

METROGREEN SKYRAIL CONCESSIONÁRIA DA BAHIA S/A**ESTUDO DE IMPACTO DE VIZINHANÇA – EIV, PARA AS OBRAS DO
MONOTRILHO DO SUBÚRBIO – SALVADOR, BAHIA****SUMÁRIO**

7.	RUÍDOS E VIBRAÇÕES	3
7.1.	Diagnóstico da situação atual	3
7.1.1.	Pontos de medição	3
7.1.2.	Instrumentação	5
7.1.3.	Metodologia	5
7.1.4.	Resultados	5
7.1.4.1.	Medições diurnas	6
7.1.4.2.	Medições noturnas	13
7.1.5.	Síntese de medições	22
7.2.	Prognóstico do impacto futuro	24
7.2.1.	Fase Instalação	24
7.2.2.	Fase Operação	25
7.2.3.	Configuração das fontes sonoras	26
7.2.4.	Parâmetros gerais de cálculo	27
7.2.5.	Resultados	30
7.3.	Análise	41
7.4.	Glossário	43
7.5.	Referências Bibliográficas	43

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 7-1 - Distribuição dos pontos de medição ao longo do projeto de percurso do VLT/Monotrilho do Subúrbio	4
FIGURA 7-2 – Identificação do Bairro Lobato, no Município de Salvador	23
FIGURA 7-3 - Metodologia de simulação computacional acústica	26
FIGURA 7-4 - Modelo geométrico 3D desenvolvido no software CadnaA – Vista geral	26
FIGURA 7-5 - Propagação do som entre uma fonte F e um receptor R, com reflexão de primeira ordem. ...	27
FIGURA 7-6 - Propagação do som entre uma fonte F e um receptor R, com reflexões de primeira e segunda ordem.	28
FIGURA 7-7 - Mapas de ruído da operação futura do VLT/Monotrilho do Subúrbio: períodos diurno (esquerda) e noturno (direita)	30
FIGURA 7-8 – Estudo de Impacto Sonoro do VLT/Monotrilho do Subúrbio – Trecho 1 – Ilha de São João → São Luiz - Período Diurno (acima) e Noturno (abaixo)	31
FIGURA 7-9 – Estudo de Impacto Sonoro do VLT/Monotrilho do Subúrbio – Trecho 2 – São Luiz → Coutos - Período Diurno (acima) e Noturno (abaixo)	32
FIGURA 7-10 – Estudo de Impacto Sonoro do VLT/Monotrilho do Subúrbio – Trecho 3 – Coutos → Praia Grande - Período Diurno (acima) e Noturno (abaixo)	33
FIGURA 7-11 – Estudo de Impacto Sonoro do VLT/Monotrilho do Subúrbio – Trecho 4 – Praia Grande → Itacaranhã - Período Diurno (acima) e Noturno (abaixo)	34

FIGURA 7-12 – Estudo de Impacto Sonoro do VLT/Monotrilho do Subúrbio – Trecho 5 – São Braz → Unhão - Período Diurno (acima) e Noturno (abaixo).....	35
FIGURA 7-13 – Estudo de Impacto Sonoro do VLT/Monotrilho do Subúrbio – Trecho 6 – Unhão → Lobato - Período Diurno (acima) e Noturno (abaixo).....	36
FIGURA 7-14 – Estudo de Impacto Sonoro do VLT/Monotrilho do Subúrbio – Trecho 7 – Santa Luzia → Calçada - Período Diurno (acima) e Noturno (abaixo).	37
FIGURA 7-15 – Estudo de Impacto Sonoro do VLT/Monotrilho do Subúrbio – Trecho 8 – Calçada → Comércio - Período Diurno (acima) e Noturno (abaixo).	38
FIGURA 7-16 – Estudo de Impacto Sonoro do VLT/Monotrilho do Subúrbio – Trecho 9 – São Joaquim → Via Expressa - Período Diurno (acima) e Noturno (abaixo).....	39
FIGURA 7-17 – Estudo de Impacto Sonoro do VLT/Monotrilho do Subúrbio – Trecho 10 – Via Expressa → Acesso Norte - Período Diurno (acima) e Noturno (abaixo).	40
FIGURA 7-18 – Vistas em corte da propagação do ruído da operação do VLT/Monotrilho do Subúrbio: diurno (cima) - noturno (baixo).	42

LISTA DE TABELAS

TABELA 7-1 - Lista de pontos de medição, suas respectivas estações e coordenadas geográficas.....	4
---	---

LISTA DE QUADROS

QUADRO 7-1 - Limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período, conforme definido na norma ABNT NBR 10.151:2019.	22
QUADRO 7-2 - Comparação dos resultados das medições com os limites da NBR 10.151:2019 ¹	23
QUADRO 7-3- Dados meteorológicos médios.	28
QUADRO 7-4 – Dados medidos em campo versus resultados da simulação da operação do VLT/Monotrilho do Subúrbio.	41

7. RUÍDOS E VIBRAÇÕES

A fim de avaliar o impacto da implantação e operação do futuro VLT/Monotrilho do Subúrbio, foi realizado um estudo composto de duas etapas principais com o intuito de diagnosticar os níveis de ruído atuais, e prognosticar os níveis sonoros futuros. Para a primeira etapa, foi realizado levantamento do ruído de fundo ao longo de toda a extensão do percurso previsto para o VLT/Monotrilho do Subúrbio, distribuídos num total de 21 pontos, no período diurno e noturno. Os níveis atuais de ruído servem como base para avaliar o impacto sonoro futuro, com a operação do empreendimento.

Nas seções abaixo são apresentados os locais de medição e detalhes acerca do projeto para o VLT/Monotrilho do Subúrbio, instrumentação utilizada e procedimentos de medição, fichas de pontos, procedimentos de simulação e seus resultados e, finalmente, sugestões de medidas mitigadoras.

7.1. Diagnóstico da situação atual

7.1.1. Pontos de medição

As medições foram distribuídas entre 21 pontos em todo o percurso do projeto considerado para o VLT/Monotrilho do Subúrbio, apresentados na **FIGURA 7-1**. As medições diurnas foram realizadas nas estações de trem já existentes, com exceção da estação Almeida Brandão (Plataforma), bem como em outros 5 pontos onde serão construídas novas estações para a operação do empreendimento. No período noturno foram realizadas 17 medições em estações existentes e nos locais de implantação das estações do Monotrilho.

A **TABELA 7-1** abaixo apresenta a relação de todos os pontos de medição com suas respectivas coordenadas geográficas.

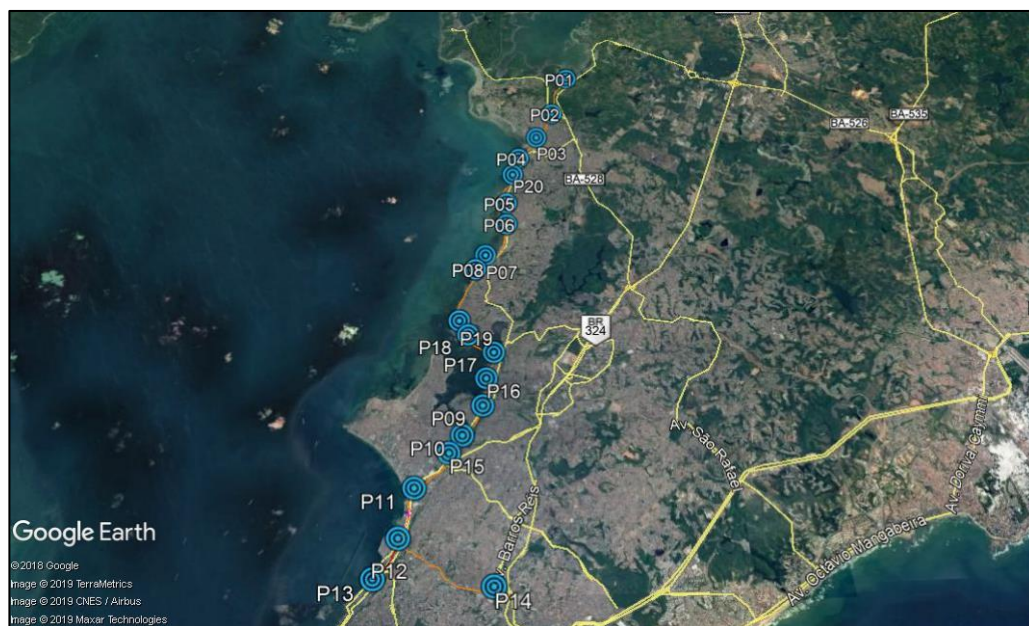


FIGURA 7-1 - Distribuição dos pontos de medição ao longo do projeto de percurso do VLT/Monotrilho do Subúrbio.

TABELA 7-1 - Lista de pontos de medição, suas respectivas estações e coordenadas geográficas.

Ponto	Estação	Latitude	Longitude
P01	Ilha de São João (futura)	12°49'11.27"S	38°27'31.06"O
P02	São Luís (futura)	12°50'1.01"S	38°27'55.65"O
P03	Paripe	12°50'32.98"S	38°28'10.08"O
P04	Coutos	12°50'59.81"S	38°28'28.39"O
P05	Periperi	12°51'52.23"S	38°28'40.61"O
P06	Praia Grande	12°52'19.45"S	38°28'40.67"O
P07	Escada	12°52'55.61"S	38°29'0.88"O
P08	Itacarânia	12°53'8.11"S	38°29'10.70"O
P09	Lobato	12°55'15.23"S	38°28'57.12"O
P10	Santa Luzia	12°55'57.68"S	38°29'18.41"O
P11	Calçada	12°57'39.47"S	38°30'2.28"O
P12	Porto (futura)	12°57'39.47"S	38°30'24.00"O
P13	Comércio (futura)	12°58'4.68"S	38°30'32.31"O
P14	Acesso Norte (via de acesso)	12°58'10.38"S	38°28'47.78"O
P15	Baixa Fiscal (futura)	12°56'15.40"S	38°29'31.12"O
P16	Suburbana	12°55'4.58"S	38°28'58.54"O
P17	União	12°54'38.73"S	38°28'51.99"O
P18	São João	12°54'21.07"S	38°29'16.92"O
P19	Plataforma	12°54'6.45"S	38°29'26.04"O
P20	Setúbal	12°51'20.50"S	38°28'34.82"O
P21	Acesso Norte (estação)	12°58'8.01"S	38°28'41.12"O

7.1.2. Instrumentação

Para o levantamento dos dados de ruído em campo foram utilizados os sonômetros 01dB Fusion e DUO, e o calibrador acústico CAL31, todos de Classe 1 e fabricados pela ACOEM. Os certificados de calibração dos equipamentos são apresentados como anexos a este documento.

7.1.3. Metodologia

As medições foram realizadas em duas etapas diferentes. A primeira etapa, realizada em 05/09/2019, abrangeu os pontos avaliados no período diurno, com maior atenção aos pontos com estações existentes do Trem do Subúrbio. As medições na ocasião foram realizadas no lado externo da estação, próximas dos portões de entrada das mesmas. Foram analisados na ocasião os pontos de medição de P01 a P14, os oito primeiros realizados no início da manhã e os últimos a partir do meio da tarde.

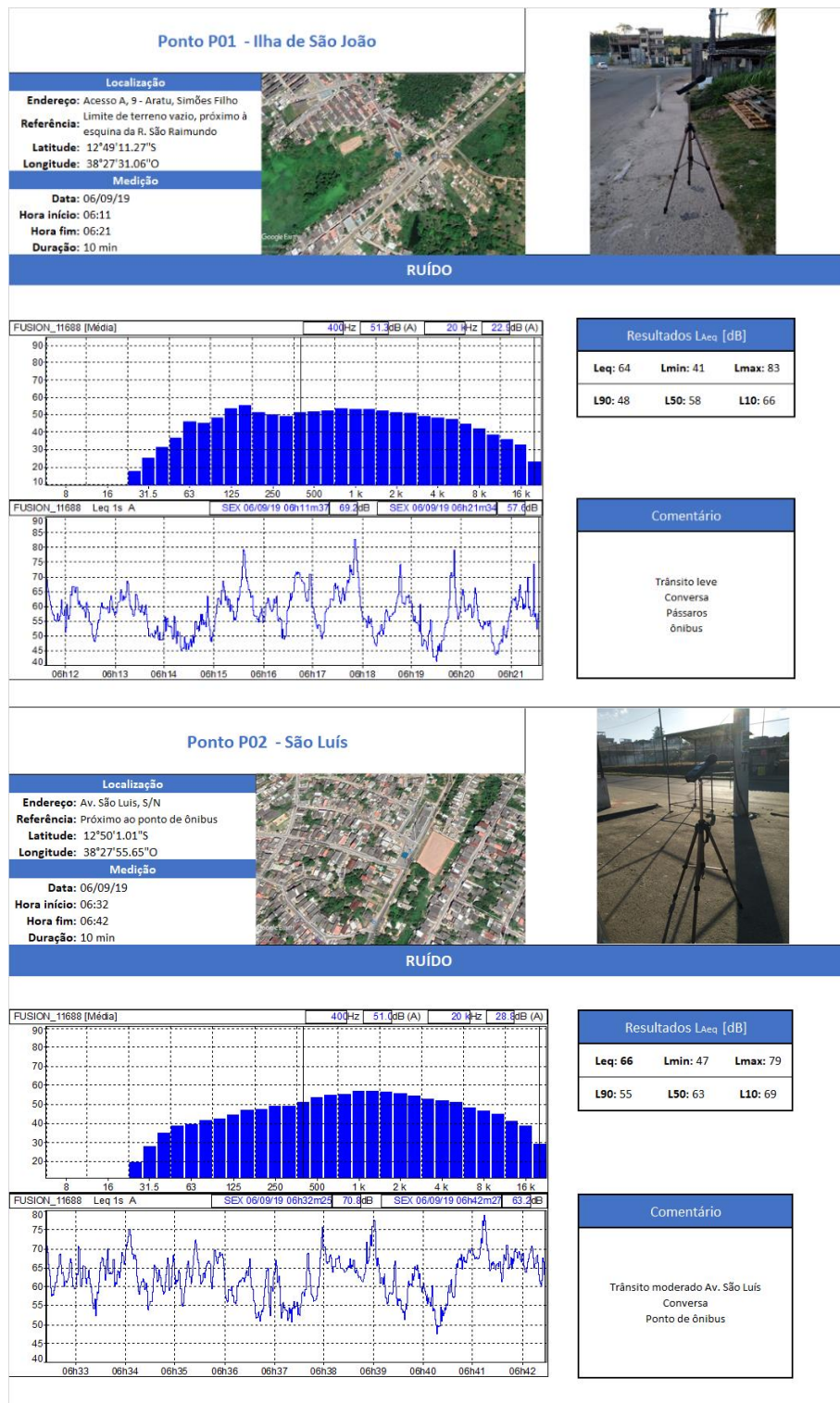
A segunda etapa de medições foi realizada dia 17/09/2019. As etapas foram realizadas em dias diferentes devido à estrutura necessária para realização das medições com segurança no período noturno. Na campanha de medições noturnas o trem do subúrbio, que tem seu horário de funcionamento encerrado às 20 horas, foi utilizado com exclusividade pela equipe de medição para acesso aos pontos de medição. Foram realizados levantamentos acústicos nos pontos P03, P06, P07, P08, P09, P10, P11, P12, P13 e P15 – P21. As medições foram obtidas nas estações já existentes, e nos locais das futuras estações do VLT/Monotrilho do Subúrbio.

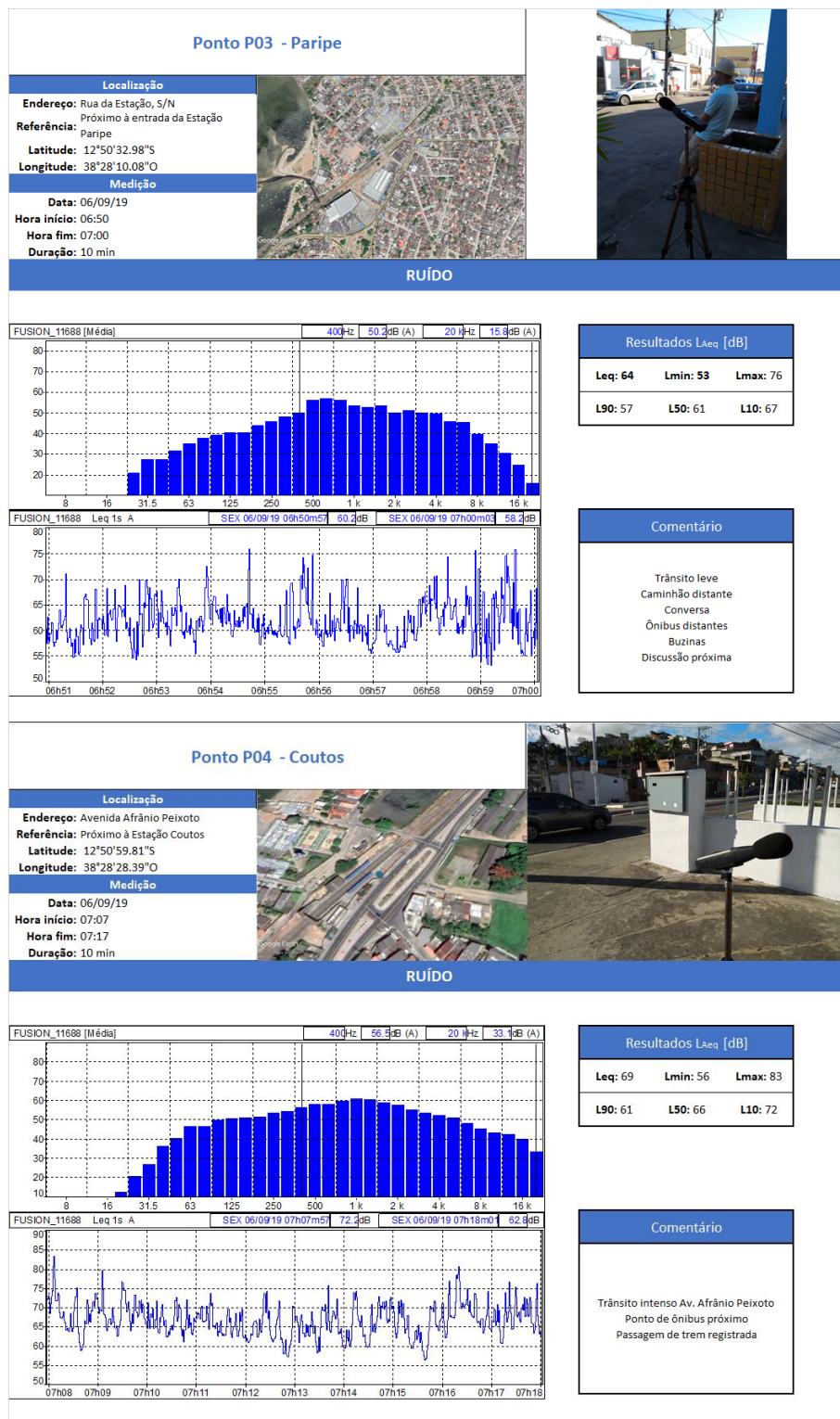
Em cada ponto de medição o sonômetro foi posicionado, com utilização de tripé, a uma altura de 1,5 metros do solo e distante no mínimo 2 metros de outras superfícies refletoras. Foi também utilizado protetor de vento sobre o microfone em todas as medições realizadas, evitando interferência sobre os resultados de medição. As medições diurnas tiveram duração média de 10 minutos, enquanto que as medições realizadas no período noturno tiveram duração de 5 minutos.

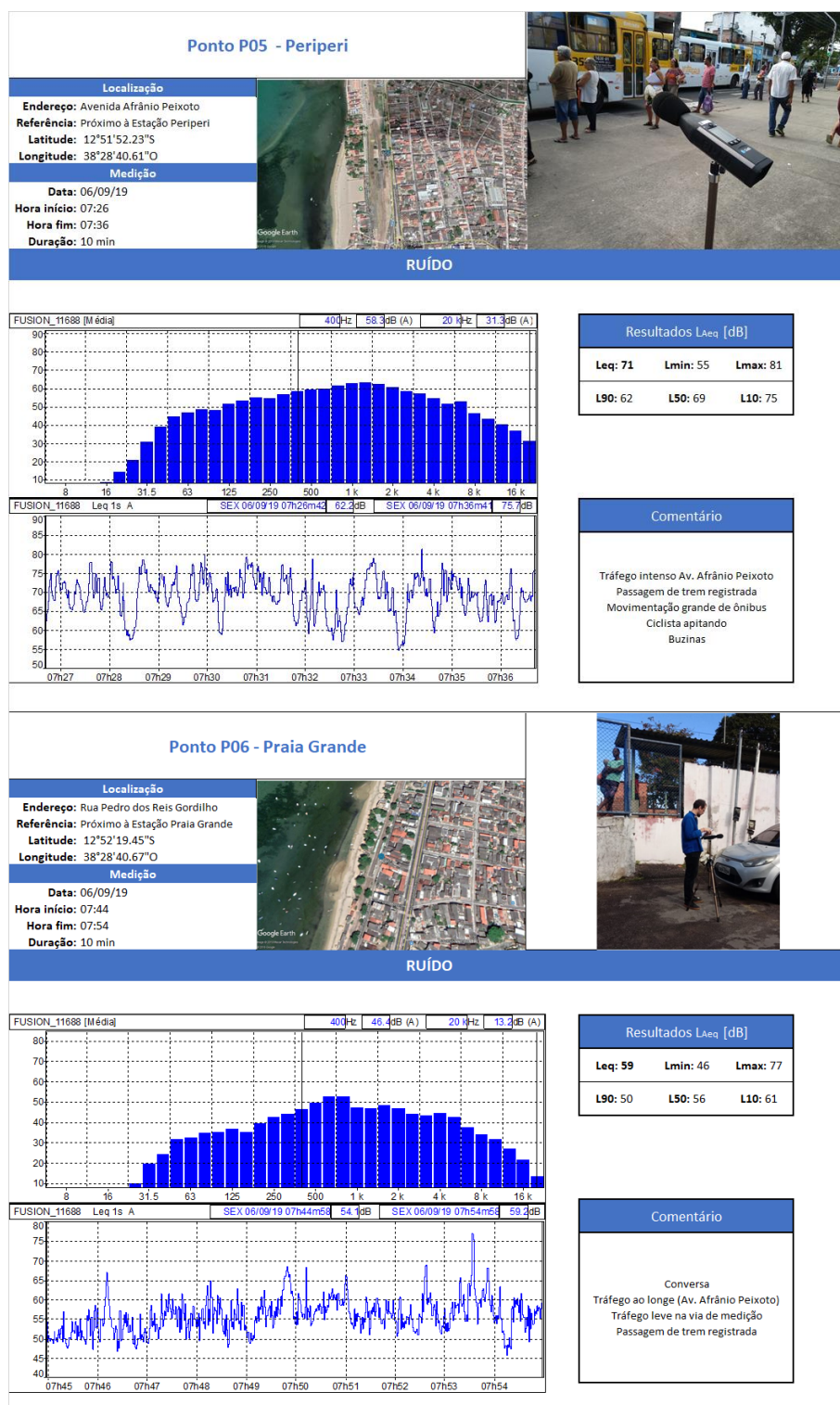
7.1.4. Resultados

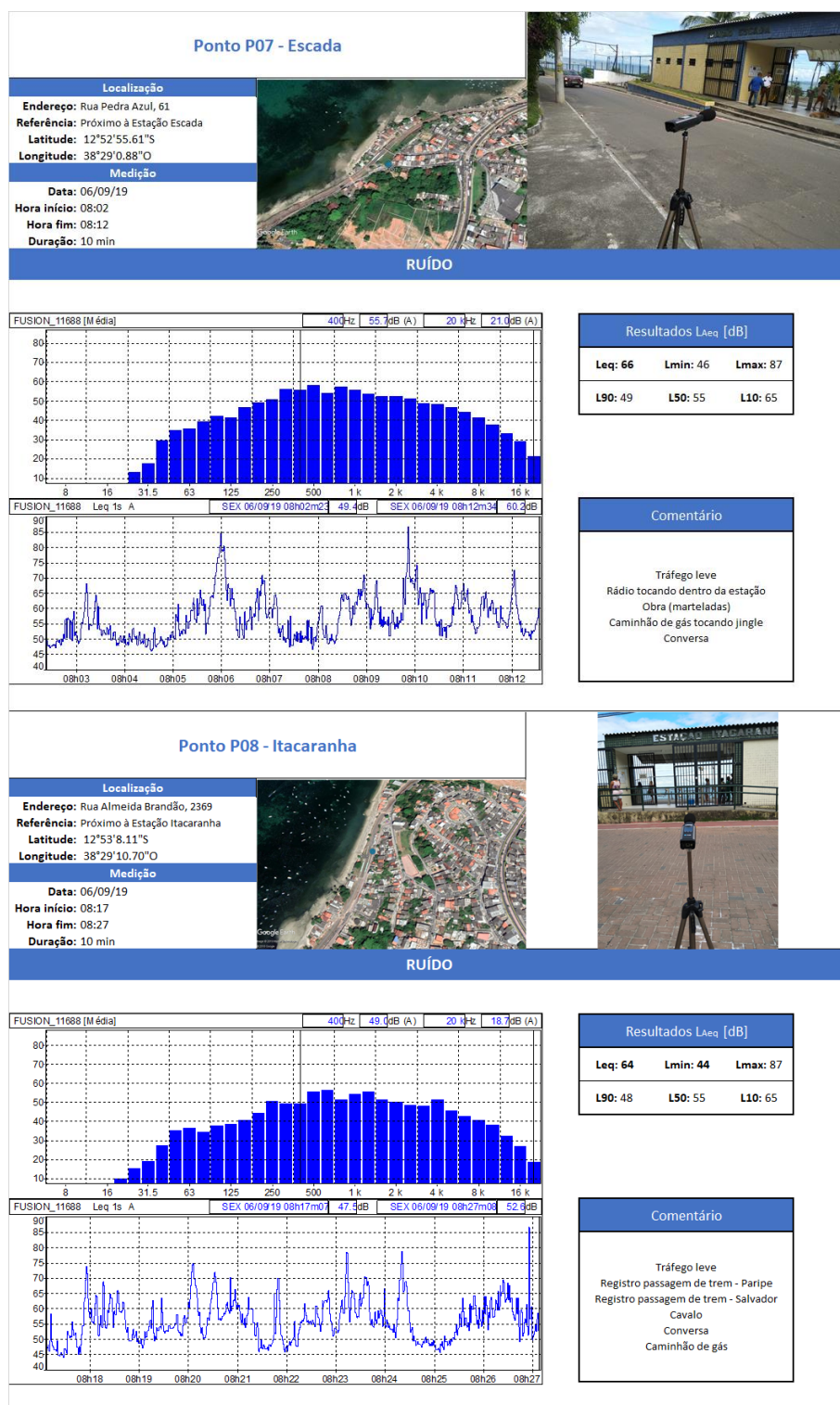
Os resultados para cada ponto de medição são apresentados nas fichas de ponto a seguir, separados entre os períodos diurno e noturno. Faz-se necessária observação acerca dos horários de medição para os pontos P01, P02 e P03, realizadas em horário noturno de acordo com as divisões de horário normatizadas. Justifica-se a escolha do início das medições nesse horário pois o Trem do Subúrbio inicia sua operação às 6 horas da manhã, com movimentação já intensa de pessoas nas estações, se assemelhando aos horários diurnos. Mesmo nos pontos onde são inexistentes estações, como nos pontos P01 e P02, o movimento de automóveis e ônibus promovem ruído bastante acima do esperado para o período noturno, e assim classificamos essas medições como diurnas.

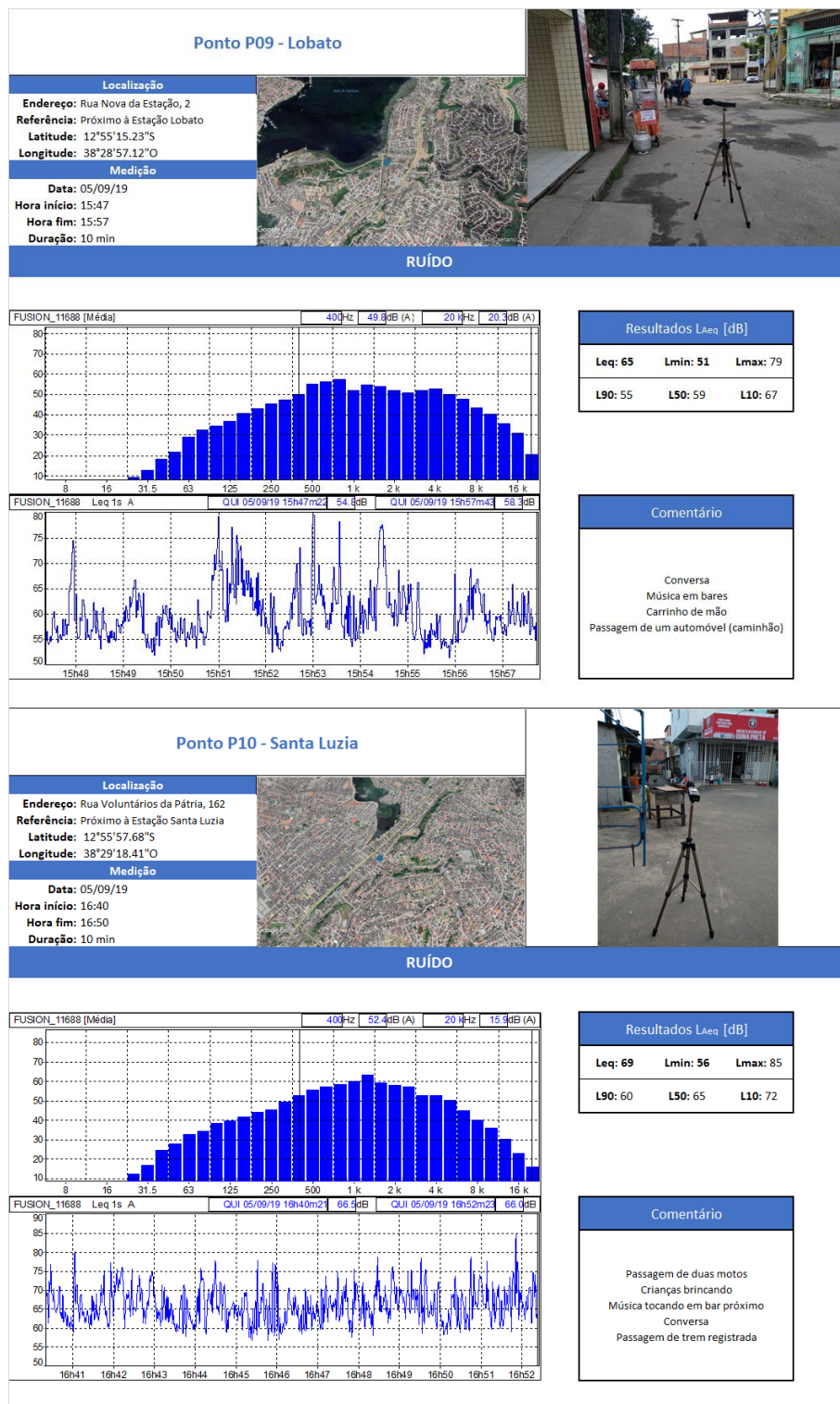
7.1.4.1. Medições diurnas

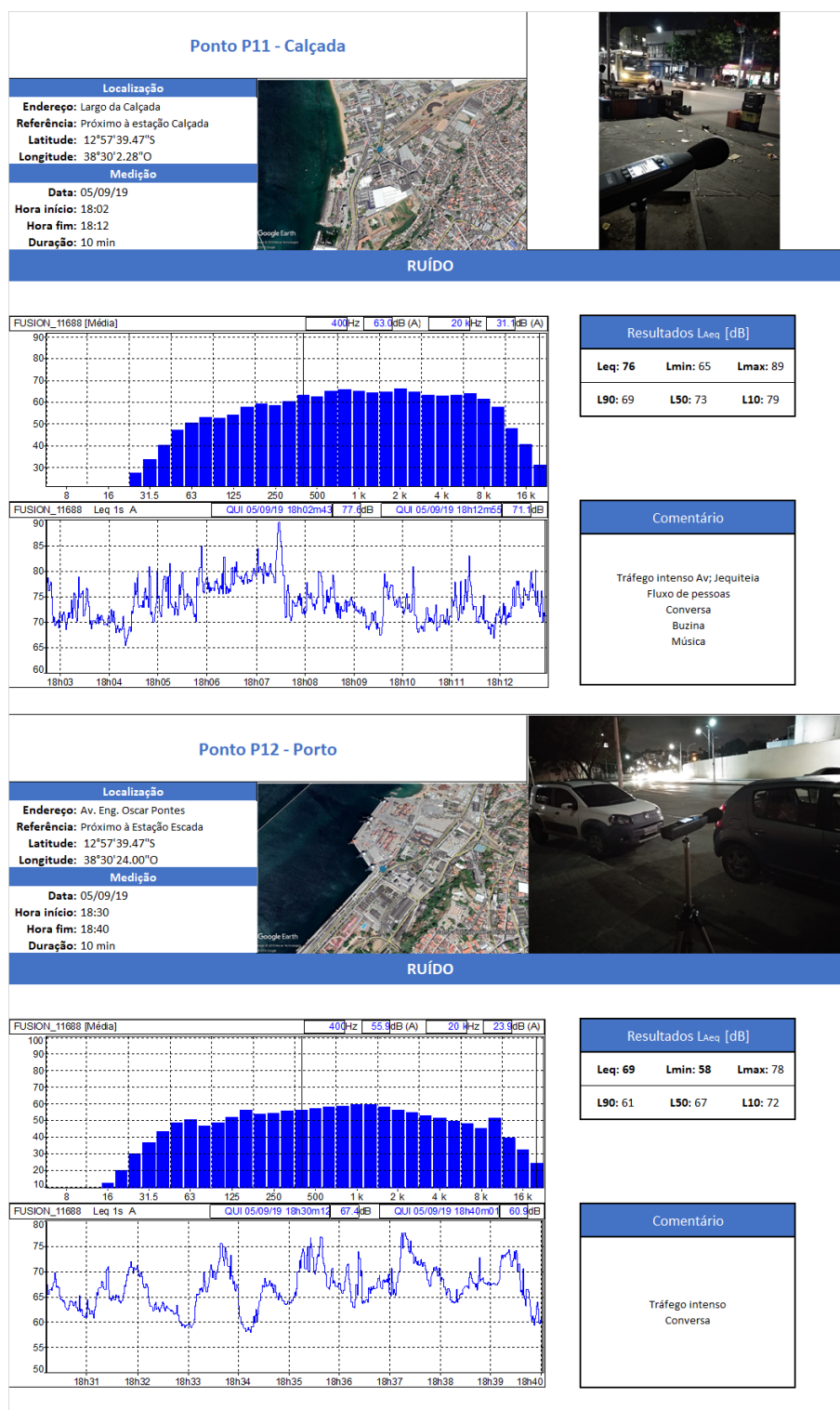












Ponto P12 - Porto

Localização

Endereço: Av. Eng. Oscar Pontes

Referência: Próximo à Estação Escada

Latitude: 12°57'39.47"S

Longitude: 38°30'24.00"O

Medição

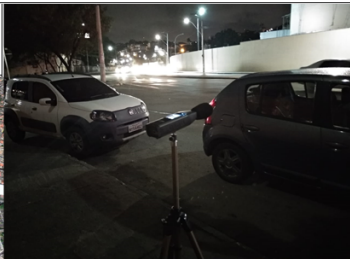
Data: 05/09/19

Hora início: 18:30

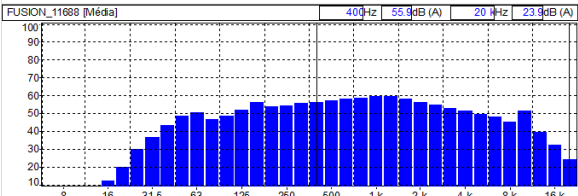
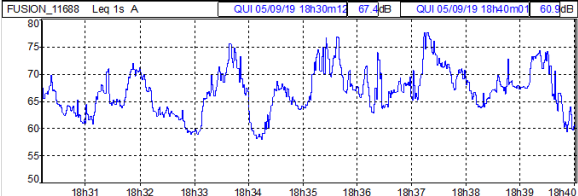
Hora fim: 18:40

Duração: 10 min





RUÍDO

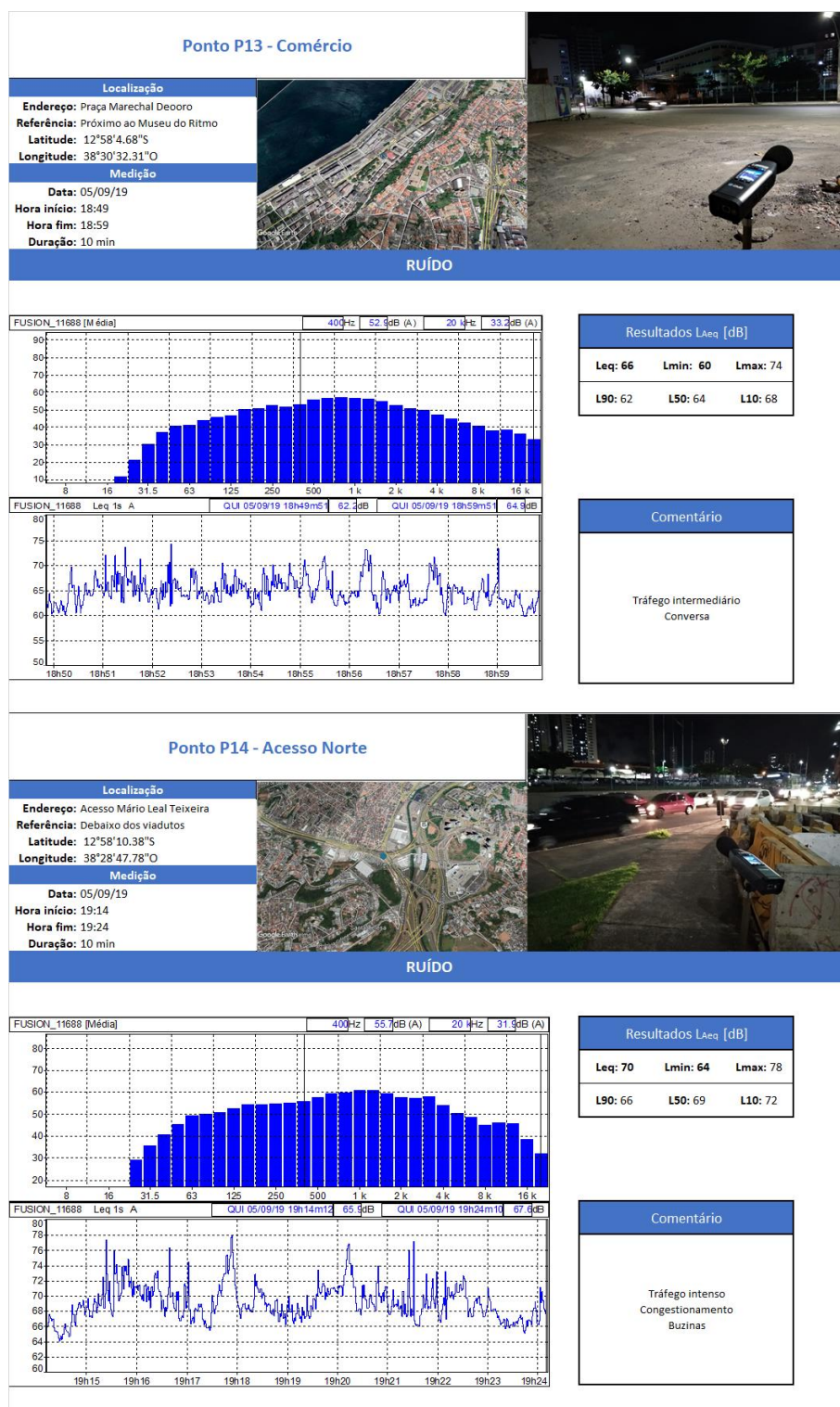



Resultados LAeq [dB]

Leq: 69	Lmin: 58	Lmax: 78
L90: 61	L50: 67	L10: 72

Comentário

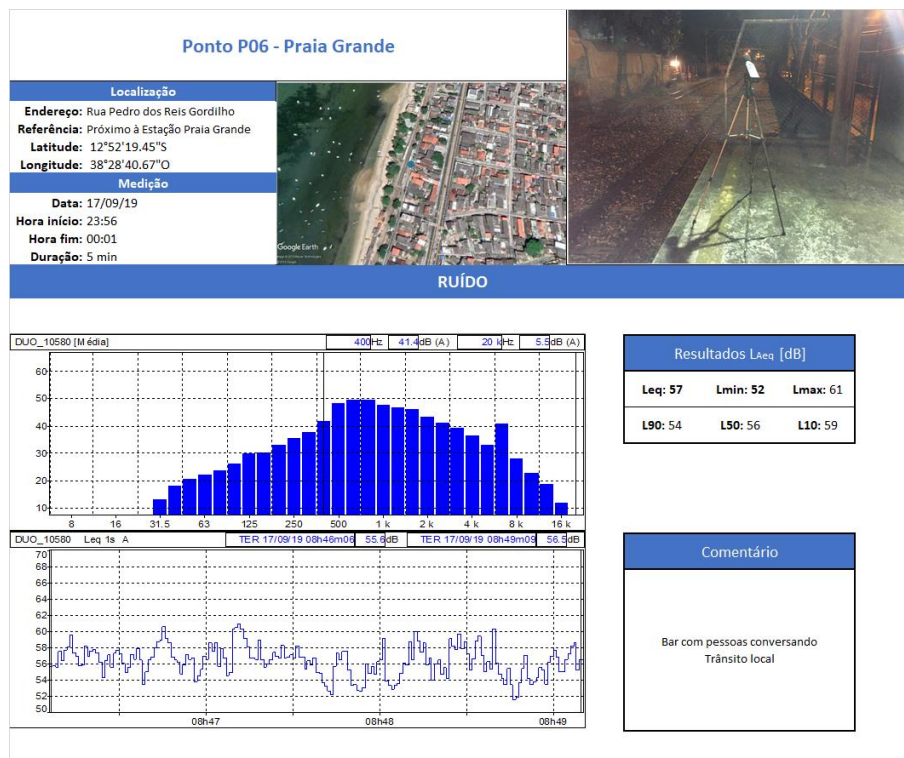
Tráfego intenso
Conversa



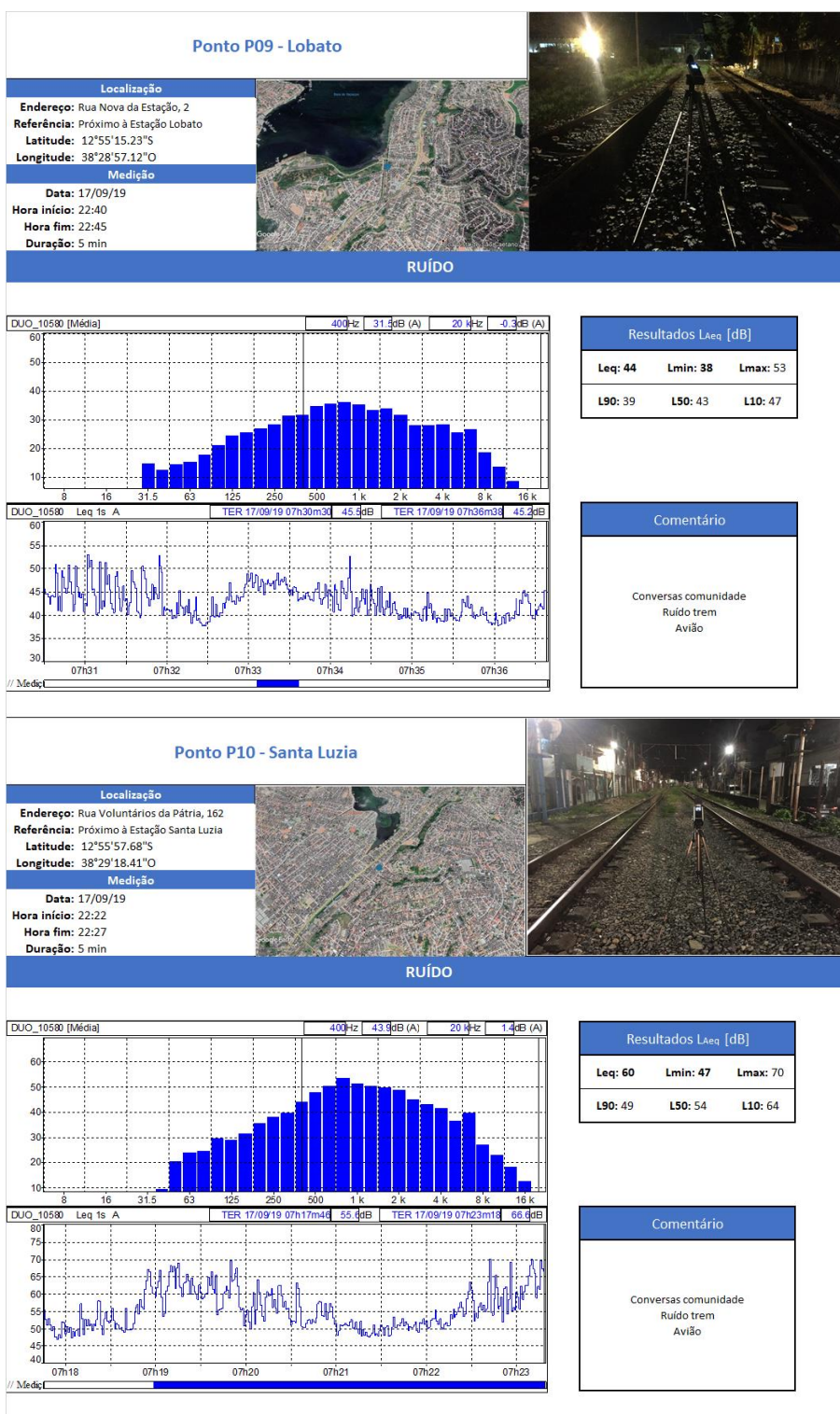
7.1.4.2. Medições noturnas

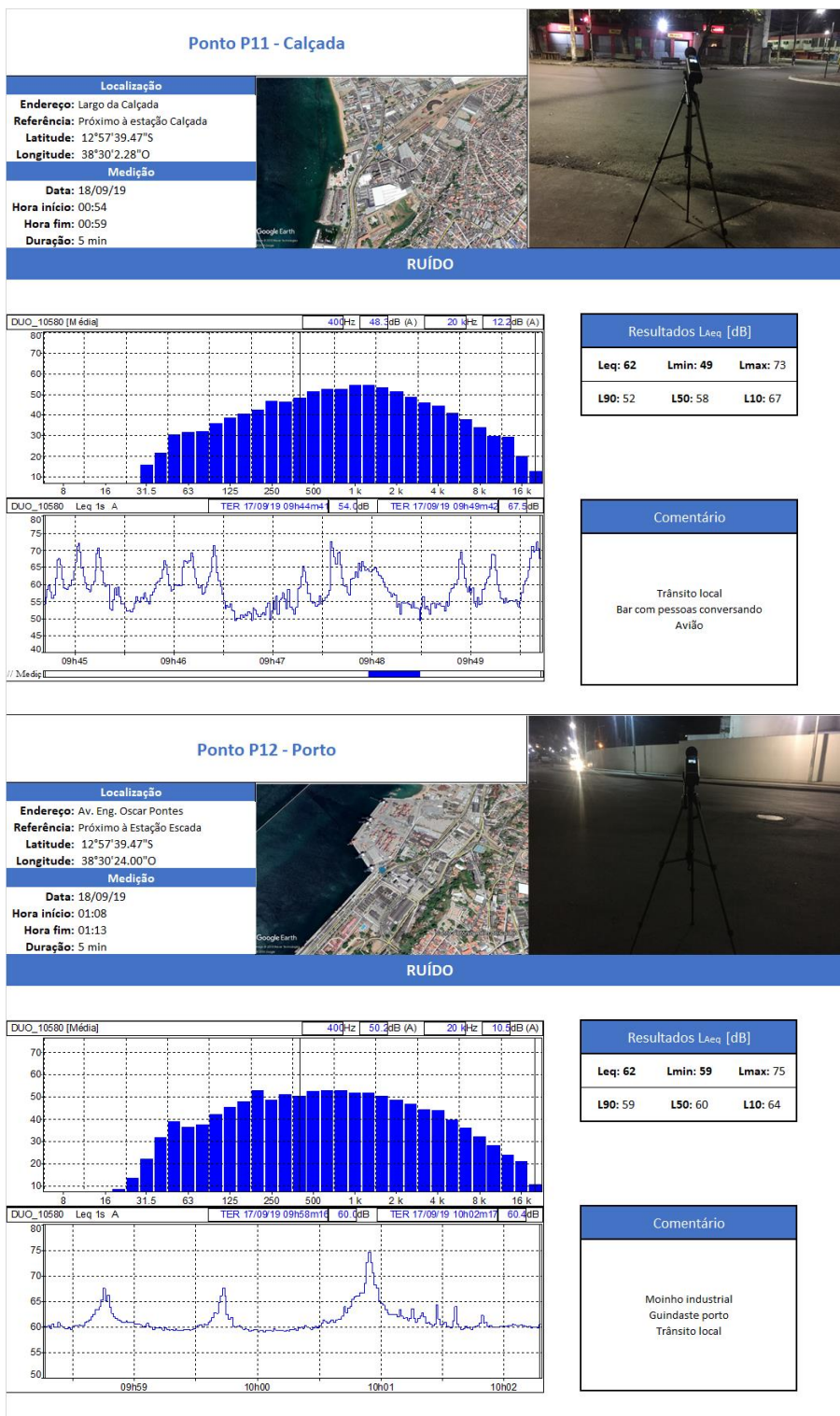
As fichas de ponto são apresentadas de acordo com a numeração dos pontos, o que não corresponde à ordem cronológica de realização das medições.



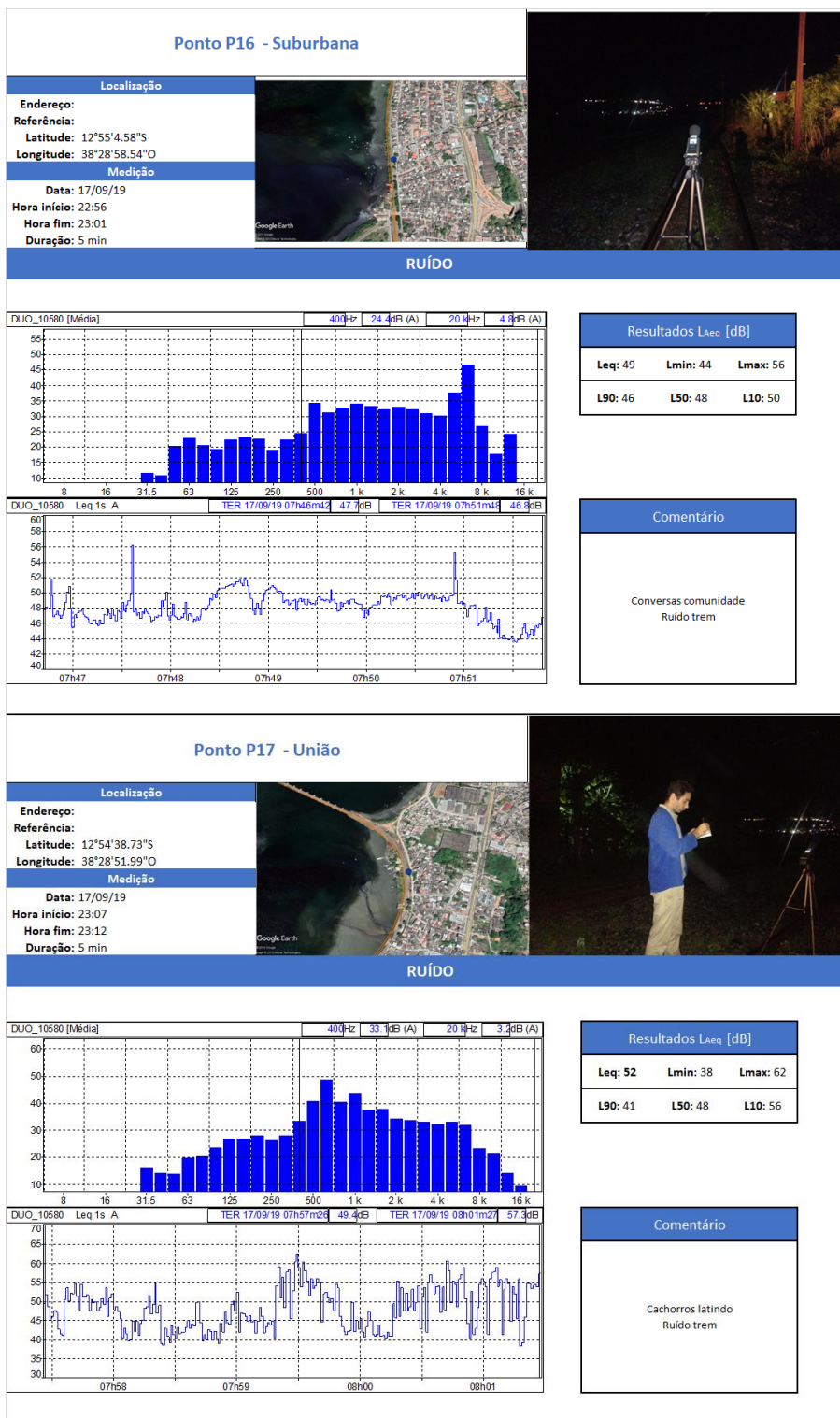










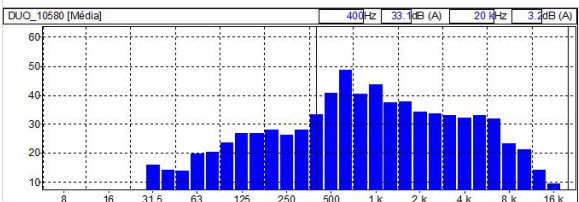


Ponto P17 - União

Localização	
Endereço:	
Referência:	
Latitude:	12°54'38.73"S
Longitude:	38°28'51.99"O
Medição	
Data:	17/09/19
Hora início:	23:07
Hora fim:	23:12
Duração:	5 min



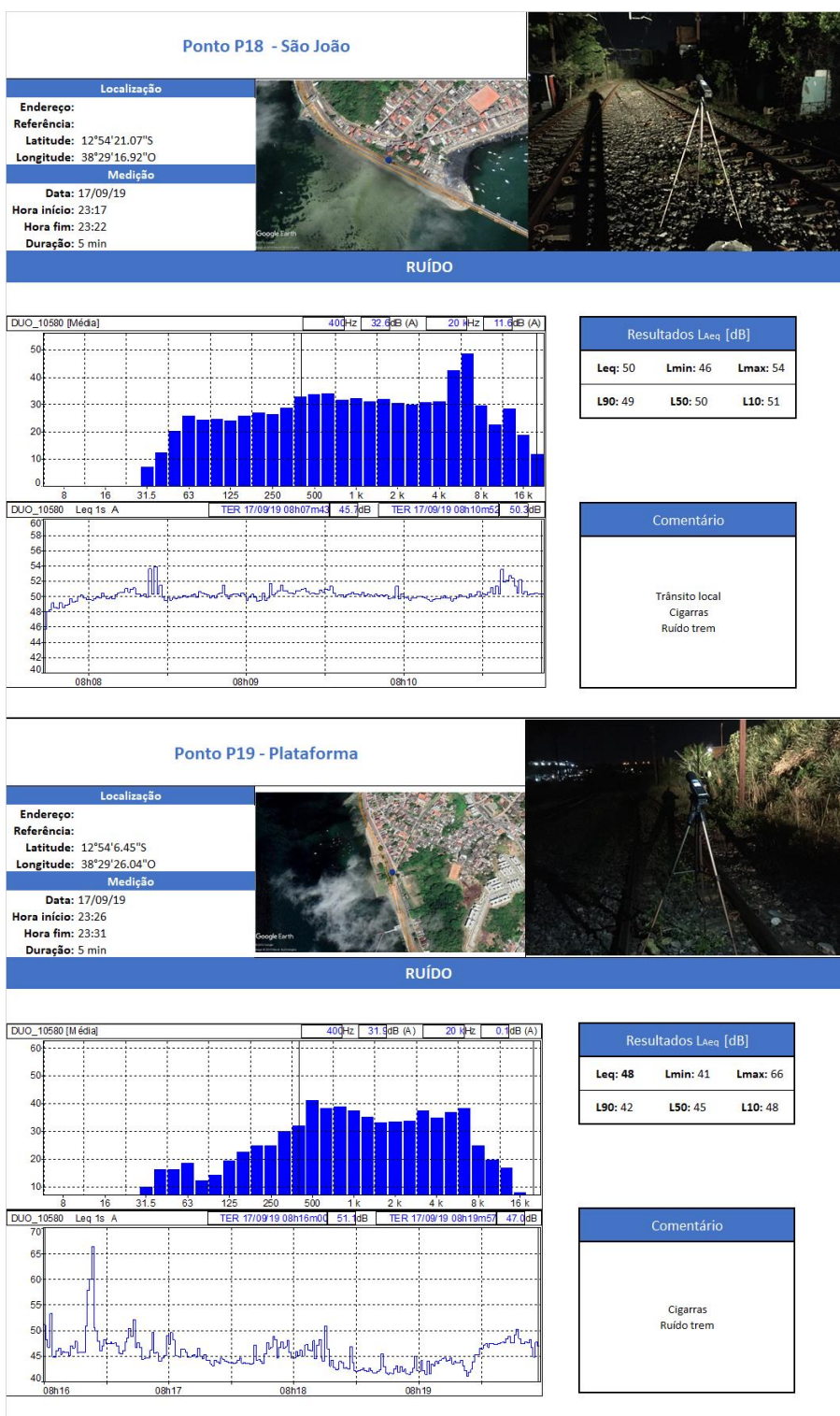

RUÍDO

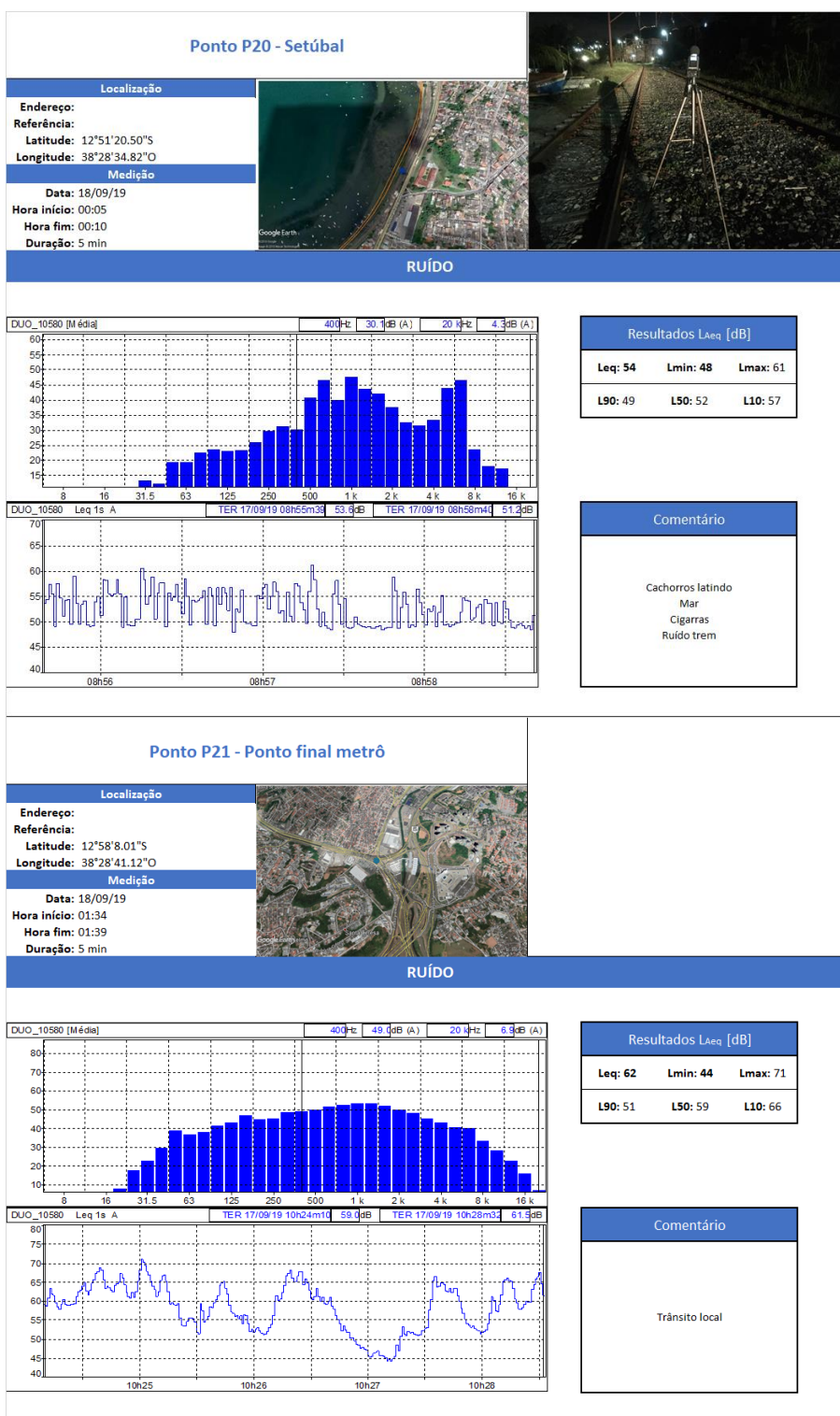



Resultados LAeq [dB]		
Leq: 52	Lmin: 38	Lmax: 62
L90: 41	L50: 48	L10: 56

Comentário

Cachorros latindo
Ruído trem





7.1.5. Síntese de medições

Os resultados de nível de pressão sonora equivalente por ponto, para cada período avaliado, foram comparados com os limites de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período, conforme definido na norma ABNT NBR10.151:2019¹. Esses limites RL_{Aeq} são apresentados no **QUADRO 7-1**.

QUADRO 7-1 - Limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período, conforme definido na norma ABNT NBR 10.151:2019.

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 ou administrativa	60	55
Área mista com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: Elaboração própria, 2019.

Em consulta ao Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Salvador, constata-se que o que é considerado como “Macroárea de Reestruturação da Borda da Baía de Todos Os Santos” compreende a região que se estende entre o Lobato e São Tomé de Paripe, chamada também de Subúrbio Ferroviário. Para essa área a classificação é de área predominantemente residencial. Nesse trecho estão compreendidos os pontos P03 – P10 e P15-P20. A Figura 7.2 abaixo apresenta o Bairro do Lobato, onde identifica-se no limite sul a Estação Santa Luzia. Assim, os pontos P01, P03 – P10 e P15 – P20 são classificados como áreas mistas, predominantemente residenciais. Os outros pontos são classificados como Áreas com predominância de atividades comerciais. Daí decorrem os limites usados para comparação no **QUADRO 7-2**.

¹ ABNT NBR 10.151 - Acústica - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas, Visando o Conforto da Comunidade - Procedimento, Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2019.

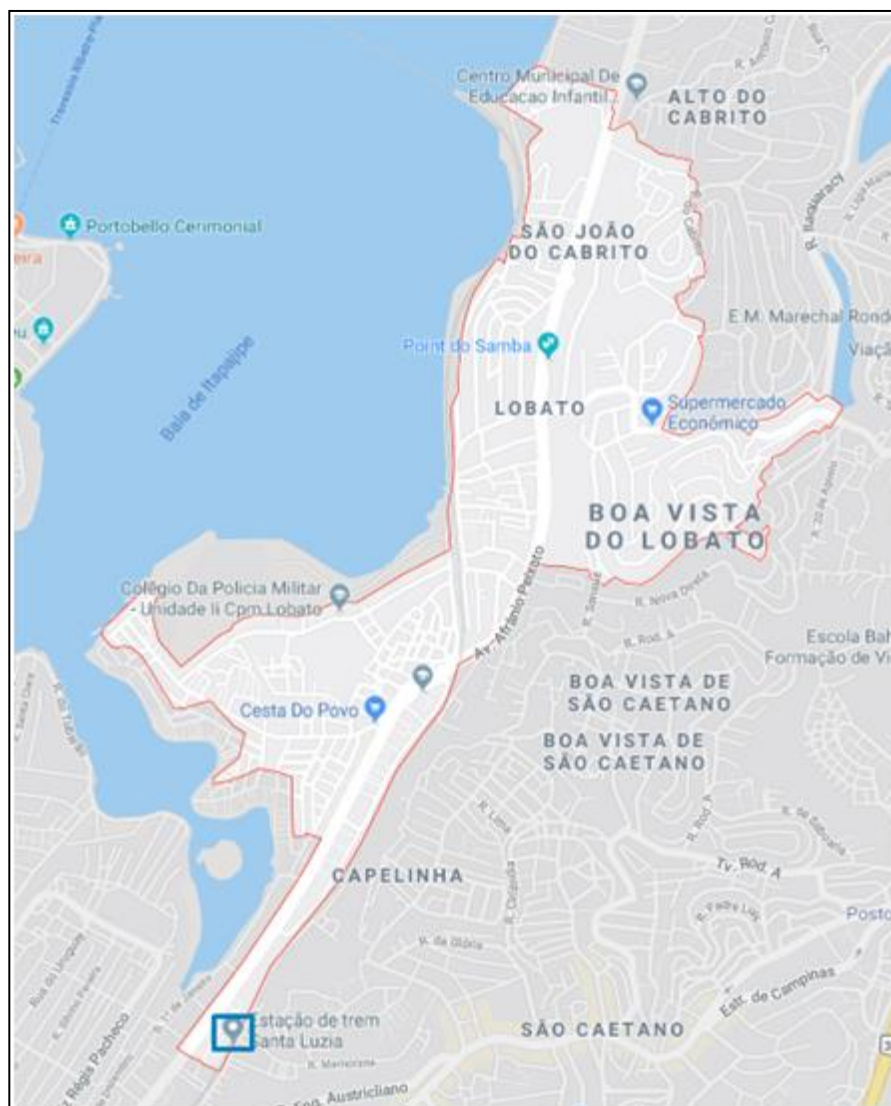


FIGURA 7-2 – Identificação do Bairro Lobato, no Município de Salvador.

QUADRO 7-2 - Comparação dos resultados das medições com os limites da NBR 10.151:2019¹.

Ponto	Diurno		Noturno	
	Medição LAeq	Limite RL Aeq	Medição LAeq	Limite RL Aeq
P01	64	55	-	50
P02	66	60	-	55
P03	64	55	50	50
P04	69	55	-	50
P05	71	55	-	50
P06	59	55	-	50
P07	66	55	47	50

Ponto	Diurno		Noturno	
	Medição LAeq	Limite RLAeq	Medição LAeq	Limite RLAeq
P08	64	55	60	50
P09	65	55	44	50
P10	69	55	60	50
P11	76	60	62	55
P12	69	60	62	55
P13	66	60	62	55
P14	70	60	-	55
P15	-	55	54	50
P16	-	55	49	50
P17	-	55	52	50
P18	-	55	50	50
P19	-	55	48	50
P20	-	55	54	50
Legenda:				
 Atende aos limites normatizados				
 Atende aos limites, com diferença entre 0 e 1 dB				
 Não atende aos limites, porém abaixo do ruído de fundo no local				
 Não atende aos limites normatizados				

Os resultados da campanha de medições mostram que em ambos períodos o cenário acústico está degradado: na grande maioria dos pontos, os níveis de pressão sonora atuais ultrapassam os limites normativos: durante o dia nenhum dos pontos medidos atendeu ao limiar normativo, e no período noturno apenas seis. As cores indicadas nas tabelas representam o atendimento ou não aos limites normativos. O vermelho indica não atendimento, amarelo indica o atendimento aos limites, porém com valores bastante próximos aos máximos permitidos (entre 0 e 1dB, dentro da margem de erro). Os quadros em verde indicam atendimento aos limites com diferença acima de 1dB.

O ruído nos pontos de monitoramento é principalmente composto por, na ordem decrescente de contribuição sonora: trânsito local, fauna/natureza, conversas e aeronaves.

7.2. Prognóstico do impacto futuro

7.2.1. Fase Instalação

A instalação do empreendimento VLT/Monotrilho do Subúrbio prevê serviços de corte e aterro, instalação de fundações, pilares e instalação de vigas guia, entre outros. Isto

demandará a utilização de equipamentos de construção civil, como: compactador manual, máquinas de solda, carreta munck, rompedor Tex-41, máquina de corte de trilhos, caminhão tanque com irrigador, maçarico para corte e solda, carreta prancha, guindaste, retroescavadeira, etc.

Não é possível prever o impacto do ruído gerado durante a fase de implantação, uma vez que há um grande número de variáveis com influência significativa sobre os resultados obtidos, que podem diferir dos níveis sonoros reais gerados: localização exata dos equipamentos, superfície sobre as quais atuam, estado de manutenção do maquinário utilizado, forma de uso, entre outras. Sendo assim, a simulação do impacto sonoro gerado pela fase de implantação geraria resultados com uma grande margem de erro associada (da ordem +/- 10 dB), inviabilizando esse tipo de metodologia para a correta avaliação dessa fase.

Dessa forma, recomenda-se a instalação de pontos de monitoramento contínuo em locais estratégicos na fase de implantação a fim de monitorar e fiscalizar os níveis sonoros gerados pelas obras.

Ressalta-se que o impacto gerado nesta fase estará limitado à implantação do empreendimento, cessando após retirada dos equipamentos e maquinarias após finalização das obras.

7.2.2. Fase Operação

Para avaliar o impacto sonoro futuro da operação do Monotrilho, verificar sua adequação ambiental no que diz respeito a níveis de ruído e eventualmente dimensionar medidas de mitigação, foi desenvolvido um modelo computacional tridimensional do empreendimento.

A avaliação sonora do local foi realizada através de modelagem acústica com software específico denominado CadnaA 2019 desenvolvido pela empresa alemã Datakustik GmbH. O modelo de avaliação de impacto de ruído CadnaA tem por base a norma ISO 9613, Parte 1: “Cálculo da absorção do som pela atmosfera” e Parte 2: “Método de cálculo geral, para definição do modelo de propagação do ruído ao ar livre”. Nesta norma são descritos e equacionados os protocolos de cálculo utilizados no modelo.

A modelagem do empreendimento foi realizada em três etapas principais. A primeira delas é a recriação do terreno de implantação e das edificações tridimensionalmente, inserindo todos os obstáculos relevantes acusticamente ao modelo. A segunda etapa da modelagem é a inserção das fontes sonoras (trens do Monotrilho) configurando suas características de emissão sonora em termos de potência e diretividade. Enfim, são definidos os parâmetros de cálculo do modelo e são calculados os mapas de ruído para cada período de avaliação.

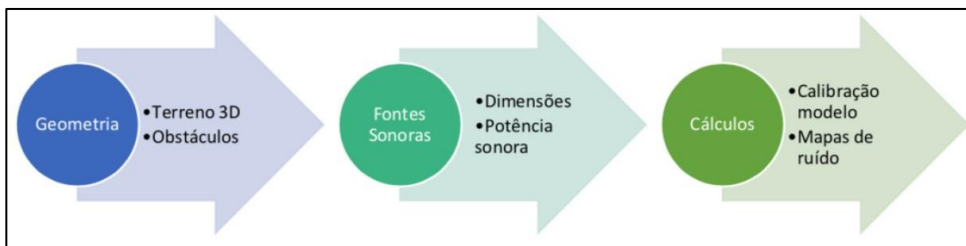


FIGURA 7-3 - Metodologia de simulação computacional acústica.

Para a criação da geometria foram utilizados como dados de entrada:

- Arquivo '.dwg' do projeto, fornecido pelo cliente;
- Dados topográficos SRTM do entorno, obtidos por meio de Global Mapper;
- Imagem de satélite obtida por meio do Google Earth.

As equações de propagação acústica no ar livre são funções da distância entre os diferentes objetos do modelo (fontes, obstáculos e receptores). Então, o controle da geometria do modelo se torna um fator primordial. O modelo geométrico dos locais foi criado a partir de desenhos técnicos fornecidos pelo cliente, utilizados em conjunto com imagens de satélite do Google Earth. A construção do modelo foi realizada de tal forma a garantir o georreferenciamento do mesmo.

A **FIGURA 7-4** a seguir representa o modelo computacional extraído do software CadnaA.



FIGURA 7-4 - Modelo geométrico 3D desenvolvido no software CadnaA – Vista geral.

7.2.3. Configuração das fontes sonoras

As fontes sonoras do modelo são os trens circulando no Monotrilho. Para simular o ruído gerado por esses trens, foi usada a ferramenta Railway do CadnaA com os seguintes parâmetros:

- Comprimento total de uma composição: **49,5m;**
- Número de vagões por composição: **4 vagões;**

- Velocidade média de deslocamento entre estações: **31,5 km/h;**
- Tempo médio de parada em cada estação: **10 a 14 segundos no pico, 20 segundos no vale;**
- Horários de funcionamento: **Das 5:00 da manhã à meia noite;**
- Frequência média de passagem: **Nos horários de pico, terá frequência de 3,5 min. Nos demais horários frequência de 6 a 7min.**

7.2.4. Parâmetros gerais de cálculo

Os parâmetros gerais de cálculo devem ser devidamente configurados para garantir a representatividade do modelo. São os seguintes:

- Número de reflexões;
- Coeficiente G de absorção do solo;
- Condições meteorológicas;
- Malha de cálculo.

7.2.4.1. Número de reflexões

A figura abaixo representa a propagação do som entre uma fonte F e um receptor R. Nesse caso, existe um obstáculo à proximidade. O nível de ruído calculado no receptor é constituído por dois caminhos de propagação:

- O caminho direto;
- O caminho refletido sobre o obstáculo.

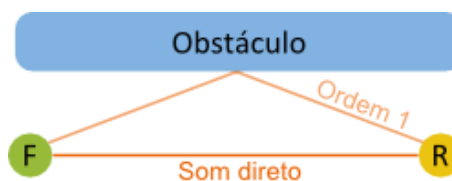


FIGURA 7-5 - Propagação do som entre uma fonte F e um receptor R, com reflexão de primeira ordem.

O caminho refletido apresentado na **FIGURA 7-5** acima é de primeira ordem. Existem reflexões de ordens superiores tais como mostrado na **FIGURA 7-6** abaixo, quando outros obstáculos são inseridos no modelo.

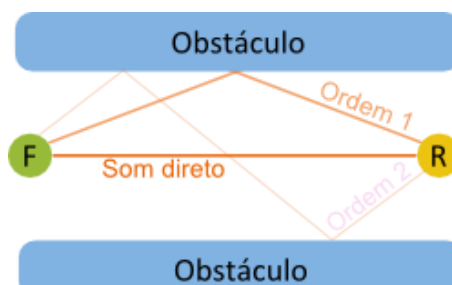


FIGURA 7-6 - Propagação do som entre uma fonte F e um receptor R, com reflexões de primeira e segunda ordem.

Quanto maior é a ordem de reflexão do caminho considerado, menor é sua contribuição no nível de ruído no ponto receptor. De fato, a cada reflexão existe uma perda de energia acústica devido às propriedades do obstáculo.

A ISO 9613-2, norma internacional que legisla os softwares de modelagem computacional tais como CadnaA, considera nos seus modelos computacionais apenas as reflexões de primeira ordem. Portanto, foi aqui considerada uma reflexão.

7.2.4.2. Coeficiente G de absorção do solo

O coeficiente de absorção do solo G é um parâmetro adimensional cujo valor pode variar de 0 a 1. O parâmetro G permite levar em consideração a atenuação ou amplificação do ruído devido ao mecanismo de reflexões da onda sonora no solo.

- G = 0 corresponde a um solo completamente opaco do ponto de vista acústico, ou seja, a onda incidente é refletida no solo com a mesma intensidade e provoca uma amplificação do ruído no ponto receptor (exemplo: solo de concreto pintado).
- G = 1 corresponde a um solo poroso. A onda sonora incidente é totalmente absorvida (exemplo: solo de areia).

A região avaliada é principalmente composta por áreas asfaltadas e edificações. Portanto, o coeficiente de absorção G foi configurado para 0,2.

7.2.4.3. Condições meteorológicas

As condições meteorológicas são consideradas na norma ISO 9613-2:1996 como parâmetros de cálculo, já que influenciam bastante na propagação do som. Os parâmetros de temperatura, umidade relativa e vento foram devidamente configuradas no software CadnaA conforme indicado no **QUADRO 7-3** abaixo.

QUADRO 7-3- Dados meteorológicos médios.

Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Vento
26	81	Sem direção predominante

Fonte: INMET².

² Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>.

7.2.4.4. Malha de cálculo

Os softwares de mapeamento acústico calculam os níveis de pressão sonora somente em alguns pontos e interpolam os demais pontos a partir das equações da norma ISO 9613. Quanto maior o número de pontos da malha de cálculo, maior a precisão e maior o tempo de cálculo. Para esse projeto foi considerada uma malha de receptores de 10 por 10 m garantindo a representatividade dos mapas de ruído, calculados a 1,5 m de altura acima do nível do solo para representar o ruído na altura dos ouvidos dos moradores dos arredores.

7.3. Resultados

A seguir são apresentados os mapas de ruído resultantes da simulação para cada período de operação (diurno/noturno).

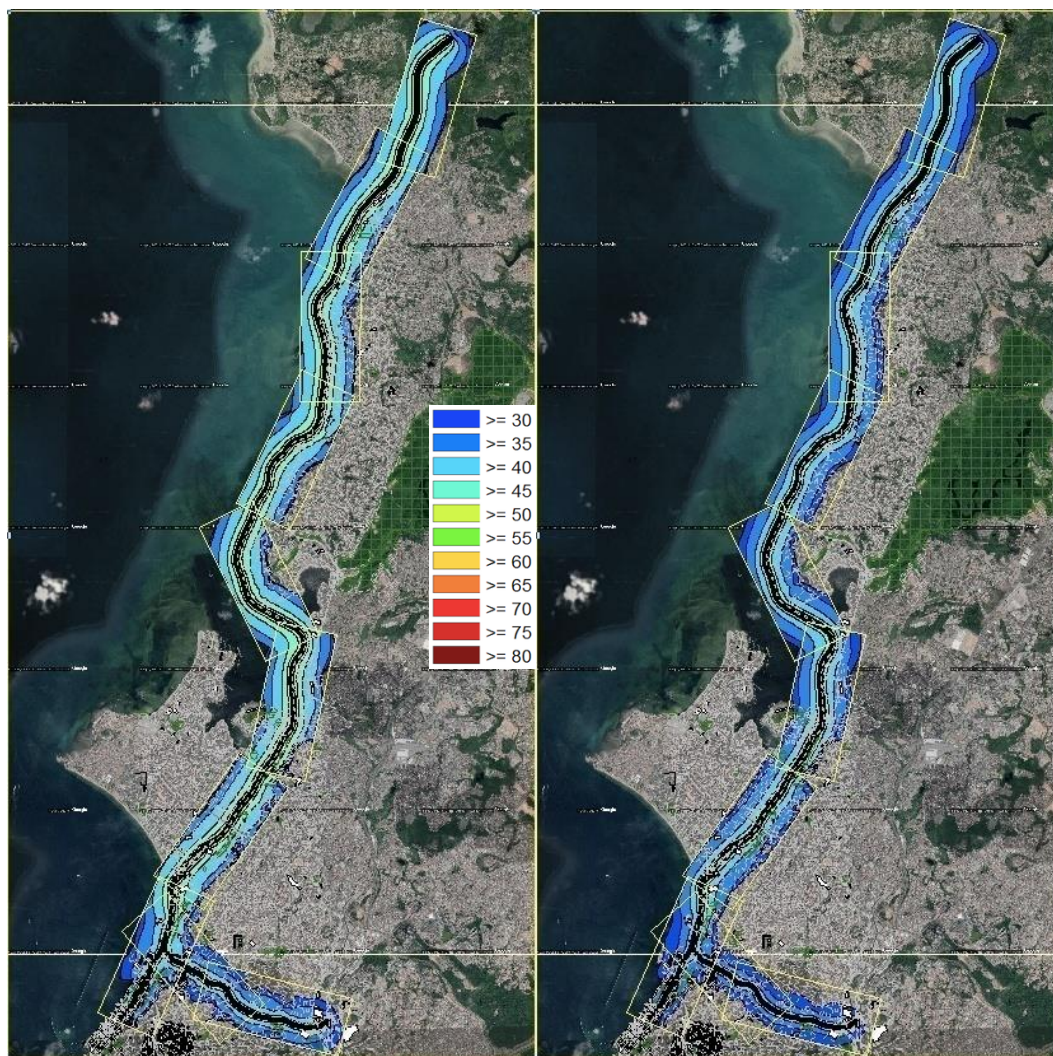


FIGURA 7-7 - Mapas de ruído da operação futura do VLT/Monotrilho do Subúrbio: períodos diurno (esquerda) e noturno (direita).

Fonte: Elaboração própria, 2019.

A fim de facilitar a visualização dos níveis sonoros, o traçado foi subdividido em 10 trechos de cerca de 2,5km de extensão, conforme apresentado na **FIGURA 7-8** até a **FIGURA 7-17**, a seguir. O trecho 01 corresponde ao Norte do traçado (Ilha de São João – São Luiz), enquanto o trecho 10 corresponde ao Sudeste do traçado (Via Expressa - Acesso Norte).

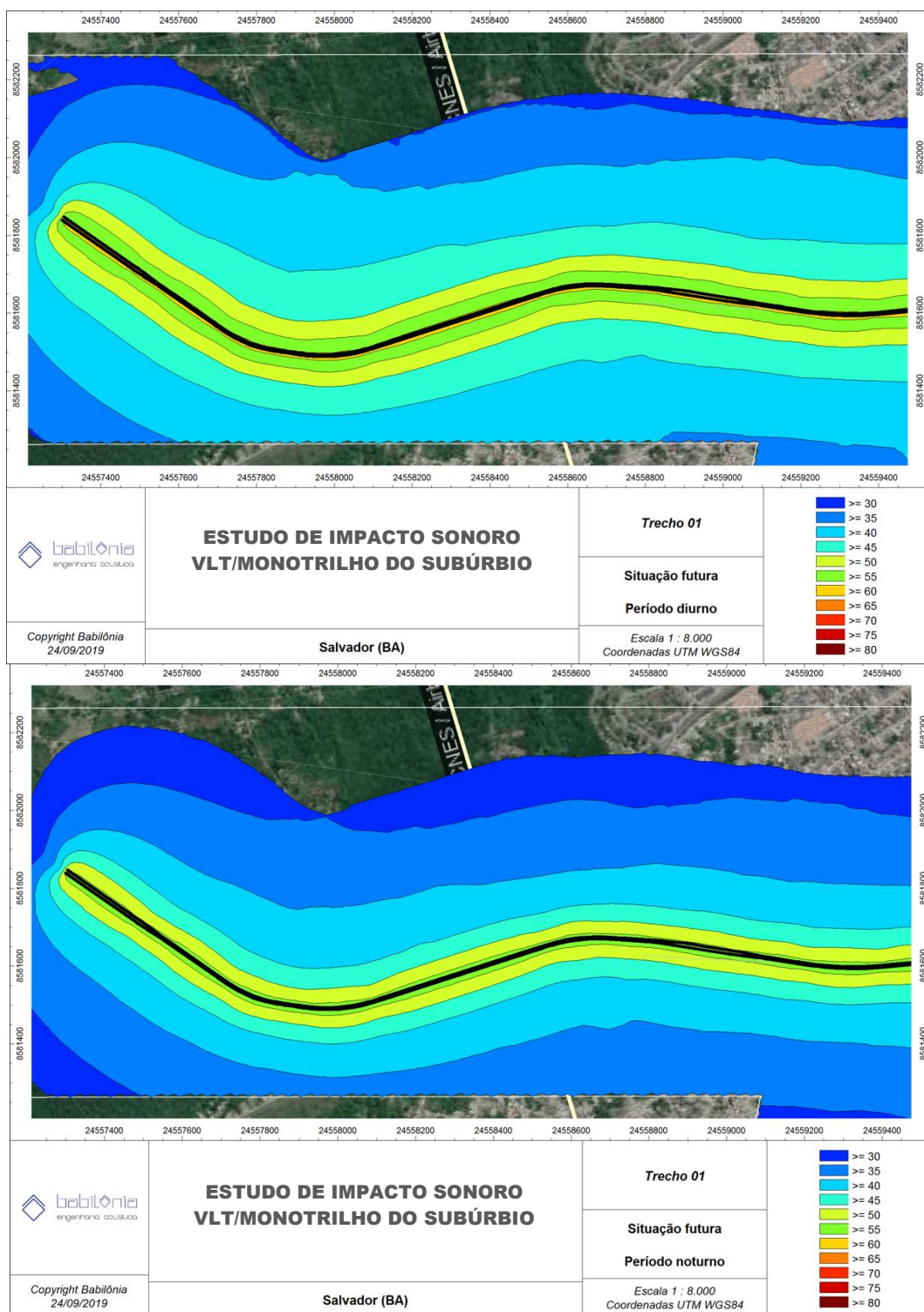


FIGURA 7-8 – Estudo de Impacto Sonoro do VLT/Monotrilho do Subúrbio – Trecho 1 – Ilha de São João → São Luiz - Período Diurno (acima) e Noturno (abaixo).

Fonte: Elaboração própria, 2019.

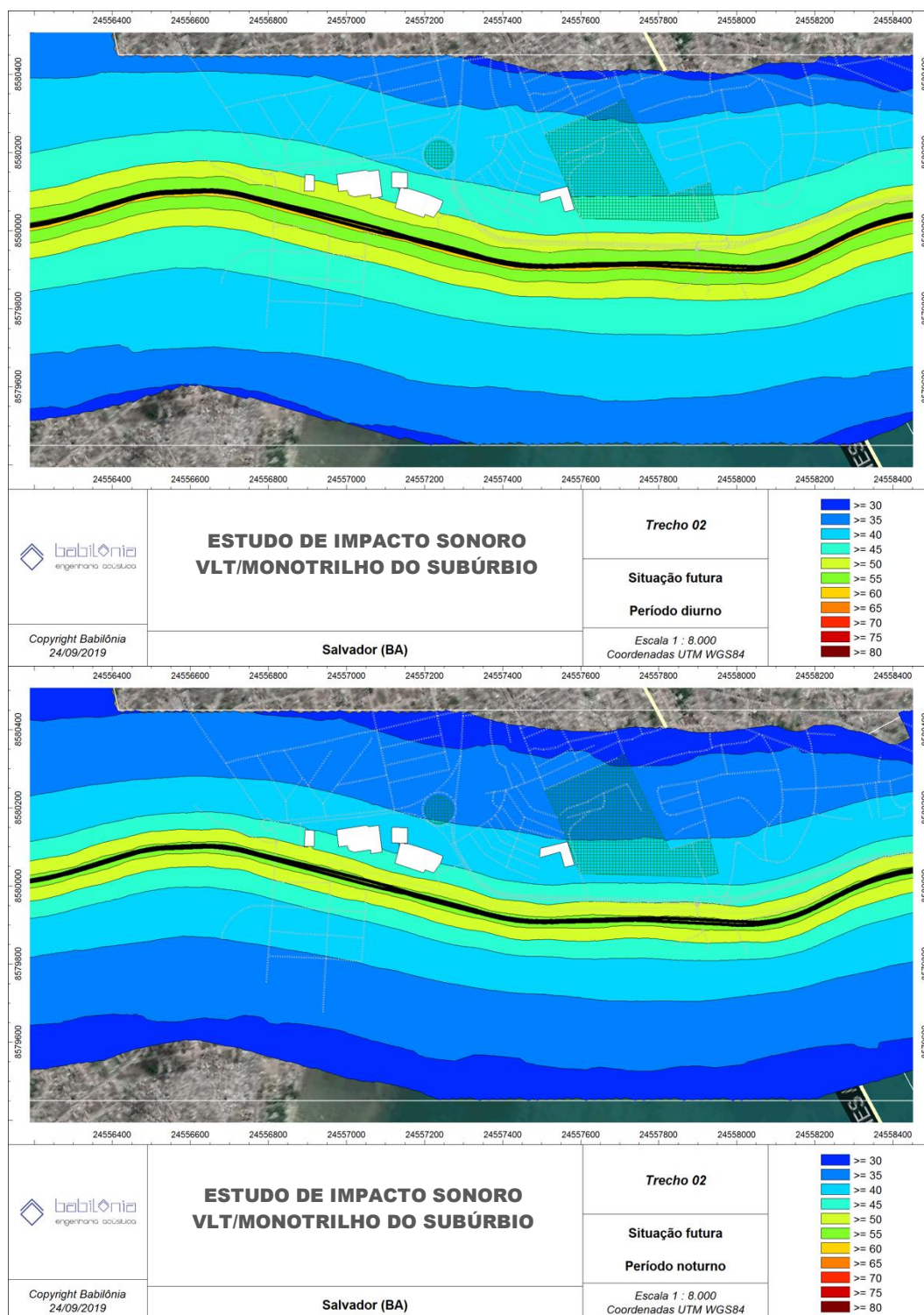


FIGURA 7-9 – Estudo de Impacto Sonoro do VLT/Monotrilho do Subúrbio – Trecho 2 – São Luiz → Coutos - Período Diurno (acima) e Noturno (abaixo).

Fonte: Elaboração própria, 2019.

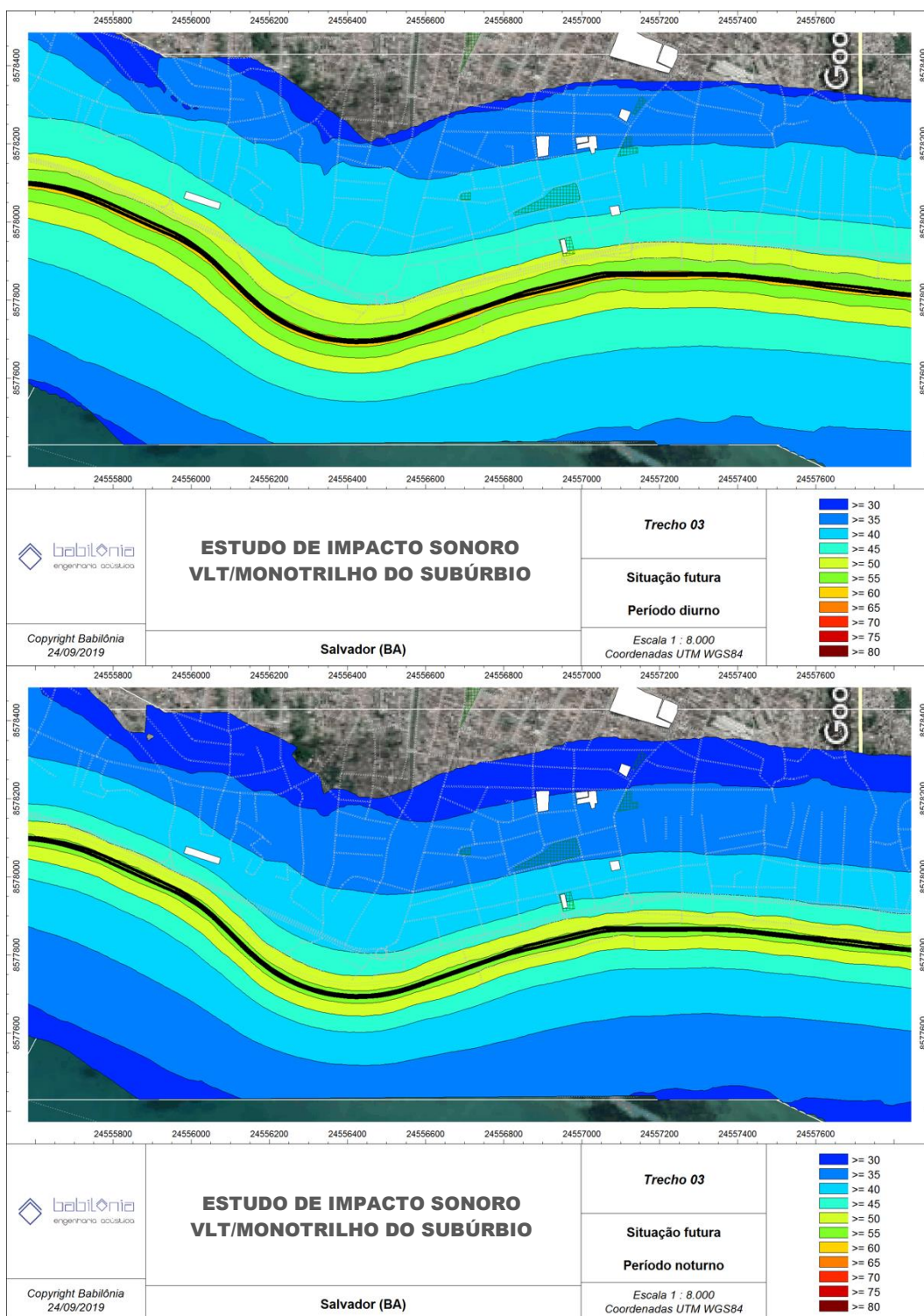


FIGURA 7-10 – Estudo de Impacto Sonoro do VLT/Monotrilho do Subúrbio – Trecho 3 – Coutos → Praia Grande - Período Diurno (acima) e Noturno (abaixo).

Fonte: Elaboração própria, 2019.

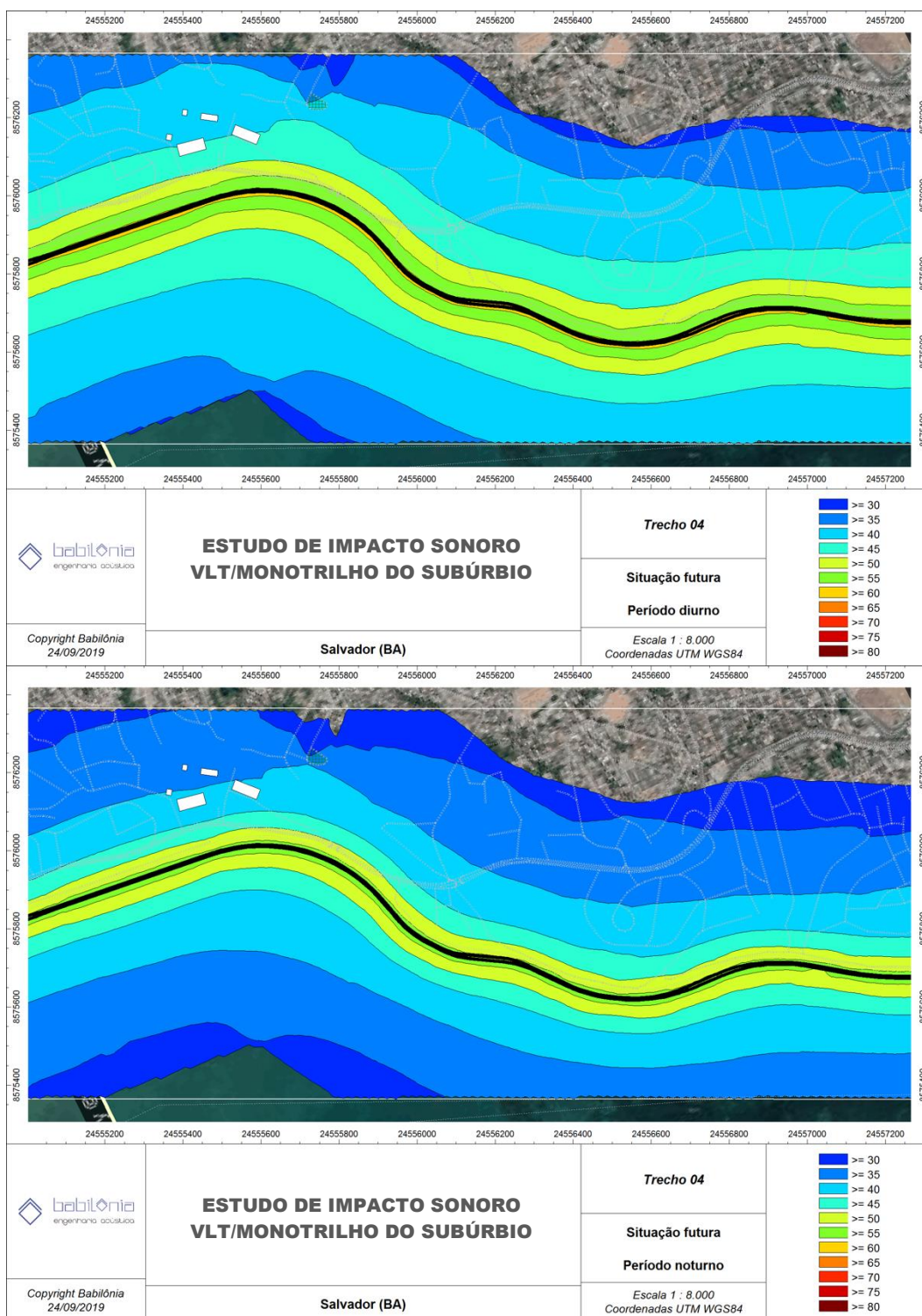


FIGURA 7-11 – Estudo de Impacto Sonoro do VLT/Monotrilho do Subúrbio – Trecho 4 – Praia Grande → Itacaranhã - Período Diurno (acima) e Noturno (abaixo).

Fonte: Elaboração própria, 2019.

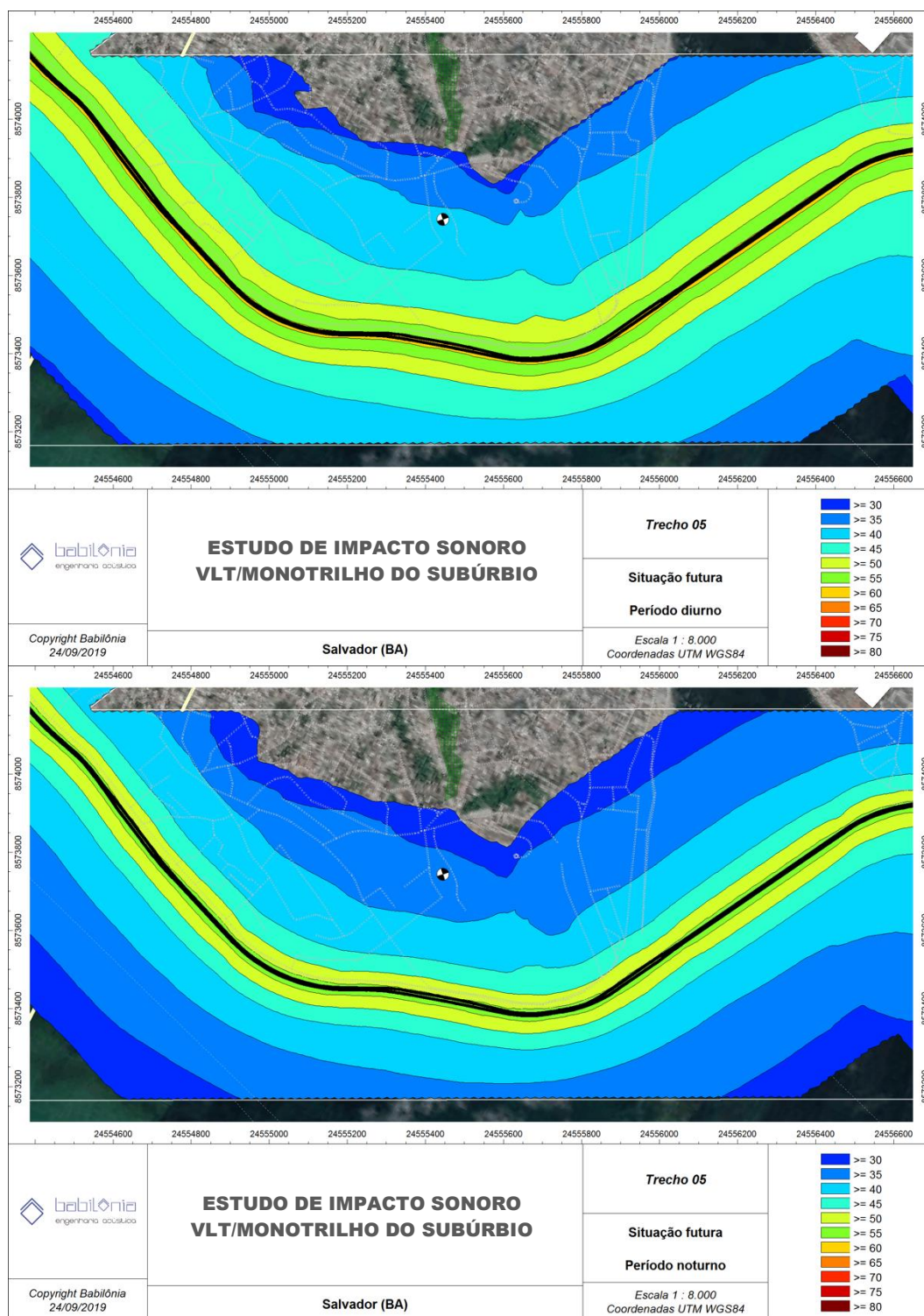


FIGURA 7-12 – Estudo de Impacto Sonoro do VLT/Monotrilho do Subúrbio – Trecho 5 – São Braz → Unhão - Período Diurno (acima) e Noturno (abaixo).

Fonte: Elaboração própria, 2019.

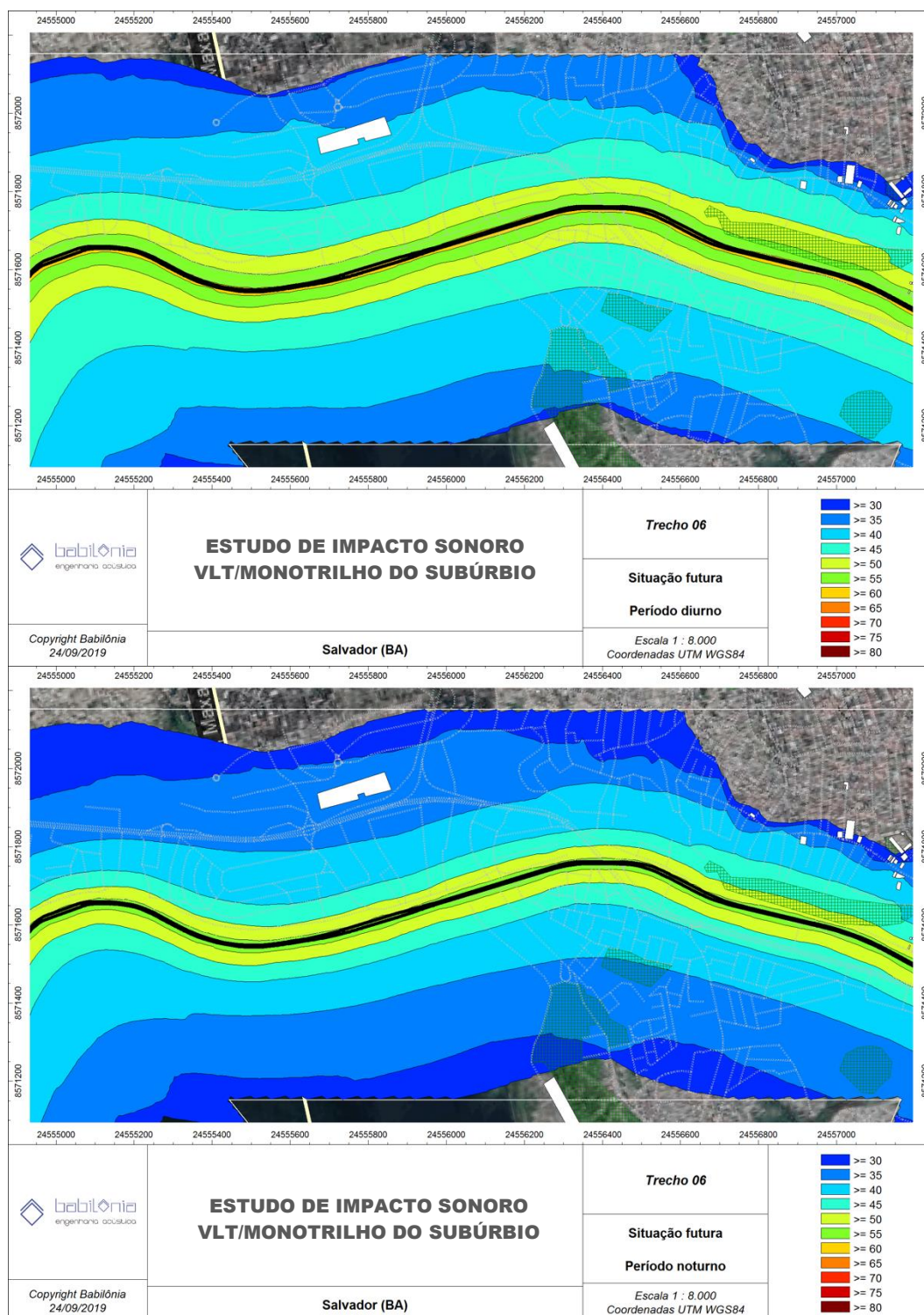


FIGURA 7-13 – Estudo de Impacto Sonoro do VLT/Monotrilho do Subúrbio – Trecho 6 – Unhão → Lobato - Período Diurno (acima) e Noturno (abaixo).

Fonte: Elaboração própria, 2019.

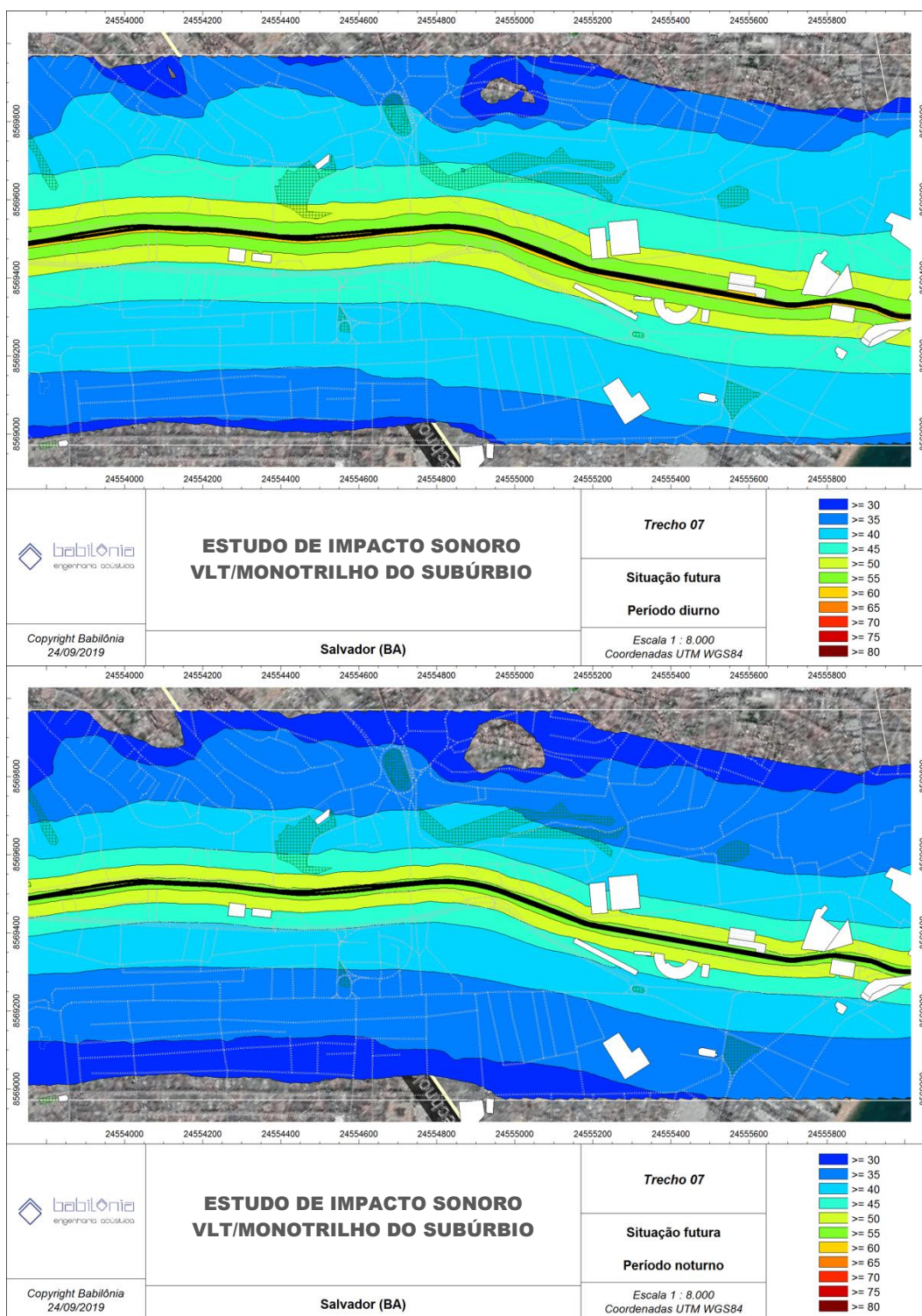


FIGURA 7-14 – Estudo de Impacto Sonoro do VLT/Monotrilho do Subúrbio – Trecho 7 – Santa Luzia -> Calçada - Período Diurno (acima) e Noturno (abaixo).

Fonte: Elaboração própria, 2019.

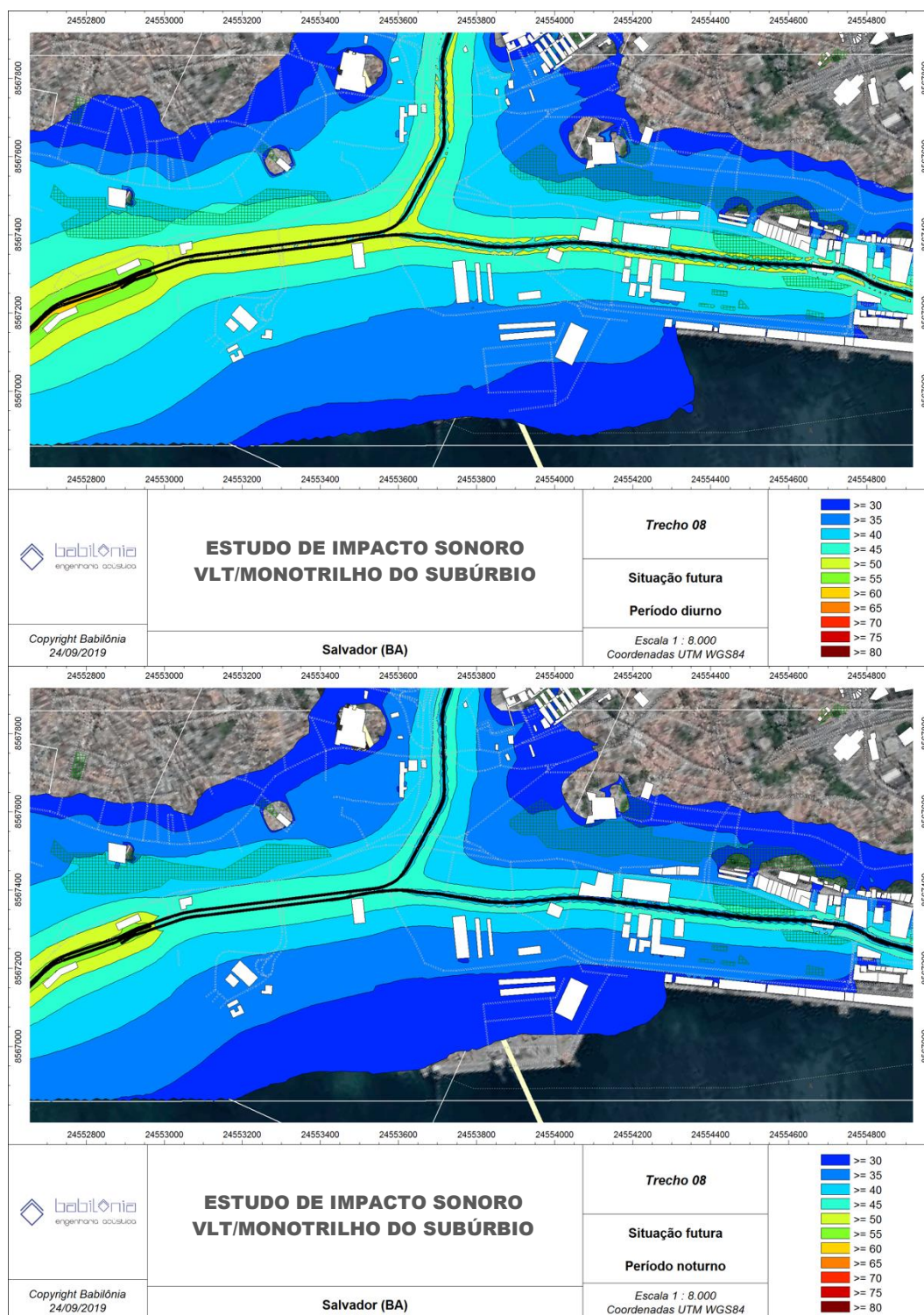


FIGURA 7-15 – Estudo de Impacto Sonoro do VLT/Monotrilho do Subúrbio – Trecho 8 – Calçada → Comércio - Período Diurno (acima) e Noturno (abaixo).

Fonte: Elaboração própria, 2019.

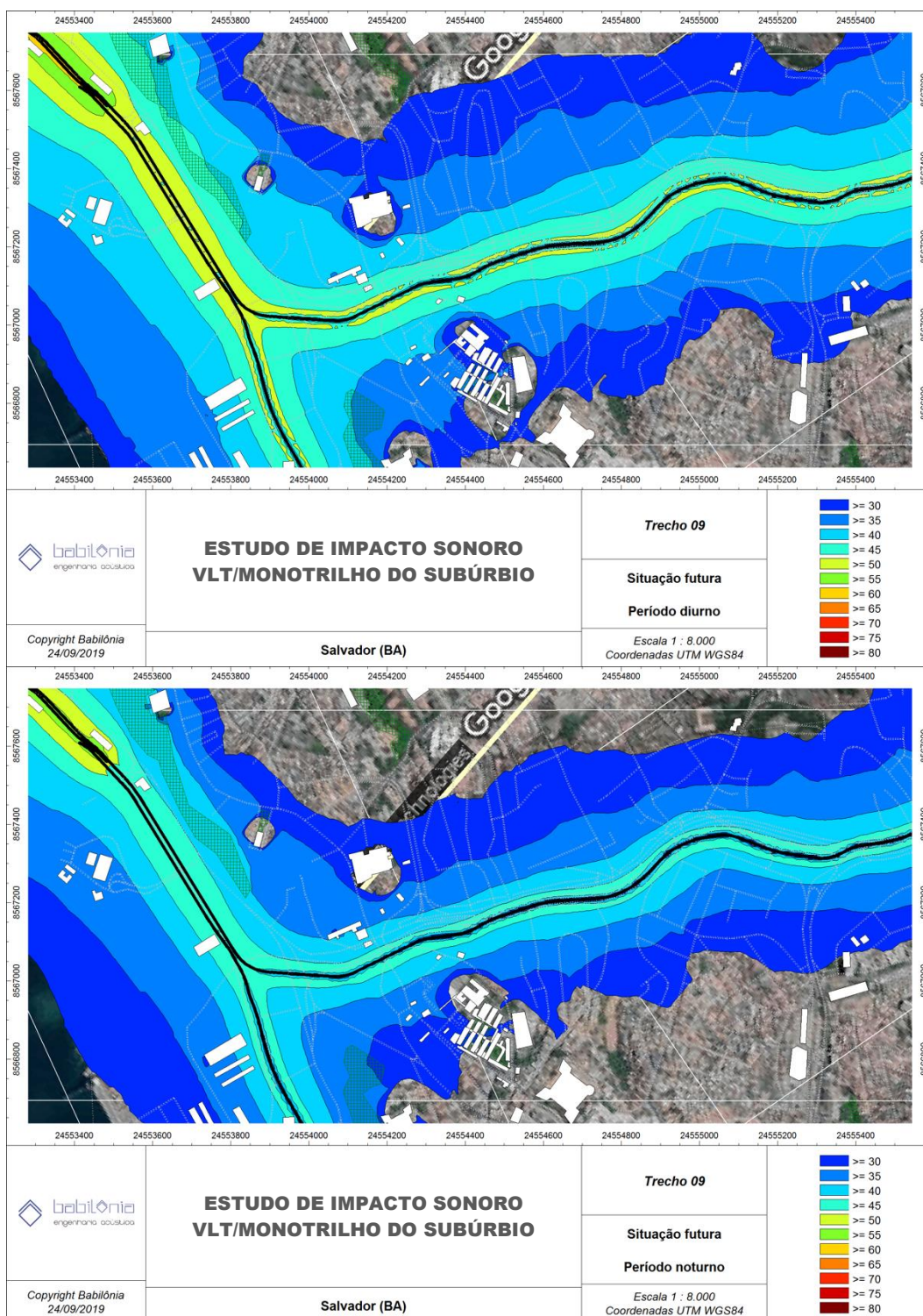


FIGURA 7-16 – Estudo de Impacto Sonoro do VLT/Monotrilho do Subúrbio – Trecho 9 – São Joaquim → Via Expressa - Período Diurno (acima) e Noturno (abaixo).
Fonte: Elaboração própria, 2019.

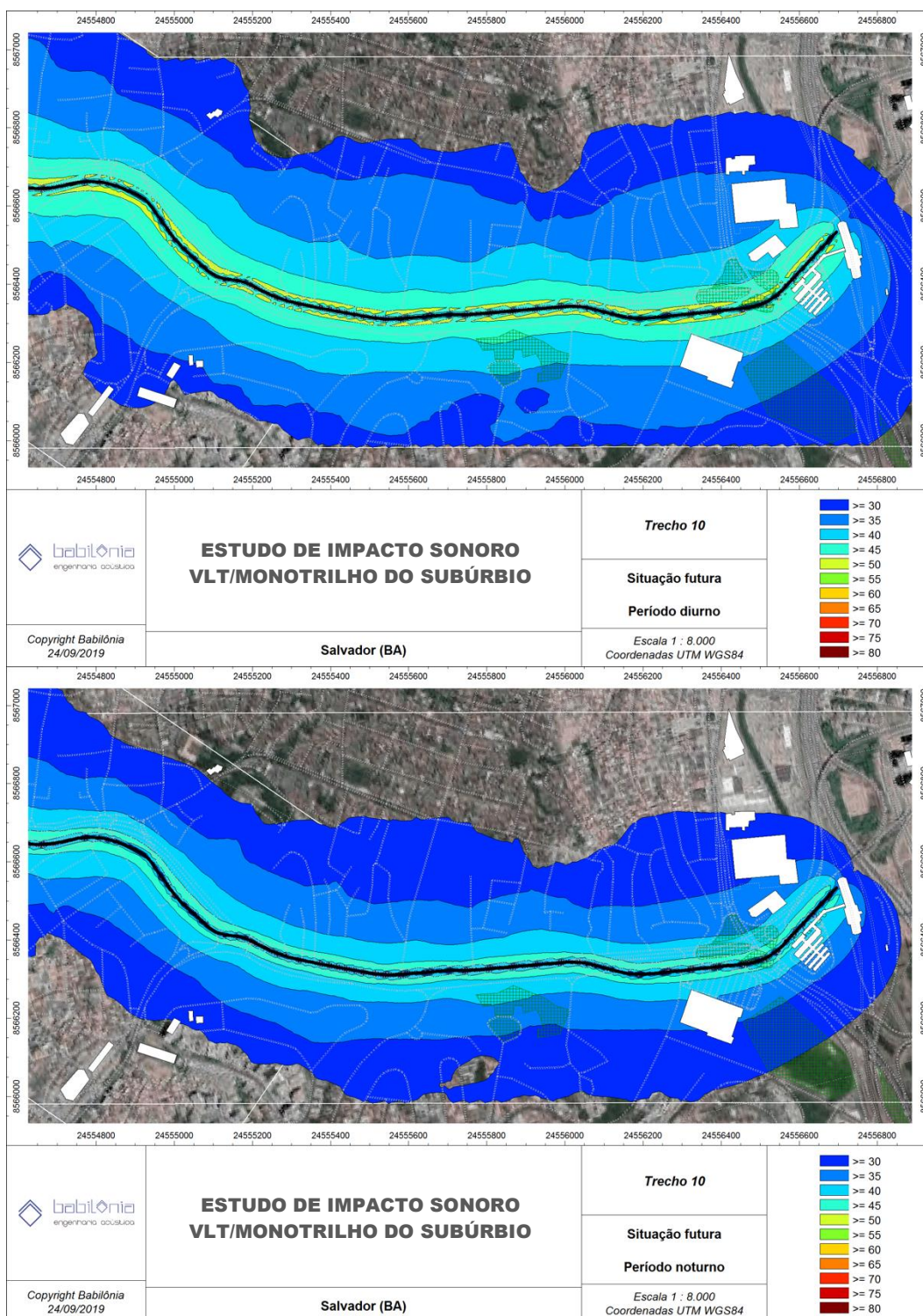


FIGURA 7-17 – Estudo de Impacto Sonoro do VLT/Monotrilho do Subúrbio – Trecho 10 – Via Expressa → Acesso Norte - Período Diurno (acima) e Noturno (abaixo).
Fonte: Elaboração própria, 2019.

7.4. Análise

Os mapas de ruído apresentados nas páginas anteriores mostram que a operação futura do VLT/Monotrilho do Subúrbio gerará, nas edificações imediatamente limítrofes do traçado, níveis equivalentes de pressão sonora LAeq na faixa de 55 a 60 dB no período diurno, e de 50 a 55 dB no período noturno.

O **QUADRO 7-4** a seguir apresenta para cada período a comparação entre os resultados da situação atual avaliada em campo, e o ruído gerado pela operação futura do empreendimento simulada em software, e o limite da norma ABNT NBR10.51:20191.

QUADRO 7-4 – Dados medidos em campo versus resultados da simulação da operação do VLT/Monotrilho do Subúrbio.

Ponto	Diurno			Noturno		
	Medição LAeq	Simulação Laeq	Limite RLAeq	Medição LAeq	Simulação Laeq	Limite RLAeq
P01	64	< 58	55	-	< 54	50
P02	66	< 59	60	-	< 54	55
P03	64	< 60	55	50	< 54	50
P04	69	< 61	55	-	< 54	50
P05	71	< 62	55	-	< 54	50
P06	59	< 58	55	-	< 54	50
P07	66	< 58	55	47	< 54	50
P08	64	< 58	55	60	< 54	50
P09	65	< 58	55	44	< 54	50
P10	69	< 58	55	60	< 54	50
P11	76	< 58	60	62	< 54	55
P12	69	< 55	60	62	< 51	55
P13	66	< 55	60	62	< 51	55
P14	70	< 55	60	-	< 51	55
P15	-	< 58	55	54	< 54	50
P16	-	< 58	55	49	< 54	50
P17	-	< 58	55	52	< 54	50
P18	-	< 58	55	50	< 54	50
P19	-	< 58	55	48	< 54	50
P20	-	< 58	55	54	< 54	50

Legenda:

	Atende aos limites normatizados
	Atende aos limites, com diferença entre 0 e 1 dB
	Não atende aos limites, porém abaixo do ruído de fundo no local
	Não atende aos limites normatizados

Fonte: Elaboração Própria, 2019.

Nota-se que nos pontos P01, P03 –P10 no período diurno, e para os pontos P08 e P10 no período noturno, o nível de ruído equivalente da operação do VLT/Monotrilho do Subúrbio é superior que ao limite teórico de 50 dB; todavia, o ruído atual já ultrapassa esse valor.

Os níveis de ruído gerado pela operação futura são bastante reduzidos, devido à própria geometria do empreendimento. Efetivamente, o ruído tende a se propagar para cima e não para baixo, como representado nas vistas em corte a seguir.

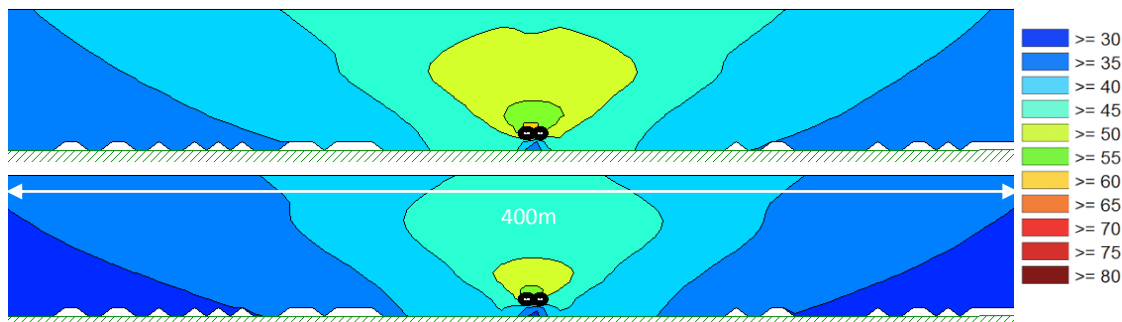


FIGURA 7-18 – Vistas em corte da propagação do ruído da operação do VLT/Monotrilho do Subúrbio: diurno (cima) - noturno (baixo).

Fonte: Elaboração Própria, 2019.

Ressalva-se que são aqui considerados os níveis equivalentes LAeq para cada período, ou seja, os níveis sonoros médios avaliados por 15 horas (diurno) e 9 horas (noturno); na passagem de cada composição metroriária, os níveis máximos instantâneos de ruído (LASmax) poderão ser de 5 a 10 dB superiores aos níveis de pressão equivalente LAeq.

É importante destacar que no período noturno, a operação do VLT/Monotrilho do Subúrbio só ocorrerá das 22:00h às 00:00h e das 05:00h às 07:00h, ou seja, por um total de 4 horas, correspondendo a 44% do período noturno. Dessa forma, os níveis de pressão equivalentes LAeq reais considerando apenas o período de operação efetivo do empreendimento serão cerca de 3 dB superiores aos níveis indicados nos mapas de ruído noturno.

Observa-se que nos pontos P07 (Escada) e P15 a P20 (entre Baixa do Fiscal e Setúbal), entre Suburbana e Setúbal, no período noturno o ruído decorrente da operação futura do VLT/Monotrilho do Subúrbio será provavelmente superior tanto aos níveis de ruído de fundo atuais quanto ao limite normativo de 50 dB. Deve-se ressaltar que o não atendimento às normas nesses pontos é devido exclusivamente à operação do VLT/Monotrilho do Subúrbio, uma vez que o ruído de fundo nesses locais é bastante baixo, diferente dos outros pontos em que o próprio ruído de fundo já está bastante deteriorado e ultrapassa os limites impostos nas normas consideradas mesmo antes do início da operação. Portanto, recomenda-se o monitoramento do ruído logo no início da operação do empreendimento e caso superem o limite normativo, deverão ser identificadas medidas mitigadoras.

7.5. Glossário

- **LAeq**: Nível de pressão sonora equivalente, com ponderação em frequência A.
- **Lmin**: Valor mínimo de nível de pressão sonora obtido com tempo de integração *Slow*, e ponderação A.
- **Lmax**: Valor máximo de nível de pressão sonora obtido com tempo de integração *Slow*, e ponderação A.
- **L90**: Descritor estatístico que apresenta o valor de nível de pressão sonora excedido em 90% do período de medição.
- **L50**: Descritor estatístico que apresenta o valor de nível de pressão sonora excedido em 50% do período de medição.
- **L10**: Descritor estatístico que apresenta o valor de nível de pressão sonora excedido em 10% do período de medição.

7.6. Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.151: Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral. Rio de Janeiro, 2019.