

## Avaliação dos níveis de ruído em uma comunidade vizinha a uma edificação industrial

### Evaluation of noise levels in a community close to an industrial building

*Raíssa Santos Figueiredo(1); Simone Queiroz da Silveira Hirashima(2); Luciana de Melo Gomides(3); Adriana Alves Pereira Wilken(4)*

1 Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos - UFMG.  
Engenheira Ambiental e Sanitarista - CEFET-MG.

E-mail: raissa.santosfigueiredo@gmail.com

2 Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET-MG.

E-mail: simonehirashima@cefetmg.br

3 Universidade Federal de Itajubá - UNIFEL.

E-mail: lucianagomides@gmail.com

4 Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET-MG.

E-mail: adrianaw@deii.cefetmg.br

**Revista de Arquitetura IMED**, Passo Fundo, vol. 6, n. 2, p. 128-148, Jul.-Dez., 2017 - ISSN 2318-1109

[Recebido: 30 setembro 2017; Aceito: 19 fevereiro 2018]

DOI: <https://doi.org/10.18256/2318-1109.2017.v6i2.2170>

Como citar este artigo / How to cite item: [clique aqui/click here!](#)

## Resumo

Quando uma indústria está inserida em área urbana, o ruído surge como um dos principais impactos ambientais e um dos principais motivos de reclamações da vizinhança. Objetivou-se avaliar os níveis de ruído a que a comunidade vizinha a uma edificação industrial localizada em Belo Horizonte está exposta. Foram utilizados dados de relatórios de automonitoramento declarados pela empresa no processo de licenciamento ambiental. Além disso, foram realizadas medições de ruído em uma escola infantil localizada no entorno da edificação industrial. Verificou-se que as principais fontes de ruído decorrentes das atividades industriais se referem principalmente à movimentação de veículos pesados onde se encontram as residências mais próximas ao empreendimento. Conclui-se que os níveis de ruído estão em desacordo com a legislação vigente, principalmente nos pontos de monitoramento localizados na lateral direita da edificação industrial. Além disso, o ponto de medição na escola infantil mostrou-se bastante crítico, visto que os níveis de ruído neste ponto são considerados elevados pela NBR 10.151/2000. Diante deste cenário, ressalta-se a importância da consideração da compatibilização ou da incompatibilização de diferentes usos no planejamento urbano das grandes cidades.

**Palavras-chave:** Ruído. Edificação industrial. Escola infantil.

## Abstract

When the industry is placed in an urban area, the noise appears as one of the environmental impacts and one of the main reasons for neighborhood complaints. It was aimed to assess the levels of sound pressure that the neighboring community of a industrial building located in Belo Horizonte is exposed. Furthermore, noise measurements were carried out in a preschool which borders the concerned industry. The main sources of noise arising from industrial activities are related to the movement of heavy vehicles that stand outside the hangars and on the right side of the industry, where there are the closest homes to the enterprise. It is concluded that the sound pressure levels that the surrounding community is exposed are at odds with current legislation, particularly at the monitoring points located in the right side of the industry. In addition, the measuring point at the preschool was also proved to be quite critical, since the noise levels at this point are considered high by the NBR 10.151/2000. Considering this scenario, it is important to consider the compatibility or incompatibility of different uses in the urban planning of large cities.

**Keywords:** Noise. Industrial building. Preschool.

## 1 Introdução

Dentre as diversas formas de poluição ambiental, a poluição sonora está cada vez mais presente na paisagem ambiental dos grandes centros urbanos e é uma das formas que tem conduzido à deterioração da qualidade de vida da população. A intensa urbanização associada à crescente industrialização e à expansão do sistema de transporte vem acarretando um aumento significativo nos níveis de ruído nas cidades.

A poluição sonora constitui não só uma fonte de incômodo à população, mas, também, um problema de saúde pública. Os problemas relacionados ao ruído incluem perda de audição e sono, stress, falta de concentração, baixa produtividade, interferência na conversação, no lazer e nas demais atividades cotidianas (CORDEIRO, 2009).

Para se fazer a análise do campo acústico em comunidades deve-se levar em consideração a potência das fontes, a influência do caminho de propagação do ruído e receptor (NARDI, 2008). Primeiramente, a fonte emite uma certa potência sonora, gerando um nível sonoro que pode ser medido nas imediações da fonte. A partir daí, o nível sonoro é atenuado à medida que o som se propaga, entre a fonte e o receptor, ao longo de uma determinada trajetória. De acordo com Brüel e Kjær (2000), a propagação do som ao ar livre é afetada pela atenuação ao longo de seu caminho de transmissão através da absorção no ar e no solo, das reflexões, dos efeitos da topografia do solo, das condições atmosféricas (umidade relativa do ar, temperatura e vento) e dos obstáculos (barreiras, edificações, vegetação).

Neste contexto, a morfologia urbana assume relevante papel. Elementos urbanísticos, assim como o relevo, devem ser levados em consideração uma vez que influenciam na trajetória do ruído após sua emissão (dentre eles: recuos, afastamentos, verticalização e adensamento), alterando o clima acústico de uma região. O estudo de Guedes (2005) verificou a interação entre fontes sonoras e a forma urbana. Os principais resultados mostraram que as características físicas da forma urbana como densidade construtiva, existência de áreas livres, forma e disposição das edificações influenciam na propagação sonora ao ar livre e, portanto, no ambiente sonoro de uma determinada região.

O planejamento urbano adequado poderia reduzir o efeito desse importante problema ambiental. Gozalo *et al.* (2016) propuseram um modelo para estimar o ruído urbano baseado apenas nas variáveis urbanas analisando uma cidade de tamanho médio da Espanha. As variáveis incluídas no modelo são três associadas ao uso da terra urbana (uso educacional, residencial e comercial), uma associada à estrutura urbana (largura da rua), uma associada ao pavimento e três associados ao planejamento urbano da cidade (semáforos e números e usos das ruas). Esse modelo poderia ser uma ferramenta importante para os agentes de planejamento urbano sendo extrapolada para outras cidades e, além disso, poderia ajudar a melhorar as previsões de ruído

dos mapas de ruído atuais. O aumento do nível de poluição sonora geralmente é acompanhado por um aumento do número de reclamações de pessoas expostas ao ruído. Nesse sentido, legislações de prevenção e controle de ruído têm sido utilizadas como mecanismo de proteção da coletividade quanto aos efeitos adversos à saúde decorrentes da exposição a níveis excessivos de ruído. Em relação à legislação ambiental referente à poluição sonora, no âmbito federal aplica-se a Resolução do CONAMA nº 01/1990 (BRASIL, 1990), a qual remete à NBR 10.151/2000 (ABNT, 2000). No estado de Minas Gerais, aplica-se a Lei nº 10.100/1990 (MINAS GERAIS, 1990) e, especificamente no Município de Belo Horizonte, a Lei nº 9.505/2008 (BELO HORIZONTE, 2008).

A melhoria da qualidade de vida da população exige um monitoramento dos níveis de ruído a que a população está exposta. Ambientes que excedem os níveis de ruído determinados pela legislação vigente requerem monitoramento e estudos para serem alcançadas soluções de controle e atenuação acústica (SURIANO *et al.*, 2015). Segundo Souza *et al.* (2012), a observação sonora pode auxiliar a inserção do projeto arquitetônico no contexto urbano para que ele se integre ao entorno.

Neste contexto, o presente estudo objetiva avaliar os níveis de ruído a que uma comunidade vizinha a uma edificação industrial localizada no município de Belo Horizonte – MG está exposta, verificando se esses níveis estão em conformidade com a legislação vigente. A escolha desta empresa justifica-se pelos incômodos que as atividades exercidas pela mesma vêm causando para a população do seu entorno, uma vez que o número de reclamações associadas à poluição sonora aumentou desde 2006 (BELO HORIZONTE, 2011a). Desta forma, busca-se avaliar um indicador relacionado à qualidade de vida da população exposta, uma vez que não há estudos que reportem os níveis de ruído na região. Objetiva-se, sobretudo, discutir a proximidade de usos, a princípio, incompatíveis sob o ponto de vista do ruído ambiental, ressaltando a necessidade de consideração desta importante questão nos processos de licenciamento ambiental e urbanístico e no planejamento urbano das cidades.

## 2 Metodologia

### 2.1 Caracterização da área de estudo

A edificação industrial analisada pelo presente trabalho fornece peças automotivas estampadas de metal para veículos automotores. A área total do empreendimento é de 210 mil m<sup>2</sup> e está localizado às margens do trecho de acesso e saída de Belo Horizonte-MG. A região do empreendimento é urbanizada com predominância de imóveis residenciais. Destaca-se a presença de uma escola infantil, localizada na lateral direita da edificação industrial. Na lateral esquerda, tem-se uma empresa de distribuição de correspondências e encomendas (Figura 1).

**Figura 1.** Localização dos pontos de medição de nível de ruído no entorno da edificação industrial



Fonte: Adaptado de Geosiorbe, acesso 10/06/2016.

O processo produtivo da indústria consiste em estampagem, funilaria, revisão e expedição. A produção da empresa ocorre continuamente, 24h/dia, em três turnos de produção, de segunda a sexta-feira. Salienta-se que o setor de produção não está operando no terceiro turno (01h08min às 06h00min) desde fevereiro de 2015. A atividade de produção ocorre em sábados alternados, sendo que o horário de funcionamento é, normalmente, até às 20 horas (BELO HORIZONTE, 2016).

A produção industrial da empresa passou de 4,6 milhões de unidades de produtos acabados em 2004 para 13 milhões em 2008 (PERMITIS ENGENHARIA, 2014). Dessa forma, ocorreu a ampliação da capacidade de produção do empreendimento e, em 2006, foram registradas as primeiras reclamações referentes à poluição sonora nas comunidades do entorno da empresa (BELO HORIZONTE, 2011b).

As principais medidas implantadas pela empresa, a partir de 2009, visando à redução das emissões de ruído foram: utilização de carretas com maior capacidade de carga; substituição dos veículos e empilhadeiras; regularização do piso externo; minimização da movimentação, carga e descarga nos períodos vespertino e noturno; fechamento acústico nos galpões de estampagem e funilaria e galpão acústico na área de carregamento de peças acabadas.

## 2.2 Diagnóstico das fontes de emissões sonoras da indústria

Para o diagnóstico das fontes de emissões sonoras da empresa foi realizado um levantamento de informações sobre as instalações da indústria, do processo produtivo. As informações foram obtidas a partir de análise documental do processo de licenciamento ambiental da empresa junto à Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA) (BELO HORIZONTE, 2011a, 2011b, 2015, 2016). Além disso, foram realizadas duas visitas técnicas ao empreendimento, nos dias 20 de agosto de 2015 e 03 de maio de 2016.

## 2.3 Monitoramento de componentes sonoros

Para o monitoramento de componentes sonoros da planta industrial foram analisados os dados de automonitoramento apresentados à SMMA para o processo de licenciamento ambiental da empresa e realizada medição do nível de ruído na escola infantil, em um ponto localizado na área externa da escola, espaço de recreação das crianças. A escolha da escola infantil como ponto de monitoramento justifica-se pela sua proximidade com a edificação industrial considerando que a emissão de ruído pode prejudicar o desenvolvimento das atividades realizadas na escola.

Para verificação do atendimento da instalação industrial no que diz respeito à emissão de ruídos, foi utilizada a legislação vigente, sendo elas, a Lei Municipal de Belo Horizonte nº 9.505/2008 (BELO HORIZONTE, 2008), a Lei Estadual de Minas Gerais nº 10.100/1990 (MINAS GERAIS, 1990) e NBR 10.151/2000 (ABNT, 2000).

### 2.3.1 Relatórios de automonitoramento

No presente trabalho foram utilizados os dados de níveis de ruído das campanhas de fevereiro e junho de 2013, janeiro e dezembro de 2015, outubro de 2015 e maio de 2016, totalizando seis medições (AVEN ENGENHARIA TERMOACÚSTICA, 2013a, 2013b, 2014a, 2014b, 2015, 2016).

As medições foram realizadas em sete pontos correspondentes aos locais de suposto incômodo, nos horários diurno, vespertino e noturno, conforme Lei Municipal nº 9.505/2008. A Figura 1 apresenta os pontos de medição para realização dos ensaios de ruído. Observa-se que, com exceção dos pontos 04 e 05, que são internos à empresa, todos os outros pontos localizam-se externamente à edificação industrial.

Os equipamentos utilizados para medição foram um medidor de nível sonoro Tipo 1, marca Brüel & Kjær, modelo 2270/4189, com circuito de resposta rápida (*fast*), e um calibrador acústico, Classe 1, marca Brüel & Kjær, modelo 4231, devidamente calibrados. As medições foram realizadas conforme orientação da NBR 10151/2000 e com duração de cinco minutos, conforme recomendação da ISO 1996-2 (ISO, 2007) para realização de medições de ruído em plantas industriais (AVEN ENGENHARIA TERMOACÚSTICA, 2013a, 2013b, 2014a, 2014b, 2015, 2016).

Nos monitoramentos das campanhas de fevereiro de 2013 a outubro de 2015 foram realizadas medições de ruído total nos sete pontos. Entende-se por ruído total o somatório do ruído proveniente das atividades da indústria e o ruído ambiente. Posteriormente, utilizou-se o software modelo 7820 EVATUATOR – Brüel & Kjær desenvolvido para o pós-processamento dos dados coletados durante o levantamento de fontes sonoras. Esse software permite avaliação distinta dos níveis sonoros durante o período de medição e a partir dele é possível realizar o cálculo e ter o real conhecimento da contribuição da indústria durante a obtenção total dos níveis energéticos das medições realizadas (AVEN ENGENHARIA TERMOACÚSTICA, 2013a, 2013b, 2014a, 2014b, 2015).

No monitoramento da campanha de maio de 2016 a determinação dos níveis ruído proveniente da indústria nos sete pontos foi realizada através da subtração logarítmica entre o ruído total e o ruído ambiente (AVEN ENGENHARIA TERMOACÚSTICA, 2016).

De modo a estudar a contribuição de ruído proveniente da edificação industrial nos pontos de medição, foram utilizados os valores de ruído da indústria apresentados nos relatórios de fevereiro de 2013 a maio de 2016. Por outro lado, de forma a estudar o ruído ambiente nos pontos de avaliação foram utilizados os valores de ruído ambiente apresentados no relatório de maio de 2016.

Na campanha realizada em maio de 2016 foram medidos e calculados ruído ambiente com tráfego e ruído ambiente sem tráfego. O ruído ambiente com tráfego é todo o ruído coletado do ambiente do entorno juntamente com a influência de tráfego de veículos, ou seja, todo o ruído registrado pelo equipamento. O ruído ambiente sem tráfego é todo o ruído coletado do ambiente do entorno sem a influência de tráfego de veículos perceptíveis, obtido através de software modelo 7820 EVATUATOR – Brüel & Kjær (AVEN ENGENHARIA TERMOACÚSTICA, 2016).

### *2.3.2 Medições de ruído na escola infantil*

De forma complementar aos estudos acústicos obtidos no processo de licenciamento ambiental da indústria em questão, foi realizada uma medição dos níveis de pressão sonora em um ponto localizado na escola infantil. Foram realizadas medições para caracterização do ruído ambiente e de ruído total. O ponto de medição escolhido foi em um espaço aberto de recreação localizado na divisa da edificação industrial com a escola. A escolha desse ponto justifica-se por ser o mais próximo à indústria.

As medições de ruído total e ruído ambiente foram realizadas em dois dias distintos. A escolha dos dias e horários de medição considerou características típicas que pudessem refletir situações sonoras semelhantes. Dessa forma, as medições

foram realizadas no mês de maio, em dias de semana, durante o período letivo. A determinação do ruído proveniente da edificação industrial foi realizada através da subtração logarítmica entre os níveis de ruído totais e os níveis de ruído ambiente medidos.

A medição de ruído ambiente foi realizada no dia 03 de maio de 2016, aproveitando o momento em que a empresa estava com as atividades de produção paralisadas. A medição de ruído total foi realizada no dia de 30 de maio de 2016, quando a indústria estava operando em condições normais. Ressalta-se que o período de tempo compreendido entre as medições de ruído ambiente e ruído total justificase em decorrência de sucessivas paralisações das atividades da indústria ou ainda pelo fato de a mesma não estar operando em condições normais, o que inviabilizava a caracterização do ruído proveniente da edificação industrial.

O horário de medição foi compreendido entre às 9h00 e 11h00. Não foram realizadas medições nos períodos vespertino e noturno, visto que escola apenas funciona no período diurno, sendo as atividades iniciadas às 7h00, com término às 18h00.

Para o levantamento desses dados, utilizou-se um medidor de nível de pressão sonora Tipo 1, marca 01dB, modelo FUSION, e um calibrador acústico, Classe 1, marca 01dB, modelo Cal21, devidamente calibrados. Nos dias de medição, foi realizada a aferição do medidor de nível de pressão sonora pelo operador do equipamento imediatamente antes e após cada medição. Além disso, também foi utilizado um protetor para o microfone, prevenindo os efeitos de ventos. As medições foram realizadas respeitando os procedimentos elencados na NBR 10.151/2000 (ABNT, 2000).

Configurou-se o medidor de nível de pressão sonora com as especificações apropriadas, como circuito de compensação em A e ponderação no tempo de resposta rápida. O registro automático dos valores de nível de pressão sonora foi realizado a cada cinco segundos durante o tempo de medição. Foi adotado como padrão o tempo de cinco minutos para realização de medições para plantas industriais (ISO 2007). Não existia qualquer tipo de obstáculo que atenuasse o ruído proveniente da edificação industrial.

O medidor em questão dispõe de uma função para o cálculo automático do nível de pressão sonora equivalente ( $L_{Aeq}$ ), em dB (A). Utilizou-se o software dBTreit, versão 3.1, da 01dB, para descarregar os dados do medidor para um computador.

## 2.4 Limites máximos permissíveis

A Tabela 1 apresenta os limites máximos estabelecidos pela NBR 10.151/2000 (ABNT, 2000), pela Lei Estadual de Minas Gerais nº 10.100/1990 (MINAS GERAIS, 1990) e pela Lei Municipal de Belo Horizonte nº 9.505/2008 (BELO HORIZONTE, 2008).

**Tabela 1.** Limites máximos permissíveis, em dB(A), conforme legislação vigente

Leis	NBR 10.151/2000		Lei Estadual 10.100/1990		Lei Municipal 9.505/2008				
	Período	Diurno	Noturno (22-7h)	Diurno (6-22h)	Noturno (22-6h)	Diurno (7-19h)	Vespertino (19-22h)	Noturno 1 (22-24h)	Noturno 2 (24-7h)
Limite máximo	Área mista	55	50			70	60	50	45
	Área de hospitais ou de escolas	50	45	70	60	55	50	45	45

Aos limites apresentados pela Lei Municipal serão acrescidos 5 dB(A) quando, na impossibilidade de verificação dos níveis de imissão no local do suposto incômodo, a medição for realizada no passeio imediatamente contíguo ao mesmo. Além disso, a mesma Lei estabelece que o nível de som proveniente da fonte poluidora, medido dentro dos limites reais da propriedade onde se dá o suposto incômodo, não poderá exceder em 10 dB(A) o nível do ruído de fundo existente no local.

A Lei Estadual não permite quaisquer ruídos que atinjam, no ambiente exterior do recinto em que têm origem, nível de som superior a 10 dB(A) acima do ruído de fundo existente no local, sem tráfego. A NBR 10.151/2000 estabelece que se o ruído ambiente for superior ao limite para a área e o horário em questão, o limite máximo assume o valor do ruído ambiente.

A Tabela 2 apresenta as correções para ruído que apresenta características especiais, como ruído de impacto e ruído com componentes tonais. Observa-se que a Lei Estadual não estabelece correções para o nível de ruído.

**Tabela 2.** Correções para ruídos com características especiais, conforme legislação vigente

Tipo de ruído	NBR 10.151/2000	Lei Municipal 9.505/2008
<b>Ruído contínuo e intermitente</b>	Nível de pressão sonora equivalente, LAeq	LAeq
<b>Ruído de impacto</b>	Valor máximo medido, acrescido de 5 dB(A).	LAeq acrescido de 5 dB(A).
<b>Ruído com componentes tonais</b>	LAeq acrescido de 5 dB(A).	LAeq acrescido de 5 dB(A).
<b>Ruído que apresenta simultaneamente ruído de impacto e ruído componentes tonais</b>	Toma-se o maior valor entre ruído de impacto e ruído com componentes tonais.	-

## 3 Resultados e discussão

### 3.1 Diagnóstico das fontes de emissões sonoras da indústria

Os espaços físicos da indústria onde se localizam as fontes emissoras de ruídos compreendem os galpões onde são realizadas as operações da estampagem (galpão das prensas), da montagem das peças (funilaria) e o galpão de carregamento de peças. Esses galpões contam com isolamento acústico. No entanto, destaca-se que há uma abertura no galpão da funilaria utilizada para passagem de empilhadeiras durante o carregamento dos caminhões. Essa abertura proporciona a propagação do ruído proveniente das atividades da funilaria para o ambiente externo. Além disso, a movimentação de empilhadeiras e caminhões entre os galpões na área externa para transporte de matéria-prima e de peças é fonte expressiva de ruídos. Ocorre também a contribuição do ruído advindo de manuseios negligentes de equipamentos e peças por funcionários, gerando ruídos de natureza impulsiva (BELO HORIZONTE, 2015). Os pontos de medição 4, 5, 6 e 7 foram escolhidos de modo a monitorar os níveis de ruído proveniente das atividades citadas anteriormente. Para atenuação dos níveis de ruído que atingem as residências próximas aos pontos 6 e 7 foi construído um muro de alvenaria.

A área de influência do empreendimento, no que diz respeito à poluição sonora, está restrita a seu entorno imediato, principalmente nas áreas das residências localizadas nos limites da empresa. Os galpões da indústria encontram-se muito próximos às residências, sendo que em frente ao galpão de carregamento de peças a distância é de aproximadamente 50 metros. As residências localizadas na lateral direita situam-se em cotas mais elevadas em relação à planta da indústria, separadas por um talude com altura variável de, aproximadamente, 10 metros. Entre os galpões industriais e as residências há muros de alvenaria ou placas metálicas separando os limites da empresa e, em algumas partes, há também a presença de vegetação alta e pouco densa.

### 3.2 Medições de automonitoramento

#### 3.2.1 Análise do ruído ambiente

A medição do ruído ambiente é fundamental para avaliar as influências do meio nos pontos de avaliação e assim verificar qual a real contribuição de um empreendimento para o nível de ruído total em seu entorno.

A Tabela 3 apresenta os resultados de ruído ambiente com tráfego ( $L_{ra}$  c/ tráfego) e ruído ambiente sem tráfego ( $L_{ra}$  s/ tráfego) nos sete pontos de monitoramento no entorno da edificação industrial.

**Tabela 3.** Ruído ambiente ( $L_{ra}$ ) do entorno da edificação industrial (mai/2016), em dB(A)

Ponto	Período diurno		Período vespertino		Período noturno	
	$L_{ra}$ c/ tráfego	$L_{ra}$ s/ tráfego	$L_{ra}$ c/ tráfego	$L_{ra}$ s/ tráfego	$L_{ra}$ c/ tráfego	$L_{ra}$ s/ tráfego
1	65	55	66	54	41	41
2	65	58	67	57	45	41
3	66	56	66	50	50	41
4	52	52	50	50	46	46
5	51	51	49	49	47	46
6	78	55	63	54	75	45
7	67	53	68	54	59	49

Fonte: Aven Engenharia Termoacústica (2016).

A partir da Tabela 3, verifica-se que o ponto 6 (Figura 1), nos períodos diurno e noturno, apresentou níveis de ruído ambiente com tráfego mais elevados que os demais pontos. Porém, o ruído ambiente sem tráfego foi muito inferior ao ruído ambiente com tráfego nesse ponto. Diante disso, podemos inferir que a maior contribuição de ruído ambiente nesse ponto é proveniente do tráfego local.

Verifica-se uma diminuição de modo geral dos níveis de ruído ambiente noturno em todos os pontos em relação aos outros períodos (Tabela 3). Isso provavelmente se deve à redução das atividades laborais da comunidade, que são mais intensas no período diurno, principalmente durante os horários de maior movimentação de pessoas e tráfego de veículos. A diminuição do ruído ambiente noturno agrava as reclamações de poluição sonora nas comunidades do entorno, visto que o baixo ruído ambiente torna o ruído proveniente da edificação industrial mais perceptível pela população.

Os pontos 4 e 5, em todos os períodos avaliados, praticamente não apresentaram diferenças entre o ruído ambiente com tráfego e o ruído ambiente sem tráfego (Tabela 3). Isto evidencia que esses pontos não sofrem influências do tráfego, uma vez que são pontos localizados internamente à edificação industrial (Figura 1). Para os demais pontos de medição, foram observadas diferenças entre os níveis de ruído ambiente com e sem tráfego, evidenciando que o ruído ambiente da região é influenciado pelo trânsito de veículos nas ruas adjacentes ao empreendimento.

King *et al.* (2012) forneceram evidências importantes sobre a relação entre uso do solo e ruído ambiental. Verificaram que o desenvolvimento de uso misto, como é o caso da área do presente estudo, pode resultar em um aumento nos níveis de ruído com possíveis implicações para a saúde humana.

### 3.2.2 Análise dos níveis de ruído provenientes da edificação industrial

A Tabela 4 apresenta os resultados dos níveis de ruído devidamente corrigidos nos sete pontos de monitoramento no entorno da edificação industrial. A NBR 10.151/2000 e a Lei Municipal nº 9.505/2008 preveem correções para ruídos com características especiais, como exposto no item 2.4. Diante dos dados disponíveis nos relatórios de automonitoramento da empresa, apenas foi possível aplicar a correção estabelecida pela Lei Municipal (neste caso, até menos restritiva do que a NBR 10.151/2000). A correção foi realizada nos valores de medição nos quais, no momento da medição, o ruído de impacto foi perceptível.

As medições ocorreram entre 08h00 e 10h30 em todas as campanhas, exceto em dezembro de 2014, cuja medição ocorreu entre 12h20 e 13h20.

**Tabela 4.** Níveis de ruído corrigidos ( $L$ ) de fev/2013 a mai/2016, em dB(A)

Ponto	Diurno						Vespertino						Noturno					
	Fev. 2013	Jun. 2013	Jan. 2014	Dez. 2014	Out. 2015	Mai. 2016	Fev. 2013	Jun. 2013	Jan. 2014	Dez. 2014	Out. 2015	Mai. 2016	Fev. 2013	Jun. 2013	Jan. 2014	Dez. 2014	Out. 2015	Mai. 2016
1	N	N	52	48	52	56	N	N	54	53	53	N2	N	47	44	43	45	52
2	N	N	55	57	60	N	N	N	53	57	56	65	60	N	47	44	45	60
3	53	N	53	50	55	N	N	N	53	51	51	N2	64	66	45	44	46	52
4	60	52	51	54	51	59	57	53	54	52	57	47	50	52	46	48	49	N
5	67	61	54	57	56	66	54	60	61	57	58	50	53	59	49	57	49	49
6	68	65	65	61	64	N	64	71	64	59	58	69	63	57	59	59	58	N
7	67	67	61	59	61	65	59	70	65	66	60	63	62	60	55	57	55	N

**Fonte:** Aven Engenharia Termoacústica (2013a, 2013b, 2014a, 2014b, 2015, 2016).

A letra N, presente na Tabela 4, corresponde às fontes Não Avaliadas, devido a não percepção e caracterização da fonte de ruído proveniente da edificação industrial ou que não foi possível calcular ou assegurar com precisão o ruído da fonte, uma vez que o nível de ruído total apresenta próximo ao ruído ambiente da região.

Em relação aos níveis de ruído diurno, observa-se que todos os pontos avaliados atendem às legislações estadual e municipal vigentes, não excedendo os limites máximos estabelecidos de 70 e 75 dB(A), respectivamente. Porém, os pontos 5, 6 e 7 não atenderam ao limite estabelecido na NBR 10.151/2000, que é de 55 dB(A). Além disso, os níveis de ruído no ponto 2 (dezembro de 2014 e outubro de 2015) e no ponto 4 (fevereiro de 2013 e maio de 2016) também não ficaram abaixo do limite estabelecido pela NBR 10.151/2000.

Cabe ressaltar que os pontos 5 e 7 estão em desacordo com a Legislação Estadual, visto que o nível de ruído proveniente da edificação industrial (66 dB(A) e 65 dB(A), respectivamente) é superior a 10 dB(A) do ruído ambiente sem tráfego existente no local (51 dB(A) e 53 dB(A), respectivamente).

Os resultados dos níveis de ruído do período vespertino mostram que, de uma forma geral, os níveis de ruído na maioria dos pontos atenderam aos limites estabelecidos nas legislações estadual e municipal, não excedendo os limites máximos estabelecidos de 70 e 65 dB(A), respectivamente. Porém, os níveis de ruído no ponto 6 (nas campanhas de junho de 2013 e maio de 2016) e no ponto 7 (nas campanhas de junho de 2013 e dezembro de 2014) não atenderam ao limite estabelecido na Lei Municipal nº 9.505/2008. Na maioria das campanhas o limite máximo de imissão sonora estabelecido pela NBR 10.151/2000, de 55 dB(A), não foi respeitado, principalmente, nos pontos de monitoramento 5, 6 e 7 (Tabela 4).

Cabe ressaltar que o ponto 6 está em desacordo com a Legislação Estadual, visto que o nível de ruído proveniente da edificação industrial, 69 dB(A), é superior a 10 dB(A) do ruído ambiente sem tráfego existente no local, 54 dB(A).

Quanto aos níveis de ruído do período noturno, os pontos 6 e 7 apresentaram valores superiores ao limite máximo estabelecido nas legislações municipal e federal, ou seja, superiores a 50 dB(A), em todas as campanhas realizadas. Os outros pontos também não atenderam à legislação municipal e federal em várias campanhas. Por outro lado, todos os pontos avaliados atenderam ao limite estabelecido pela legislação estadual, 60 dB(A), exceto o ponto 3, nas campanhas de fevereiro de 2013 e junho de 2013, e os pontos 6 e 7, na campanha de fevereiro de 2013. Por outro lado, os pontos 1, 2 e 3 estão em desacordo com a Legislação Estadual, visto que o nível de ruído proveniente da edificação industrial (52 dB(A), 60 dB(A) e 52 dB(A), respectivamente) é superior a 10 dB(A) do ruído ambiente sem tráfego existente no local (41 dB(A) para os três pontos).

É possível observar que, de forma geral, os níveis de ruído encontrados nas campanhas de janeiro 2014 a maio de 2016 foram inferiores aos níveis de ruído encontrados nas campanhas de fevereiro de 2013 e junho de 2013 (Tabela 4). Isso pode ser explicado pelo fato de o setor de produção da indústria estar paralisada no período noturno. Porém, ainda ocorrem atividades de manutenção e organização da planta industrial até às 01h08 (BELO HORIZONTE, 2016). Essas atividades proporcionam a movimentação de empilhadeiras nos pátios da indústria, principalmente próximos aos pontos de medição 6 e 7 (Figura 1). Essa movimentação acontece em uma área aberta sem o devido tratamento acústico, gerando níveis de ruído no entorno da edificação industrial em desacordo com a legislação municipal. Nota-se ainda que a construção do muro na lateral direita da edificação industrial e a instalação de placas metálicas não foram suficientes para a redução dos níveis de ruído para atingir os níveis aceitáveis pela legislação.

É possível observar que embora os pontos 4 e 5 serem mais conservativos por estarem localizados internamente a edificação industrial (Figura 1), não apresentaram níveis de ruídos acima do permitido pela legislação vigente, de modo geral (Tabela 4). Diante disso, pode-se inferir que as atividades que são desenvolvidas na indústria no período noturno não contribuem para o aumento dos níveis de ruídos nesses pontos.

Verifica-se, de uma forma geral, que os pontos 6 e 7, em todos os períodos de monitoramento, excederam os níveis de ruído determinados pela legislação vigente e por isso requerem o monitoramento e estudos de soluções de controle e atenuação acústica para minimizar o impacto nas residências próximas a esses pontos.

O período noturno apresenta uma situação mais crítica por ser o período de descanso e também devido aos baixos níveis de ruído ambiente de modo geral (Tabela 3), o que torna mais perceptível o ruído proveniente da edificação industrial.

Como os pontos de medição não foram estabelecidos dentro dos limites reais da propriedade onde se dá o suposto incômodo, não foi possível avaliar o atendimento ao parágrafo 7º do artigo 4º da Lei Municipal. O parágrafo citado define que nível de som proveniente da fonte poluidora, medido dentro dos limites reais da propriedade onde se dá o suposto incômodo, não poderá exceder em 10 dB(A) o nível do ruído de fundo existente no local (BELO HORIZONTE, 2008).

Em face do exposto e tendo em vista as medidas de controle já implantadas pela empresa visando à redução das emissões de ruído em suas atividades, a situação do ruído da indústria no presente trabalho ainda é considerada não satisfatória principalmente no que diz respeito ao ruído do período noturno. O não atendimento da legislação pode gerar transtornos e desconforto para a comunidade vizinha à edificação industrial.

Numa visão mais ampla, os níveis sonoros aceitáveis não devem ser encarados apenas como um fator determinante do conforto ambiental, mas deve ser visto como um direito do cidadão e dever do Estado. Dessa forma, podem ocorrer situações de incômodo decorrente de ruído mesmo que os níveis sonoros estejam dentro da legislação aplicável. Isso se deve ao fato de que uma condição de incômodo depende muito da percepção sonora do indivíduo (BISTAFA, 2006).

### *3.2.3 Avaliação da metodologia aplicada*

Em ensaios de medição de pressão sonora em comunidade, a definição do número de pontos de medição e sua distribuição pelo espaço é uma etapa muito importante da metodologia para avaliação dos níveis de ruído. Isso porque o nível de ruído de uma determinada área varia com o local de medição e com as diversas fontes existentes.

Observa-se que a malha de amostragem apresenta uma distribuição uniforme de pontos de forma a avaliar a exposição da população ao ruído proveniente da edificação industrial. Não foram definidos, porém, pontos para realização de medições na lateral esquerda, uma vez as residências nesse lado localizam-se mais distantes da edificação industrial que as residências localizadas na lateral direita (Figura 1). Não foram definidos também pontos de medições de ruídos na frente da edificação industrial, pois neste local tem-se maior contribuição de ruído proveniente do tráfego da rodovia.

Os pontos de medição 1, 2 e 3 (Figura 1) estão localizados nos fundos da edificação industrial, sendo que a maior contribuição da fábrica nesses pontos está relacionada com o trânsito de pessoas e veículos que entram e saem do empreendimento através da Portaria 3 (Figura 1), principalmente durante a troca de turno de trabalho.

A contribuição da indústria nos níveis de ruído nos pontos 4, 5, 6 e 7 (Figura 1) ocorre principalmente devido à movimentação de caminhões, carretas e empilhadeiras na parte externa aos galpões próxima a esses pontos, ou seja, na lateral direita da indústria. Os veículos pesados são capazes de emitir ruídos que podem ser classificados em dois blocos: ruído proveniente do funcionamento do veículo (funcionamento do motor e de sua potência mecânica) e o ruído proveniente da movimentação (velocidade, marcha e contato pneu-pavimento). Além disso, há os ruídos ocasionais como buzinas, frenagens, ruídos da reduções e acelerações dos veículos. Próximos aos pontos 4, 5, 6 e 7 tem-se a contribuição de ruído proveniente de manuseios incorretos de equipamentos e peças por funcionários, gerando ruídos de natureza impulsiva (BELO HORIZONTE, 2015).

Vale ressaltar que os pontos 4 e 5 estão localizados na área interna da empresa (Figura 1), porém estão situados em pontos que fazem divisa com as residências. A localização interna desses pontos faz com que a avaliação de ruído seja mais conservativa, visto que se pode inferir que os níveis de ruído nesses pontos são mais elevados em relação a outro ponto externo à edificação industrial devido às proximidades com as fontes emissoras de ruído.

Em relação à determinação dos dias e dos horários para a avaliação do ruído na vizinhança de um empreendimento, o ideal seria a realização de monitoramento contínuo em que se medisse o ruído em um período de tempo completo, tais como dias, semanas ou até mesmo meses (NAGEM, 2004). Medições contínuas de níveis de ruído poderiam ser utilizadas para se construir um perfil das imissões de ruído durante todo o funcionamento da empresa. A partir dos resultados obtidos nessas medições seria possível, então, realizar uma análise localizando possíveis intervalos de tempo que refletiriam os horários onde os níveis de ruído são mais críticos ou aqueles que representam as atividades ruidosas existentes (NAGEM, 2004). Contudo, essas longas medições podem ser caras, difíceis de serem executadas e demandam equipamentos específicos.

Nas medições das imissões de ruído nos sete pontos reportados à SMMA pela empresa, os horários de medição foram escolhidos sem necessariamente considerar os horários em que se tem maior contribuição de ruído da fábrica, ou seja, nos períodos mais críticos. Nos relatórios, apenas foi mencionado que a escolha dos horários para a realização das amostragens foi de exclusiva responsabilidade da indústria contratante do serviço. Também é de exclusiva responsabilidade da indústria manter seu regime de funcionamento, durante as medições, em suas condições normais, sem variações que possam afetar o resultado dos trabalhos.

Para a realização de análise fidedigna de ruído seria imprescindível a informação do funcionamento da indústria no que diz respeito à produção realizada no período avaliado. Essas informações seriam utilizadas para correlacionar a produção nos períodos de medição com os níveis de ruído gerados pela indústria. No entanto, essas informações não constam nos relatórios de monitoramento da empresa. Além disso, no caso da indústria do presente trabalho, essa informação seria crucial nas análises, uma vez que a mesma funciona no sistema *Just in time*, ou seja, as atividades da indústria variam de acordo com a demanda gerada pela montadora.

A duração das medições de ruído reportadas à SMMA pela empresa nos relatórios de automonitoramento foi de cinco minutos, conforme recomendação da ISO 1996-2 (ISO, 2007) para realização de medições de ruído em plantas industriais. Segundo ABNT (2000), o tempo de medição deve ser escolhido de forma a permitir a caracterização do ruído em questão. A norma não especifica, portanto, o tempo de medição adequado, deixando em aberto a escolha da duração.

O ruído da edificação industrial estudada não é caracterizado como ruído contínuo, com flutuações de nível de pressão sonora pequenas, como por exemplo, de uma máquina em funcionamento constante. Como descrito anteriormente, a maior contribuição nos níveis de emissão de ruído proveniente da planta industrial refere-se à movimentação de carretas e empilhadeiras na área externa. Esta atividade está relacionada à geração de um ruído intermitente, ou seja, um ruído que oscila bruscamente várias vezes, durante o intervalo de tempo de medição. Isso evidencia que no momento da medição pode ser que ocorra a passagem de alguns veículos, mas também pode ser que não passe nenhum. Além disso, em certas ocasiões há a geração de ruído com caráter impulsivo, que são picos de energia acústica com duração menor do que um segundo e que se repetem a intervalos maiores do que um segundo. Dessa forma, a medição durante um período curto de tempo pode não caracterizar o ruído proveniente das atividades da indústria.

Sabendo que a indústria funciona 19h por dia, uma única amostragem com duração de cinco minutos não garante a representatividade da amostra para determinação de valores de níveis de ruído de contribuição da indústria. Ou seja, esse curto período de tempo não corresponde ao perfil de ruído ao longo da jornada de trabalho. Isso demonstra mais uma vez a importância de se realizar o monitoramento contínuo durante o período de trabalho.

No contexto da avaliação dos níveis sonoros, considerando a hierarquia das legislações, os limites mais restritivos devem ser considerados. Sendo assim, nos pontos em que ocorrem ruídos impulsivos e/ou com componentes tonais, a NBR 10.151/2000 deveria ter sido considerada, uma vez que esta estabelece limites mais restritivos do que os da Lei Municipal nº 9.505/2008.

### 3.3 Medições de ruído na escola infantil

A escola infantil do presente estudo foi inaugurada em 21 de março de 2016 e foi projetada para atender 440 crianças de zero a cinco anos, no período de 7h00 às 17h30. A unidade está instalada em um terreno de 1.665 m<sup>2</sup>.

No dia da realização da medição de ruído ambiente, no ponto de medição foram audíveis vozes de funcionários da escola, vozes e choros de crianças, arrastamento de cadeiras, sendo tênue a influência de ruídos de vizinhança. Além disso, foi perceptível o ruído residual do movimento de veículos da rodovia localizada a cerca de 400 metros.

Por outro lado, no dia da realização da medição de ruído total, foi audível o ruído proveniente do funcionamento da indústria, sendo foi possível observar carretas, caminhões e empilhadeiras transitando na parte externa aos galpões e próximo à escola. Além disso, foi perceptível o ruído proveniente das atividades exercidas no galpão de funilaria. O ponto de medição escolhido foi o mais crítico localizado dentro da escola, pois esse situa-se logo à frente a edificação industrial e não há nenhum tipo de tratamento acústico.

No dia de medição de ruído total as atividades de produção da indústria no 1º turno foram realizadas com 100% da capacidade da estamparia e, em média, 60% da capacidade da funilaria. Além disso, o percentual de movimentação de carga é proporcional à produção (BELO HORIZONTE, 2016). Dessa forma, a medição de ruído total foi realizada em um período considerado crítico na geração de ruído da indústria.

Verificou-se que o nível de ruído ambiente foi de 57 dB(A) e o ruído total foi de 65dB(A). Realizando a subtração logarítmica, tem-se que o ruído proveniente da edificação industrial foi de 64 dB(A).

A partir dos resultados obtidos, verifica-se que o nível de imissão sonora medido na escola infantil está em conformidade com da Lei Municipal visto que a diferença entre o ruído da fonte e de ruído ambiente é de 8 dB(A). Porém, o nível de imissão sonora neste local, 64 dB(A), não atende aos limites estabelecidos pela Lei Municipal, 55dB(A), e pela NBR 10.151/2000, 57 dB(A). Como o ruído ambiente é superior ao limite máximo para a área e o horário em questão, 50dB(A), então o limite assume o valor do ruído ambiente (conforme exposto no item 2.4).

Por outro lado, o nível de ruído na escola está em conformidade com a legislação estadual, já que o limite máximo definido por esta lei é de 70 dB(A). Não foi possível avaliar o atendimento ao artigo 2º, inciso I, da Lei Estadual nº 10.100/1990. O artigo citado define que nível de som proveniente da fonte poluidora não poderá exceder em 10 dB(A) o nível do ruído de fundo existente sem tráfego (MINAS GERAIS, 1990).

Diante dessa análise, sugere-se que o ponto de medição localizado dentro da escola deve ser incluído nos monitoramentos futuros dos níveis de imissões de ruído

no entorno da edificação industrial. Além disso, estudos visando a implantar soluções de controle e atenuação acústica devem ser desenvolvidos pela indústria, de modo a minimizar o impacto de suas atividades ruidosas na rotina da escola. A fiscalização do Poder Público é fundamental para coibir atividades com níveis acima do permitido, exigindo-se a adequação acústica, quando for o caso.

Além das considerações anteriores, tendo em vista o diagnóstico da área realizado neste trabalho, sabe-se que o local da implantação da escola, é o de maior dificuldade de minimização dos níveis médios de imissões sonoras devido à movimentação de carretas e empilhadeiras na parte externa aos galpões industriais.

É importante ressaltar que as medições dos níveis de ruído ocorreram em local considerado mais crítico da escola, devido à proximidade com a edificação industrial. O interessante seria a repetição dos ensaios em um local interno e em horários indicados por funcionários da escola, em que os níveis de ruído da indústria possam causar condições de incômodos às crianças prejudicando o desenvolvimento das atividades realizadas na escola.

Observa-se então que os usos dados ao espaço urbano à área estudada são incompatíveis sob o ponto de vista do ruído ambiental, ressaltando a necessidade de consideração desta importante questão nos processos de licenciamento ambiental e urbanístico. Bressane *et al.* (2015) desenvolveram uma metodologia para o zoneamento acústico como estratégia de controle, integrada ao ordenamento territorial. Foram propostos padrões e zonas acústicas associadas à tipologia de uso do solo, proteção de estabelecimentos sensíveis e prevenção de conflitos de vizinhança. Dentre as zonas de sensibilidade ao ruído destaca-se aquelas destinadas à manutenção de condições salubres em áreas residências, escolas e hospitais; instalação de estabelecimentos comerciais, de serviços e industriais não incômodos; extensões territoriais necessárias ao desenvolvimento de atividades ruidosas. Assim, o procedimento proposto para o zoneamento ambiental acústico pode contribuir com o avanço em soluções aplicáveis ao controle da poluição sonora.

## 4 Conclusão

Conclui-se que os níveis de ruído a que a comunidade vizinha à edificação industrial está exposta, nos períodos diurno, vespertino e noturno, estão em desacordo com a legislação vigente, principalmente nos pontos de monitoramento 6 e 7, situados na lateral direita da edificação industrial. Isto se deve ao fato de esses pontos estarem próximos aos locais de maior geração de ruído na indústria, onde ocorrem atividades de movimentação e carregamento de caminhões por empilhadeiras. Além disto, o ponto de medição na escola infantil mostrou-se também bastante crítico, uma vez que os níveis de ruído neste ponto são considerados elevados pela NBR 10.151/2000 e pela Lei Municipal de Belo Horizonte nº 9.505/2008.

A partir da análise crítica da metodologia utilizada para medição de níveis de ruído em comunidades próximas a edificação industrial, foi possível perceber que a escolha dos pontos (número e distribuição), da data, do horário e da duração das medições, assim como, a correlação com dados de produção da empresa são fatores cruciais para avaliar a questão do ruído em comunidades próximas a empreendimentos industriais.

Na análise dos níveis de ruído nas comunidades é relevante observar a hierarquia da legislação aplicável, observando sempre os limites estabelecidos nas leis municipais e, na ausência destas, as leis estaduais e federais. Porém, neste contexto, deve-se sempre considerar o instrumento legal que estabelece limites mais restritivos.

Constata-se também que o constante monitoramento e a análise periódica dos níveis de ruído representam importantes ações para direcionar o planejamento e a tomada de decisão de empresas com vistas à adoção de providências que permitam o atendimento da legislação.

Finalmente, porém não menos importante, ressalta-se a relevância da consideração da compatibilização ou da incompatibilização de diferentes usos no planejamento urbano das grandes cidades.

## Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10.151: Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento*. Rio de Janeiro, 2000.
- AVEN ENGENHARIA TEMOACÚSTICA. *Laudo de ensaio de medição do nível de pressão sonora (ruído)*. 2013a. Volume único, 17f.
- AVEN ENGENHARIA TEMOACÚSTICA. *Laudo de ensaio de medição do nível de pressão sonora (ruído)*. 2013b. Volume único, 20f.
- AVEN ENGENHARIA TEMOACÚSTICA. *Laudo de ensaio de medição do nível de pressão sonora (ruído)*. 2014a. Volume único, 17f.
- AVEN ENGENHARIA TEMOACÚSTICA. *Laudo de ensaio de medição do nível de pressão sonora (ruído)*. 2014b. Volume único, 18f.
- AVEN ENGENHARIA TEMOACÚSTICA. *Laudo de ensaio de medição do nível de pressão sonora (ruído)*. 2015. Volume único, 17f.
- AVEN ENGENHARIA TEMOACÚSTICA. *Laudo de ensaio de medição do nível de pressão sonora (ruído)*. 2016. Volume único, 22f.
- BELO HORIZONTE. *Lei Municipal nº 9.505*, de 23 de janeiro de 2008. Dispõe sobre o controle de ruídos, sons e vibrações no Município de Belo Horizonte e dá outras providências. Publicada no DOM, em 24 de janeiro de 2008.
- BELO HORIZONTE. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. *Parecer Técnico nº. 0038/11*, de 15 de fevereiro de 2011a.
- BELO HORIZONTE. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. *Parecer Técnico nº. 2042/11*, de 06 de setembro de 2011b.
- BELO HORIZONTE. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. *Parecer Técnico nº. 2308/15*, 12 de agosto de 2015.
- BELO HORIZONTE. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. *Ofício nº. 1551/16*, 05 de maio de 2016.
- BISTAFA, S. R. *Acústica aplicada ao controle de ruído*. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº. 01, de 08 de março de 1990. Dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política. Publicada no D.O.U, em 02 de abril de 1990.
- BRESSANE, A.; MOCHIZUKI, P. S.; CARAM, R. M.; ROVEDA, J. A. F. Zoneamento ambiental acústico como estratégia de gestão e controle da poluição sonora urbana. *Revista Ra'e Ga*, Curitiba, v. 35, p 147 - 168, dez. 2015.
- BRÜEL & KJÆR. *Environmental noise*. Denmark: Brüel & Kjær Sound & Vibration Measurement A/S, 2000.

CORDEIRO, E. P. *Avaliação da propagação do ruído industrial na poluição sonora*. 2009. 145 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2009.

GEOSIURBE. *Sistema de informações urbanísticas e endereços*. Disponível em: <<http://geosiu-be.pbh.gov.br/webmap/>>. Acesso em: 10 junho 2016 às 15:43.

GOZALO, G.; BARRIGÓN MORILLAS, J. M.; TRUJILLO CARMONA, J.; MONTES GONZÁLEZ, D; ATANASIO MORAGA, P; GÓMEZ ESCOBAR, V.; VÍLCHEZ-GÓMEZ, R; MÉNDEZ SIERRA, J. A.; PRIETO-GAJARDO, C. Study on the relation between urban planning and noise level. *Applied Acoustics*, v. 111, p.143-147, Out. 2016.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 1996: Acoustic – Description, measurement and assessment of environmental noise – Part 2: Determination of environmental noise levels. Genebra, 2007.

KING, G.; ROLAND-MIESZKOWSKI, M.; JASON, T.; RAINHAM, D. Noise levels associated with urban land use. *Journal of Urban Health*, v. 89, n. 6, p. 1017-1030, 2012.

MINAS GERAIS. *Lei nº 10.100*, de 17 de janeiro de 1990. Dá nova redação ao artigo 2º da Lei nº 7.302, de 21 de julho de 1978, que dispõe sobre a proteção contra a poluição sonora no Estado de Minas Gerais. Publicada no DOEMG em 18 de janeiro de 1990.

NARDI, A. S. L. V. *Mapeamento sonoro em ambiente urbano: estudo de caso: área central de Florianópolis*. 2008. 162 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2008.

NAGEM, M. P. *Mapeamento e análise do ruído ambiental: diretrizes e metodologia*. 2004. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. 2004.

PERMITIS ENGENHARIA. *Relatório de Avaliação de Desempenho Ambiental (RADA)*. 2014. Volume único, 101f.

SOUZA, L. C. L.; ALMEIDA, M. G.; BRAGANÇA, L. *Bê-á-bá da acústica arquitetônica: ouvindo a arquitetura*. 4ª reimpressão. São Carlos: EdUFSCar, 2012.

SURIANO, M. T.; SOUZA, L. C. L.; SILVA, A. N. R. Ferramenta de apoio à decisão para o controle da poluição sonora urbana. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 20, n. 7, p. 2201-2210, 2015.