

## **ALTERNATIVAS DE CONTROLE DE RUÍDO PARA ESTAÇÃO VENDA NOVA – BH, MG.**

**Victor M. Valadares (1); Marco Antônio M. Vecci (2)**

(1) UFMG - Escola de Arquitetura. – Depto de Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo - Labcon  
Rua Paraíba, 697, Funcionários, Belo Horizonte, CEP – 30.130-140,  
Fone: 0xx31-3269-1823; Fax: 0xx31-3269-1818

e-mail: [vmvm@dedalus.lcc.ufmg.br](mailto:vmvm@dedalus.lcc.ufmg.br) ou [vecci@dedalus.lcc.ufmg.br](mailto:vecci@dedalus.lcc.ufmg.br)

(2) UFMG - Escola de Engenharia. – Depto de Engenharia de Estruturas - Ladae  
Av. do Contorno, 842, Centro, Belo Horizonte, CEP –30110-060,  
Fone: 0xx31-3238-1993; Fax: 0xx31-3238-1973

### **RESUMO**

Uma proposição de 3 alternativas de controle de ruído para a Estação Venda Nova em Belo Horizonte – MG, é apresentada nesse trabalho. No estudo de proposição dessas recorreu-se a simulações computacionais no Programa Sound Plan. Tais alternativas enfocaram ora o controle na fonte, ora o controle no receptor, havendo uma alternativa intermediária atuando em ambos. Como era de se esperar, pelos princípios de controle de ruído, a alternativa que se concentrou na fonte sonora mostrou-se mais eficaz.

### **ABSTRACT**

This paper presents 3 choices to noise control in Venda Nova Bus Station in Belo Horizonte City, Brazil. Sound Plan software was used to aid the work. The choices on noise control focused on source, receiver and both. It was verified, from the noise control principles, that the choice based on noise source control is more efficiency than the others.

### **1. INTRODUÇÃO**

Este trabalho consiste de uma sinopse de três alternativas de controle ruído propostas para a Estação Venda Nova, e Belo Horizonte – MG, a qual faz parte do Plano de Reestruturação do Sistema de Transporte Coletivo de Belo Horizonte, desenvolvido pela Empresa de Transporte e Trânsito de Belo Horizonte S. A. – BHTRANS. As alternativas são comentadas e comparadas entre si, sendo sugerida aquela considerada mais conveniente para a situação.

O essencial da metodologia e resultado da análise de impacto ambiental acústico causado pela inserção desse tipo de equipamento comunitário no ambiente urbano, em termos da situação mais crítica de imissão sonora na área de influência considerada é apresentado. Em seguida, são apresentados os quadros sínteses para comparação das alternativas de controle de ruído. Concluindo, apresentam-se considerações finais relevantes desse trabalho, que orientou a tomada de decisão da BHTRANS para melhoria das condições de imissão sonora da comunidade lindeira à Estação Venda Nova.

### **2. SÍNTESE DO MÉTODO E ANÁLISE DE IMPACTO AMBIENTAL ACÚSTICO**

A partir de um levantamento de descritores de ruído ambiental, observando-se procedimentos de normas ABNT, ISO e ANSI, em uma matriz de 56 pontos, distribuídos em uma área de 2,05 hm<sup>2</sup> fez-se uma

caracterização acústica na área de influência da Estação. O  $L_{Aeq}$  foi apresentado em termos de um valor único consistindo de uma média no tempo e no espaço, assim como em termos de uma distribuição no espaço através de mapas acústicos (Figuras 1 e 2), baseados nos pontos da matriz, durante o horário previsto para o pico da manhã e da tarde durante nos quais foram coletados os níveis de pressão sonora durante 20 segundos por ponto. A partir de uma análise do entorno, implantação e operação da Estação Venda Nova, identificando as características relevantes do local influentes na emissão e imissão acústicas, concluiu-se que:

- ❖ em termos dos aspectos de emissão acústica, concluiu-se que *o movimento de saída dos ônibus pela rampa e com a circulação periférica pelas ruas Apatita e Farmacêutico Raul Machado, associado à ausência de barreiras acústicas no perímetro da Estação, principalmente, são os principais aspectos influentes nos níveis de ruído de emitidos por esse equipamento na vizinhança*, o que foi evidenciado nos resultados dos mapas sonoros resultantes de medições acústicas. Observou-se uma a variação do  $L_{Aeq}$  global de 13 dB(A) entre a situação anterior e posterior à existência da estação, em uma malha de 16 pontos envolvendo-a completamente.
- ❖ em termos dos aspectos de imissão acústica, concluiu-se que *nas edificações de uso residencial situadas nos lotes cujas testadas estão voltadas para o quarteirão onde a estação está implantada, as condições de aceitabilidade de exposição sonora passaram de normalmente aceitável (Estação fora de operação) para claramente inaceitável (Estação em operação)*, conforme o critério de análise no método norte-americano do Departamento de Desenvolvimento Urbano e da Habitação DHU/EUA. A audibilidade do ruído ambiental do local aumentou 3,5 vezes sua magnitude. Aumentos da ordem de 11 dB(A) foram verificados pontualmente, nas ruas Antônio Rodrigues Froes, Água Marinha, Farmacêutico Raul Machado e Padre Pedro Pinto, havendo uma elevação nos níveis sonoros na área de seu entorno imediato, chegando a cerca de 11 dB(A) acima do nível sonoro preconizado para a área conforme a legislação ambiental.

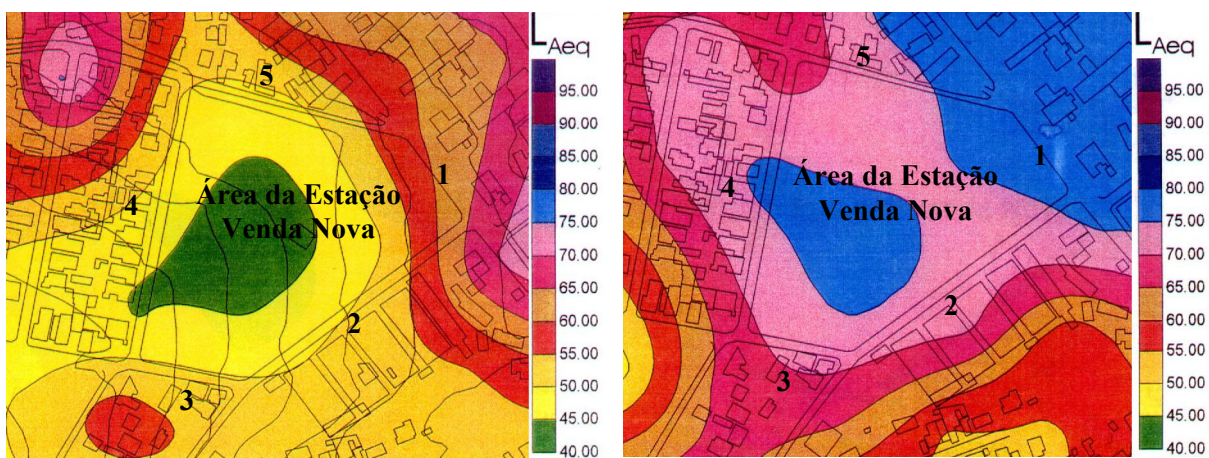


Fig.1.a

Fig.1.b

**Figura 1 – Ruído ambiental antes (Fig.1.a) e após (Fig.1.b) a inserção da Estação Venda Nova. Os valores 1, 2, 3, 4 e 5 referem-se às vias periféricas à estação, R. Padre P. Pinto, R. Farmacêutico Raul Machado, R. Água Marinha, R. Apatita e R. Antônio R. Froes, respectivamente.**

### 3. A ESTAÇÃO VENDA NOVA COMO UM ESTUDO DE CASO

As Tabelas 1, 2 e 3 descrevem objetivamente as alternativas propostas para controle de ruído na Estação Venda Nova. Além de uma coluna de identificação da alternativa em referência, são apresentadas mais cinco colunas contendo informações relativas às medidas necessárias para implementação da alternativa, suas vantagens, desvantagens, benefícios e custo estimado.

**Tabela 1 – Características da Alternativa de Controle de Ruído I – Ações Concentradas na Estação**

ALTERNATIVA DE CONTROLE DO RUÍDO	MEDIDAS PARA IMPLEMENTAÇÃO	VANTAGENS	DESVANTAGENS	BENEFÍCIOS	CUSTO ESTIMADO DE IMPLEMENTAÇÃO	
I – Ênfase no Controle na Emissão Acústica.	Adaptação da atual entrada dos ônibus na EVN, incorporando-a a função saída, concentrando os movimentos pela Rua Antônio Rodrigues Froes. Adaptação dos muros de 6 edifícios no quarteirão da Rua Antônio Rodrigues Froes em frente a EVN.	Retira a circulação de ônibus nas ruas Apatita e F. Raul Machado, onde se encontra a comunidade sujeita ao maior impacto de exposição sonora. Em controle de ruído, na trilogia Fonte-Transmissão-Receptor, a alternativa atua na fonte, que é o mais recomendado.	Modifica a condição originalmente prevista de saída dos ônibus da EVN.	Atendimento à Legislação Barreiras Acústicas: 10.152.	Até 65 dB(A) dentro dos limites reais da propriedade onde há incômodo. 45 dB(A), nos dormitórios, a 50 dB(A) na sala de estar.	R\$ 462.324,00
	Construção de Barreiras Acústicas no perímetro EVN, em seu domínio.	Mínimo de interferência na comunidade limdeira.	-	-	TOTAL : R\$ 591.924,00	
	Aplicação de jateamento de material absorvedor acústico sob as coberturas das Plataformas de Embarque e Desembarque, gerando um redução no ruído interno da EVN em torno de 3 dB, no mínimo	Mantém a movimentação dos veículos de acesso, saída e manobra em nível evitando o uso da rampa na saída.	-	-	-	
	-	Modifica as condições de aceitabilidade de exposição sonora ao ruído, resgatando a situação original de “Normalmente Aceitável”.	-	-	-	
	-	Cria condições aceitáveis de conforto acústico tanto no exterior das edificações, onde se registra incômodos em relação ao ruído (dentro dos limites reais das respectivas propriedades), como no interior das edificações.	-	-	-	

**Tabela 2 – Características da Alternativa de Controle de Ruído II – Ações Concentradas nas Residências da Comunidade Lindeira à Estação**

ALTERNATIVA DE CONTROLE DO RUÍDO	MEDIDAS PARA IMPLEMENTAÇÃO	VANTAGENS	DESVANTAGENS	BENEFÍCIOS	CUSTO ESTIMADO DE IMPLEMENTAÇÃO
II – Ênfase no Controle na Imissão.	Substituição e modificação de elementos da edificação, tais como as esquadrias (portas, janelas, portões), e muros, para melhoria do desempenho acústico de isolamento sonoro.	Mantém as condições de operação da EVN em termos dos movimentos dos ônibus, originalmente conforme previsto.	Não modifica as condições de aceitabilidade de exposição sonora 10.152.	Atendimento à NBR – Acústicas / Muros:	R\$ 685.956,00
-	-	Não implementa nenhuma modificação construtiva na EVN.	Exigindo instalações de aparelhos de condicionamento de ar em edificações, implicando no aumento de consumo de energia elétrica.	Níveis sonoros entre 66 dB(A) e 72 dB(A) dentro dos limites reais da propriedade. Nível sonoro de 45 dB(A), nos dormitórios, e 50 dB(A) nas salas de estar.	R\$ 129.600,00
-	-	-	Interferência máxima na comunidade	Janelas Acústicas	R\$ 191.250,00
-	-	-	Em controle de ruído, na trilogia Fonte-Transmissão-Receptor, a alternativa atua no receptor, que é o menos recomendado.	TOTAL	R\$ 1.006.806,00
-	-	-	Nem todas as residências periféricas à EVN possuem muros em suas testadas de lote, sendo que nestas situações as esquadrias deverão ter capacidade de isolamento sonoro superior aos demais casos em torno de 10 dB.	-	-
-	-	-	Condições aceitáveis de conforto acústico limitadas ao interior das edificações.	-	-

**Figura 3 – Características da Alternativa de Controle de Ruído III – Ações tanto na Estação como na Comunidade Lindeira à Estação**

ALTERNATIVA DE CONTROLE DA RUÍDO	MEDIDAS PARA IMPLEMENTAÇÃO	VANTAGENS	DESVANTAGENS	BENEFÍCIOS	CUSTO ESTIMADO DE IMPLEMENTAÇÃO
III – Controle Parcial da Emissão e Imissão Acústicas.	Adaptação dos muros de todas as edificações periféricas ao quarteirão da EVN.	Manter a movimentação originalmente prevista dos ônibus em termos de acesso, saída e manobra na EVN.	Não reduz a circulação de ônibus nas vias periféricas à EVN, o que não possibilita resgatar as condições de aceitabilidade de exposição sonora antes da EVN entrar em operação.	Atendimento parcial da Barreiras Acústicas: Legislação Municipal e N BR 10.152 .	R\$ 678.324,00
	Construção de Barreiras Acústicas no perímetro das EVN, em seu domínio.	Em controle de ruído, na trilogia Fonte-Transmissão-Receptor, a alternativa atua entre a fonte e o receptor, o que é admissível.	Interferência intermediária na comunidade lindeira.	Intervalos de níveis sonoros de 60 dB(A) a 76 dB(A) predominantemente no ambiente externo. Predominantemente será atendido o critério de 45 dB(A), nos dormitórios, e 50 dB(A) na sala de estar.	R\$ 129.600,00
	Construção de atenuador acústico semicilíndrico na rampa de saída dos ônibus	Modifica as condições de exposição sonora ao ruído, passando para a transição da situação de “Normalmente Inaceitável” para Normalmente Aceitável” <sup>164</sup> .			
	Aplicação de jateamento de material absorvedor acústico sob as coberturas das Plataformas de Embarque e Desembarque, gerando um redução no ruído interno da EVN em torno de 3 dB, no mínimo				
<b>TOTAL :</b>					<b>R\$ 807.924,00</b>



Foram feitas simulações acústicas considerando a situação após a implementação da Alternativa I (Figura 2) de controle de ruído, considerando barreiras acústicas de 4 m (Fig. 2.a) e 6 m (Fig. 2.b), dentro do domínio da Estação. Ambas as simulações consideram os muros das testadas dos lotes da vizinhança voltados para o quarteirão da Estação com uma altura de 1,8 m.

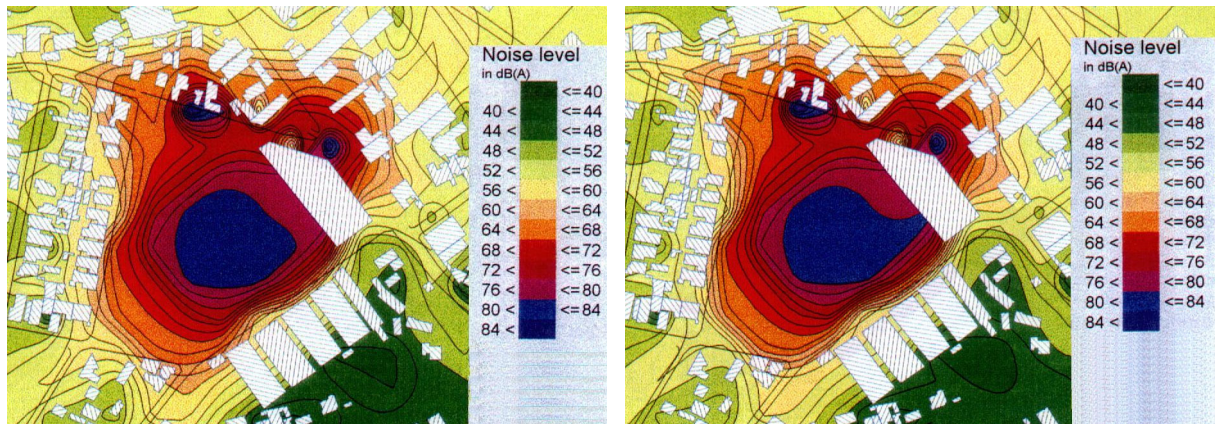


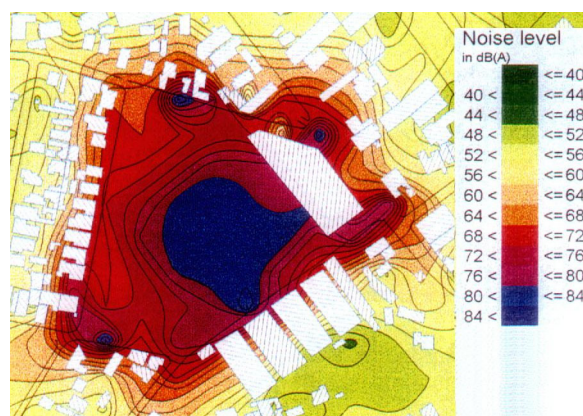
Fig.2.a

Fig.2.b

**Figura 2** – Mapa sonoro referente à Alternativa I de controle de ruído, gerado por simulação acústica, considerando: (a) o ruído emitido da Estação com o ruído de tráfego de ônibus concentrado na Rua Antônio Rodrigues Froes; (b) barreiras acústicas de 4 m (Fig.2.a) e 6 m (Fig.2.b) de altura dentro do domínio da Estação; (c) muros de 1,8 m de altura nas testadas dos lotes.

Como resultado dessas simulações conclui-se que com a concentração do tráfego na Rua Antônio Rodrigues Froes, supondo que ela absorverá os movimentos de entrada e saída dos ônibus da Estação, os níveis sonoros nessa rua sofrerão aumentos da ordem de 4 dB(A), sendo que apenas 3 edificações residenciais estarão sujeitas a esse aumento. No caso das edificações nas ruas Apatita, Água Marinha e Farmacêutico Raul Machado, dentro dos limites reais de cada propriedade nessas ruas, os níveis sonoros estarão até em torno de 64 dB(A), 1 dB(A) abaixo do recomendado pela legislação ambiental municipal. Não se verificaram mudanças significativas nos níveis sonoros incidente sobre as fachadas das edificações lindeiras à Estação quando se passa da barreira acústica de 4 m para a barreira de 6m. Assim, pode-se considerar como referência para o projeto delas o valor de 4 m de altura.

Para a Alternativa II de controle de ruído, (Figura 3), as barreiras acústicas estão predominantemente na testada dos lotes das edificações lindeiras à Estação. Como resultado da simulação acústica, conclui-se que não será possível atingir os valores de níveis sonoros preconizados pela legislação ambiental municipal, estando de 3dB(A) a 15 dB(A) acima do admitido. Implantando-se as esquadrias acústicas nas edificações, as condições de conforto acústico serão atendidas no interior dessas.



**Figura 3** – Mapa Sonoro da alternativa II de controle de ruído, gerado por simulação acústica, considerando: (a) o ruído emitido da Estação, com o ruído de tráfego de ônibus nas ruas periféricas à ela; (b) barreiras acústicas de 4 m de altura em pontos estratégicos na Estação; (c) muros de 2 m de altura nas testadas dos lotes.

A Alternativa III (Figura 4) considera barreiras acústicas de 4 m e 6 m, respectivamente, dentro do domínio da Estação e de 2 m nas testadas dos lotes das edificações lindeiras a ela. Pelas simulações acústicas, conclui-se que a legislação ambiental e a norma NRB-10.152 são atendidas parcialmente, necessitando de intervenções complementares. Em termos da Legislação ambiental os níveis estão superiores ao admissível entre 3dB(A) a 10 dB(A).

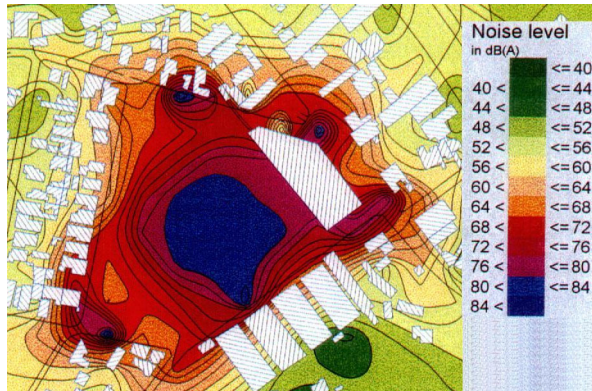


Fig.4.a

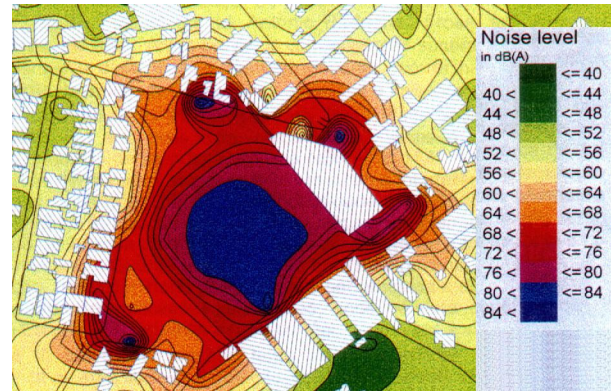


Fig.4.b

**Figura 4 – Mapa Sonoro referente à alternativa III de controle de ruído, gerado por simulação acústica, considerando: (a) o ruído emitido da Estação conjuntamente com o ruído de tráfego de ônibus concentrado na Rua Antônio Rodrigues Froes; barreiras acústicas de 4 m (Fig. 4.a) e 6m (Fig. 4.b) de altura na Estação; (c) muros de 2 m de altura nas testadas dos lotes.**

#### 4. CONCLUSÃO

A Alternativa I maximiza as intervenções na Estação Venda Nova, possuindo melhor relação custo-benefício, atendendo simultaneamente a legislação municipal e a NBR – 10.152. É a única alternativa que propõe alteração nas condições de circulação dos ônibus nas vias periféricas à estação minimizando tráfego lindeiro. As barreiras acústicas proposta nessa alternativa também estão similarmente presentes nas demais alternativas. Os tratamentos previstos nas testadas dos lotes se restringem a um pequeno trecho. Os tratamentos previstos com absorção sonora sob as coberturas das plataformas de embarque e desembarque também deverão ocorrer nas demais alternativas, com uma redução da ordem de 3 dB(A).

A Alternativa II maximiza intervenções na vizinhança, com a pior relação custo-benefício. É a mais cara, cerca de 1,7 vezes o custo da Alternativa I, com o benefício de atender apenas a NBR – 10.152. Ao abordar o controle de ruído no receptor identificou-se inconvenientes como interferências na capacidade de ventilação natural das habitações, causando um problema térmico repercutirá no aumento de consumo de energia elétrica devido à necessidade de um sistema de renovação de ar mecânico. Quanto aos muros, há uma minoria que não pode ser obrigada a construí-los na testada do lote.

A Alternativa III prevê intervenções tanto na Estação, como na vizinhança. Ela possuiu a relação custo-benefício intermediária, sendo cerca de 1,3 vezes o custo estimado da Alternativa I, com o benefício de atender parcialmente a legislação ambiental e a NBR – 10.152. Como na Alternativa II, ela admite as condições atuais de circulação dos ônibus na Estação e em seu perímetro como foi proposta pelo projeto original. O uso de barreiras na fonte e no receptor é proposta com os inconvenientes acima apontados.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VALADARES, Victor M.; VECCI, M. A. M. Alternativas para Controle de Ruído da Operação da Estação Venda Nova – Diagnóstico. Departamento de Tecnologia de Arquitetura e do Urbanismo. Belo Horizonte. Escola de Arquitetura da UFMG (Relatório Técnico Parcial 1). 12/9/2000, 21pag.

VALADARES, Victor M.; VECCI, M. A. M. Alternativas para Controle de Ruído da Operação da Estação Venda Nova – Proposição de Alternativas. Departamento de Tecnologia de Arquitetura e



do Urbanismo. Belo Horizonte. Escola de Arquitetura da UFMG (Relatório Técnico Parcial 2).  
20/9/2000, 21pag.