

# SIMULAÇÃO DO IMPACTO SONORO AMBIENTAL DE UMA NOVA LINHA DE TREM EM SÃO PAULO

Belderrain, Maria Luiza; Montemurro Wanderley; Vaidotas, Rafael.  
CLB Engenharia Consultiva  
[www.clbengenharia.com](http://www.clbengenharia.com)

---

**23ª Semana de Tecnologia Metroferroviária**



# INTRODUÇÃO

---

Este trabalho apresenta o estudo acústico elaborado para uma nova linha de trem – Linha 13 Jade – da CPTM, em construção entre as zonas leste e norte de São Paulo, visando avaliar eventual impacto de ruído – quando em operação – para o seu entorno.

(usar mais de uma linha se necessário)

- Extensão total da Linha: 13 km, unindo a Estação João Goulart (existente, Linha 12 – Safira) até o Aeroporto Internacional de Guarulhos;
- A nova linha inicia-se em superfície (paralela à Linha 12) e depois segue elevada até seu destino final;
- A Linha 13 cortará vias de tráfego pesado além de rodovias como a Hélio Smidt, Presidente Dutra e Ayrton Senna;



# LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO



**Figura 1:** Traçado da linha 13 e pontos de avaliação.

# METODOLOGIA

---

O estudo acústico da Linha 13 compreendeu as tarefas:

- Medições dos níveis de ruído ambiental (pré-existentes) no local do projeto, em 10 pontos de controle, nos períodos diurno e noturno;
  - Modelagem digital da área em torno da Linha 13 (DGM);  
(usar mais de uma linha se necessário)
  - Calibração do modelo digital através das medições de controle;
  - Caracterização dos níveis de ruído do trem, modelo 7000 da CAF;
  - Obtenção dos mapas de ruído na área estudada com a inserção da Linha 13, e verificação das áreas impactadas;
  - Dimensionamento de barreiras acústicas como medida mitigadora;
- 



# MEDIÇÃO DE RUÍDO LOCAL

- As medições ocorreram nos períodos diurno (10:00 às 14:00) e noturno (22:00 às 02:00);
- Amostragens mínimas, em cada ponto, de 10 minutos contínuos, conforme Decisão de Diretoria Cetesb n. 100/2009 e validação através da comparação dos níveis  $L_{Aeq} < 0,5$  dBA;

(usar mais de uma linha se necessário)



**Figura 2:** Medição em frente a estação Engº Goulart.

# MEDIÇÃO DE RUÍDO LOCAL

---



**Figura 3:** Medições na passarela de acesso a USP-Leste.

---

# MEDIÇÃO DE RUÍDO LOCAL

---



**Figura 4:** Medição no câmpus USP-leste.

---



# MEDIÇÃO DE RUÍDO LOCAL

---



**Figura 5:** Medição na Rodovia Hélio Smidt.

---



# MEDIÇÃO DE RUÍDO LOCAL

---



**Figura 6:** Medição no posto de combustível ALE, ao lado do Hospital de Guarulhos.

---

# MEDIÇÃO DE RUÍDO LOCAL

---



**Figura 7:** Medição lateral ao Edifício Garagem, próximo à entrada do estacionamento.

---

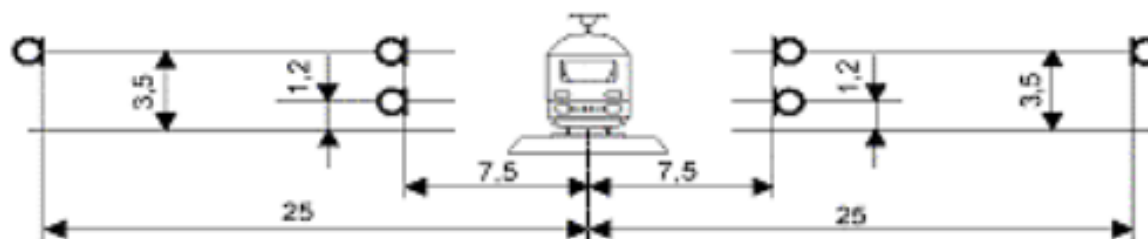
=====

---



# CARACTERIZAÇÃO DA FONTE EMISSORA

- As medições sonoras ocorreram na estação Ceasa (Linha 9 – ESMERALDA), com trens CAF 7000 trafegando para Osasco ou Grajaú;
- Período de medição contínuo de 1,5 hora, com várias passagens de trens em sequência, com intervalos ~de 6 minutos entre trens.
- Foram analisadas 15 passagens válidas, sendo 8 no sentido Grajaú, 5 no sentido Osasco e 2 em ambos os sentidos.



**Figura 8:** Medições para caracterização do trem CAF 7000, de acordo com ISO 3095:2013.

# CARACTERIZAÇÃO DA FONTE EMISSORA

---



**Figura 9:** Medições para caracterização do trem CAF 7000.

---

# CARACTERIZAÇÃO DA FONTE EMISSORA

Passagens de trens (CAF 7000) válidas: estação Ceasa – L9

| Nº Passagem | Nº do carro | Horário de passagem | Sentido        | Svan (S) - 1,5m de altura | Larson Davis (LD) - 3,5m de altura | Diferença (S - LD) - Média: ~2,1 dBA |
|-------------|-------------|---------------------|----------------|---------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| 1           | -           | 07:28:29            | Grajaú         | 81,2                      | 80,9                               | 0,3                                  |
| 2           | 7087        | 07:32:00            | Grajaú         | 80,7                      | 80,5                               | 0,2                                  |
| 4           | -           | 07:39:59            | Grajaú         | 81,1                      | 80,5                               | 0,6                                  |
| 7           | -           | 07:47:09            | Grajaú         | 81,2                      | 80,2                               | 1,0                                  |
| 8*          | 7524        | 07:49:08            | Osasco**       | 78,3                      | 76,2                               | 2,1                                  |
| 9           | 7514        | 07:55:31            | Grajaú         | 81,4                      | 80,1                               | 1,3                                  |
| <b>10</b>   | <b>7519</b> | <b>08:01:21</b>     | <b>2 trens</b> | <b>86,6</b>               | <b>83,3</b>                        | <b>3,3</b>                           |
| <b>11</b>   | <b>-</b>    | <b>08:08:34</b>     | <b>2trens</b>  | <b>88,1</b>               | <b>84,1</b>                        | <b>4,0</b>                           |
| 12          | 7115        | 08:13:40            | Grajaú         | 81,2                      | 80,3                               | 0,9                                  |
| 13          | -           | 08:18:16            | Osasco**       | 84,6                      | 79,3                               | 5,3                                  |
| 14          | 7524        | 08:20:03            | Grajaú         | 81,4                      | 80,4                               | 1,0                                  |
| 15          | 7063        | 08:26:12            | Osasco**       | 84,3                      | 80,5                               | 3,8                                  |
| 16          | -           | 08:27:19            | Grajaú         | 81,3                      | 80,0                               | 1,3                                  |
| 17          | 7528        | 08:32:33            | Osasco**       | 85,1                      | 81,4                               | 3,7                                  |
| 18          | 7501        | 08:37:44            | Osasco**       | 84,9                      | 81,6                               | 3,3                                  |

**Tabela 2:** Níveis médios de pressão sonora:  
altura: 1,5 m – LAeq = 82,8 dBA; altura 3,5 m – LAeq = 80,6 dBA



# MODELAGEM DIGITAL

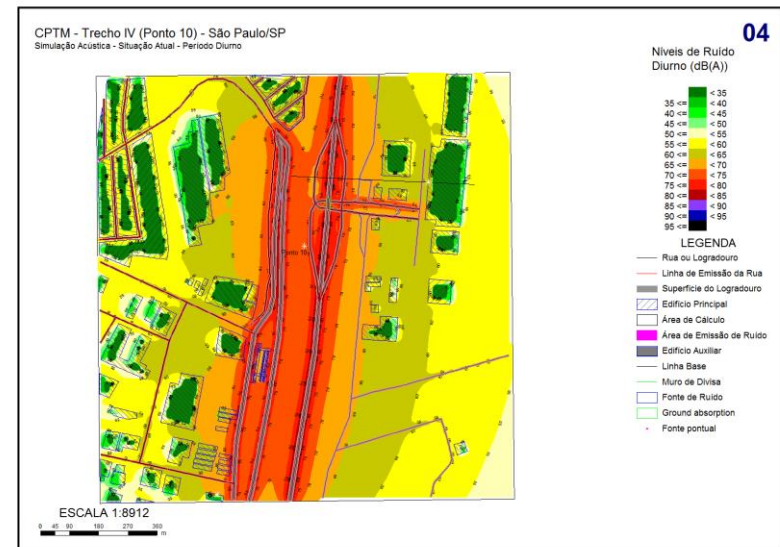
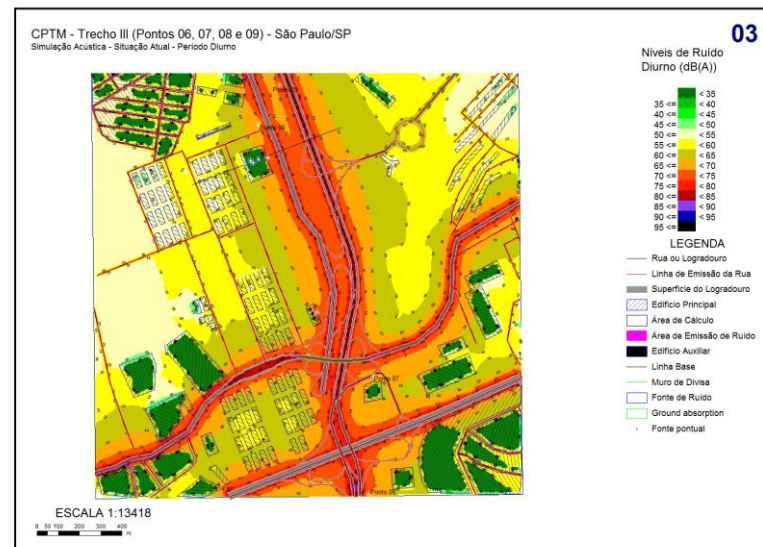
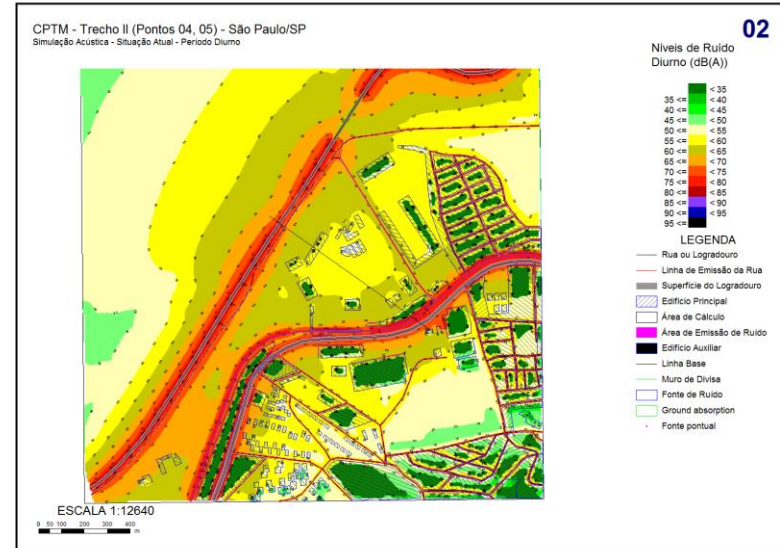
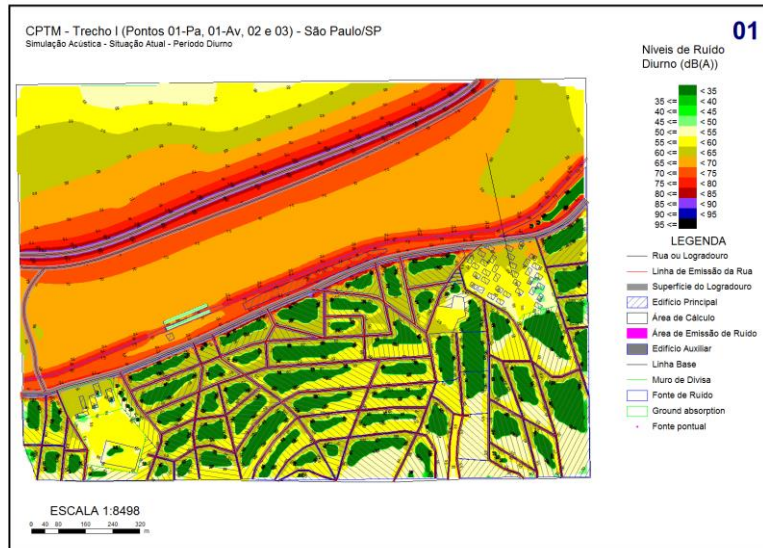
---

Elaboração do modelo digital, através do Software **SoundPLAN**, contendo os elementos físicos da área de estudo, tais como: vias de tráfego, vias ferroviárias, edificações de diversos usos, muros, vegetação, viadutos, entre outros. Foram modeladas quatro situações:

- Situação Atual 0 – condição existente, sem Linha 13 - JADE
- Situação Futura 1 – com o tráfego viário e a Linha 13 – JADE
- Situação Futura 2 – sem o tráfego viário e a Linha 13 – JADE
- Situação Futura com Barreiras – idem 2 mais medida mitigadora

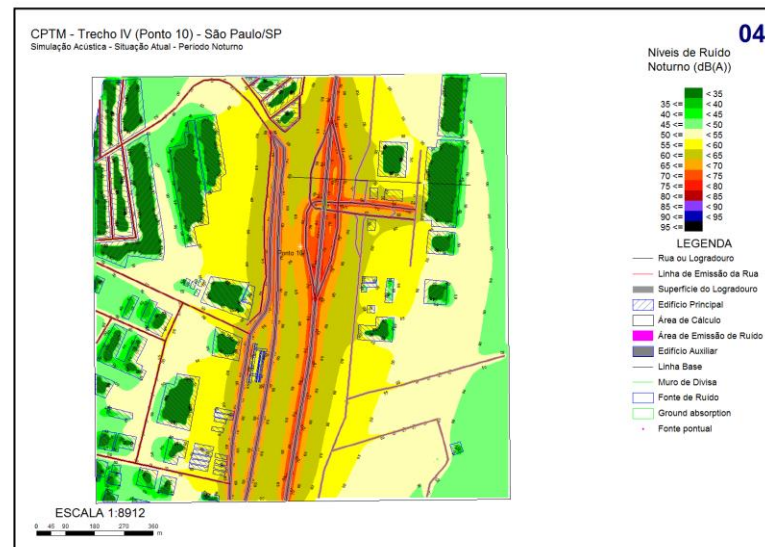
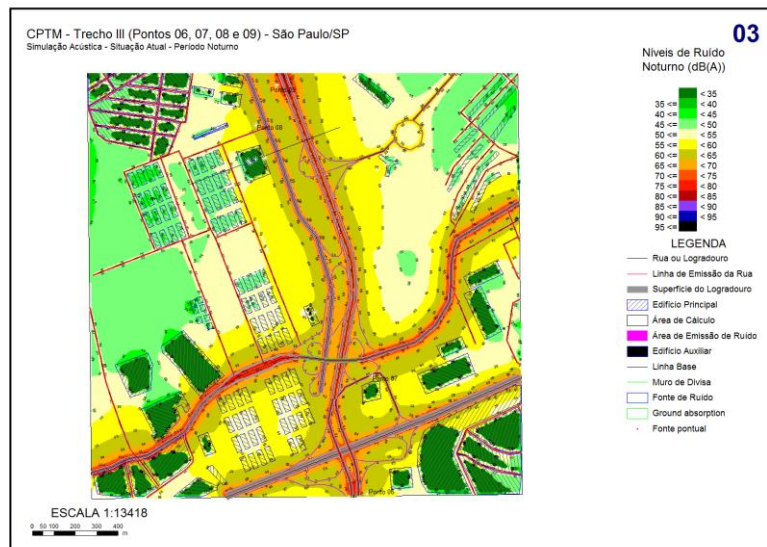
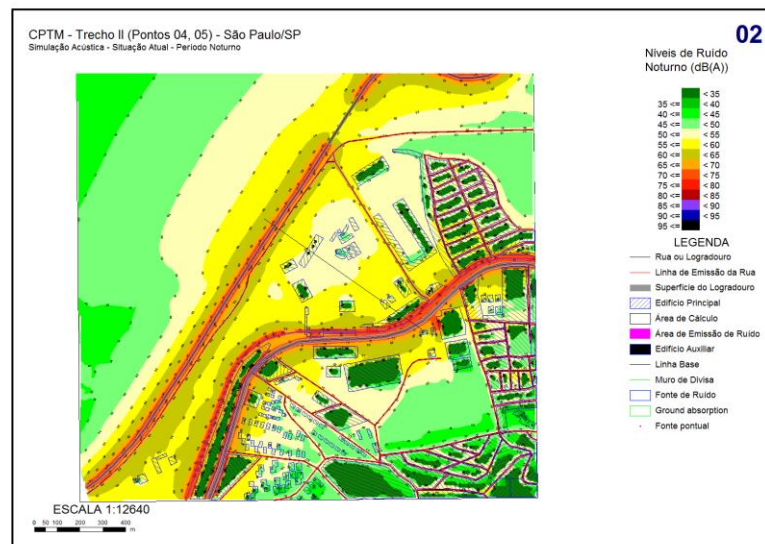
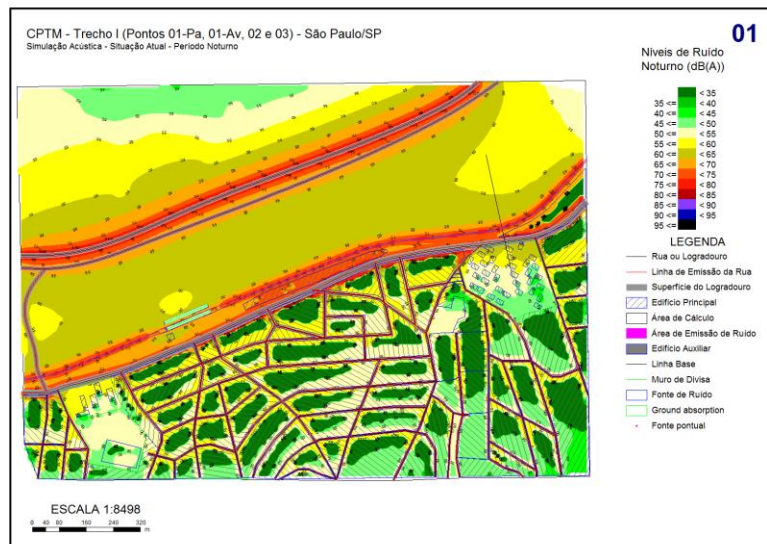


# SITUAÇÃO ATUAL



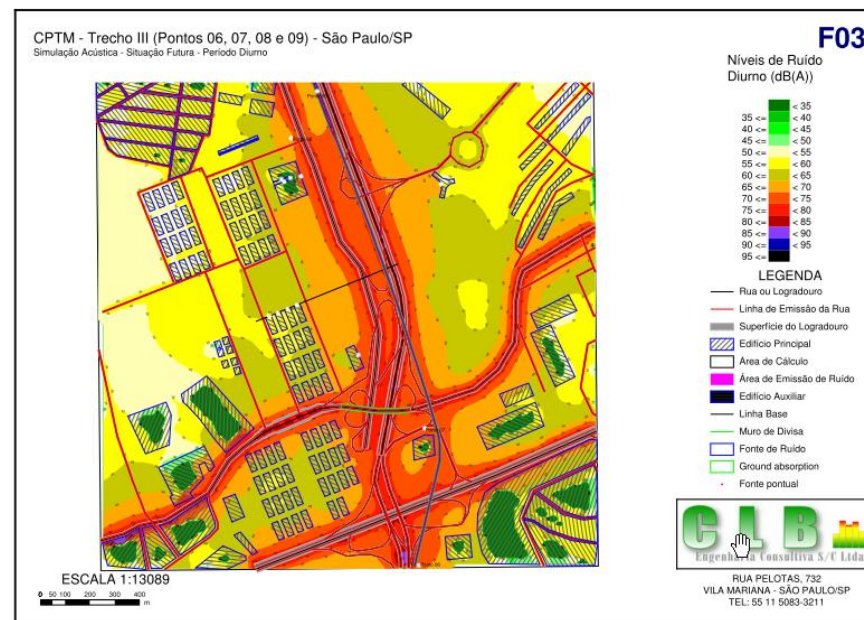
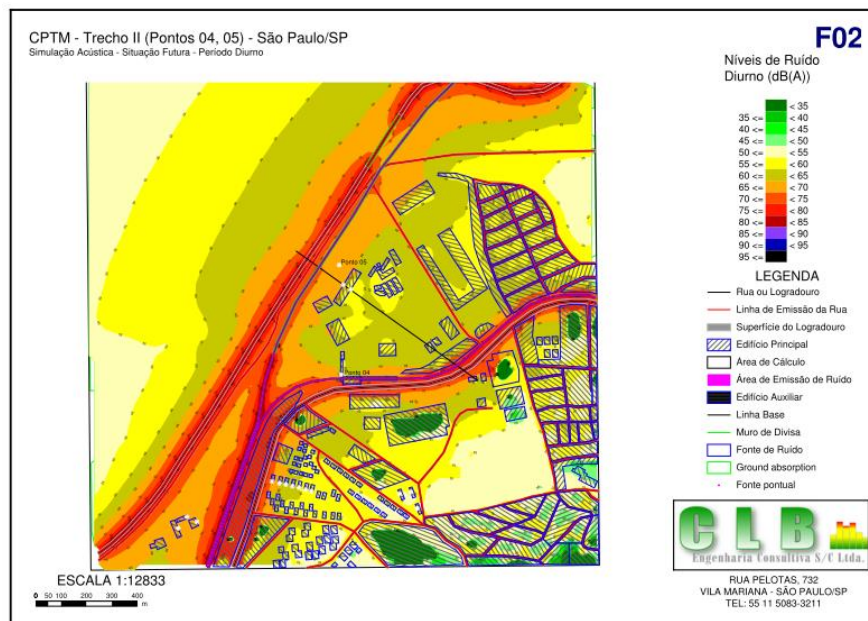
**Imagem 10:** Modelagem situação atual, sem a linha 13, período diurno.

# SITUAÇÃO ATUAL



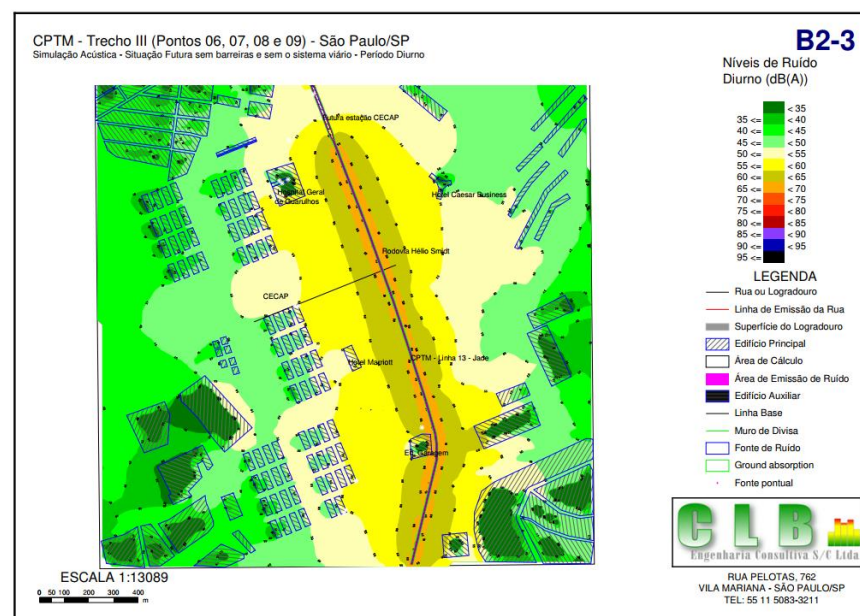
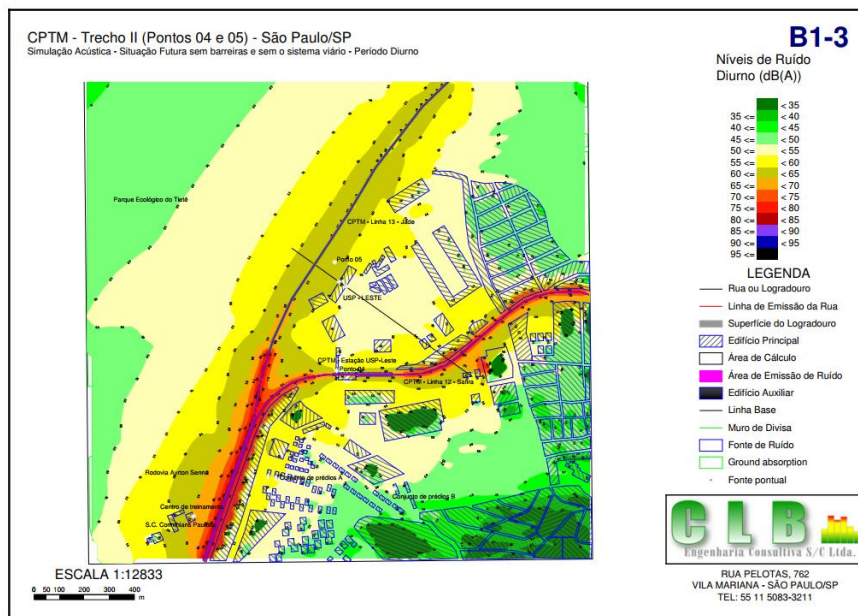
**Imagem 11:** Modelagem situação atual, sem a linha 13, período noturno.

# SITUAÇÃO FUTURA – TRECHOS II E III COM VIÁRIO + L13 SEM BARREIRAS



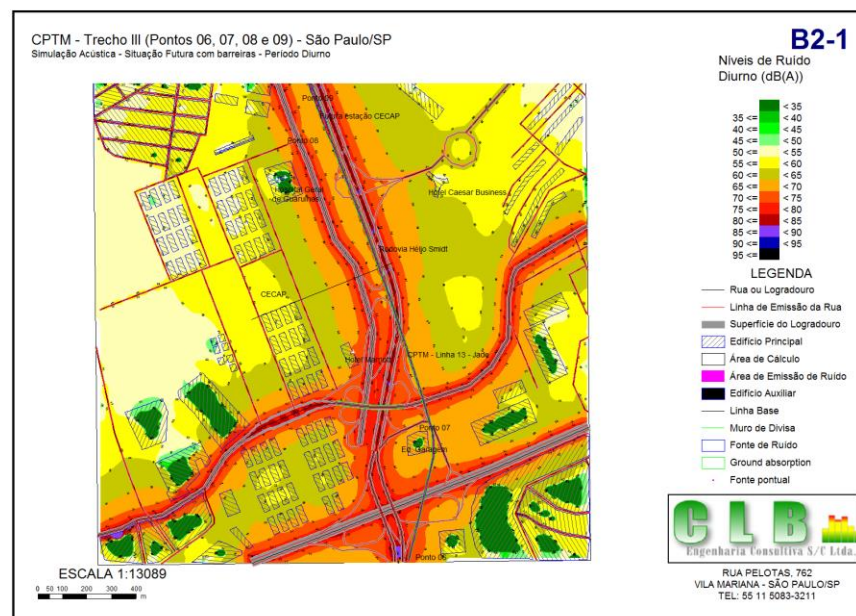
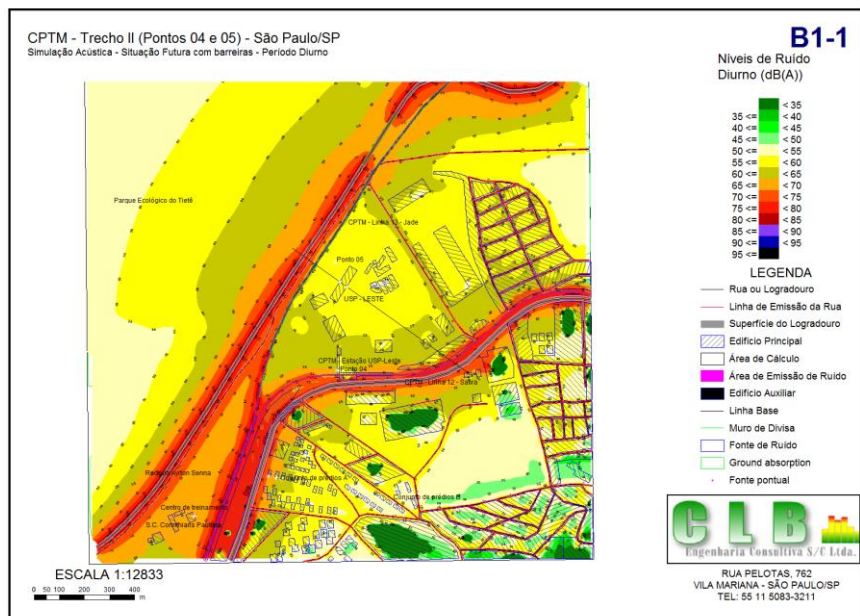
**Imagem 12:** Modelagem da situação futura, com viário e sem barreira, trechos II e III, período diurno.

# SITUAÇÃO FUTURA – TRECHOS II E III SEM VIÁRIO + L13 SEM BARREIRAS



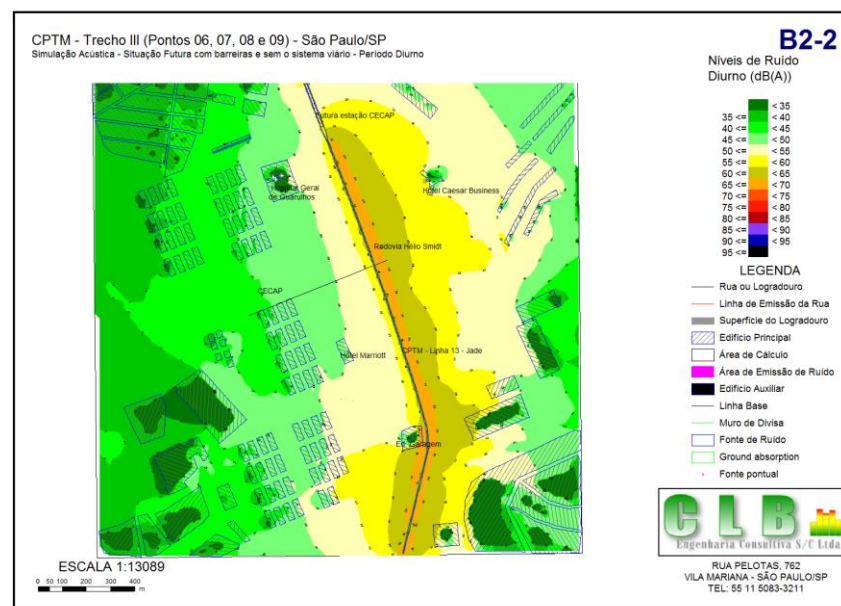
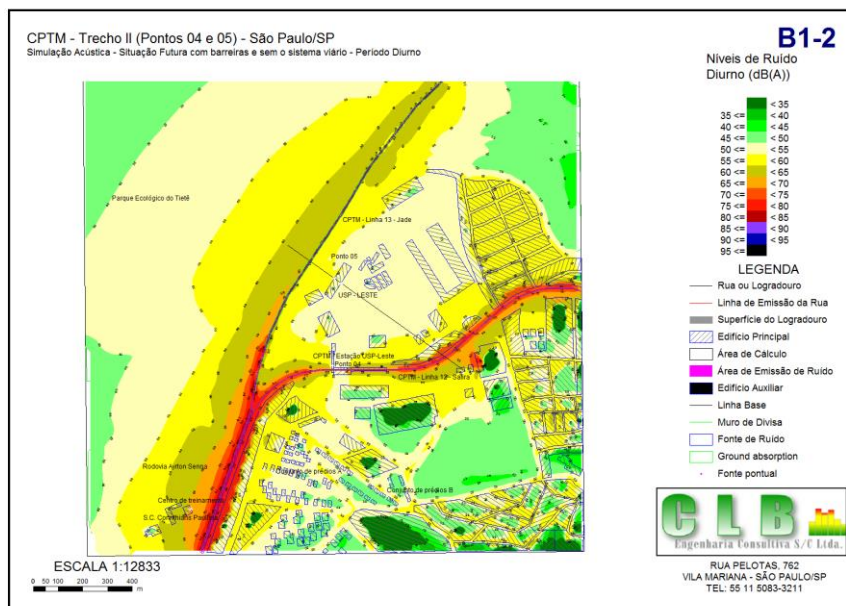
**Imagem 13:** Modelagem da situação futura, sem viário e sem barreira, trechos II e III, período diurno.

# SITUAÇÃO FUTURA – TRECHOS II E III COM VIÁRIO + L13 COM BARREIRAS



**Imagem 14:** Modelagem da situação futura, com barreiras acústicas e com viário, período diurno.

# SITUAÇÃO FUTURA – TRECHOS II E III SEM VIÁRIO + L13 COM BARREIRAS



**Imagem 15:** Modelagem da situação futura, com barreiras acústicas e sem viário, período diurno.

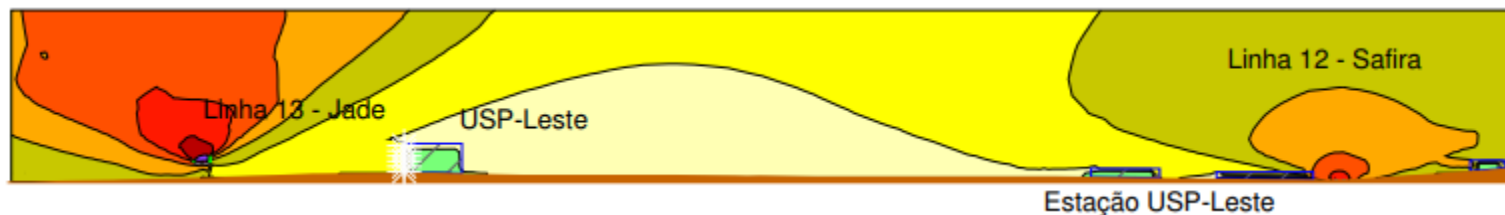
# SITUAÇÃO FUTURA – TRECHO II

## CORTES TRANSVERSAIS

---



**Imagem 16:** Corte Transversal no Campus da USP-Leste. Situação Futura apenas com o trem - Período Diurno

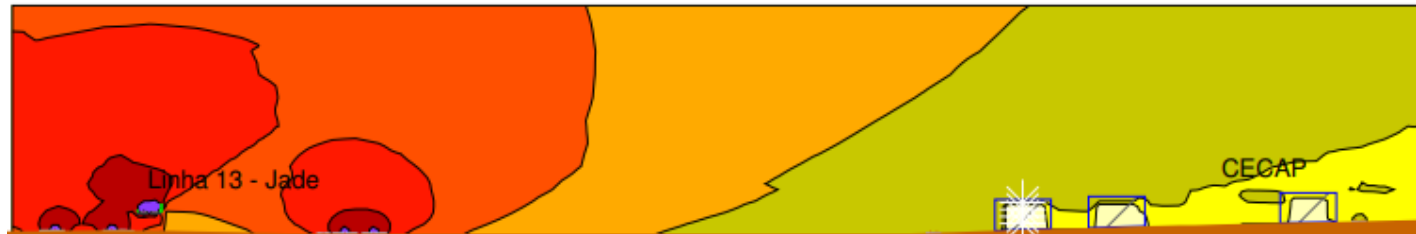


**Imagem 17:** Corte Transversal no Campus da USP-Leste. Situação Futura com o trem e com barreira acústica - Período Diurno

# SITUAÇÃO FUTURA – TRECHO III

## CORTES TRANSVERSAIS

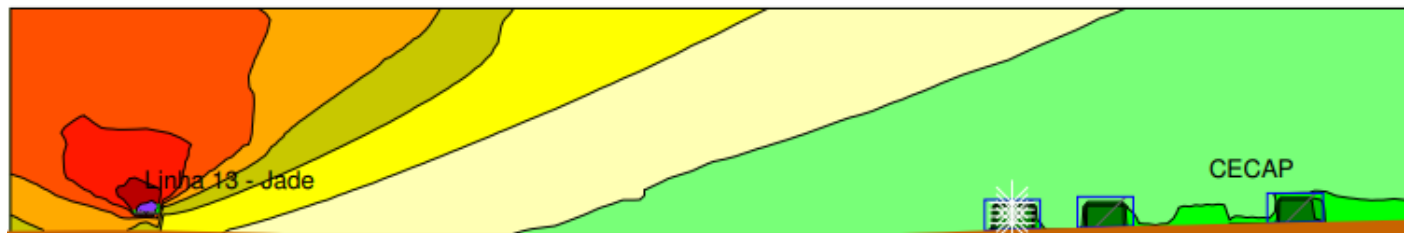
---



Rodovia Hélio Smidt

Av. Marginal do Rio Baquirivu

**Imagem 18:** Corte Transversal no conjunto residencial CECAP - Situação Futura com trem e barreira acústica + viário - Período Diurno



**Imagem 19:** Corte Transversal no conjunto residencial CECAP - Situação Futura, apenas com trem e com barreira acústica - Período Diurno



**Imagem 20:** Corte Transversal no conjunto residencial CECAP - Situação Futura, apenas com trem e sem barreira acústica - Período Diurno

# COMPARAÇÃO NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA ENTRE CONDIÇÕES SIMULADAS

| Níveis de Pressão Sonora Simulados com Tráfego Viário |                  |       |                 |                 |                            |                                         |                                    |
|-------------------------------------------------------|------------------|-------|-----------------|-----------------|----------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------|
| Trecho                                                | Edificação       | Andar | Vias de tráfego | Apenas Linha 13 | Vias de tráfego + Linha 13 | Vias de tráfego + Linha 13 com barreira | Variação do Leq com e sem barreira |
| 2                                                     | USP Leste –      | 1º    | 59,7            | 58,3            | 62,0                       | 56,2                                    | -5,8                               |
|                                                       | Fachada frontal  | 5º    | 63,2            | 60,9            | 65,2                       | 59,2                                    | -6,0                               |
|                                                       | USP Leste –      | 1º    | 54,7            | 48,7            | 55,1                       | 54,3                                    | -0,8                               |
|                                                       | Fachada traseira | 5º    | 55,9            | 52,0            | 56,9                       | 56,2                                    | -0,7                               |
| 3                                                     | Hospital –       | 2º    | 64,8            | 55,2            | 64,9                       | 63,4                                    | -1,5                               |
|                                                       | fachada frontal  | 9º    | 69,0            | 57,0            | 69,1                       | 68,4                                    | -0,7                               |
|                                                       | CECAP (Edifício  | 1º    | 58,3            | 50,7            | 58,8                       | 56,9                                    | -1,9                               |
|                                                       | 35)              | 3º    | 59,0            | 51,6            | 59,5                       | 57,7                                    | -1,8                               |

**Tabela 3:** Níveis de pressão sonora simulados, dBA, em receptores baixos e elevados. Trechos 2 e 3 – Considerando o tráfego viário.



# COMPARAÇÃO NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA ENTRE CONDIÇÕES SIMULADAS

| Níveis de Pressão Sonora Simulados sem Tráfego Viário |                  |           |                 |                              |                                    |
|-------------------------------------------------------|------------------|-----------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|
| Trecho                                                | Edificação       | Pavimento | Apenas Linha 13 | Apenas Linha 13 com barreira | Variação do Leq com e sem barreira |
| 2                                                     | USP Leste –      | 1°        | 58,3            | 52,5                         | -5,8                               |
|                                                       | Fachada frontal  | 5°        | 60,9            | 53,3                         | -7,6                               |
|                                                       | USP Leste –      | 1°        | 48,7            | 47,7                         | -1,0                               |
|                                                       | Fachada traseira | 5°        | 52,0            | 50,6                         | -1,4                               |
| 3                                                     | Hospital –       | 2°        | 55,2            | 48,0                         | -7,2                               |
|                                                       | fachada frontal  | 9°        | 57,0            | 49,6                         | -7,4                               |
|                                                       | CECAP (Edifício  | 1°        | 50,7            | 43,1                         | -7,6                               |
|                                                       | 35)              | 3°        | 51,6            | 45,6                         | -6,0                               |

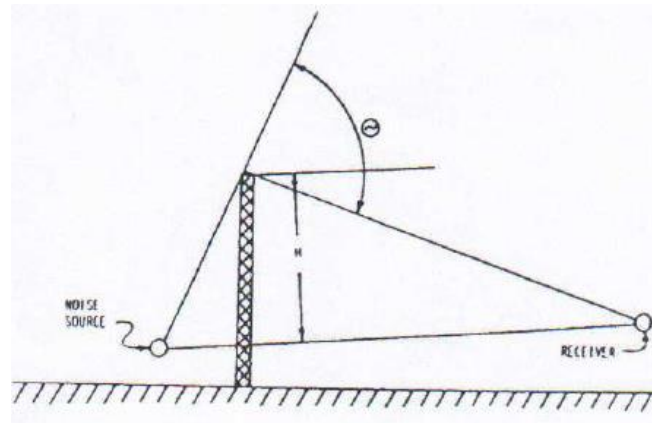
**Tabela 4:** Níveis de pressão sonora simulados, dBA, em receptores baixos e elevados. Trechos 2 e 3 – Desconsiderando o tráfego viário.



# BARREIRA ACÚSTICA

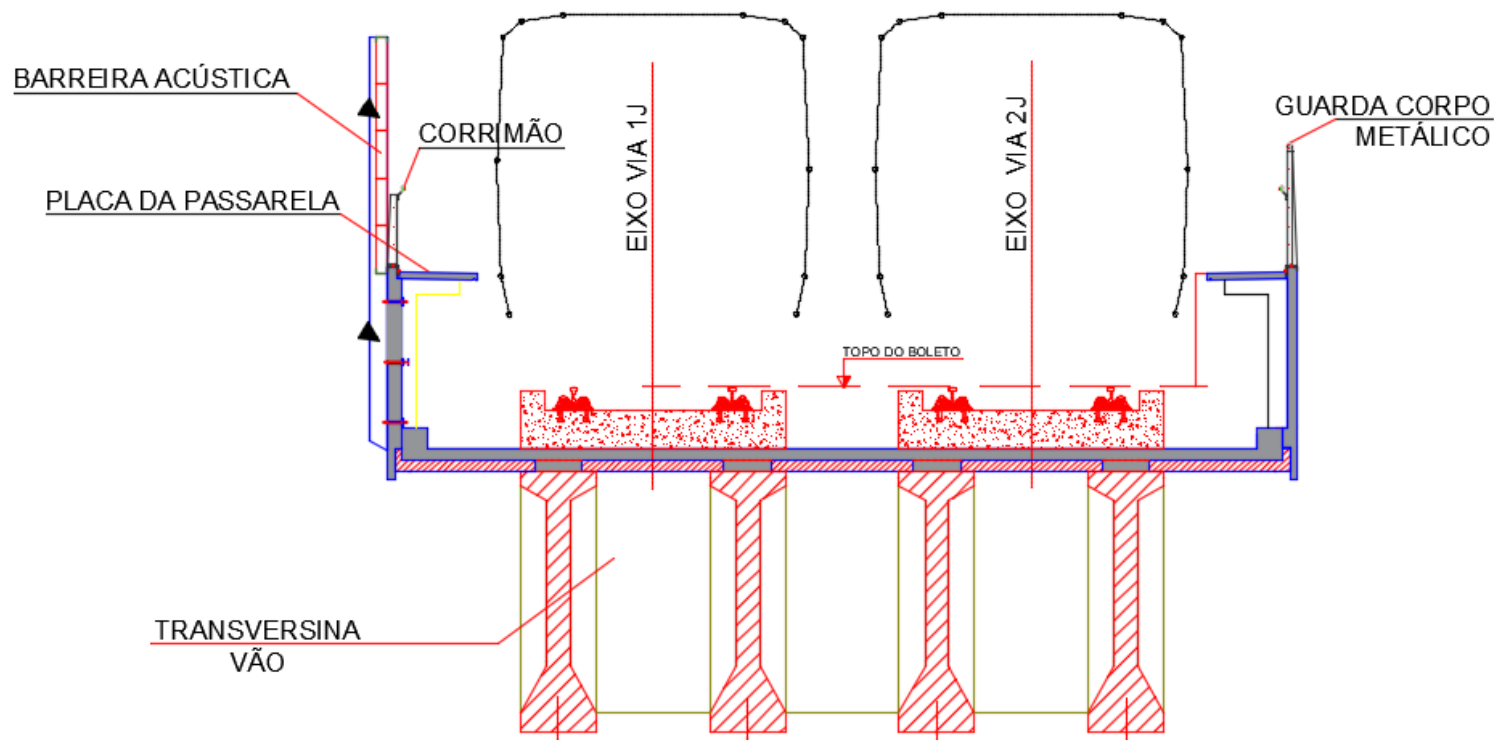
---

O estudo sonoro determinou os receptores sensíveis aos ruídos emitidos pela linha 13 – JADE, que estão localizados nos trechos II e III, principalmente em pontos elevados. Assim, foi possível adotar medidas mitigadoras, como a implantação de barreiras acústicas.



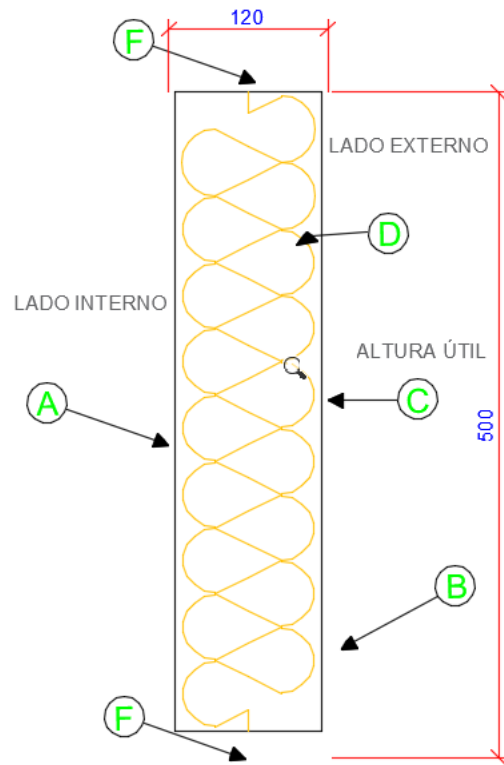
**Imagem 20:** Teoria da difração acústica em barreiras, em relação ao posicionamento da fonte e do receptor.

# BARREIRA ACÚSTICA



**Imagem 21:** Corte transversal da linha 13.

# BARREIRA ACÚSTICA



## ESPECIFICAÇÕES:

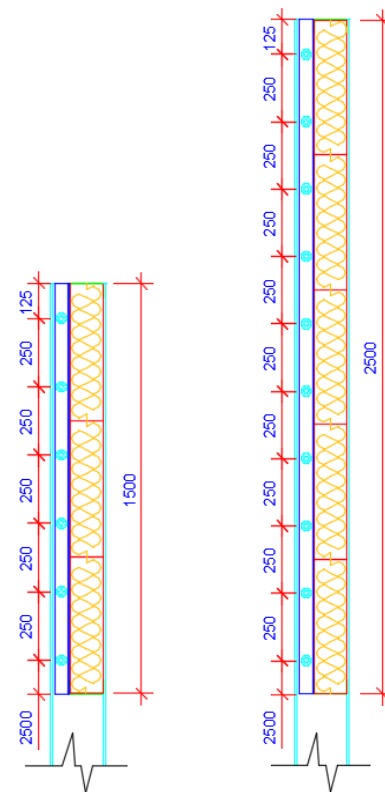
- A** - CHAPA GALVANIZADA PINTADA, MICROPERFURADA ESPESSURA DE 0,7 A 1,5MM.
- B** - CHAPA GALVANIZADA PINTADA, LISA ESPESSURA DE 0,7 A 1,5MM.
- C** - PINTURA A PÓ COR CINZA
- D** - LÃ DE ROCHA - 90KG/M<sup>3</sup>
- E** - DIMENSÕES:
  - ESPESSURA: 120 mm
  - ALTURA ÚTIL: 500 mm
  - COMPRIMENTO: CONFORME MODULAÇÃO, PODENDO ATINGIR 3000 mm.
- F** - ENCAIXE SISTEMA MACHO/FÊMEA (SEM A NECESSIDADE DE PARAFUSO OU OUTRO TIPO DE FIXAÇÃO ENTRE PAINÉIS.)

Imagem 22: Detalhe do painel acústico.

# BARREIRA ACÚSTICA

| Disposição das Barreiras |                    |                   |
|--------------------------|--------------------|-------------------|
| Extensão                 | Altura da Barreira | Receptor próximo  |
| 2191,6 m                 | 1,5 m              | USP-Leste e CECAP |
| 181,96 m                 | 2,5 m              | CECAP             |

**Tabela 5:** Disposição das barreiras nos trechos II e III



**Imagem 23:** Detalhe do painel acústico, de 1,5m e 2,5m.

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

- O estudo de simulação sonora ambiental permitiu a análise integrada da região, demonstrando que o nível de ruído ambiente – função do tráfego viário – é elevado e preponderante em relação ao nível de ruído que será emitido pela linha 13 - Jade.
- A operação da linha 13 - Jade revela algum impacto sonoro para receptores próximos (USP Leste, Hospital de Guarulhos e CECAP), nos trechos II e III do traçado – em que a mesma é elevada.
- A medida mitigadora que se apresenta é a inserção de barreiras acústicas de 1,50 m a 2,50 m em parte desses trechos.



# REFERÊNCIAS

---

ABNT, NBR 10.151 / 2.000 *"Níveis de Ruído em Áreas Habitadas visando o Conforto da Comunidade"*.

CETESB, *"Decisão de Diretoria n. 389/2010"* de 21/12/2010.

CETESB, *"Decisão de Diretoria n. 100/2009"* de 19/05/2009.

ISO 3095 / 2013 *"Railway Applications – Acoustics – Measurement of noise emitted by railbound vehicles"*.

BERANEK, Leo – Noise and Vibration Control – Chapter 7: Sound Propagation Outdoors – McGraw Hill Book Company – 1971.



# SIMULAÇÃO DO IMPACTO SONORO AMBIENTAL DE UMA NOVA LINHA DE TREM EM SÃO PAULO

Belderrain, Maria Luiza; Montemurro Wanderley; Vaidotas, Rafael.  
CLB Engenharia Consultiva  
[www.clbengenharia.com](http://www.clbengenharia.com)

Agradecemos à CPTM e ao Consórcio EPC (Engevix, Planservi e Concremat), pela oportunidade de apresentar o Estudo Acústico da Linha 13 – Jade.

---

**23ª Semana de Tecnologia Metroferroviária**

