas de interesse.


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	RT-2.EA.00.00/8MR-002	REVISÃO	0
EMIÇÃO	26/04/2023	FOLHA	16 de 43

Quadro 4.1-7 - Procedência dos dados de entrada utilizados no modelo computacional.

DADOS DE ENTRADA	ESPECIFICAÇÃO	PROCEDÊNCIA
CURVAS DE NÍVEL E CONSTRUÇÕES GERAIS	731 m a 779 m Construções diversas	Google Earth
ESPECTRO SONORO	A partir de medições feitas no VSE Delmiro Sampaio – Linha 5-Lilás, para obtenção da emissão sonora da área de vazão, que é a abertura por onde o ar de exaustão é lançado para fora da edificação do VSE e cálculos de potência sonora para dois (2) exaustores.	RT-5.36.00.00/1Y2-003 (Anexo III.3 Cálculo do Nível de Potência Sonora dos VSEs)
PROJETOS DE VENTILAÇÃO E SAÍDA DE EMERGÊNCIA	Projeto Básico de Arquitetura – Ventilação e Emergência	DE-2.41.07.74_4B2-006 DE-2.41.07.74_4B2-002 DE-2.41.05.74_4B2-006 DE-2.41.05.74_4B2-002 DE-2.41.03.74_4B2-001
PONTOS DE MONITORAMENTO DE NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA	Posição dos receptores críticos e de pontos adicionais para calibração do modelo computacional e níveis de pressão sonora obtidos	RT-2.EA.00.00/8MR-001 Fichas de Medições Adicionais Anexo 3 deste relatório

Quadro 4.1-8 - Parâmetros inseridos no modelo computacional

PARÂMETRO	VALOR ATRIBUÍDO
Número de localidades de estudo	Três áreas (VSEs com 2 exaustores)
Área de Cálculo	Três (3) áreas de dimensões diversas
Resolução do grid de cálculo	3,0 x 3,0 m
Alturas do Grid de cálculo:	A 1,5 m do solo (todos VSEs), a 5,0 m do solo (VSEs São Pedro e Castelo Branco) e a 48 m e 65 m em edifício de receptores dos VSEs São Pedro e Castelo Branco respectivamente.
Medições adicionais para calibração dos modelos	- Receptores críticos de residências: 5 pontos - Medições adicionais no entorno dos VSE's: 10 pontos de medição e aqueles dos receptores críticos.
Número de reflexões	Reflexões até 2ª ordem
Coefficiente de absorção pelo solo	Coefficiente de absorção pelo solo G= 0,5 (áreas mistas).
Condições meteorológicas	Temperatura T = 25°C; Umidade relativa H = 70%.

A metodologia de cálculo utilizada pelo *CadnaA* é baseada em normalizações e equações de propagação sonora em via aérea para os tipos de fontes sonoras, neste caso fonte de área/fixa e fontes lineares de tráfego de veículos nas vias do entorno próximo dos VSEs. O *software* possui modelo de avaliação de impacto sonoro com base na norma ISO 9.613, Parte 1: "Cálculo da absorção do som pela atmosfera, 1993" e Parte 2: "Método de cálculo geral, para definição do modelo de propagação do ruído ao ar livre".


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-002	0
EMIÇÃO	FOLHA
26/04/2023	17 de 43

A calibração do modelo foi feita a partir de medições de níveis de pressão sonora nos pontos dos receptores críticos e em pontos adicionais do entorno de cada VSE preferencialmente ao horário previsto para a operação do futuro trecho da Linha 2-Verde.

Os dados das medições dos pontos adicionais são convertidos em fontes sonoras, neste caso de tráfego de veículos, que efetivamente é a fonte sonora predominante em todos os pontos de medição, inclusive aqueles dos receptores potencialmente críticos - RPC.

Obtém-se então uma condição acústica na localidade e entorno dos receptores potencialmente críticos, para uma determinada condição de tráfego de veículos e busca-se no ponto receptor o valor calculado comparando o mesmo com o medido para a constatação de desvios na simulação.

Observe-se ainda, que as medições foram feitas em curto espaço de tempo, caracterizando uma situação de tráfego que ocorre nos pontos de medição em mesma data e horários próximos, inclusive para os pontos de receptores críticos, o que possibilitou a calibração minimizando erros na simulação (menores que 0,3 dB).

Os procedimentos adotados na medição para a caracterização das fontes sonoras de tráfego de veículos são aqueles previstos na NBR 10151/2019-rev.2020, excluídos eventos intrusivos tais como buzinas, passagens de motocicletas e caminhões com escapamento aberto etc.

O *CadnaA* admite a entrada de dados para a configuração das fontes lineares das referidas ruas e avenidas utilizando-se os níveis de pressão sonora medidos, entendidos como resultante do tráfego existente, que é transformada em nível sonoro considerando a velocidade e tipos de veículos, leves ou pesados, a partir de informações existentes na sua biblioteca. A condição de tráfego no Brasil tem singularidades que não estão previstas nas referidas informações de biblioteca, a saber, coberturas irregulares de asfalto, idade e conservação da frota etc. e, sendo assim, optou-se pela utilização dos referidos níveis de pressão sonora.

Devido à pouca presença de vegetação na região e à grande extensão com asfalto, cimento e demais materiais refletivos o coeficiente de absorção do terreno foi configurado em 0.5. Além disso, foram utilizadas no cálculo o número de duas (2) reflexões, que contemplam dessa forma um receptor do raio direto emitido pela fonte, uma primeira reflexão devido a obstáculos geométricos (construções ou terreno) e uma segunda reflexão que seria originária de um raio sonoro já refletido, que torna a ser refletido e captado pelo receptor (malha). Para as condições do ambiente utilizou-se os dados de umidade relativa de 70% e 25°C.

As simulações computacionais foram realizadas em quatro alturas:

- 1,5 metros de altura do solo: altura das medições realizadas, de forma a avaliar os potenciais impactos nos receptores localizados no nível da rua;


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-002	0
EMIÇÃO	FOLHA
26/04/2023	18 de 43

- 5,0 metros de altura do solo: altura estimada das edificações dos receptores críticos dos VSEs São Pedro e Castelo Branco.
- 48,0 m de altura, referente à edifício no entorno do VSE São Pedro; e
- 65,0 m de altura, referente à edifício no entorno do VSE Castelo Branco.

A altura de 1,5 m em relação ao solo é aquela considerada para a calibração do modelo e com os VSEs em operação. Para os receptores habitantes de edifícios foi realizada a simulação nas demais alturas.

Na simulação foram considerados os períodos diurnos (das 7h às 22h) e noturno (das 22h às 7h) conforme estabelecido na NBR 10151/2019-rev2020.

Para as alturas especificadas foram considerados os seguintes cenários:

1. **Cenário 1** – Mapas exclusivamente com a influência da operação da fonte sonora dos VSEs: Informa o valor obtido em todos os pontos do entorno dos VSEs, especificamente nos receptores críticos.
2. **Cenário 2** – Mapas da situação atual e operação da fonte sonora dos VSEs: Neste caso são levadas em consideração as medições em pontos adicionais e de receptores críticos (calibração do modelo).

Para a comparação de como a simulação computacional encontra-se em relação aos valores medidos em campo, o **Quadro 4.1-9** apresenta os valores medidos para os 5 pontos de receptores críticos, os valores simulados e a diferença entre esses dois valores.

Quadro 4.1-9 - Calibração dos modelos a 1,5 m do solo - Valores medidos, simulados e a diferença entre eles

Pontos/ Receptores	Medição Diurna [dB(A)]	Medição Noturna [dB(A)]	Simulação Diurna [dB(A)]	Simulação Noturna [dB(A)]	Diferença Diurna [dB(A)]	Diferença Noturna [dB(A)]
P1	56,8	51,9	56,7	51,7	0,1	0,2
P2	49,4	48,5	49,5	48,4	0,1	0,1
P3	63,4	56,1	63,7	56,0	0,3	0,1
P4	67,7	60,1	67,9	60,0	0,2	0,1
P5	68,5	64,5	68,6	64,6	0,1	0,1

Nota-se que a discrepância entre a simulação e os valores medidos são inferiores a 0,3 dB(A), indicando um ótimo acordo entre as medidas experimentais e o cenário acústico da situação existente simulado. Tais diferenças devem-se ao fato de que nem sempre é possível reproduzir com exatidão a condição acústica com toda a sua complexidade na simulação.


DOCUMENTO TÉCNICO
(Continuação)

CÓDIGO	RT-2.EA.00.00/8MR-002	REVISÃO	0
EMIÇÃO	26/04/2023	FOLHA	19 de 43

Para as alturas de 5 m, 48 m e 65 m acima do solo para os edifícios dos VSEs São Pedro e Castelo Branco, os níveis foram calculados pelo *software CadnaA* a partir daqueles calibrados. Os Quadros 4.1-10 e 4.1-11 mostram os referidos níveis nos receptores críticos com as diferenças obtidas para ambas as alturas de cálculo.

Quadro 4.1-10 - Valores simulados para receptores críticos na altura de 5 m

Pontos	Simulação Diurna [dB(A)] (5 m)	Simulação Noturna [dB(A)] (5 m)
P1	56,4	51,4
P4	67,8	60,0
P5	68,1	64,1

Quadro 4.1-11 - Valores simulados para receptores críticos nas alturas de 48 m e 65 m

Pontos e altura em relação ao solo	Simulação Diurna [dB(A)] (48 m e 65 m do solo)	Simulação Noturna [dB(A)] (48 m e 65 m do solo)
P1 (48m)	46,9	41,2
P4 (65m)	61,2	54,6

Com base no que foi descrito, este relatório de simulação contempla os seguintes mapas de pressão sonora, conforme apresentado no Quadro 4.1-12.

Quadro 4.1-12 - Mapas de modelos de pressão sonora contidos no Anexo 01

Situações	Período		Altura		
	Diurno	Noturno	1,5m do solo	5 m do solo	48 m e 65 m do solo*
Operação dos VSEs	Todos	Todos	Todos	P1 (VSE São Pedro) P4 (VSE Castelo Branco) P5 (VSE Castelo Branco)	P1 (VSE São Pedro) P4 (VSE Castelo Branco)
Situação Futura: Situação atual + Operação dos VSEs	Todos	Todos	Todos	P1 (VSE São Pedro) P4 (VSE Castelo Branco) P5 (VSE Castelo Branco)	P1 (VSE São Pedro) P4 (VSE Castelo Branco)

*Observação: Para o VSE São Pedro altura de 48 m e VSE Castelo Branco 65 m.

5. RESULTADOS

Nesta seção serão apresentados os resultados da modelagem e realizadas as respectivas análises. Os pontos de medição/receptores potencialmente críticos eleitos, conforme apresentado no documento RT-2.EA.00.00/8MR-001 - Diagnóstico ambiental dos níveis de pressão sonora para o licenciamento ambiental das obras de implantação da Linha 2-Verde Trecho Paulo Freire – Dutra, observado o estabelecido na NBR 10151/2019-rev2020, são aqueles utilizados para comparação com as situações simuladas. A situação atual caracterizada nos mapas acústicos refere-se à influência do


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-002	0
EMIÇÃO	FOLHA
26/04/2023	20 de 43

tráfego de veículos na localidade dos receptores críticos e nas vias do entorno próximo, pois esta é a fonte sonora predominante.

Observa-se que a calibração do modelo oferece performance satisfatória quando comparados os níveis medidos atualmente e aqueles obtidos no modelo, onde estão inseridas estruturas de casas, edifícios, relevo, áreas com coberturas de vegetação e asfalto etc., obtendo-se valores similares de contribuição da fonte dos VSEs nas localidades dos receptores críticos.

Também se verifica que nas medições realizadas no VSE Delmiro Sampaio da Linha 5-Lilás, tido como “padrão”, não foram constatadas características tonais ou impulsivas nos níveis de pressão sonora obtidos, o que, portanto, não foi considerado nesta análise.

Para efeito de análise de impactos, os níveis obtidos com excedentes inferiores a 3 dB(A), são considerados enquadrados, pois a modelagem matemática incorre em um grau de incerteza, não devido ao cálculo do *software* e mais por conta de uma cadeia de eventuais erros provenientes desde a campanha de medições, tais como o posicionamento de microfone, classe de precisão do sonômetro, dados de entrada de projetos dos VSEs etc., que eventualmente podem vir se somando.

5.1 APENAS OPERAÇÃO DOS VSES

A análise de impactos, considerada apenas a contribuição das fontes sonoras (níveis de pressão sonora específicos) dos VSEs do Trecho Paulo Freire-Dutra da Linha 2-Verde na localidade dos receptores críticos de residências, desconsiderando a situação atual/existente, refere-se ao estabelecido na NBR 10151/2019 – rev2020 item 9.5.1 para sons contínuos/intermitentes medidos com utilização do método simplificado.

Conforme já informado, a simulação foi realizada a 1,5 m do solo para todos os pontos de medição, a 5 m para o P1, P4 e P5, 48 m para o P1 e a 65 m do solo para o ponto P4.

Os Quadros 5.1-13 a 5.1-15 apresentam os resultados e em seguida é apresentada a análise para cada VSE estudado.


DOCUMENTO TÉCNICO
(Continuação)

CÓDIGO RT-2.EA.00.00/8MR-002	REVISÃO 0
EMIÇÃO 26/04/2023	FOLHA 21 de 43

Quadro 5.1-13 - Valores simulados considerando a contribuição da operação exclusiva do VSE para a altura de 1,5 m do solo

VSE's/ Pontos	Limites da NBR 10151/2019-rev2020		Nível residual medido		Cenário 1 Operação exclusiva do VSE		Excedentes aos limites da NBR 10151/2019/rev2020		Excedentes aos níveis residuais	
	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]
VSE São Pedro P1	55	50	56,8	51,9	43,1	43,1	0,0	0,0	0,0	0,0
VSE São Pedro P2	55	50	49,4	48,5	50,5	50,5	0,0	0,5	1,1	2,0
VSE Anton Philips P3	50	45	63,4	56,1	59,5	59,5	9,5	14,5	0,0	3,4
VSE Castelo Branco P4	55	50	67,7	60,1	42,6	42,6	0,0	0,0	0,0	0,0
VSE Castelo Branco P5	60	55	68,5	64,5	55,6	55,6	0,0	0,6	0,0	0,0

Observações:

- Os valores destacados em "**negrito**" são referentes aos limites considerados para análise de impactos e as diferenças encontradas na comparação.
- O enquadramento é realizado comparando-se valores inteiros obtidos por regra de aproximação.



Atende ao estabelecido



Acima do estabelecido

Quadro 5.1-14 - Valores simulados considerando a contribuição da operação exclusiva do VSE para a altura de 5 m do solo.

VSE's/ Pontos	Limites da NBR 10151/2019-rev2020		Nível residual projetado		Cenário 1 Operação exclusiva do VSE		Excedentes aos limites da NBR 10151/2019/rev2020		Excedentes aos níveis residuais	
	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]
VSE São Pedro P1	55	50	56,4	51,4	50,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0
VSE Castelo Branco P4	55	50	67,8	60,0	48,9	48,9	0,0	0,0	0,0	0,0
VSE Castelo Branco P5	60	55	68,1	64,1	57,1	57,1	0,0	2,1	0,0	0,0

Observações:

- Os valores destacados em "**negrito**" são referentes aos limites considerados para análise de impactos e as diferenças encontradas na comparação.
- O enquadramento é realizado comparando-se valores inteiros obtidos por regra de aproximação.



Atende ao estabelecido



Acima do estabelecido


DOCUMENTO TÉCNICO
(Continuação)

CÓDIGO	RT-2.EA.00.00/8MR-002	REVISÃO	0
EMIÇÃO	26/04/2023	FOLHA	22 de 43

Quadro 5.1-15 - Valores simulados considerando a contribuição da operação exclusiva do VSE para a alturas de 48 m (P1) e 65 m (P4) do solo.

VSE's/ Pontos	Limites da NBR 10151/2019-rev2020		Nível residual projetado		Cenário 1 Operação exclusiva do VSE		Excedentes aos limites da NBR 10151/2019-rev2020		Excedentes aos níveis residuais	
	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]
VSE São Pedro P1	55	50	46,9	41,2	48,6	48,6	0,0	0,0	1,7	7,4
VSE Castelo Branco P4	55	50	61,1	54,6	51,0	51,0	0,0	1,0	0,0	0,0

Observações:

- Os valores destacados em "negrito" são referentes aos limites considerados para análise de impactos e as diferenças encontradas na comparação.
- O enquadramento é realizado comparando-se valores inteiros obtidos por regra de aproximação.



Atende ao estabelecido



Acima do estabelecido

Análise particularizada dos VSEs:

Observe-se que na análise de impactos, a mitigação é indicada adotando-se como limite/critério, o maior valor entre o nível residual medido e os limites estabelecidos na NBR 10151/2019-rev2020, para as diversas localidades e horários, bem como a diferença de 3 dB(A) para o excedente efetivamente considerado, conforme item 5 deste relatório.

VSE São Pedro

- Altura do solo – 1,5 m

Obtiveram-se excedentes de 1,1 dB(A) e 2,0 dB(A) no ponto P2 para os períodos diurno e noturno quando comparados os níveis obtidos neste estudo com os residuais medidos. Considerados os limites da NBR 10151/2019-rev2020 foi obtido excedente de 0,5 dB(A) no período noturno. Como o excedente obtido em relação à Norma é inferior a 3 dB(A) não se indica adoção de mitigação.

- Altura do solo – 5 m

Não foram obtidos excedentes comparados os níveis obtidos neste estudo com os residuais medidos e limites da NBR 10151/2019-rev2020.

- Altura do solo – 48 m

Obtiveram-se excedentes de até 1,7 dB(A) e 7,4 dB(A) no ponto P1 para os períodos diurno e noturno respectivamente, quando comparados os níveis obtidos neste estudo com os residuais obtidos. No entanto, considerados os limites da NBR 10151/2019-rev2020 não foram obtidos excedentes. Nestas condições, não sendo observados excedentes ao critério da Norma não está indicada mitigação.


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-002	0
EMIÇÃO	FOLHA
26/04/2023	23 de 43

VSE Anton Philips

- Altura do solo – 1,5 m

Obtiveram-se excedentes de 3,4 dB(A) no ponto P3 para o período noturno quando comparados os níveis obtidos neste estudo com os residuais medidos. Considerando os limites da NBR 10151/2019-rev2020 foram obtidos excedentes de 9,5 dB(A) e 14,5 dB(A) nos períodos diurno e noturno.

Nestas condições, observado o excedente de 3,4 dB(A) no ponto P3 a 1,5 m de altura do solo, não está indicada mitigação. O enquadramento é realizado comparando-se valores inteiros obtidos por regra de aproximação, o que resulta em um excedente de 3 dB(A), conforme citado no item 5.

VSE Castelo Branco

- Altura do solo – 1,5 m

Foi obtido somente excedente de 0,6 dB(A) no ponto P5 no período noturno quando comparado o nível obtido neste estudo com os limites da NBR 10151/2019-rev2020. Como não ocorreram excedentes aos níveis residuais não se indica adoção de mitigação.

- Altura do solo – 5 m

Não foram obtidos excedentes comparados os níveis obtidos neste estudo com os residuais medidos e limites da NBR 10151/2019-rev2020 para o ponto P4. Para o ponto P5 observa-se excedente de 2,1 dB(A) no período noturno somente em relação ao limite da NBR 10151/2019-rev2020. Como não ocorreram excedentes aos níveis residuais não está indicada mitigação.

- Altura do solo – 65 m

Não foram obtidos excedentes no ponto P4 quando comparados os níveis obtidos neste estudo com os residuais medidos. Considerados os limites da NBR 10151/2019-rev2020 foi obtido excedente de 1,0 dB(A) no período noturno. Como não ocorreram excedentes aos níveis residuais não está indicada mitigação.

Observe-se ainda que em todos os casos a influência do tráfego de veículos é predominante.

5.2 OPERAÇÃO DOS VSES CONSIDERADA A SITUAÇÃO FUTURA

A análise de impactos da contribuição do funcionamento dos VSEs somada à situação atual, é feita comparando-se os dados da simulação com os níveis residuais obtidos nas medições em campo, ou os limites da NBR 10151/2019-rev2020.

Conforme já informado, a simulação foi realizada a 1,5 m do solo para todos os pontos de medição, a 5 m para o P1, P4 e P5, 48 m para o P1 e a 65 m do solo para o ponto P4.


DOCUMENTO TÉCNICO
(Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-002	0
EMIÇÃO	FOLHA
26/04/2023	24 de 43

Os Quadros 5.2-16 a 5.2-18 apresentam os resultados e em seguida é apresentada a análise para cada VSE estudado.

Quadro 5.2-16 - Situação Futura - Valores simulados considerando a contribuição da operação dos VSEs e os níveis sonoros residuais obtidos para a altura de 1,5 m do solo.

VSE's/ Pontos	Limites da NBR 10151/2019- rev2020		Nível residual medido		Cenário 2 Operação do VSE + Situação atual		Excedentes aos limites da NBR 10151/2019/rev2020		Excedentes aos níveis residuais	
	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]
VSE São Pedro P1	55	50	56,8	51,9	57,1	52,5	2,1	2,5	0,3	0,6
VSE São Pedro P2	55	50	49,4	48,5	53,3	52,8	0,0	2,8	3,9	4,3
VSE Anton Philips P3	50	45	63,4	56,1	65,1	61,1	15,1	16,1	1,7	5
VSE Castelo Branco P4	55	50	67,7	60,1	67,9	60,1	12,9	10,1	0,2	0,0
VSE Castelo Branco P5	60	55	68,5	64,5	68,8	65,1	8,8	10,1	0,3	0,6

Observações:

- Os valores destacados em "negrito" são referentes aos limites considerados para análise de impactos e as diferenças encontradas na comparação.
- O enquadramento é realizado comparando-se valores inteiros obtidos por regra de aproximação.



Atende ao estabelecido



Acima do estabelecido

Quadro 5.2-17 - Situação Futura - Valores simulados considerando a contribuição da operação dos VSEs e os níveis sonoros obtidos para a altura de 5 m do solo

VSE's/ Pontos	Limites da NBR 10151/2019- rev2020		Nível residual projetado		Cenário 2 Operação do VSE + Situação Atual		Excedentes aos níveis residuais ou limites da NBR 10151/2019- rev2020		Excedentes aos níveis residuais	
	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]
VSE São Pedro P1	55	50	56,4	51,4	57,3	53,8	2,3	3,8	0,9	2,4
VSE Castelo Branco P4	55	50	67,8	60,0	67,9	60,3	12,9	10,3	0,1	0,3
VSE Castelo Branco P5	60	55	68,1	64,1	68,5	64,9	8,5	9,9	0,4	0,8

Observações:

- Os valores destacados em "negrito" são referentes aos limites considerados para análise de impactos e as diferenças encontradas na comparação.
- O enquadramento é realizado comparando-se valores inteiros obtidos por regra de aproximação.



Atende ao estabelecido



Acima do estabelecido


DOCUMENTO TÉCNICO
(Continuação)

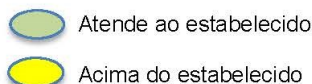
CÓDIGO RT-2.EA.00.00/8MR-002	REVISÃO 0
EMIÇÃO 26/04/2023	FOLHA 25 de 43

Quadro 5.2-18 - Situação Atual - Valores simulados considerando a contribuição da operação dos VSEs e os níveis sonoros residuais obtidos para as alturas de 48 m (P1) e 65 m (P4) do solo

VSEs/ Pontos	Limites da NBR 10151/2019-rev2020		Nível residual projetado		Cenário 2 Operação do VSE + Situação Atual		Limites da NBR 10151/2019-rev2020		Excedentes aos níveis residuais	
	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]
VSE São Pedro P1	55	50	46,9	41,2	51,0	49,4	0,0	0,0	4,1	8,2
VSE Castelo Branco P4	55	50	61,1	55,5	61,6	56,2	6,6	6,2	0,5	0,7

Observações:

- Os valores destacados em "negrito" são referentes aos limites considerados para análise de impactos e as diferenças encontradas na comparação.
- O enquadramento é realizado comparando-se valores inteiros obtidos por regra de aproximação.



Análise da situação futura com a contribuição dos VSEs:

Observa-se que na análise de impactos, a mitigação é indicada adotando-se como limite/critério o maior valor entre o nível residual medido e os limites estabelecidos na NBR 10151/2019-rev2020, para as diversas localidades e horários, bem como a diferença de 3 dB(A) para o excedente efetivamente considerado, conforme item 5 deste relatório.

VSE São Pedro

- Altura do solo – 1,5 m

Obtiveram-se excedentes de 0,3 dB(A) e 0,6 dB(A) no ponto P1, 3,9 dB(A) e 4,3 dB(A) para o ponto P2 nos períodos diurno e noturno quando comparados os níveis obtidos neste estudo com os residuais medidos. Porém, considerados os limites da NBR 10151/2019-rev2020 obtiveram-se excedentes de 2,1 dB(A) e 2,5 dB(A) no ponto P1, nos períodos diurno e noturno e 2,8 dB(A) para o ponto P2 no período noturno. Como os excedentes aos limites considerados por pontos são inferiores a 3 dB(A) não se indica adoção de mitigação.

- Altura do solo – 5 m

Obtiveram-se excedentes de 0,9 dB(A) e 2,4 dB(A) no ponto P1 nos períodos diurno e noturno quando comparados os níveis obtidos neste estudo com os residuais medidos. Considerados os limites da NBR 10151/2019-rev2020 obtiveram-se excedentes de 2,3 dB(A) e 3,8 dB(A) no ponto P1 nos períodos diurno e noturno. Como os excedentes aos níveis residuais obtidos são inferiores a 3 dB(A) não se indica adoção de mitigação.


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-002	0
EMIÇÃO	FOLHA
26/04/2023	26 de 43

- Altura do solo – 48 m

Obtiveram-se excedentes de até 4,1 dB(A) e 8,2 dB(A) no ponto P1 para os períodos diurno e noturno quando comparados os níveis obtidos neste estudo com os residuais medidos. Considerados os limites da NBR 10151/2019-rev2020 não foram obtidos excedentes e desta maneira não está indicada mitigação.

VSE Anton Philips

- Altura do solo – 1,5 m

Obtiveram-se excedentes de 1,7 dB(A) e 5 dB(A) no ponto P3 para os períodos diurno e noturno quando comparados os níveis obtidos neste estudo com os residuais medidos. Considerados os limites da NBR 10151/2019-rev2020 foram obtidos excedentes de 15,1 dB(A) e 16,1 dB(A) nos períodos diurno e noturno.

Nestas condições observa-se excedente máximo **maior que 3 dB(A)**, considerado o excedente de 5,0 dB(A), no ponto P3 na 1,5 m de altura do solo. Neste caso, **indica-se mitigação** se confirmadas as premissas deste estudo.

VSE Castelo Branco

- Altura do solo – 1,5 m

Obtiveram-se excedentes de 0,2 dB(A) no ponto P4 no período noturno e de 0,3 dB(A) e 0,6 dB(A) para o ponto P5 nos períodos diurno e noturno quando comparados os níveis obtidos neste estudo com os residuais medidos. Considerados os limites da NBR 10151/2019-rev2020 obtiveram-se excedentes de 12,9 dB(A) e 10,1 dB(A) no ponto P4 nos períodos diurno e noturno e 8,8 dB(A) e 10,1 dB(A) para o ponto P5 nos períodos diurno e noturno. Considerados os excedentes referentes aos níveis residuais medidos não está indicada mitigação.

- Altura do solo – 5 m

Obtiveram-se excedentes de 0,1 dB(A) e 0,3 dB(A) no ponto P4 nos períodos diurno e noturno e de 0,4 dB(A) e 0,8 dB(A) para o ponto P5 nos períodos diurno e noturno quando comparados os níveis obtidos neste estudo com os residuais medidos. Considerados os limites da NBR 10151/2019-rev2020 obtiveram-se excedentes de 12,9 dB(A) e 10,3 dB(A) no ponto P4 nos períodos diurno e noturno e 8,5 dB(A) e 9,9 dB(A) para o ponto P5 nos períodos diurno e noturno. Considerados os excedentes referentes aos níveis residuais medidos não está indicada mitigação.

- Altura do solo – 65 m

Obtiveram-se excedentes de 0,5 dB(A) e de 0,7 dB(A) no ponto P4 para os períodos diurno e noturno quando comparados os níveis obtidos neste estudo com os residuais medidos. Considerados os limites



DOCUMENTO TÉCNICO
(Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-002	0
EMIÇÃO	FOLHA
26/04/2023	27 de 43

da NBR 10151/2019-rev2020 foram obtidos excedentes de 6,6 dB(A) e 6,2 dB(A) nos períodos diurno e noturno. Considerados os excedentes referentes aos níveis residuais medidos não está indicada mitigação.

Observe-se ainda que em todos os casos a influência do tráfego de veículos é predominante.

As ilustrações apresentadas a seguir mostram a propagação nos edifícios residenciais de receptores críticos dos pontos VSE São Pedro/ P1, VSE Anton Philips/ P3 e VSE Castelo Branco/P4. Tais ilustrações são compostas por "cortes verticais" na modelagem do estudo. (Figuras 5.2-13 a 5.2-15).

Figura 5.2-13 – Ilustração em corte da localidade de edifício próximo do VSE São Pedro/P1.

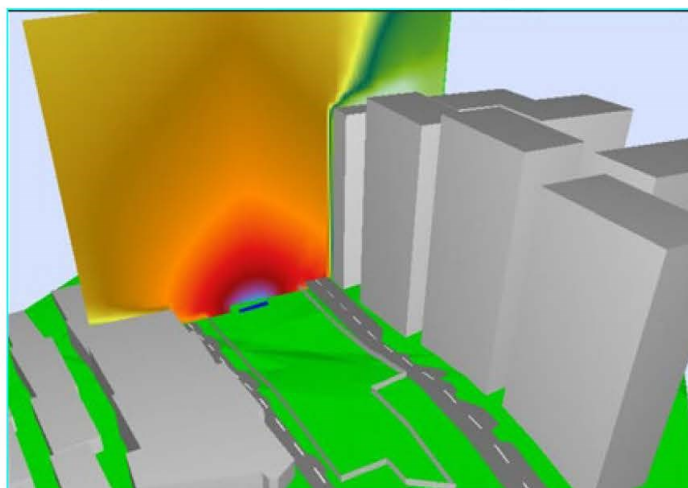
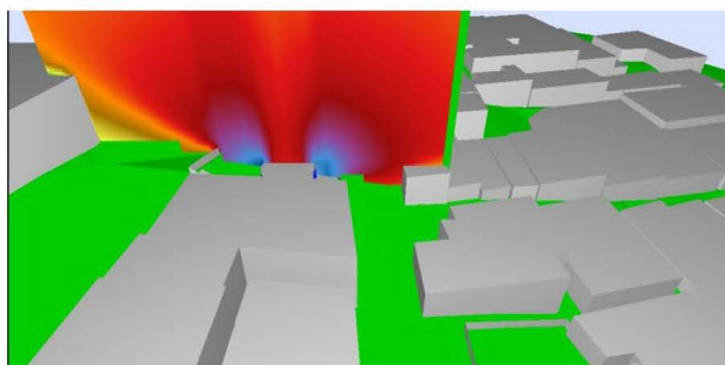


Figura 5.2-14 – Ilustração em corte da localidade de receptor de residência do VSE Anton Philips/P3.



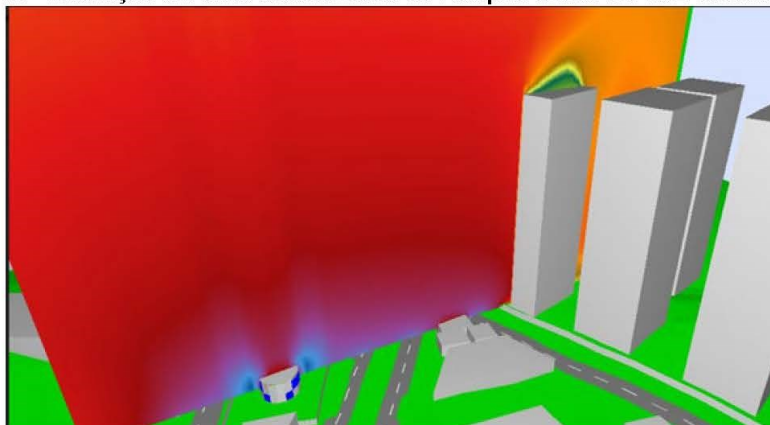


DOCUMENTO TÉCNICO

(Continuação)

CÓDIGO	RT-2.EA.00.00/8MR-002	REVISÃO	0
EMIÇÃO	26/04/2023	FOLHA	28 de 43

Figura 5.2-15 – Ilustração em corte da localidade do receptor crítico do VSE Castelo Branco/P4.



5.3 MITIGAÇÃO

Para o VSE Anton Philips foi verificado na modelagem excedente de 5,0 dB(A) no ponto P3 no período noturno, o que em princípio demandará ações de mitigação. Note-se, no entanto, que este estudo de propagação foi feito com base nos dados atualmente disponíveis, a saber, projeto básico de arquitetura, potência sonora do VSE obtida com medições nos exaustores instalados no VSE Delmiro Sampaio da Linha 5-Lilás e ainda garantida a condição de operação mais restritiva em termos de emissão sonora, considerando a operação dos exaustores em 100% da sua capacidade para ambos os períodos, diurno e noturno.

Sabe-se que no período noturno, devido à ausência da circulação de trens, a temperatura dos túneis tende a ser menor, não necessitando da capacidade máxima do sistema de exaustão e ventilação durante toda a sua operação. Mesmo assim, de forma conservadora, optou-se por utilizar neste estudo sua capacidade máxima.

Além disso, as premissas do estudo podem ser otimizadas com alterações em projetos e melhoria de desempenho de equipamentos exaustores até a efetiva instalação e operação.

A mitigação a ser projetada/especificada por ocasião da instalação do VSE Anton Phillips, se efetivamente constatadas as premissas inseridas neste modelo, pode ser implementada com a utilização de materiais absorventes para baixas frequências de diferentes densidades e espessuras aplicados/instalados nas paredes do túnel da ventilação e/ou intervenção nos exaustores com diminuição de velocidade e capacidade do sistema durante a operação, além de outras medidas que possam ser consideradas fisicamente e economicamente factíveis.


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-002	0
EMIÇÃO	FOLHA
26/04/2023	29 de 43

O *software CadnaA* possui ferramenta que permite a entrada de valores adicionais para simulação de atenuação da emissão de fontes sonoras com a inserção de espectros de atenuação utilizados para subtração do nível de potência sonora. Desta forma, foi avaliado por meio do *software* qual a atenuação necessária na fonte sonora de forma a atender os padrões (no caso, o nível residual medido).

A partir desta metodologia, foi identificada a necessidade de atenuação de 12 dB da fonte do VSE, que, quando modelado conjuntamente à situação atual (cenário 2), atende os limites estabelecidos considerando as incertezas inerentes ao processo de medição e modelagem. No Anexo 1 é apresentado o mapa acústico desta mitigação e o **Quadro 5.2-19** os valores simulados.

Independentemente da proposta de mitigação aplicada, o excedente de 5 dB(A) previsto neste estudo deve ser validado com a realização de campanha de medições de níveis de pressão sonora na fase de operação do referido VSE.

Quadro 5.2-19 - Mitigação VSE Anton Philips - valores simulados da operação e níveis residuais e obtidos com a Mitigação

VSEs/ Pontos	Limites da NBR 10151/2019- rev2020		Nível residual medido		Cenário 2 Operação do VSE + Situação Atual		Mitigação	
	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]	Período Diurno [dB(A)]	Período Noturno [dB(A)]
VSE Anton Philips P3	50	45	63,4	56,1	65,1	61,1	63,9	56,7

Em relação exclusivamente a influência da operação do VSE Anton Philips, a saber, 59,5 dBA, não há necessidade de indicação de mitigação. De acordo com a campanha de medições para a caracterização dos níveis residuais nos períodos diurno e noturno, ocorreu excedente de 3,4 dB (A), considerado 3dB(A) por conta da regra de aproximação, exclusivamente para o período noturno. Nestas condições considera-se enquadrada tal contribuição conforme já explicitado no item 5 deste estudo.


DOCUMENTO TÉCNICO
(Continuação)

CÓDIGO	RT-2.EA.00.00/8MR-002	REVISÃO	0
EMIÇÃO	26/04/2023	FOLHA	30 de 43

6 AVALIAÇÃO DE IMPACTO

6.1 ALTERAÇÃO DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA E DE VIBRAÇÃO

A avaliação de impacto para os níveis de pressão sonora será apresentada nos mesmos moldes do RAP do Trecho Paulo Freire-Dutra Linha 2-Verde, utilizando-se da mesma metodologia e dos mesmos critérios apresentados no referido relatório.

Componente(s) Ambiental(is) Afetado(s)	Atmosfera e residências
Fator(es) Gerador(es)	• Implantação dos canteiros de obras; • Terraplenagens e escavações; • Investigações e serviços geotécnicos (sondagens / fundações); • Implantação das estruturas operacionais e da infraestrutura de apoio à implantação e operação do empreendimento; • Tráfego / movimentação de veículos pesados, máquinas e/ou equipamentos;
Descrição do impacto	Durante a fase de implantação do empreendimento serão emitidos, pontualmente, ruídos e vibrações induzidas no solo provenientes das máquinas e equipamentos necessários às obras civis, tais como equipamentos para escavações, carregamentos e transporte (caminhões, tratores, retroescavadeiras etc.), perfuratrizes e rompedores, entre outros, além das atividades de utilização de explosivos para a demoção de rochas, caso existente em trechos específicos de túnel e de poços. Prevê-se que esses ruídos e vibrações variem em função das condições de operação dos equipamentos citados e o cronograma físico da obra, com maior destaque ao período estimado para as etapas de limpeza do terreno e escavação, demolição dos imóveis a serem desapropriados e/ou desocupados, demolição de rochas, execução da fundação dos pilares da via elevada e execução de tratamento geotécnico de solo e concretagem. Para o caso dos níveis de pressão sonora durante a implantação, como os ruídos provenientes das frentes de obra, considera-se que as fontes de emissão são fixas. Portanto a análise deste impacto é baseada na metodologia e padrões da ABNT NBR 10151:2019 – Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas – Aplicação de uso geral, além dos limites das legislações municipais, o Decreto Municipal nº 21312/2001 e a Lei Municipal nº 3573/1990 para Guarulhos, e a Lei Municipal nº 16.042/2016 para São Paulo. Do diagnóstico realizado sobre o tema no presente estudo, observou-se que para os receptores validados junto à CETESB ao longo do empreendimento, os níveis de pressão sonora do som residual nos períodos diurnos e noturnos já ultrapassam os valores de referência na maioria dos pontos. Em ambos os períodos, nota-se que a maior contribuição aos níveis de pressão sonora é decorrente do tráfego de veículos. É de extrema importância o controle e mitigação das emissões de ruído de maneira que a implantação do empreendimento não contribua de forma significativa na alteração dos níveis de pressão sonora na ADA, especialmente no período noturno, já que durante a noite o tráfego de veículos é menor e população lindeira está mais exposta a estes impactos. Soma-se o fato de que na experiência do Metrô em outros empreendimentos, este impacto é um dos que gera mais reclamações da população lindeira. Em relação às vibrações, a atividade com maior potencial de impacto durante a implantação do trecho é a detonação de rochas com uso de explosivos, que pode implicar na propagação de ondas de vibração para edificações localizadas no entorno do traçado e em danos às suas estruturas, além da transmissão sonora por vibração. Durante a fase de operação do Trecho Paulo Freire/Dutra também serão necessárias medidas e ações de controle do impacto de alterações dos níveis de pressão sonora e de vibrações na ADA. Informa-se que com a experiência da Companhia do Metrô no assunto e dadas as inovações tecnológicas, a empresa já considera no planejamento e


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-002	0
EMIÇÃO	FOLHA
26/04/2023	31 de 43

projeto dos equipamentos e estruturas dos empreendimentos medidas mitigadoras relacionadas a estes impactos. Logo, estas medidas já serão consideradas na presente avaliação.

Níveis de pressão sonora:

Para a avaliação do impacto de alteração dos níveis de pressão sonora durante a operação, apenas os VSEs, estações e a via elevada de acesso ao Pátio Paulo Freire, emitirão ruídos com potencial de degradação acústica do entorno. As principais fontes sonoras das estações e VSEs serão os equipamentos dos sistemas de ventilação, os transformadores e os geradores. Considerando que são fontes fixas, as análises são baseadas na ABNT NBR 10.151:2019.

No caso da via elevada de acesso ao pátio e do acesso em superfície (nível do terreno), como tratam da circulação das composições de trens, a fonte é considerada móvel, cuja regulamentação dos níveis de ruído é definida pela Decisão de Diretoria CETESB 389/2010/P de 21/12/2010, que trata dos sistemas lineares de transporte. Para este estudo de fontes móveis foram observadas a ABNT NBR 10.151:2019 e a FTA-VA-90-1003-06 – *Transit noise and vibration impact assessment*, conforme apresentado no RAP.

Como supracitado, o Metrô de São Paulo já considera nos projetos das estações, dos VSEs, estações e vias elevadas as medidas mitigadoras específicas para atenuar os efeitos das principais fontes sonoras potencialmente poluidoras. A seguir são apresentadas algumas destas medidas, todas executadas nas estruturas da Linha 5-Lilás para os VSEs e estações. Tais informações foram apresentadas pelo Metrô à CETESB durante a análise da solicitação da LO de trecho da Linha 5-Lilás, que resultou na emissão do Parecer Técnico nº 098/2017/IPAR. Para a via elevada de acesso ao pátio Paulo Freire, foram estudadas e apresentadas soluções de atenuação específicas para este empreendimento.

Estações:

As fontes geradoras de ruído com potencial de impacto para as áreas externas presentes nas estações projetadas pelo Metrô são o sistema de ventilação principal do corpo da estação, o sistema de ventilação auxiliar das salas técnicas e operacionais, os transformadores e os geradores.

Os transformadores e os geradores são em geral localizados no interior das salas técnicas, portanto em ambiente confinado, que impedem a percepção de ruído no exterior. Da mesma forma são instalados os sistemas de ventilação auxiliar, pois atendem apenas o interior das salas técnicas, além de operar com baixa capacidade de vazão. Assim, somente o sistema de ventilação principal do corpo da estação é considerado fonte sonora com real potencial de impacto para a população lindeira.

De forma a mitigar possíveis impactos, ambos os sistemas de ventilação são projetados para possuir sistemas de atenuação de ruídos primários e secundários conforme segue:

- Absorvedor de ruído a jusante e a montante dos ventiladores axiais do sistema de ventilação;
- Amortecedores de vibração nos apoios dos ventiladores para evitar a transmissão sonora por vibração através da estrutura da estação.
- Ventiladores dotados de acelerômetros para detecção dos níveis de vibração;

Poços de Ventilação e Saída de Emergência

Os poços de ventilação e saída de emergência, por possuírem sistema de ventilação de alta vazão e de funcionamento contínuo, são fontes sonoras com maior potencial de impacto.

Os poços contam com dois conjuntos moto - ventiladores axiais paralelos instalados no interior do túnel de ligação entre o poço e a via em profundidade variável em relação à


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-002	0
EMIÇÃO	FOLHA
26/04/2023	32 de 43

cota da superfície. O sistema de ventilação descrito conta com os seguintes sistemas de atenuação:

- Absorvedor de ruído a jusante e a montante dos ventiladores, posicionado na vertical no interior da coluna de ventilação do poço;
- 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 dos níveis de vibração;

Após a instalação dos sistemas e equipamentos, o Metrô possui procedimento específicos para análise, por meio de medições de vazão e de níveis de pressão sonora, de atendimento as legislações sobre o tema, em especial a ABNT NBR 10151:2019 e a ABNT NBR 10152:2017.

Da experiência conjunta do Metrô e CETESB na avaliação dos níveis de pressão sonora das estruturas existentes nas linhas em operação, em especial da Linha 5-Lilás, verificou-se que os sistemas instalados nas estações possuem baixo potencial de gerar poluição sonora.

Considera-se que, dentre as fontes fixas, apenas os VSEs possuem potencial de gerar alteração nos níveis de pressão sonora em seu entorno. Desta forma, foram validados RPCs em seu entorno, realizadas medições na etapa de diagnóstico e realizada a modelagem matemática dos níveis de pressão sonora.

A modelagem matemática foi elaborada para dois cenários, considerando apenas a operação dos VSEs e analisando a condição atual somada à operação dos VSEs.

Para a avaliação de impactos em ambos os cenários, é sempre considerado o maior nível entre o valor residual medido ou o limite estabelecido na NBR 10151/2019-rev2020.

Para o cenário considerando a operação exclusiva dos VSEs, verificou-se ultrapassagens dos padrões dentro dos limites estabelecidos, ou seja, até 3 dB(A).

Para o cenário considerando a condição atual somada à operação dos VSEs, observa-se algumas ultrapassagens, porém menores que o excedente máximo de 3 dB(A). Exceção à ponto no VSE Anton Philips, onde o excedente observado é de 5 dB(A). Neste caso, indicou-se a necessidade de mitigação, caso confirmadas as premissas do estudo ora apresentado, quando da instalação e operação dos equipamentos de ventilação.

Como o *software CadnaA* possui ferramenta que permite a entrada de valores adicionais para simulação de atenuação da emissão de fontes sonoras com a inserção de espectros de atenuação utilizados para subtração do nível de potência sonora, foi modelada uma atenuação de potência sonora de 12 dB até a saída de ventilação, o que propicia a adequação dos níveis de pressão sonora no receptor do ponto P3.

A modelagem matemática dos níveis de pressão sonora realizada demonstra que para os VSEs São Pedro e Castelo Branco não são esperadas alterações dos níveis sonoros existentes e que não são indicadas medidas de mitigação deste impacto potencial. No entanto, para o VSE Anton Philips poderá haver necessidade de mitigação, caso confirmados os parâmetros inseridos no atual estudo. A atenuação pode ser implementada com utilização de materiais absorventes para baixas frequências de diferentes densidades e espessuras aplicados/instalados nas paredes do túnel da ventilação e/ou intervenção nos exaustores com a diminuição de velocidade e capacidade do sistema durante a operação, além de outras medidas que possam ser consideradas fisicamente e economicamente factíveis. Independentemente da proposta de mitigação aplicada, o excedente de 5 dB(A) previsto neste estudo deve ser validado com a realização de campanha de medições de níveis de pressão sonora na fase de operação do referido VSE.

Acesso ao pátio

O trecho em superfície tem extensão de 674m e em elevado tem 341m. Nestes trechos, os respectivos estudos de modelagem identificaram alguns receptores críticos com níveis


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-002	0
EMIÇÃO	FOLHA
26/04/2023	33 de 43

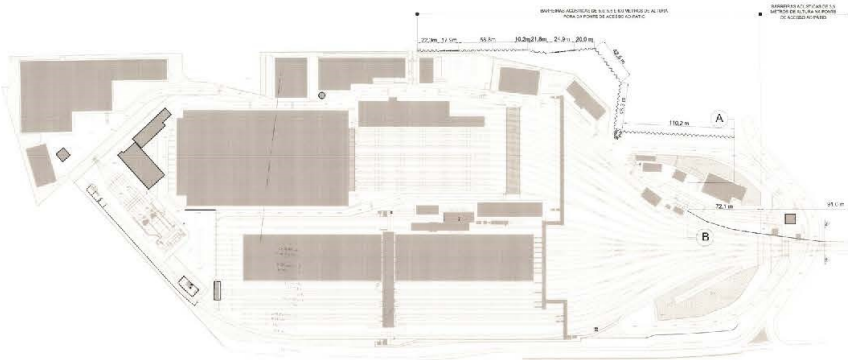
de pressão sonora acima do previsto pelas ABNT NBR 10.151:2019 e a FTA-VA-90-1003-06, indicando a necessidade de instalação de atenuadores.

Os estudos realizados evidenciaram que o trânsito em superfície e em via elevada causaria um incremento no nível de pressão sonora em área com ocupação predominantemente residencial.

Neste sentido, foram propostas a atenuação da pressão sonora por meio da construção de barreiras acústicas, para ambos os casos, trecho elevado e trecho em superfície, porém com diferente concepção para cada um dos casos.

Para os trechos em superfície, as barreiras de alvenaria adotadas serão os próprios muros do Pátio com diferentes alturas em diferentes trechos e, caso haja juntas de dilatação, elas deverão ser vedadas para se evitar o vazamento acústico (**Figura 6.1-16** e no **Anexo 5 do RAP**).

Figura 6.1-16 – Atenuadores de pressão sonora na área do acesso ao pátio em superfície. Muros nas divisas do próprio pátio.



Para o trecho elevado também, foram avaliadas soluções para a atenuação da pressão sonora com barreiras acústicas próximas às vias e próximas aos receptores.

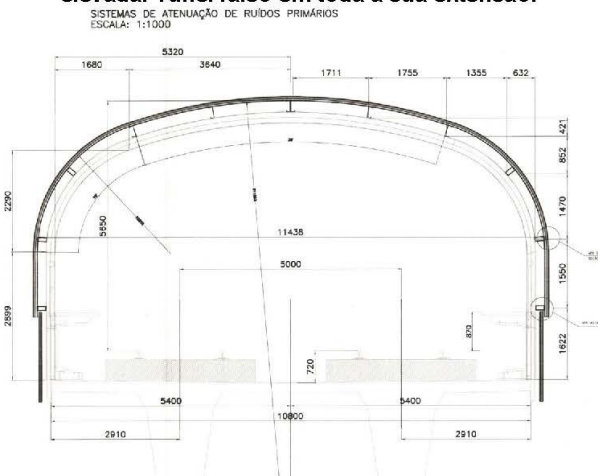
Foram analisadas diversas alternativas, com barreiras próximas aos receptores ou barreiras próximas à linha do Metrô, com diferentes alturas e composições. A alternativa por muros exigia alturas muito significativas, em alguns casos com 4,90m, em quase 70% da extensão da via elevada.

Sendo assim, foi proposto, a utilização de fechamento em túnel falso em todo o elevado, sendo possível, contudo, que o trecho intermediário tenha fechamento de características não acústicas, ou seja, sem absorção. Todos os fechamentos deverão ter as emendas das suas placas devidamente vedadas, a fim de se evitar o vazamento acústico (**Figura 6.1-17** e no **Anexo 5 do RAP**).


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-002	0
EMIÇÃO	FOLHA
26/04/2023	34 de 43

Figura 6.1-17 – Atenuadores de pressão sonora no trecho do acesso ao pátio em via elevada. Túnel falso em toda a sua extensão.



Considera-se, portanto, que apenas os VSEs e o acesso ao Pátio Paulo Freire possuem potencial de gerar alteração nos níveis de pressão sonora em seu entorno. No entanto, para o acesso ao Pátio, as medidas mitigadoras estão previstas no projeto, conforme explanado.

Para os VSEs, está em elaboração o estudo de modelagem matemática para avaliar os impactos nos receptores críticos, que será submetido à CETESB quando de sua conclusão.

Para o Trecho Paulo Freire/Dutra da Linha 2-Verde, aplicadas todas as medidas mitigadoras apresentadas, espera-se chegar a um nível de pressão sonora similar ao alcançado em linhas em operação, uma vez que resultados de campanhas de monitoramento dos níveis de pressão sonora em estruturas existentes atendem os padrões vigentes.

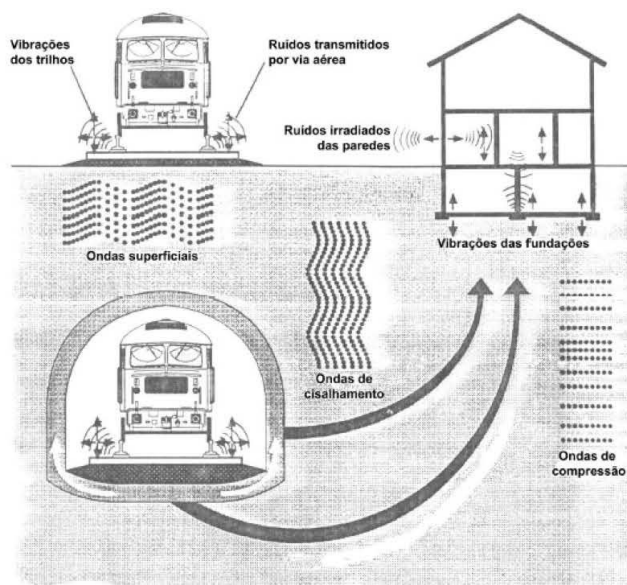
Vibrações:

Considerando o traçado e todas as unidades construtivas do Trecho Paulo Freire/Dutra da Linha 2-Verde, a única fonte de vibração potencial é a própria via com o trem em movimento, podendo gerar além da vibração em si, a transmissão sonora pelas estruturas.

As vibrações geradas pelo tráfego dos trens (contato roda-trilho) propagam-se pelas paredes dos túneis, solo, fundações das edificações lindeiras e de suas paredes e lajes, podendo causar algum desconforto aos moradores destas edificações, seja por seu efeito propriamente dito, seja pela transmissão sonora pelas estruturas. A **Figura 6.1-18** ilustra o fenômeno da vibração dos trens no entorno.


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-002	0
EMIÇÃO	FOLHA
26/04/2023	35 de 43

Figura 6.1-18 – Fenômenos da vibração no solo e entorno


Fonte: TAKEUTI; CARVALHO; CARRAZEDO, 2013

O Metrô de São Paulo, por meio de suas contratadas, realiza durante a operação das linhas, análises de vibração e transmissão sonora via estruturas geradas pela passagem dos trens sobre os trilhos (contato roda-trilho) da via permanente e os possíveis impactos na população lindeira.

Além do estudo e análise das vibrações, dentro dos escopos dos projetos básico e executivo, a Companhia do Metrô dimensiona medidas mitigadoras de atenuação de vibração e transmissão sonora via estruturas na via permanente a ser instalada nos futuros empreendimentos, de forma que os níveis estimados e medidos estejam sempre abaixo dos níveis máximos permitidos pela empresa e pela CETESB.

Nos projetos de atenuação de vibração da via permanente são consideradas: as diferentes edificações existentes no trecho, seu uso e ocupação, quantidade de pavimentos e subsolos; as construções mais susceptíveis às vibrações; os edifícios históricos; os imóveis que têm ocupação e critérios especiais, tais como: hospitais, teatros, igrejas, estúdios de gravação, laboratórios, escolas etc.

Outros fatores mais complexos são também considerados no projeto, pois influenciam significativamente a propagação das ondas de vibração. Entre estes vários fatores, destacam-se: dados geotécnicos sobre as características do solo ao longo de todo o trecho, velocidade de propagação das ondas no solo, nível d'água, presença de rocha; infraestrutura do túnel, profundidade e distância ao imóvel; componentes da via permanente (fixação dos trilhos, lajes etc.); características de rigidez dos imóveis lindeiros (obtidas por meio de ensaios) etc.

Portanto, tanto a análise detalhada dos impactos de vibração no entorno do empreendimento quanto o projeto e implantação das medidas mitigadoras de atenuação de vibrações fazem parte do escopo dos projetos básico e executivo elaborados pelo Metrô. Dentre as principais medidas mitigadoras utilizados nas linhas em operação da companhia estão placas resilientes de fixação dos trilhos e sistemas massa-mola, dependendo da frequência existente, que tem como objetivo principal a atenuação das vibrações.


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-002	0
EMIÇÃO	FOLHA
26/04/2023	36 de 43

Apesar dos efeitos negativos citados neste estudo relacionados a este impacto, cabe mencionar que a operação do Trecho Paulo Freire/Dutra da Linha 2-Verde, tem potencial para contribuir, na AID, com a diminuição do tráfego automotivo, dada a maior oferta de transporte público, possibilitando a substituição do uso de veículos particulares, além da readequação do sistema público de transporte (diminuição da frota de ônibus padrão), promovendo positivamente uma redução dos níveis atuais de ruídos e vibração. Como a maior fonte de ruídos e vibrações no ambiente urbano é o tráfego de veículos, considera-se que, dada a escala de análise da AID do empreendimento, durante a fase de operação o impacto da alteração dos níveis de pressão sonora e vibração é positivo.

A respeito do tempo de permanência deste impacto, cabe ressaltar o aparente, porém falso, imediatismo da poluição sonora com relação à atividade ruidosa. Ainda que a emissão de ruídos ocorra simultaneamente com a operação de sua fonte, a manifestação desta forma de poluição sobre o conforto e saúde da população (ansiedade, insônia, estresse, hipertensão, infarto) é cumulativa e poderá ser sentida no decorrer do tempo. Do mesmo modo, ainda que cessem as atividades ruidosas, as manifestações da poluição sonora sobre a população não se extinguem de imediato. Logo, a reversibilidade do impacto ambiental também não é imediata.


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	RT-2.EA.00.00/8MR-002	REVISÃO	0
EMIÇÃO	26/04/2023	FOLHA	37 de 43

Avaliação do Impacto

Fase(s) do Empreendimento	Implantação			
Classificação do Impacto (atributo e classificação)	Natureza	Positivo	Reversibilidade	Reversível
		Negativo		Irreversível
	Incidência	Direta	Mitigabilidade	Mitigável
		Indireta		Não mitigável
	Abrangência	Localizado	Magnitude	Grande
		Disperso		Média
	Ocorrência	Certo	Relevância	Pequena
		Provável		Alto
	Duração	Permanente	Localização	Médio
		Temporário		Baixo
	Prazo	Curto		ADA
		Médio		AID
		Longo		All

Fase(s) do Empreendimento	Operação			
Classificação do Impacto (atributo e classificação)	Natureza	Positivo	Reversibilidade	Reversível
		Negativo		Irreversível
	Incidência	Direta	Mitigabilidade*	Mitigável
		Indireta		Não mitigável
	Abrangência	Localizado	Magnitude	Grande
		Disperso		Média
	Ocorrência	Certo	Relevância	Pequena
		Provável		Alto
	Duração	Permanente	Localização	Médio
		Temporário		Baixo
	Prazo	Curto		ADA
		Médio		AID
		Longo		All

*não aplicável


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	RT-2.EA.00.00/8MR-002	REVISÃO	0
EMIÇÃO	26/04/2023	FOLHA	38 de 43

Medidas e Ações de Controle Ambiental:

Medidas e Ações de Controle Ambiental	O controle dos impactos relacionados às alterações dos níveis de pressão sonora nas fases de implantação e de operação do empreendimento, além das medidas supracitadas já consideradas nas diferentes etapas do projeto, incluem: – Monitoramento periódico dos níveis de pressão sonora e de vibrações nos receptores potencialmente críticos ou na residência da população limítrofe no caso de reclamações e avaliações que comprovem a necessidade de intervenção; – Instalação de atenuadores de ruído nos equipamentos e máquinas dos canteiros de obra; – Adequações dos horários para a realização de determinadas atividades (que possam provocar ruídos excessivos), durante a implantação e durante a operação do empreendimento; – Inspeções e manutenções sistemáticas de motores, silenciadores e escapamentos de máquinas, equipamentos e veículos utilizados durante as obras; – Disponibilizar e tornar obrigatório o uso de EPIs específicos (protetores auriculares) para aqueles trabalhadores com maior exposição aos ruídos; – Durante a operação, avaliar por meio de campanhas de medição, se os atenuadores propostos para o acesso em superfície ao Pátio Paulo Freire e para os VSEs estão sendo adequados para a mitigação dos impactos. Demais medidas são descritas no Plano de Controle Ambiental de Obras e no Programa de Monitoramento dos Níveis de Pressão Sonora e Vibrações.
Medida / Ação de Controle Proposta	- Plano de Controle Ambiental das Obras - Programa de Monitoramento dos Níveis de Pressão Sonora e Vibrações - Plano de Gestão Ambiental da Operação

Fase do Projeto	Implantação			
Classificação da Medida / Ação de Controle Proposta	Responsável	Empreendedor		Curto
		Empreiteira		Médio
	Natureza	Mitigadora	Preventiva	Longo
		Corretiva		Alto
		Compensatória		Médio
		Potencializadora		Baixo

Fase do Projeto	Operação			
Classificação da Medida / Ação de Controle Proposta	Responsável	Empreendedor		Curto
		Empreiteira		Médio
	Natureza	Mitigadora	Preventiva	Longo
		Corretiva		Alto
		Compensatória		Médio
		Potencializadora		Baixo


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-002	0
EMIÇÃO	FOLHA
26/04/2023	39 de 43

7 CONCLUSÃO

De acordo com os dados apresentados neste relatório, pode-se concluir que na maioria dos pontos as situações acústicas atuais dos pontos de receptores críticos nas localidades dos VSEs já se encontram em desconformidade com o disposto na NBR 10151/2019-rev2020, tanto para o período diurno quanto para o período noturno.

A modelagem matemática dos níveis de pressão sonora realizada demonstra que para os VSEs São Pedro e Castelo Branco não são esperadas alterações dos níveis sonoros existentes e que não são indicadas medidas de mitigação deste impacto potencial. No entanto, para o VSE Anton Philips **poderá haver necessidade de mitigação**, caso confirmados os parâmetros inseridos no atual estudo, pois existe excedente obtido superior a 3 dB(A) no período noturno.

A mitigação pode ser implementada durante a instalação dos equipamentos, com utilização de materiais absorventes para baixas frequências de diferentes densidades e espessuras aplicados/instalados nas paredes do túnel da ventilação e/ou intervenção nos exaustores com diminuição de velocidade e capacidade do sistema durante a operação, além de outras medidas que possam ser consideradas fisicamente e economicamente factíveis.


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-002	0
EMIÇÃO	FOLHA
26/04/2023	40 de 43

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Pontos de monitoramento de níveis de pressão sonora – RT-2.EA.00.00/8MR-001

Projetos Básicos de ventilação e saída de emergência:

DE-2.41.07.74_4B2-006 Castelo Branco
 DE-2.41.07.74_4B2-002

DE-2.41.05.74_4B2-006 Anton Philips
 DE-2.41.05.74_4B2-002

DE-2.41.03.74_4B2-001 São Pedro
 DE-2.41.07.74_4B2-002

RT 2-00.00.00/0V5-201 PROJETO DIRETRIZ Linha 2-Verde Trecho Paulo Freire/Dutra

RT-5.36.00.00/1Y2-003 – 0 – Item III.3 Cálculo do Nível de Potência Sonora dos VSE's

Site: <http://www.datakustik.com/en/applications/traffic-noise/> - Acessado em 07/02/2021.

NBR 10151/20119-rev2020 - Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-002	0
EMIÇÃO	FOLHA
26/04/2023	41 de 43

9 LISTA DE ANEXOS

9.1 ANEXO 1 – MAPAS ACÚSTICOS E FIGURAS DOS RESULTADOS (3 FOLHAS A4 - 73 FOLHAS A3)

Figura 1 1 - VSE São Pedro - Mapa situação atual no período diurno – Calculado a 1,5 m do solo	4
Figura 1 2 - VSE São Pedro - Imagem situação atual no período diurno – Calculado a 1,5 m do solo	5
Figura 1 3 - VSE São Pedro - Mapa situação atual no período noturno – Calculado a 1,5 m do solo	6
Figura 1 4 - VSE São Pedro - Imagem situação atual no período noturno – Calculado a 1,5 m do solo	7
Figura 1 5 - VSE São Pedro - Mapa situação atual no período diurno – Calculado a 5 m do solo	8
Figura 1 6 - VSE São Pedro - Imagem situação atual no período diurno – Calculado a 5 m do solo	9
Figura 1 7 - VSE São Pedro - Mapa situação atual no período noturno – Calculado a 5 m do solo	10
Figura 1 8 - VSE São Pedro - Imagem situação atual no período noturno – Calculado a 5 m do solo	11
Figura 1 9 - VSE São Pedro - Mapa situação atual no período diurno – Calculado a 48 m do solo	12
Figura 1 10 - VSE São Pedro - Imagem situação atual no período diurno – Calculado a 48 m do solo	13
Figura 1 11 - VSE São Pedro - Mapa situação atual no período noturno – Calculado a 48 m do solo	14
Figura 1 12 - VSE São Pedro - Imagem situação atual no período noturno – Calculado a 48 m do solo	15
Figura 1 13 - VSE São Pedro – Mapa operação exclusiva do VSE – Calculado a 1,5 m do solo	16
Figura 1 14 - VSE São Pedro – Imagem operação exclusiva do VSE – Calculado a 1,5 m do solo	17
Figura 1 15 - VSE São Pedro – Mapa operação exclusiva do VSE – Calculado a 5 m do solo	18
Figura 1 16 - VSE São Pedro – Imagem operação exclusiva do VSE – Calculado a 5 m do solo	19
Figura 1 17 - VSE São Pedro – Mapa operação exclusiva do VSE – Calculado a 48 m do solo	20
Figura 1 18 - VSE São Pedro – Imagem operação exclusiva do VSE – Calculado a 48 m do solo	21
Figura 1 19 - VSE São Pedro – Mapa situação atual + operação do VSE – período diurno – Calculado a 1,5 m do solo	22
Figura 1 20 - VSE São Pedro – Imagem situação atual + operação do VSE – período diurno – Calculado a 1,5 m do solo	23
Figura 1 21 - VSE São Pedro – Mapa situação atual + operação do VSE – período noturno – Calculado a 1,5 m do solo	24
Figura 1 22 - VSE São Pedro – Imagem situação atual + operação do VSE – período noturno – Calculado a 1,5 m do solo	25
Figura 1 23 - VSE São Pedro – Mapa situação atual + operação do VSE – período diurno – Calculado a 5 m do solo	26
Figura 1 24 - VSE São Pedro – Imagem situação atual + operação do VSE – período diurno – Calculado a 5 m do solo	27
Figura 1 25 - VSE São Pedro – Mapa situação atual + operação do VSE – período noturno – Calculado a 5 m do solo	28
Figura 1 26 - VSE São Pedro – Imagem situação atual + operação do VSE – período noturno – Calculado a 5 m do solo	29
Figura 1 27 - VSE São Pedro – Mapa situação atual + operação do VSE – período diurno – Calculado a 48 m do solo	30
Figura 1 28 - VSE São Pedro – Imagem situação atual + operação do VSE – período diurno – Calculado a 48 m do solo	31
Figura 1 29 - VSE São Pedro – Mapa situação atual + operação do VSE – período noturno – Calculado a 48 m do solo	32
Figura 1 30 - VSE São Pedro – Imagem situação atual + operação do VSE – período noturno – Calculado a 48 m do solo	33
Figura 1 31 - VSE Castelo Branco - Mapa situação atual no período diurno – Calculado a 1,5 m do solo	34
Figura 1 32 - VSE Castelo Branco - Imagem situação atual no período diurno – Calculado a 1,5 m do solo	35
Figura 1 33 - VSE Castelo Branco - Mapa situação atual no período noturno – Calculado a 1,5 m do solo	36
Figura 1 34 - VSE Castelo Branco - Imagem situação atual no período noturno – Calculado a 1,5 m do solo	37
Figura 1 35 - VSE Castelo Branco - Mapa situação atual no período diurno – Calculado a 5 m do solo	38
Figura 1 36 - VSE Castelo Branco - Imagem situação atual no período diurno – Calculado a 5 m do solo	39
Figura 1 37 - VSE Castelo Branco - Mapa situação atual no período noturno – Calculado a 5 m do solo	40
Figura 1 38 - VSE Castelo Branco - Imagem situação atual no período noturno – Calculado a 5 m do solo	41
Figura 1 39 - VSE Castelo Branco - Mapa situação atual no período diurno – Calculado a 65 m do solo	42
Figura 1 40 - VSE Castelo Branco - Imagem situação atual no período diurno – Calculado a 65 m do solo	43
Figura 1 41 - VSE Castelo Branco - Mapa situação atual no período noturno – Calculado a 65 m do solo	44


DOCUMENTO TÉCNICO
 (Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-002	0
EMIÇÃO	FOLHA
26/04/2023	42 de 43

Figura 1 42 - VSE Castelo Branco - Imagem situação atual no período noturno – Calculado a 65 m do solo	45
Figura 1 43 - VSE Castelo Branco – Mapa operação exclusiva do VSE – Calculado a 1,5 m do solo	46
Figura 1 44 - VSE Castelo Branco – Imagem operação exclusiva do VSE – Calculado a 1,5 m do solo	47
Figura 1 45 - VSE Castelo Branco – Mapa operação exclusiva do VSE – Calculado a 5 m do solo	48
Figura 1 46 - VSE Castelo Branco – Imagem operação exclusiva do VSE – Calculado a 5 m do solo	49
Figura 1 47 - VSE Castelo Branco – Mapa operação exclusiva do VSE – Calculado a 65 m do solo	50
Figura 1 48 - VSE Castelo Branco – Imagem operação exclusiva do VSE – Calculado a 65 m do solo	51
Figura 1 49 - VSE Castelo Branco – Mapa situação atual + operação do VSE – período diurno – Calculado a 1,5 m do solo	52
Figura 1 50 - VSE Castelo Branco– Imagem situação atual + operação do VSE – período diurno – Calculado a 1,5 m do solo	53
Figura 1 51 - VSE Castelo Branco – Mapa situação atual + operação do VSE – período noturno – Calculado a 1,5 m do solo	54
Figura 1 52 - VSE Castelo Branco– Imagem situação atual + operação do VSE – período noturno – Calculado a 1,5 m do solo	55
Figura 1 53 - VSE Castelo Branco – Mapa situação atual + operação do VSE – período diurno – Calculado a 5 m do solo	56
Figura 1 54 - VSE Castelo Branco– Imagem situação atual + operação do VSE – período diurno – Calculado a 5 m do solo	57
Figura 1 55 - VSE Castelo Branco – Mapa situação atual + operação do VSE – período noturno – Calculado a 5 m do solo	58
Figura 1 56 - VSE Castelo Branco– Imagem situação atual + operação do VSE – período noturno – Calculado a 5 m do solo	59
Figura 1 57 - VSE Castelo Branco – Mapa situação atual + operação do VSE – período diurno – Calculado a 65 m do solo	60
Figura 1 58 - VSE Castelo Branco– Imagem situação atual + operação do VSE – período diurno – Calculado a 65 m do solo	61
Figura 1 59 - VSE Castelo Branco – Mapa situação atual + operação do VSE – período noturno – Calculado a 65 m do solo	62
Figura 1 60 - VSE Castelo Branco– Imagem situação atual + operação do VSE – período noturno – Calculado a 65 m do solo	63
Figura 1 61 - VSE Anton Philips - Mapa situação atual no período diurno – Calculado a 1,5 m do solo	64
Figura 1 62 - VSE Anton Philips - Imagem situação atual no período diurno – Calculado a 1,5 m do solo	65
Figura 1 63 - VSE Anton Philips - Mapa situação atual no período noturno – Calculado a 1,5 m do solo	66
Figura 1 64 - VSE Anton Philips - Imagem situação atual no período noturno – Calculado a 1,5 m do solo	67
Figura 1 65 - VSE Anton Philips – Mapa operação exclusiva do VSE – Calculado a 1,5 m do solo	68
Figura 1 66 - VSE Anton Philips – Imagem operação exclusiva do VSE – Calculado a 1,5 m do solo	69
Figura 1 67 - VSE Anton Philips – Mapa operação exclusiva do VSE - Mitigação – Calculado a 1,5 m do solo	70
Figura 1 68 - VSE Anton Philips – Mapa situação atual + operação do VSE – período diurno – Calculado a 1,5 m do solo	71
Figura 1 69 - VSE Anton Philips – Imagem situação atual + operação do VSE – período diurno – Calculado a 1,5 m do solo	72
Figura 1 70 - VSE Anton Philips – Mapa situação atual + operação do VSE – Mitigação – período diurno – Calculado a 1,5 m do solo	73
Figura 1 71 - VSE Anton Philips – Mapa situação atual + operação do VSE – período noturno – Calculado a 1,5 m do solo	74
Figura 1 72 - VSE Anton Philips – Imagem situação atual + operação do VSE – período noturno – Calculado a 1,5 m do solo	75
Figura 1 73 - VSE Anton Philips – Mapa situação atual + operação do VSE – Mitigação – período Noturno – Calculado a 1,5 m do solo	76

**DOCUMENTO TÉCNICO**
(Continuação)

CÓDIGO	REVISÃO
RT-2.EA.00.00/8MR-002	0
EMIÇÃO	FOLHA
26/04/2023	43 de 43

- 9.2 ANEXO 2 – FICHAS DE MEDIÇÕES ADICIONAIS (12 FOLHAS)
- 9.3 ANEXO 3 – CONFIGURAÇÕES NO *SOFTWARE* (9 FOLHAS)
- 9.4 ANEXO 4 – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (2 FOLHAS)

ANEXO 01

Mapas e Figuras dos Resultados

ÍNDICE

Figura 1-1 - VSE São Pedro - Mapa situação atual no período diurno – Calculado a 1,5 m do solo.....	4
Figura 1-2 - VSE São Pedro - Imagem situação atual no período diurno – Calculado a 1,5 m do solo.....	5
Figura 1-3 - VSE São Pedro - Mapa situação atual no período noturno – Calculado a 1,5 m do solo.....	6
Figura 1-4 - VSE São Pedro - Imagem situação atual no período noturno – Calculado a 1,5 m do solo	7
Figura 1-5 - VSE São Pedro - Mapa situação atual no período diurno – Calculado a 5 m do solo.....	8
Figura 1-6 - VSE São Pedro - Imagem situação atual no período diurno – Calculado a 5 m do solo.....	9
Figura 1-7 - VSE São Pedro - Mapa situação atual no período noturno – Calculado a 5 m do solo.....	10
Figura 1-8 - VSE São Pedro - Imagem situação atual no período noturno – Calculado a 5 m do solo.....	11
Figura 1-9 - VSE São Pedro - Mapa situação atual no período diurno – Calculado a 48 m do solo.....	12
Figura 1-10 - VSE São Pedro - Imagem situação atual no período diurno – Calculado a 48 m do solo.....	13
Figura 1-11 - VSE São Pedro - Mapa situação atual no período noturno – Calculado a 48 m do solo	14
Figura 1-12 - VSE São Pedro - Imagem situação atual no período noturno – Calculado a 48 m do solo	15
Figura 1-13 - VSE São Pedro – Mapa operação exclusiva do VSE – Calculado a 1,5 m do solo	16
Figura 1-14 - VSE São Pedro – Imagem operação exclusiva do VSE – Calculado a 1,5 m do solo	17
Figura 1-15 - VSE São Pedro – Mapa operação exclusiva do VSE – Calculado a 5 m do solo	18
Figura 1-16 - VSE São Pedro – Imagem operação exclusiva do VSE – Calculado a 5 m do solo	19
Figura 1-17 - VSE São Pedro – Mapa operação exclusiva do VSE – Calculado a 48 m do solo	20
Figura 1-18 - VSE São Pedro – Imagem operação exclusiva do VSE – Calculado a 48 m do solo	21
Figura 1-19 - VSE São Pedro – Mapa situação atual + operação do VSE – período diurno – Calculado a 1,5 m do solo	22
Figura 1-20 - VSE São Pedro – Imagem situação atual + operação do VSE – período diurno – Calculado a 1,5 m do solo	23
Figura 1-21 - VSE São Pedro – Mapa situação atual + operação do VSE – período noturno – Calculado a 1,5 m do solo	24
Figura 1-22 - VSE São Pedro – Imagem situação atual + operação do VSE – período noturno – Calculado a 1,5 m do solo	25
Figura 1-23 - VSE São Pedro – Mapa situação atual + operação do VSE – período diurno – Calculado a 5 m do solo	26
Figura 1-24 - VSE São Pedro – Imagem situação atual + operação do VSE – período diurno – Calculado a 5 m do solo	27
Figura 1-25 - VSE São Pedro – Mapa situação atual + operação do VSE – período noturno – Calculado a 5 m do solo	28
Figura 1-26 - VSE São Pedro – Imagem situação atual + operação do VSE – período noturno – Calculado a 5 m do solo	29
Figura 1-27 - VSE São Pedro – Mapa situação atual + operação do VSE – período diurno – Calculado a 48 m do solo	30
Figura 1-28 - VSE São Pedro – Imagem situação atual + operação do VSE – período diurno – Calculado a 48 m do solo	31
Figura 1-29 - VSE São Pedro – Mapa situação atual + operação do VSE – período noturno – Calculado a 48 m do solo	32
Figura 1-30 - VSE São Pedro – Imagem situação atual + operação do VSE – período noturno – Calculado a 48 m do solo	33
Figura 1-31 - VSE Castelo Branco - Mapa situação atual no período diurno – Calculado a 1,5 m do solo	34
Figura 1-32 - VSE Castelo Branco - Imagem situação atual no período diurno – Calculado a 1,5 m do solo	35
Figura 1-33 - VSE Castelo Branco - Mapa situação atual no período noturno – Calculado a 1,5 m do solo.....	36
Figura 1-34 - VSE Castelo Branco - Imagem situação atual no período noturno – Calculado a 1,5 m do solo.....	37
Figura 1-35 - VSE Castelo Branco - Mapa situação atual no período diurno – Calculado a 5 m do solo	38
Figura 1-36 - VSE Castelo Branco - Imagem situação atual no período diurno – Calculado a 5 m do solo	39
Figura 1-37 - VSE Castelo Branco - Mapa situação atual no período noturno – Calculado a 5 m do solo.....	40
Figura 1-38 - VSE Castelo Branco - Imagem situação atual no período noturno – Calculado a 5 m do solo.....	41
Figura 1-39 - VSE Castelo Branco - Mapa situação atual no período diurno – Calculado a 65 m do solo	42
Figura 1-40 - VSE Castelo Branco - Imagem situação atual no período diurno – Calculado a 65 m do solo	43
Figura 1-41 - VSE Castelo Branco - Mapa situação atual no período noturno – Calculado a 65 m do solo	44
Figura 1-42 - VSE Castelo Branco - Imagem situação atual no período noturno – Calculado a 65 m do solo	45
Figura 1-43 - VSE Castelo Branco – Mapa operação exclusiva do VSE – Calculado a 1,5 m do solo.....	46
Figura 1-44 - VSE Castelo Branco – Imagem operação exclusiva do VSE – Calculado a 1,5 m do solo.....	47
Figura 1-45 - VSE Castelo Branco – Mapa operação exclusiva do VSE – Calculado a 5 m do solo.....	48
Figura 1-46 - VSE Castelo Branco – Imagem operação exclusiva do VSE – Calculado a 5 m do solo.....	49
Figura 1-47 - VSE Castelo Branco – Mapa operação exclusiva do VSE – Calculado a 65 m do solo.....	50
Figura 1-48 - VSE Castelo Branco – Imagem operação exclusiva do VSE – Calculado a 65 m do solo.....	51

Anexo 01 do RT-2.EA.00.00/8MR-002 FOLHA 3 de 76

Figura 1-49 - VSE Castelo Branco – Mapa situação atual + operação do VSE – período diurno – Calculado a 1,5 m do solo	52
Figura 1-50 - VSE Castelo Branco– Imagem situação atual + operação do VSE – período diurno – Calculado a 1,5 m do solo	53
Figura 1-51 - VSE Castelo Branco – Mapa situação atual + operação do VSE – período noturno – Calculado a 1,5 m do solo	54
Figura 1-52 - VSE Castelo Branco– Imagem situação atual + operação do VSE – período noturno – Calculado a 1,5 m do solo	55
Figura 1-53 - VSE Castelo Branco – Mapa situação atual + operação do VSE – período diurno – Calculado a 5 m do solo	56
Figura 1-54 - VSE Castelo Branco– Imagem situação atual + operação do VSE – período diurno – Calculado a 5 m do solo	57
Figura 1-55 - VSE Castelo Branco – Mapa situação atual + operação do VSE – período noturno – Calculado a 5 m do solo	58
Figura 1-56 - VSE Castelo Branco– Imagem situação atual + operação do VSE – período noturno – Calculado a 5 m do solo	59
Figura 1-57 - VSE Castelo Branco – Mapa situação atual + operação do VSE – período diurno – Calculado a 65 m do solo	60
Figura 1-58 - VSE Castelo Branco– Imagem situação atual + operação do VSE – período diurno – Calculado a 65 m do solo	61
Figura 1-59 - VSE Castelo Branco – Mapa situação atual + operação do VSE – período noturno – Calculado a 65 m do solo	62
Figura 1-60 - VSE Castelo Branco– Imagem situação atual + operação do VSE – período noturno – Calculado a 65 m do solo	63
Figura 1-61 - VSE Anton Philips - Mapa situação atual no período diurno – Calculado a 1,5 m do solo	64
Figura 1-62 - VSE Anton Philips - Imagem situação atual no período diurno – Calculado a 1,5 m do solo	65
Figura 1-63 - VSE Anton Philips - Mapa situação atual no período noturno – Calculado a 1,5 m do solo	66
Figura 1-64 - VSE Anton Philips - Imagem situação atual no período noturno – Calculado a 1,5 m do solo	67
Figura 1-65 - VSE Anton Philips – Mapa operação exclusiva do VSE – Calculado a 1,5 m do solo	68
Figura 1-66 - VSE Anton Philips – Imagem operação exclusiva do VSE – Calculado a 1,5 m do solo	69
Figura 1-67 - VSE Anton Philips – Mapa operação exclusiva do VSE - Mitigação – Calculado a 1,5 m do solo	70
Figura 1-68 - VSE Anton Philips – Mapa situação atual + operação do VSE – período diurno – Calculado a 1,5 m do solo	71
Figura 1-69 - VSE Anton Philips – Imagem situação atual + operação do VSE – período diurno – Calculado a 1,5 m do solo	72
Figura 1-70 - VSE Anton Philips – Mapa situação atual + operação do VSE – Mitigação – período diurno – Calculado a 1,5 m do solo	73
Figura 1-71 - VSE Anton Philips – Mapa situação atual + operação do VSE – período noturno – Calculado a 1,5 m do solo	74
Figura 1-72 - VSE Anton Philips – Imagem situação atual + operação do VSE – período noturno – Calculado a 1,5 m do solo	75
Figura 1-73 - VSE Anton Philips – Mapa situação atual + operação do VSE – Mitigação – período Noturno – Calculado a 1,5 m do solo	76

Figura 1-1 - VSE São Pedro - Mapa situação atual no período diurno – Calculado a 1,5 m do solo

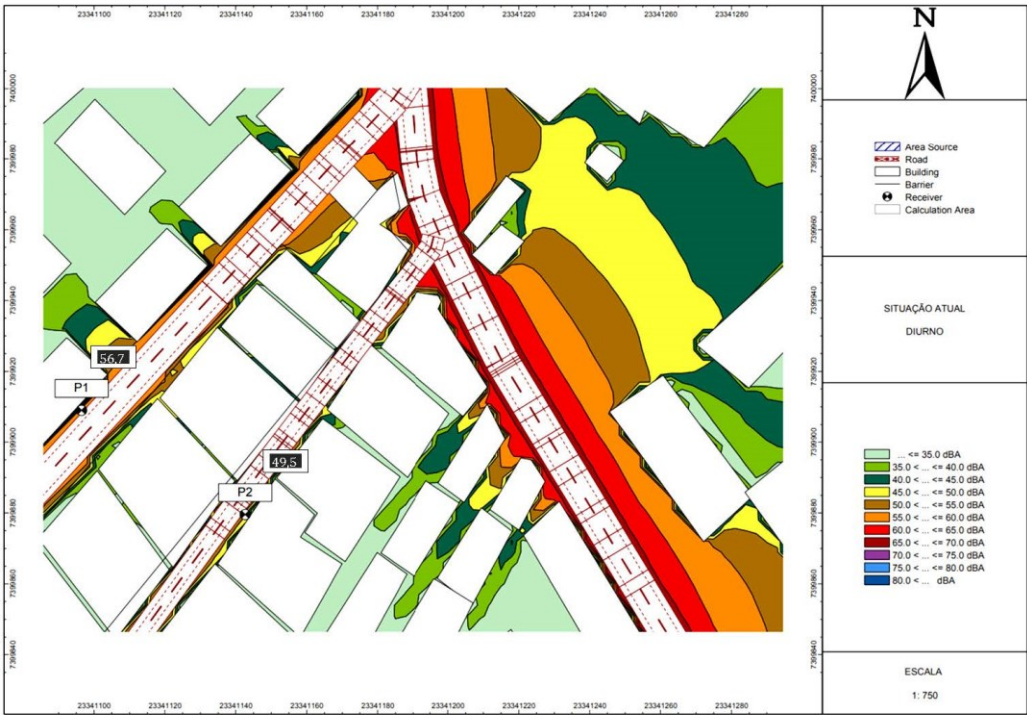


Figura 1-2 - VSE São Pedro - Imagem situação atual no período diurno – Calculado a 1,5 m do solo

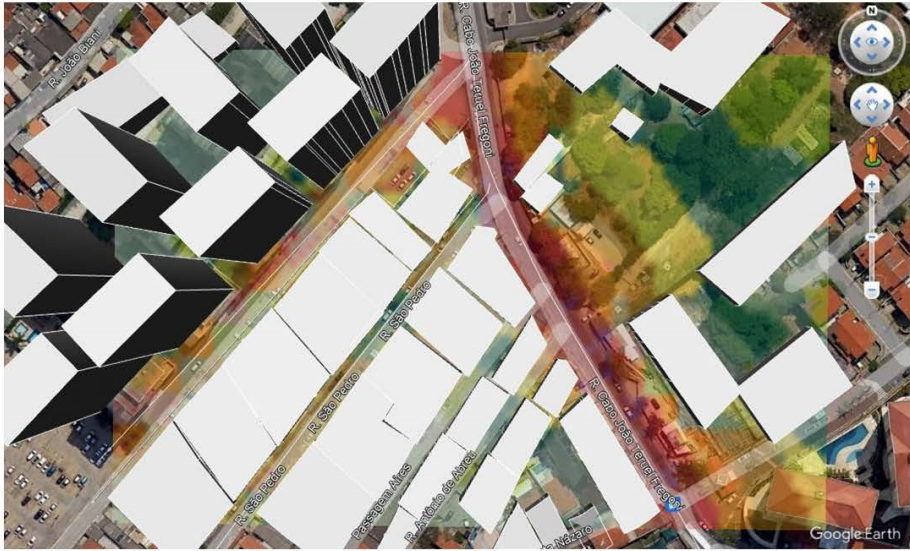


Figura 1-3 - VSE São Pedro - Mapa situação atual no período noturno – Calculado a 1,5 m do solo

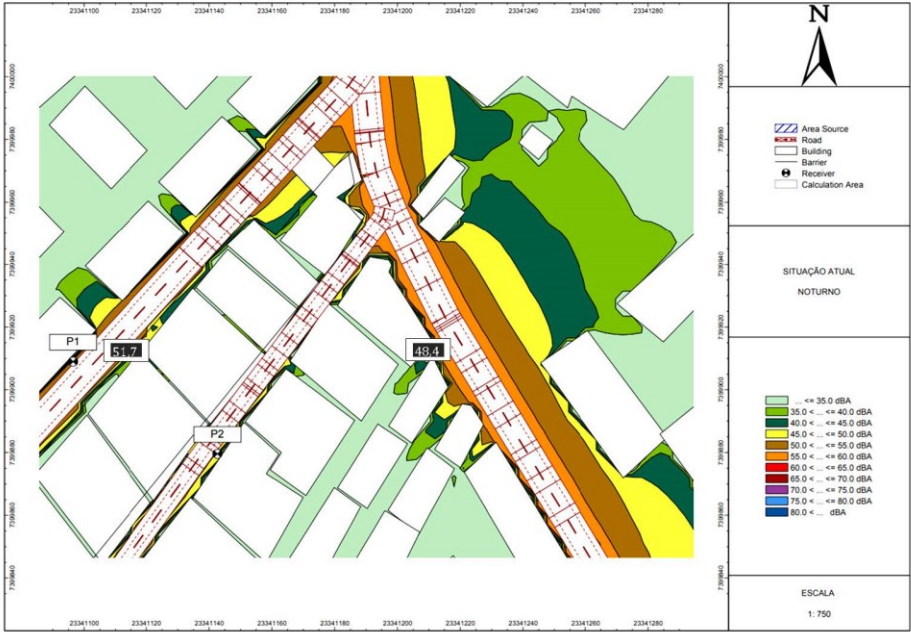


Figura 1-4 - VSE São Pedro - Imagem situação atual no período noturno – Calculado a 1,5 m do solo



Figura 1-5 - VSE São Pedro - Mapa situação atual no período diurno – Calculado a 5 m do solo

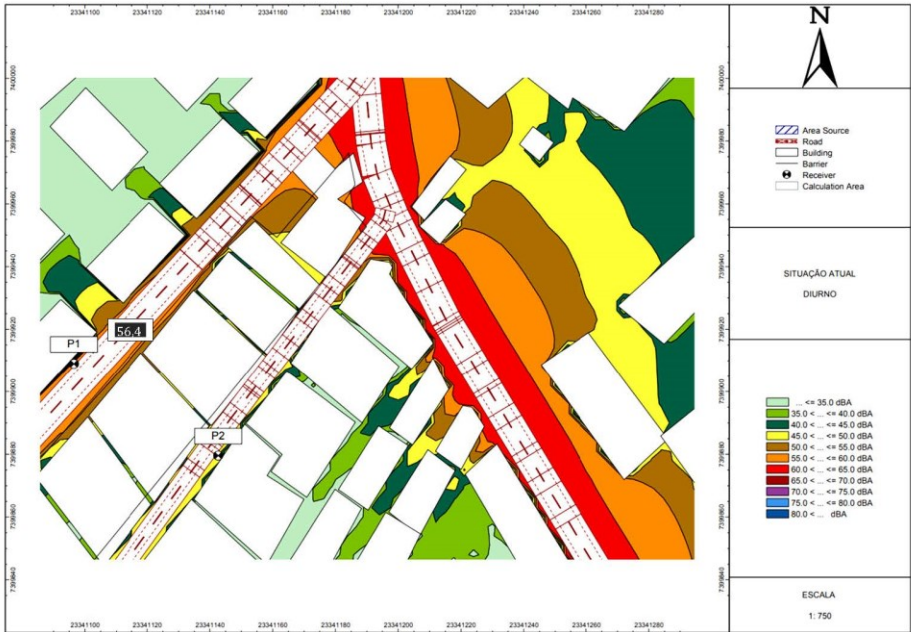


Figura 1-6 - VSE São Pedro - Imagem situação atual no período diurno – Calculado a 5 m do solo

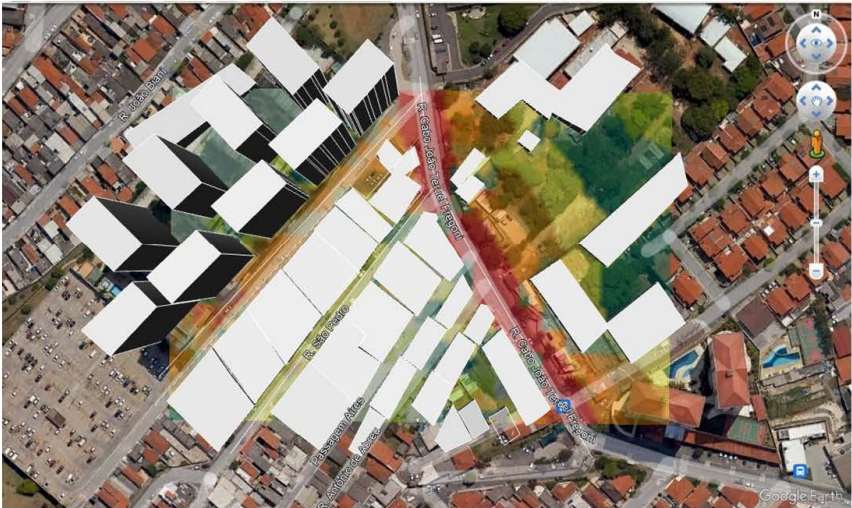


Figura 1-7 - VSE São Pedro - Mapa situação atual no período noturno – Calculado a 5 m do solo

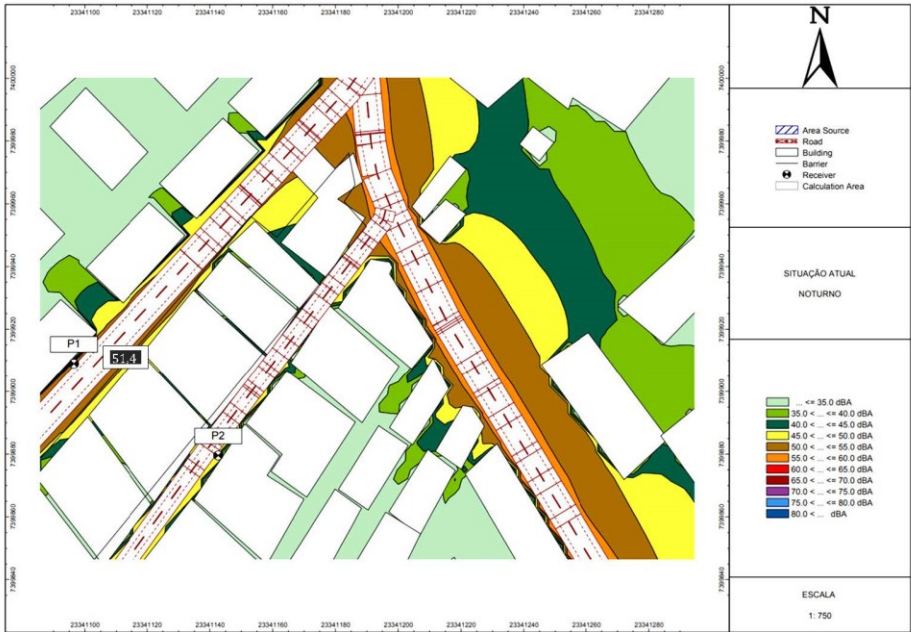
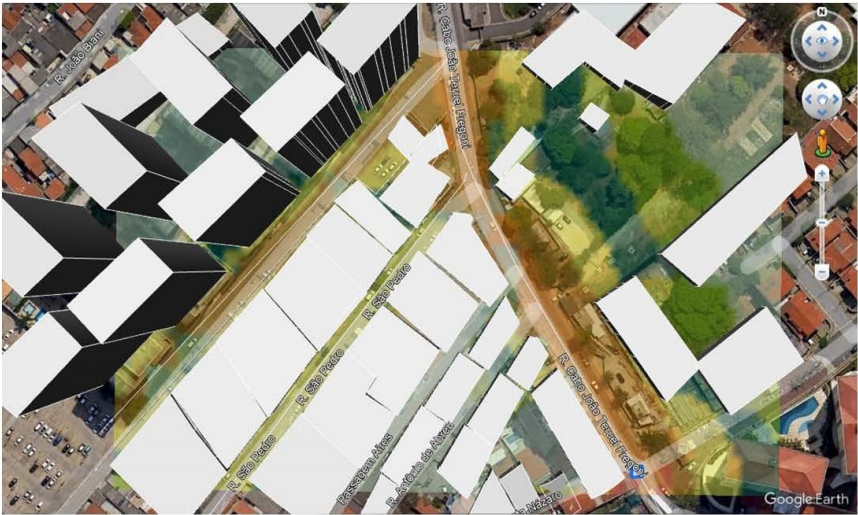


Figura 1-8 - VSE São Pedro - Imagem situação atual no período noturno – Calculado a 5 m do solo



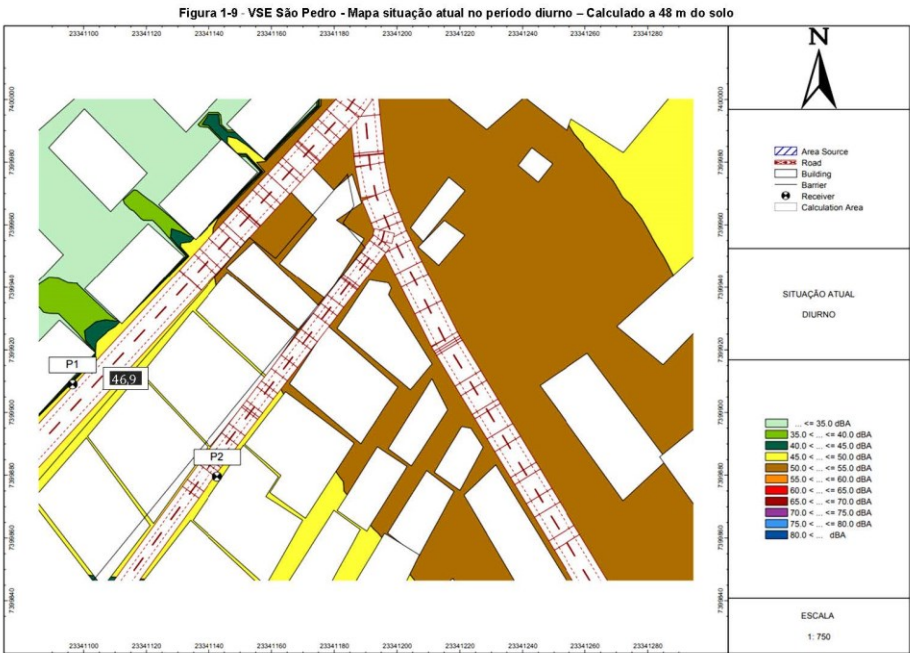


Figura 1-11 - VSE São Pedro - Mapa situação atual no período noturno – Calculado a 48 m do solo

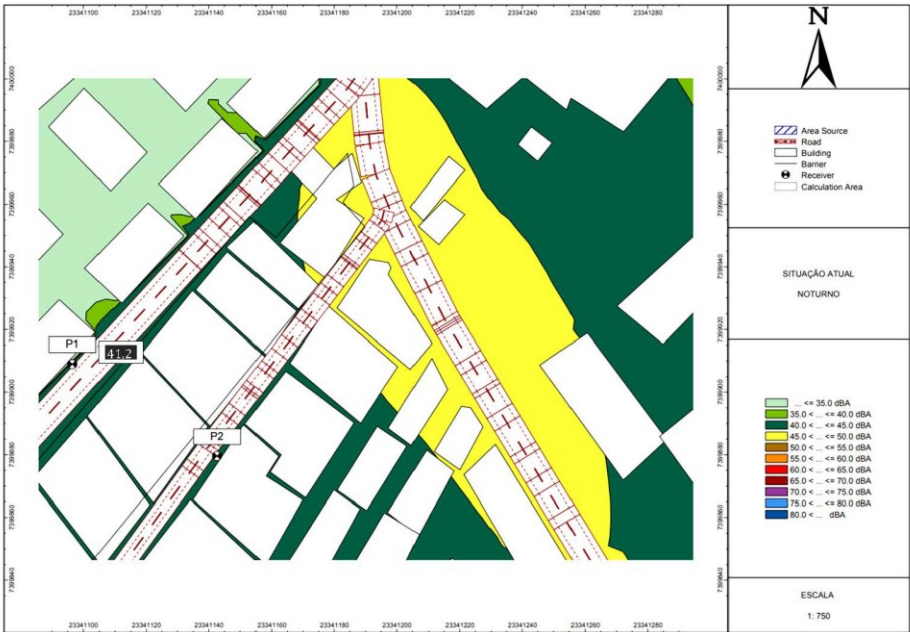


Figura 1-12 - VSE São Pedro - Imagem situação atual no período noturno – Calculado a 48 m do solo

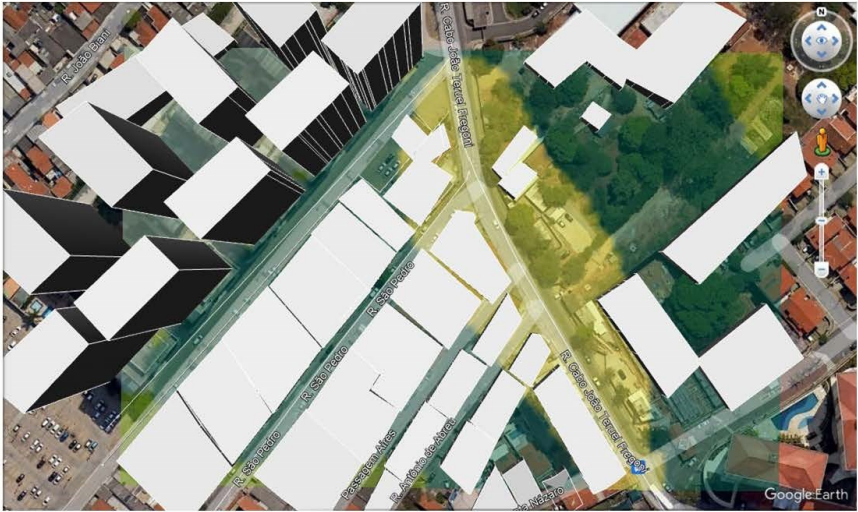


Figura 1-13 - VSE São Pedro – Mapa operação exclusiva do VSE – Calculado a 1,5 m do solo

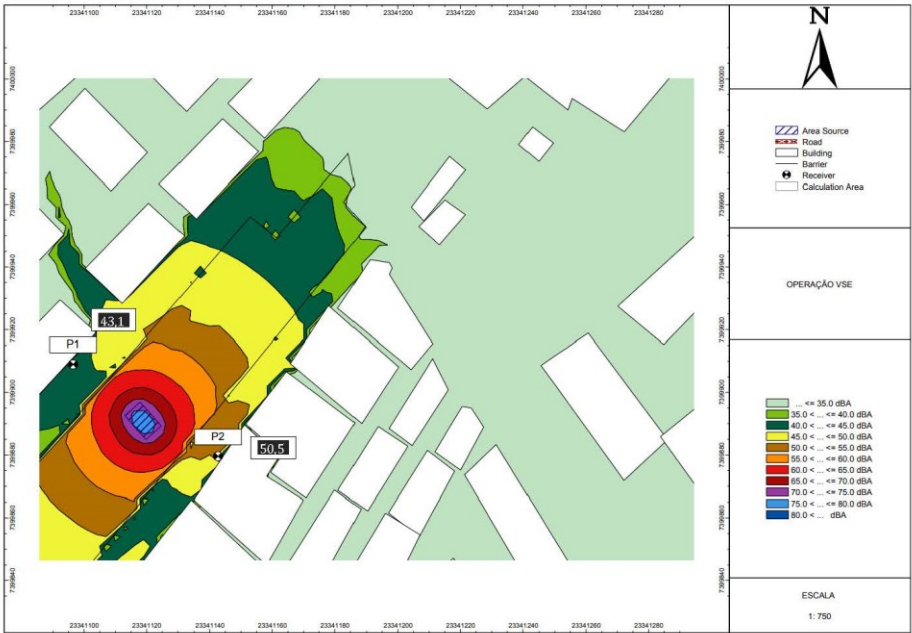


Figura 1-14 - VSE São Pedro – Imagem operação exclusiva do VSE – Calculado a 1,5 m do solo

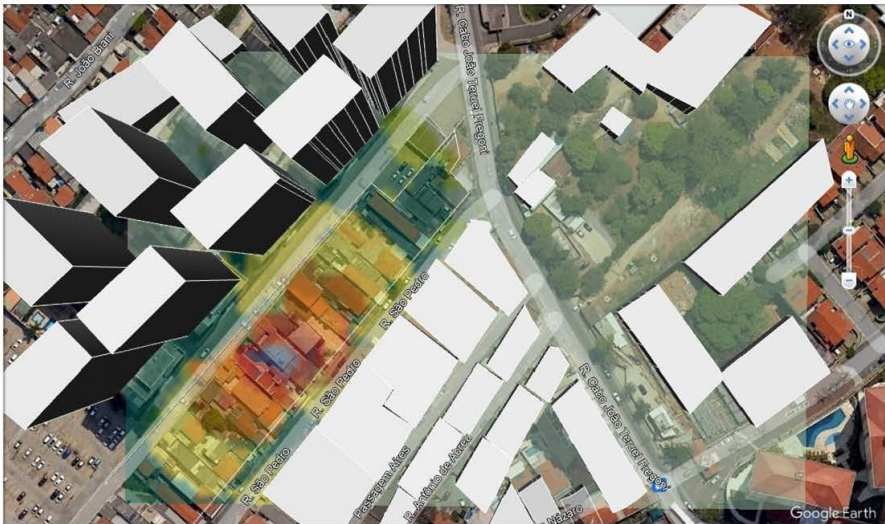


Figura 1-15 - VSE São Pedro – Mapa operação exclusiva do VSE – Calculado a 5 m do solo

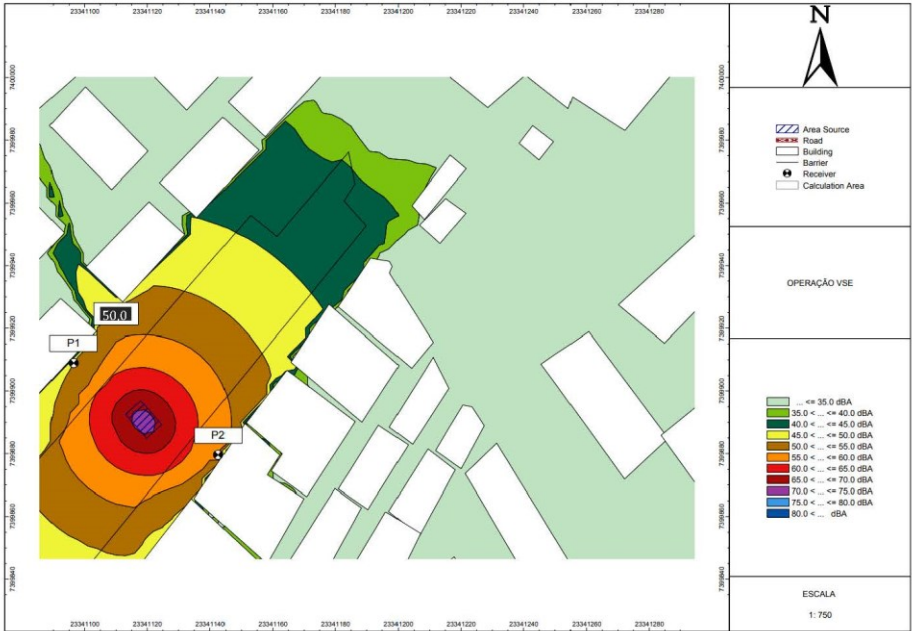


Figura 1-16 - VSE São Pedro – Imagem operação exclusiva do VSE – Calculado a 5 m do solo

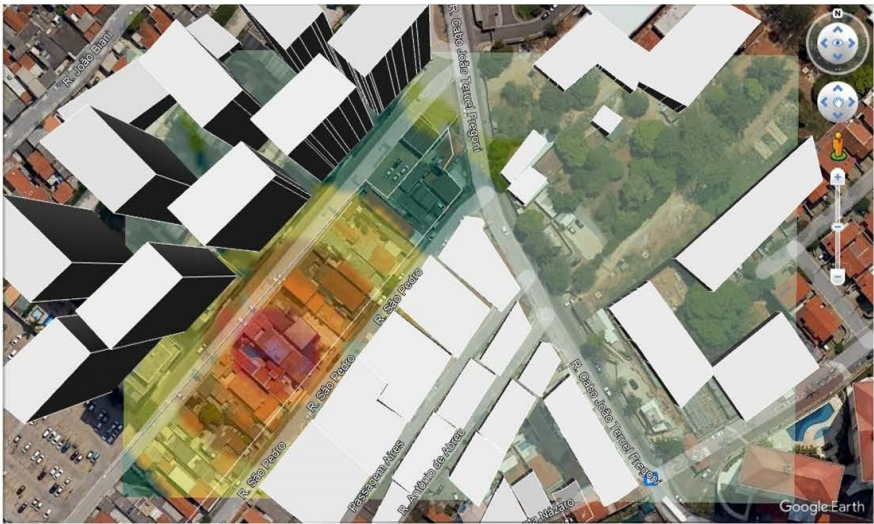


Figura 1-17 - VSE São Pedro – Mapa operação exclusiva do VSE – Calculado a 48 m do solo

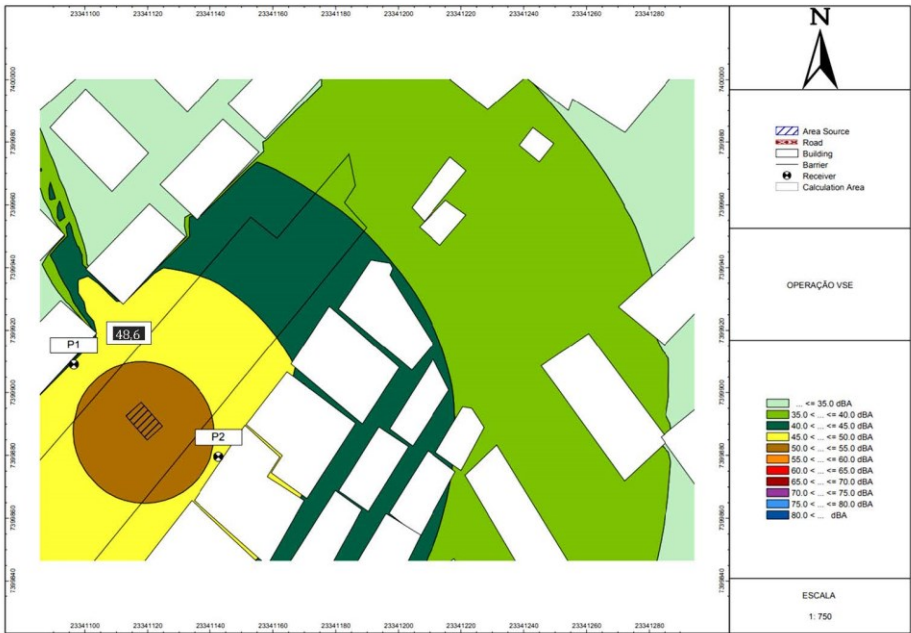
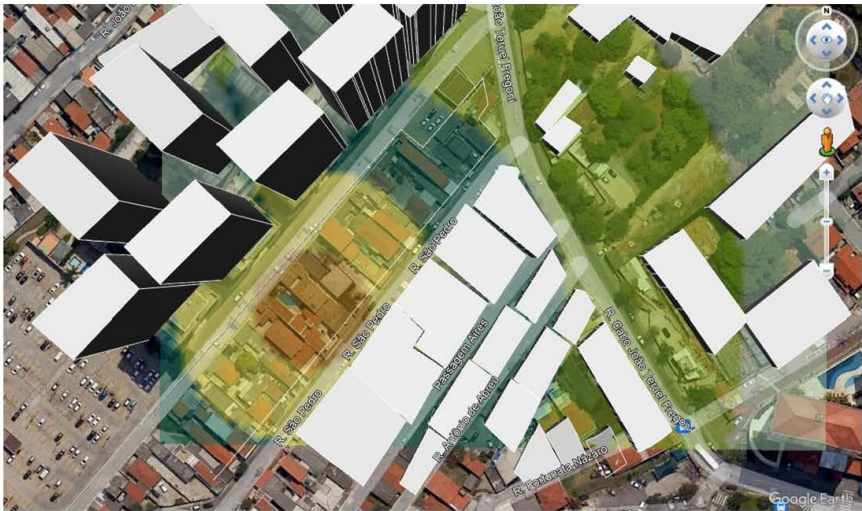
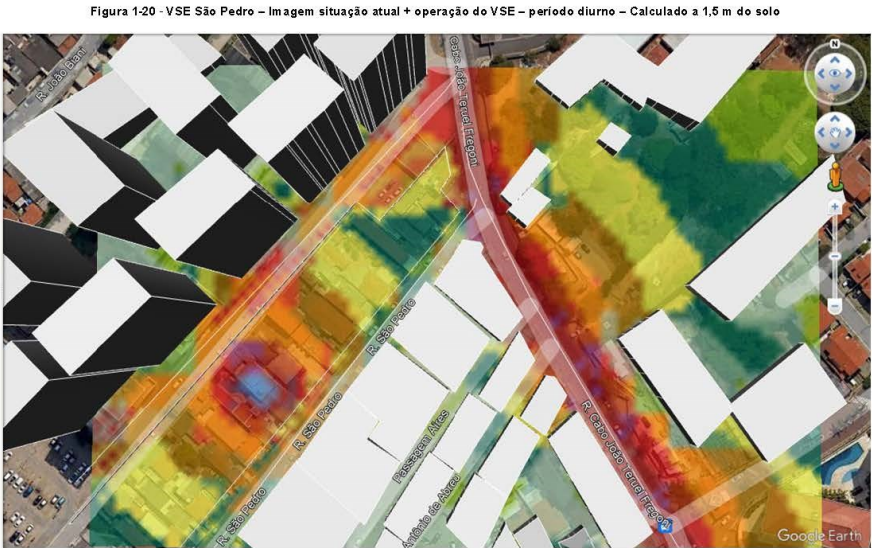
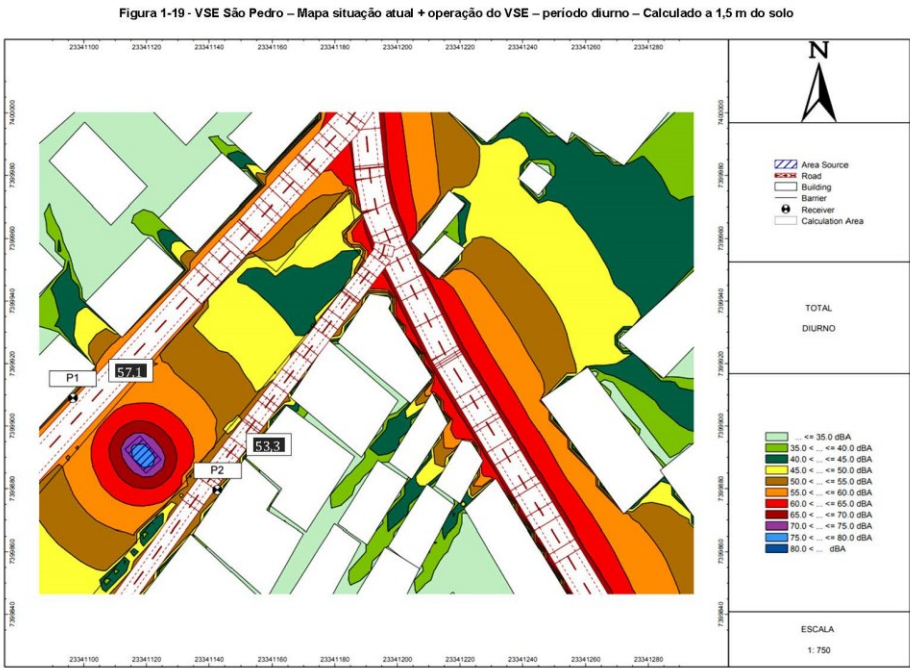


Figura 1-18 - VSE São Pedro – Imagem operação exclusiva do VSE – Calculado a 48 m do solo





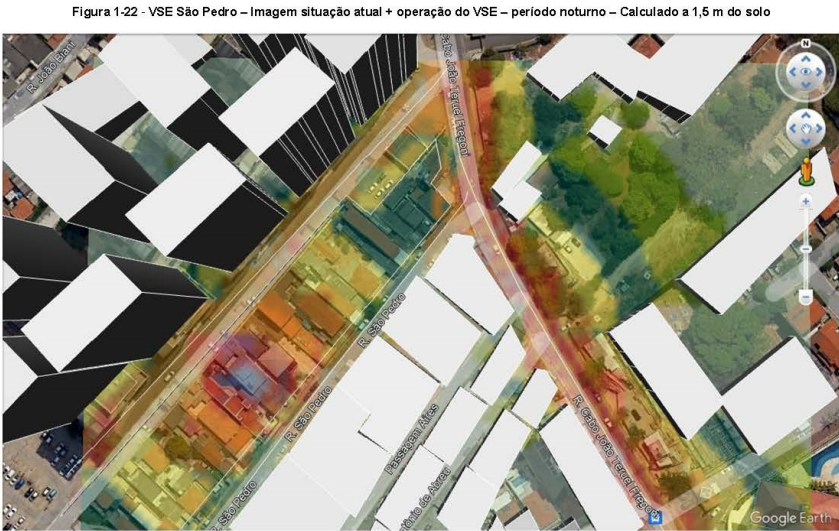
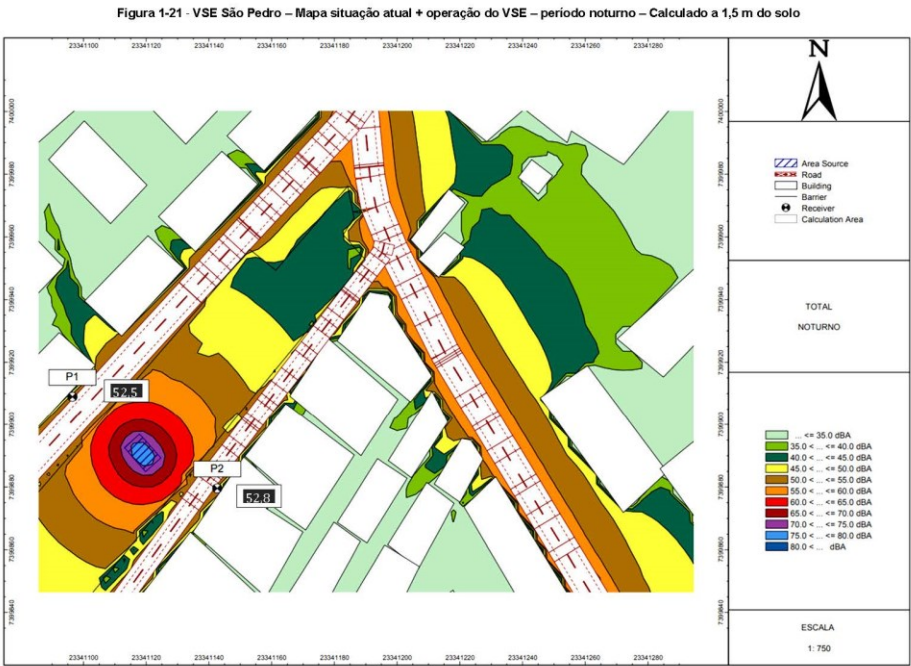


Figura 1-23 - VSE São Pedro – Mapa situação atual + operação do VSE – período diurno – Calculado a 5 m do solo

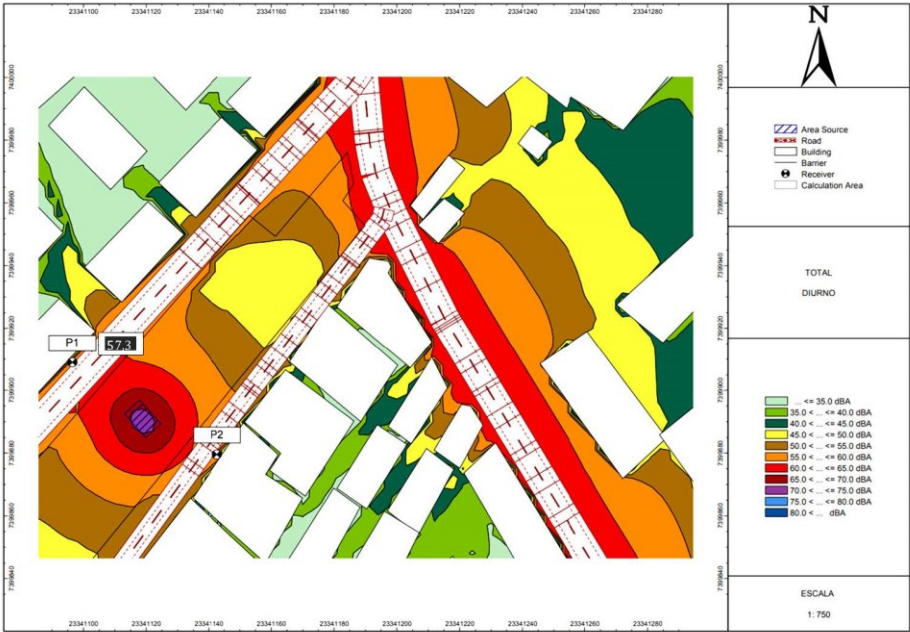


Figura 1-24 - VSE São Pedro – Imagem situação atual+ operação do VSE – período diurno – Calculado a 5 m do solo

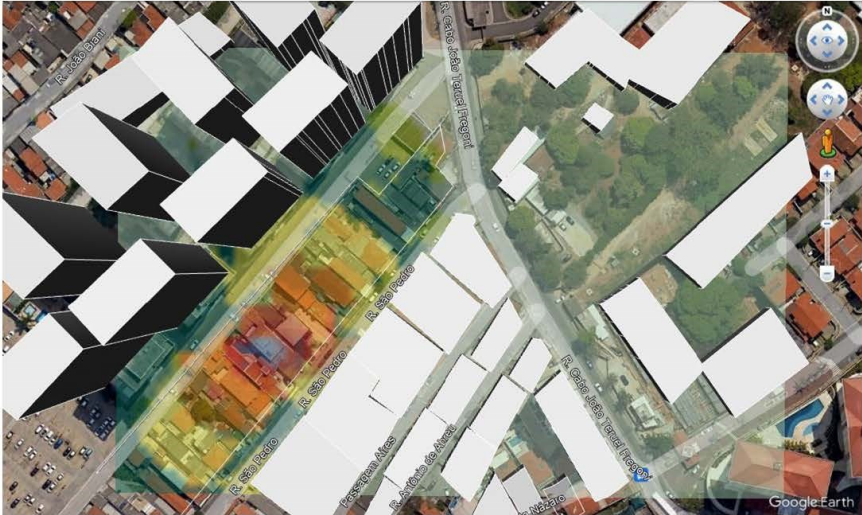


Figura 1-25 - VSE São Pedro – Mapa situação atual + operação do VSE – período noturno – Calculado a 5 m do solo

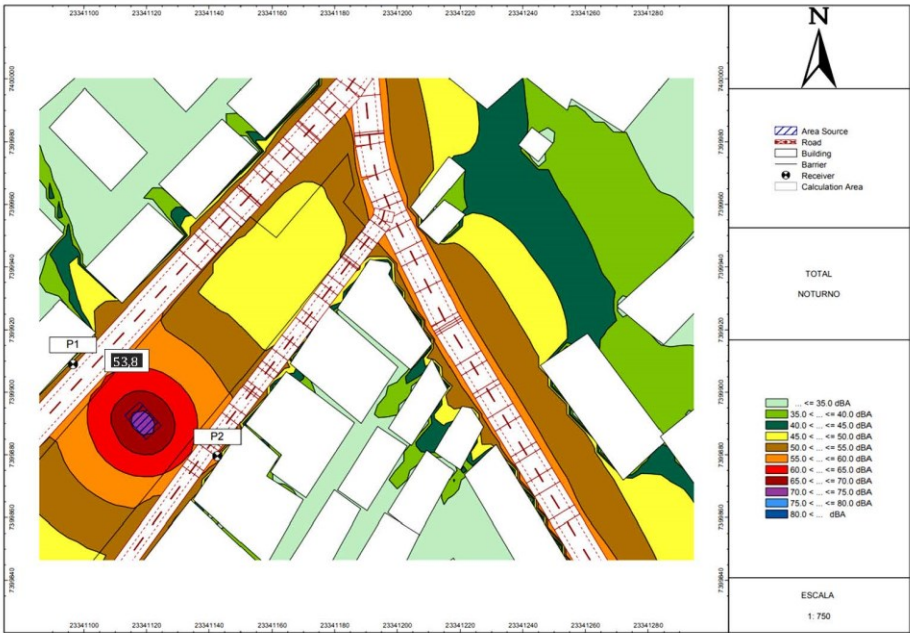


Figura 1-26 - VSE São Pedro – Imagem situação atual + operação do VSE – período noturno – Calculado a 5 m do solo

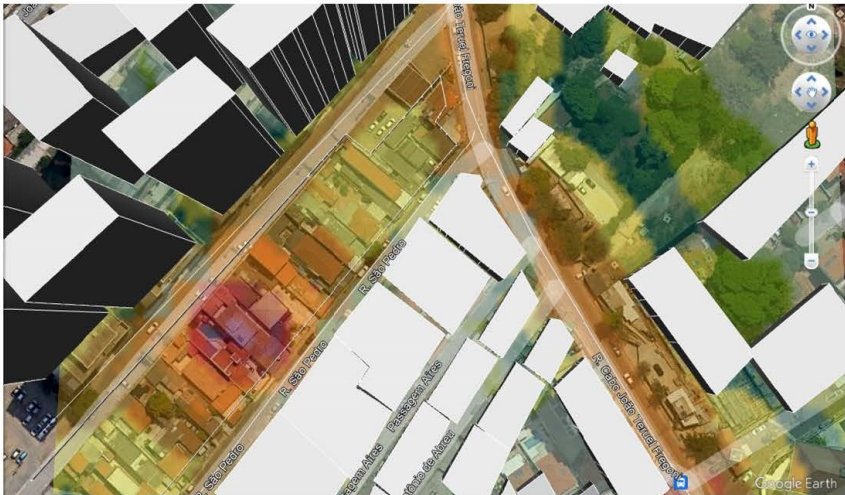


Figura 1-27 - VSE São Pedro – Mapa situação atual + operação do VSE – período diurno – Calculado a 48 m do solo

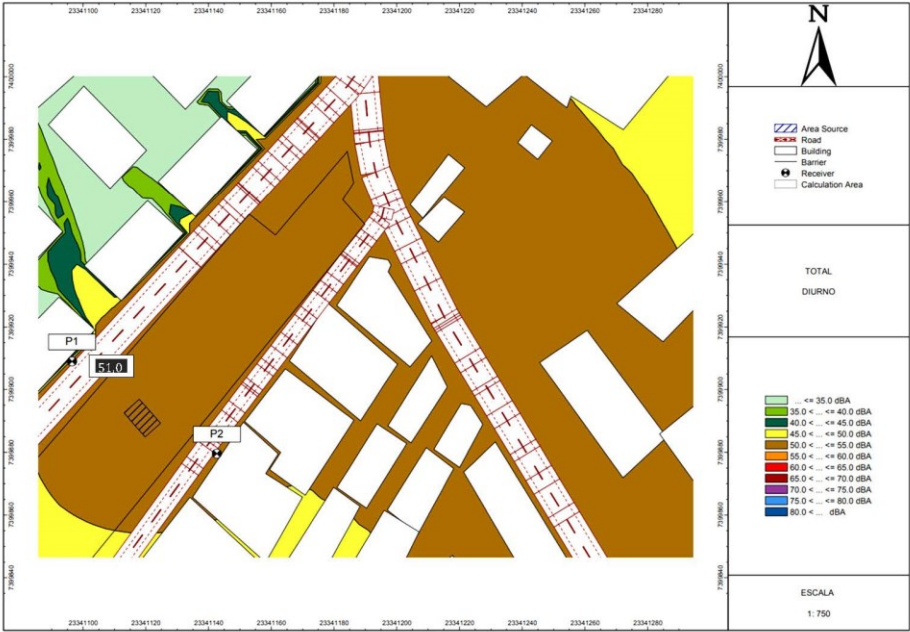
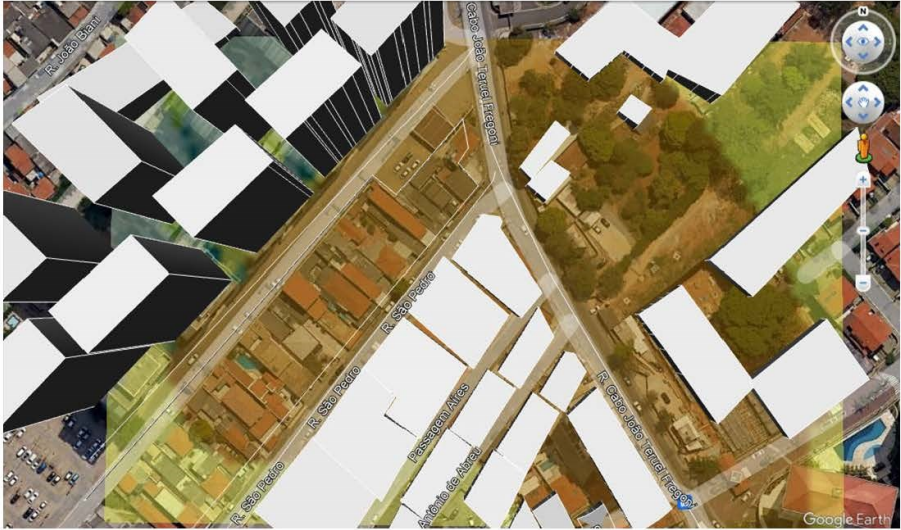


Figura 1-28 - VSE São Pedro – Imagem situação atual + operação do VSE – período diurno – Calculado a 48 m do solo



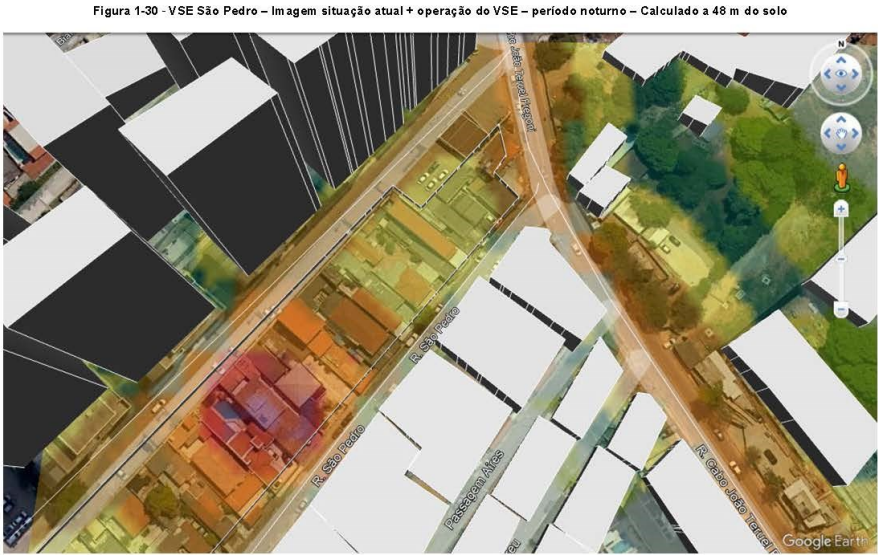
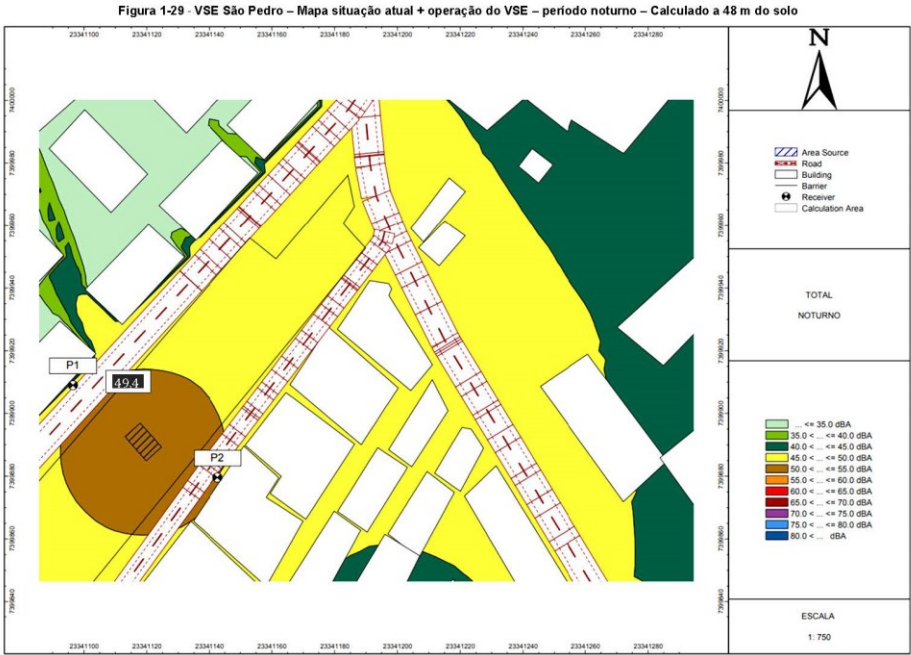


Figura 1-31 - VSE Castelo Branco - Mapa situação atual no período diurno – Calculado a 1,5 m do solo

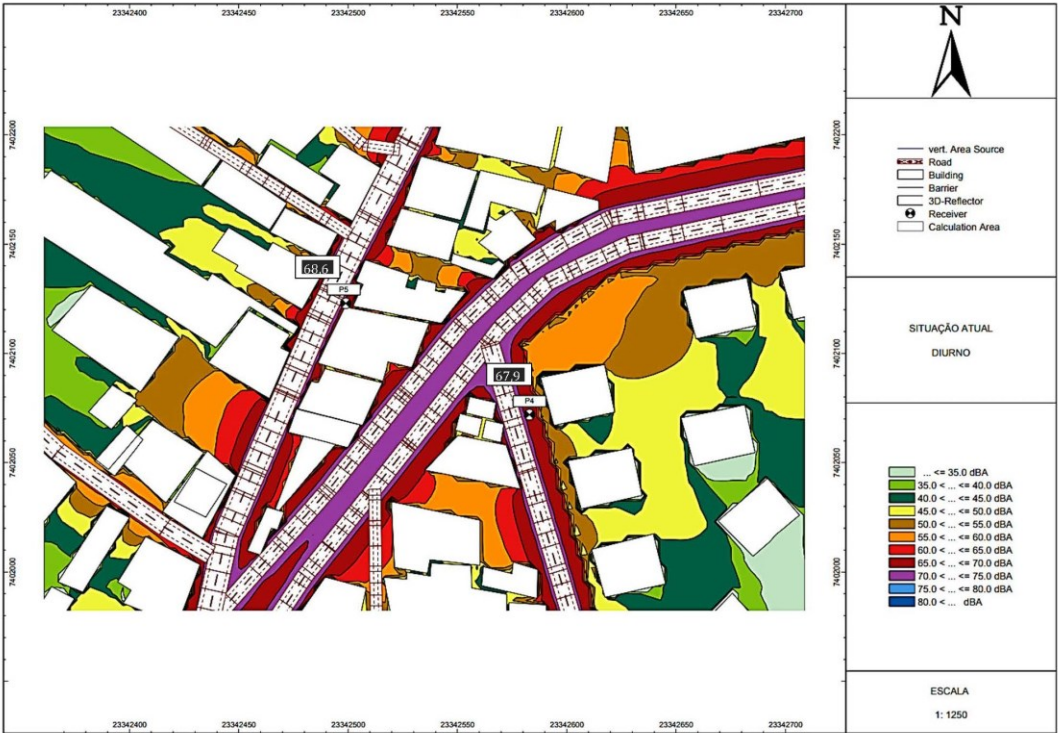


Figura 1-32 - VSE Castelo Branco - Imagem situação atual no período diurno – Calculado a 1,5 m do solo

