

**INSTITUTO ENSINAR BRASIL  
UNIDOCTUM**

**AVALIAÇÃO DO RUÍDO EM ÁREA URBANA NO MUNICÍPIO DE  
CAMPANÁRIO-MG**

**TEÓFILO OTONI  
2018**



**JOANNE MARYÁ MESSIAS JARDIM  
LAYANNY ALVES COELHO**

**UNIDOCTUM**

**AVALIAÇÃO DO RUÍDO EM ÁREA URBANA NO MUNICÍPIO DE  
CAMPANÁRIO-MG**

**Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Engenharia  
Ambiental e Sanitária da UNIDOCTUM,  
como requisito parcial para a obtenção  
do grau de bacharel em Engenharia  
Ambiental e Sanitária.**

**Área de concentração: Poluição Sonora**

**Orientador Prof. MSc Vitória Irma**

**TEÓFILO OTONI**

**2018**





**FACULDADES UNIFICADAS DE TEÓFILO OTONI**

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: Avaliação do ruído em área urbana no Município de Campanário MG, elaborado pelos alunos Joanny Maryá Messias Jardim, Layanne Alves Coelho e , foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceito pelo curso de Engenharia Ambiental e Sanitária das Faculdades Unificadas Teófilo Otoni, como requisito parcial da obtenção do título de

**BACHAREL EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

Teófilo Otoni, 13 de dezembro de 2018

\_\_\_\_\_  
Vitória Irma Gonçalves Lopes de Faria Freitas

\_\_\_\_\_  
Ruth Negreiros Lopes

\_\_\_\_\_  
Nínive Bastos

*Dedico este trabalho aos nossos pais,  
que sempre nos deram exemplos de vida e conduta.  
E aos nossos mestres e amigos.*





## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço antes de tudo a Deus por toda capacidade que nos destes, pois sem esta, jamais seria possível concluir mais esta vitória.

À nossa família, que sem exceção sempre nos apoiaram de todas as maneiras possíveis para que chegássemos até aqui. Que sempre incentivaram e muitas vezes ajudaram de maneira bastante concreta tornando possível a concretização de mais esta etapa.

À nossa orientadora Vitória Irma em especial, por todo empenho, paciência e ensinamentos neste período em que trabalhamos juntas. Ensinamentos estes que em muitos momentos foram além de técnicos, e que serão lembrados eternamente como lições de vida. Mais importante do que uma orientação passageira, é a certeza de uma amizade que nasceu e há de ser duradoura.

Aos nossos amigos que estiveram presentes nos momentos de descontração para aliviar as “duras” horas de estudo. E aqueles que mesmo longe sempre nos confortaram com palavras de carinho.

Aos docentes que também contribuíram para nossa formação técnica nas disciplinas ministradas durante o curso.

Enfim, a todos que contribuíram de alguma maneira para a concretização de mais esta etapa em nossas vidas, muito obrigada.



*Não desanime de você, ainda que a colheita de hoje não seja muito feliz. Não coloque um ponto final nas suas esperanças. Ainda há muito o que fazer, ainda há muito o que plantar, e o que amar nessa vida. Ao invés de ficar parado no que você fez de errado, olhe para frente, e veja o que ainda pode ser feito. A vida ainda não terminou. E já dizia o poeta "que os sonhos não envelhecem...". Vai em frente. Sorriso no rosto e firmeza nas decisões.*

Padre Fábio de Melo



## **ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

dB – Decibél

DNER - Departamento Nacional de Estrada de Rodagem

Hz - Hertz

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

NR – Norma Regulamentadora

PAIR – Perda Auditiva Induzida pelo Ruído



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|   |    |
|---|----|
| Figura 3.1 - Município de Campanário-MG.....          | 33 |
| Figura 3.2 - Local utilizado para medições.....       | 36 |
| Figura 3.3: Decibelímetro.....                        | 37 |
| Figura 4.1 - Detalhamento do ponto de medição 01..... | 39 |
| Figura 4.2 - Detalhamento do ponto de medição 02..... | 41 |
| Figura 4.3 - Detalhamento do ponto de medição 03..... | 43 |
| Figura 4.4 – Cerca Viva.....                          | 46 |



## LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 2.1 - Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A)..... | 31 |
| Tabela 4.1 – Resultados dos níveis de pressão sonora no Ponto 01.....                  | 40 |
| Gráfico 4 1– Gráfico de dispersão das amostras no Ponto 1 .....                        | 40 |
| Tabela 4.2 – Resultados dos níveis de pressão sonora no Ponto 02.....                  | 42 |
| Gráfico 4.2 –Gráfico de dispersão das amostras no Ponto 2.....                         | 43 |
| Tabela 4.3 – Resultados dos níveis de pressão sonora no Ponto 03.....                  | 43 |
| Gráfico 4.3– Gráfico de dispersão das amostras no Ponto 3.....                         | 46 |



## RESUMO

O aumento da população urbana interfere diretamente no aumento das fontes de ruído que geram a poluição sonora, especialmente nos grandes centros. Dentre tais fontes podemos citar o tráfego de veículos e a construção civil. Diariamente o ruído é introduzido no meio ambiente, são sons que podem provocar desconforto mental e/ou físico que resultam em vibrações irregulares e que podem afetar o equilíbrio sonoro, repercutindo sobre o sistema auditivo e em várias funções orgânicas do corpo. Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar o ruído na área urbana do município de Campanário-MG, descrever os efeitos da exposição do ruído gerado e também propor soluções que amenizem o incômodo causado pelo ruído baseados na NBR 10151. Sendo assim, por meio de visitas *in loco* foram determinados pontos para a coleta das amostras na Rua Igreja Nova e Av Geraldo Maria de Oliveira devido a grande concentração de comércios. As medições sonoras foram realizadas utilizando um decibelímetro nos locais que foram determinados. Com isso foi possível medir o nível da pressão sonora naqueles locais e constatar que nos três pontos os níveis de ruído se encontravam acima do indicado pela NBR 10151/00, produzindo efeitos no organismo por conta do excesso de ruído. No entanto esses efeitos atuam de forma lenta e somente com o tempo apresentam alterações tais como surdez, desequilíbrios psíquicos e doenças degenerativas.

**Palavra-chave:** Poluição Sonora. Conforto Ambiental. Avaliação. Ruídos.



## **ABSTRACT**

The increase of the urban population directly interferes in the increase of the sources of noise that generate the sound pollution, especially in the great centers. Among these sources, we can mention the traffic of vehicles and civil construction. Noise is daily introduced into the environment. These are sounds that can cause mental and/or physical discomfort, resulting in irregular vibrations that can affect the sound balance, affecting the auditory system and various bodily functions of the body. Therefore, the objective of this work was to evaluate the noise in the urban area of the city of Campanário-MG, to describe the effects of the exposure of the generated noise and also to propose solutions that ease the noise-related annoyance based on NBR 10151. Thus, was determined points for the collection of the samples in the Rua Nova Church and Ave Geraldo Maria de Oliveira due to the great concentration of commerce, the sound measurements were made using a decibel meter, in the places were determined. With this, it was possible to measure the sound pressure level in those places and to verify that in the three points the noise levels were above the one indicated by the NBR 10151/00, producing effects in the organism due to the excess of noise, however these effects act slowly and only over time present changes such as deafness, psychic imbalances and degenerative diseases.

**Keywords:** Sound Pollution; Environmental comfort; Evaluation; Noise;



## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                                       | <b>23</b> |
| <b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>                              | <b>25</b> |
| <b>2.1 O som e o ruído.....</b>                                 | <b>25</b> |
| <i>2.1.1 Tipos de ruído e suas fontes geradoras.....</i>        | <i>26</i> |
| <b>2.2 Conforto acústico em áreas urbanas.....</b>              | <b>27</b> |
| <b>2.3 Poluição sonora .....</b>                                | <b>28</b> |
| <i>2.3.1 Poluição sonora como crime ambiental.....</i>          | <i>28</i> |
| <b>2.4 Controle dos ruídos.....</b>                             | <b>29</b> |
| <b>2.5 Leis, normas e resoluções.....</b>                       | <b>30</b> |
| <b>3 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DA PESQUISA .....</b> | <b>33</b> |
| <b>3.1 Caracterização do local de estudo.....</b>               | <b>33</b> |
| <b>3.2 Classificação quanto aos fins.....</b>                   | <b>34</b> |
| <b>3.3 Classificação quanto aos meios.....</b>                  | <b>35</b> |
| <b>3.4 Tratamento de dados.....</b>                             | <b>37</b> |
| <b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>                           | <b>39</b> |
| <b>4.1 Análise de ruído no ponto 1.....</b>                     | <b>39</b> |
| <b>4.2 Análise de ruído no ponto 2.....</b>                     | <b>41</b> |
| <b>4.3 Análise de ruído no ponto 3 .....</b>                    | <b>43</b> |
| <b>4.4 Considerações gerais dos resultados.....</b>             | <b>45</b> |
| <b>4.5 Medidas mitigadoras e/ou compensatórias .....</b>        | <b>45</b> |
| <b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>                             | <b>47</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>  | <b>49</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>  | <b>55</b> |



## 1. INTRODUÇÃO

A poluição, qualquer que seja, é nociva ao homem, ao ambiente e à economia. O ser humano está exposto o tempo todo a diversos tipos de poluição, inclusive a poluição sonora.

O aumento da população urbana interfere diretamente no aumento das fontes de ruído que geram a poluição sonora, especialmente nos grandes centros. Dentre tais fontes, pode-se citar o tráfego de veículos e a construção civil (ZANNIN et al., 2002). O ruído não deixa impactos visíveis no ambiente como acontece com outras fontes de poluição (STANDER e THEODORE, 2008).

Segundo Kawakita (2008), as principais fontes de ruído ambiental ou ruído de comunidade incluem tráfego rodoviário, ferroviário, aéreo, indústrias, construções e a vizinhança. O ruído de tráfego equivale a uma grande proporção da poluição sonora que afeta a população das cidades e seus arredores. As indústrias também podem ser geradoras de ruído excessivo. Como em uma indústria existe uma grande variedade de fontes, a natureza do ruído é complexa, podendo o ruído ser contínuo ou não, com grandes variações de intensidade (DORNELLES, 2012).

Os problemas causados pela poluição sonora são variados e de grande magnitude. O ser humano quando exposto a certos níveis elevados de ruído, o organismo apresenta respostas negativas e involuntárias, as quais se destacam: hipertensão, surdez temporária, surdez permanente, estresse e problemas cardíacos (CALLAI, 2011).

De acordo com Amorim (2014), quando expostos a intensidades de até 50 dB nosso organismo é capaz de adaptar-se a este estímulo, a partir de 55 dB se inicia a situação de estresse auditivo e, por volta dos 65 dB tem-se início um desequilíbrio bioquímico com elevação de taxas hormonais relacionadas ao estresse. Pode-se observar a partir daqui um aumento da frequência cardíaca, respiratória e da pressão sanguínea, elevando os riscos de infarto, derrame cerebral, e infecções. Portanto, a exposição ao ruído excessivo não se limita ao fato de ser ou não agradável, mas torna-se uma questão importante de saúde pública (BRUM, 2010).

Desta forma, a Rua Igreja Nova e a Avenida Geraldo Maria de Oliveira foram escolhidas para serem estudadas devido a sua grande concentração de comércios e residências.

Sendo assim, foram feitas medições sonoras utilizando um decibelímetro, os locais foram determinados por meio de visitas *in loco*. Com isso, foi possível cumprir com os objetivos propostos no trabalho, são eles: Medir o nível da pressão sonora naqueles locais, descrever os efeitos da exposição do ruído gerado e também propor soluções que amenizem o incômodo causado pelo ruído.

## 2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

Campanário é um município brasileiro situado no leste do estado de Minas Gerais, região sudeste do país. Pertence a Mesorregião do Vale do Rio Doce e na Microrregião de Governador Valadares. A região onde localiza-se a cidade, em seus primórdios, era habitada pelos Botocudos, Bororós, Nacnanucs e Pochichás. Por volta de 1890, chegaram às famílias de Tiago Domingos dos Santos, Tiago Alves Soares, seus irmãos, e a de Antônio Duarte Sobrinho, ali se fixando. A cidade está localizada à 268 metros de altitude, tem como coordenadas geográficas 18° 14' 19" de latitude, e 41° 44' 54" de longitude. A área do município é 442,392 Km<sup>2</sup>, com clima tropical úmido com inverno seco e verão chuvoso. A população é de 3.757 habitantes (IBGE, 2016). Do quilômetro zero em Fortaleza até o entroncamento com a BR - 040 no Rio de Janeiro a Lei 11.363 / 2006 denomina a rodovia Santos Dumont a rodovia BR 116 (BRASIL, 2006).

### 2.1 O Som e o Ruído

O som é uma sensação produzida pelo movimento das moléculas no ar que os ouvidos são capazes de identificar. O som não é provocado no vácuo, ou seja, precisa de um meio para se propagar, seja ele transmitido por meio do ar e de outros materiais (GRAMS,2014).

Pode ser definido também como uma forma de energia que um corpo emite em uma ou mais direções, movimentos vibratórios. Em outras palavras, são flutuações, ondas mecânicas, de pressão caracterizada por expansão e compressão de moléculas que se propagam em forma de ondas (MILANEZ,2013).

Segundo Amorim (2014), a alteração da pressão atmosférica associada à mudança da densidade do ar, de modo que toda a distribuição de pressão induzida de um corpo irá se propagar por meio da expansão e compressão de moléculas no ar, ou por meio do ar em repouso, gerando assim as ondas sonoras. Basicamente caracterizada pelas variáveis: intensidade, timbre e frequência.

A faixa de frequência audível ao ouvido do homem está entre 20Hz e 20.000 Hz, sendo que as frequências mais baixas possuem menor número de oscilações, correspondendo aos sons mais graves, já as mais altas possuem um maior número

de oscilações temporais, e correspondem aos sons mais agudos (SOUZA *et al.*, 2003).

De acordo com PAZ (2004), o ruído pode ser definido como um som despido de harmonia ou apenas considerado um som indesejável. Assim, a análise em relação ao fato de ser ruído ou não, vem de cada ouvinte de forma subjetiva, envolvendo alguns fatores quanto ao tempo de exposição e o tipo de fonte sonora.

Amorim (2014) relata em sua pesquisa que o ruído pode ser descrito de duas formas: uma definição do tipo física, pois o define como sem componentes harmônicos definidos e como uma definição subjetiva, no qual o caracteriza em uma sensação desagradável ou desconfortável.

Os ruídos chegam aos ouvintes de uma cidade de várias formas, como na construção civil, indústrias, atividades sociais, tráfegos ferroviários, aéreos e rodoviários (BARRETO, 2008).

### **2.1.1 Tipos de Ruído e suas Fontes Geradoras**

Andrade (2012) e Wentz (2006) abordam o assunto e levam em consideração três tipos de ruídos:

-Ruídos contínuos: são aqueles cuja oscilação de nível de intensidade sonora é muito baixa em função do tempo variado e aproxima de 3dB(A). São ruídos com flutuações de nível de pressão acústicas tão pequenas que podem ser desconsiderados dentro do período de observação. São ruídos característicos de motores elétricos, compressores, ventiladores e chuva.

-Ruídos flutuantes: são aqueles cujo nível de pressão sonora varia em um período de tempo inferior que 15 minutos e superior a 0,2 segundos. Varia continuamente em um grau apreciável durante um período de observação. São causadores deste tipo de ruído os trabalhos manuais como soldagem, afiação de peças, trânsito de veículos, afiação de ferramentas etc. São os ruídos mais comuns no dia-a-dia das pessoas.

-Ruídos impulsivos ou de impacto: são aqueles que possuem baixa duração, menores que um segundo e tem uma energia ou nível de pressão sonora muito alto, chegando a níveis de 110 a 135 dB. Consistem em uma ou mais explosões acústicas, tendo cada um com duração menor que um segundo. São ruídos

provenientes de explosões e impactos, sendo comuns em britadeiras, prensas excêntricas, guilhotinas, etc.

A unidade de medida do som é o decibel (dB) e o nível de ruído é medido pelo decibelímetro. O ruído possui uma tolerância de aproximadamente 80 a 85 dB em certos locais e em algumas ocasiões, não podendo ser contínuas de modo que não lese a audição. (BARBOSA, 2015).

Os ruídos são originados de várias fontes, no qual compõe a poluição sonora em um ambiente. O tráfego de veículos rodoviários, ferroviários e o modal aéreo são as consideradas fontes geradoras de ruído. No tráfego rodoviário a composição de volume e velocidade do tráfego e os comportamentos dos motoristas causam o ruído. A sua origem vem do sistema de motor, o escapamento e a transmissão possuem uma participação de 12% na emissão de ruído, 10% do movimento aerodinâmico e o contato pneu/pavimento tem uma participação de 78 % (CALLAI *et al.*, 2009).

O ruído é causado pelos sistemas de instalações comerciais, industriais, transporte, obras de construção civil, instalações de entretenimento e sistemas de propaganda. Podem ser subdivididas em três grupos: fontes móveis que se deslocam no espaço, como exemplo os sistemas de transporte de carga e passageiros; fontes estacionárias que são as instalações, máquinas ou canteiros de obras que possuem uma posição física determinada; e as fontes coletivas que são o somatório de todo o ruído que foi gerado por diversos fatores em um espaço físico, sendo eles fixos ou móveis (ANSAY, 2013).

## **2.2 Conforto Acústico em Áreas Urbanas**

Trabalhos científicos relacionados com o ruído ambiental demonstram que uma pessoa só consegue relaxar totalmente durante o sono em níveis de ruído abaixo de 39 dB(A). A Organização Mundial de Saúde, porém, estabelece 55 dB(A) como nível médio de ruído diário para uma pessoa viver bem. Portanto, os ambientes localizados onde o ruído esteja acima dos níveis recomendados necessitam de um isolamento acústico (DINATO, SCHAAL, 2013).

Rodrigues *et al* (2009) menciona que acima de 75 dB(A) começa a acontecer o desconforto acústico, ou seja, para qualquer situação ou atividade, o ruído passa a ser um agente de desconforto. Nessas condições há uma perda da inteligibilidade da

linguagem, a comunicação fica prejudicada, passando a ocorrer distrações, irritabilidade e diminuição da produtividade no trabalho. Acima de 80 dB(A) as pessoas mais sensíveis podem sofrer perda de audição, o que se generaliza para níveis acima de 85 dB(A).

Nos últimos anos, porém, a sociedade começou a tomar consciência do problema do ruído como um mal social. Esta conscientização vem da necessidade primária do conforto que os seres humanos necessitam para a sua saúde e bem-estar (RENNER, 2007).

## **2.3 Poluição Sonora**

A poluição sonora é uma forma de poluição bastante divulgada nas sociedades industrializadas. As pessoas estão expostas diariamente a altos níveis de ruídos nos grandes centros urbanos, no lazer, no trabalho, nas ruas, nas escolas e em suas residências podem alcançar intensidades acima dos valores recomendáveis. O ruído urbano está diretamente relacionado com as atividades do dia-a-dia, principalmente com o processo de desenvolvimento urbano, industrial e nos transportes. À medida que há um crescimento urbano em termos de população, conseqüentemente aumenta o número de atividades urbanas, recreativas e de transporte. Nos países de primeiro mundo a poluição sonora é incluída na legislação, no qual regula as operações de ruído. No Brasil, apesar de pouco estudo em relação à exposição sonora da população, de acordo com levantamentos sonoros realizados em algumas cidades, verifica-se que a população é exposta a altos níveis de ruídos (LESSA, 2012).

O aumento da população urbana interfere de forma direta no aumento das fontes de ruído que ocasionam a poluição sonora, principalmente nas grandes cidades. Dentre as fontes, as que têm um destaque maior seriam a construção civil e o tráfego de veículos (AMORIM, 2014).

### **2.3.1 Poluição Sonora como Crime Ambiental**

No Brasil determina-se que não deve abusar dos altos níveis de ruídos, entre 22h00min e 08h00min horas, porém não há legislação nacional que determina os horários para fazer ou não barulho. Existe no país um conjunto de normas que vão a

partir da Constituição Federal de 1988 às legislações urbanas que inclui órgãos nos três níveis de governo (DORNELLES, 2012).

Conforme Machado (2003), a Lei das Contravenções Penais mostra preocupações com a poluição sonora, como se pode verificar no artigo 42, do Decreto-lei 3.688/41:

Art. 42. Perturbar alguém o trabalho ou o sossego alheio: I – com gritaria ou algazarra; II – exercendo profissão incômoda ou ruidosa, em desacordo com as prescrições legais; III – abusando de instrumentos sonoros ou sinais acústicos; IV – provocando ou não procurando impedir barulho produzido por animal de que tem guarda. Pena – prisão simples, de 15 dias a 3 meses, ou multa.

## 2.4 Controle dos Ruídos

Os grandes níveis de poluição sonora são capazes de serem minimizados, empregando medidas que executem o controle de ruído, com o desenvolvimento de produtos específicos, máquinas que geram pouco ruído ou constatando e analisando as fontes do ruído, alcançando assim a redução do ruído por meio de programas de simulação (MILINEZ, 2013).

Renner (2007) menciona que o controle do ruído pode ser definido como medidas utilizadas no intuito de minimizar o efeito do ruído sobre as pessoas, não significando a eliminação da causa. Ressaltando que não existem soluções mágicas que possam resolver o problema de excesso de barulho. Contudo, é importante considerar alguns tópicos como por exemplo: avaliação da exposição individual; características do campo acústico; tipo de ruído; tipo de exposição; características do local; ruído de fundo.

Países têm constituído normas e legislações a fim de controlar nível de ruído exagerado em diversos ambientes com o objetivo de evitar lesões à saúde pública, objetivando o conforto e o bem-estar da população, bem como para impedir o excesso de ruído peculiar das atividades (KOHLER, SPECHT, BRONZATI, 2012).

Para a determinação dos limites de nível de pressão acústica, é considerado amplo os critérios adotados, sendo analisado como de conforto, ou mesmo aceitável para a finalidade a que se destinam, conforme o horário e tempo de duração, de modo que evitem danos à saúde humana (WENTZ, 2006)

## 2.5 Leis, Normas e Resoluções

A resolução do CONAMA nº 001 de 08 de março de 1990 leva em consideração os problemas dos níveis excessivos de ruído e a deterioração da qualidade de vida, causada pela poluição, nos grandes centros urbanos, em seus incisos ficam estabelecidos os critérios e padrões:

I - A emissão de ruídos, em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política obedecerá, no interesse da saúde, do sossego público, aos padrões, critérios e diretrizes estabelecidos nesta Resolução.

II - São prejudiciais à saúde e ao sossego público, para os fins do item anterior aos ruídos com níveis superiores aos considerados aceitáveis pela norma NBR 10.152 - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

III - Na execução dos projetos de construção ou de reformas de edificações para atividades heterogêneas, o nível de som produzido por uma delas não poderá ultrapassar os níveis estabelecidos pela NBR 10.152 - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

IV - A emissão de ruídos produzidos por veículos automotores e os produzidos no interior dos ambientes de trabalho, obedecerão às normas expedidas, respectivamente, pelo Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN, e pelo órgão competente do Ministério do Trabalho.

V - As entidades e órgãos públicos (federais, estaduais e municipais) competentes, no uso do respectivo poder de política, disporão de acordo com o estabelecido nesta Resolução, sobre a emissão ou proibição da emissão de ruídos produzidos por quaisquer meios ou de qualquer espécie, considerando sempre os locais, horários e a natureza das atividades emissoras, com vistas a compatibilizar o exercício das atividades com a preservação da saúde e do sossego público.

VI - Para os efeitos desta Resolução, as medições deverão ser efetuadas de acordo com a NBR 10.151 - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade, da ABNT.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente avalia que a poluição sonora se agrava ao longo do tempo nas áreas urbanas e que o excesso poderia ser uma ameaça a saúde, resolve com a resolução nº 002 de 08 de março de 1990 em seu artigo 1º Instituir em caráter nacional o programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora (CONAMA, 2018).

Para a avaliação do ruído em áreas habitadas tem-se como referência NBR 10151/00 que fixa as condições exigíveis para avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades. Especificando um método para a medição de ruído, a aplicação de correções nos níveis medidos se o ruído apresentar características especiais e uma comparação dos níveis corrigidos com um critério que leva em conta vários

fatores. O método de avaliação envolve as medições do nível de pressão sonora equivalente (LAeq), em decibels ponderados em "A", comumente chamado dB(A). A NBR é a referência para análise de ruído ambiental conforme determina a primeira resolução do CONAMA em 8 de Março de 1990. Esta estabelece valores máximos do nível de ruído ambiente de acordo com o zoneamento e horário que são invariavelmente superados devido às várias fontes de ruído da dinâmica urbana.

Sinder e Brito (2009) adverte para a necessidade do conhecimento do nível de ruído ambiente em zonas urbanas densamente povoadas para que se possa conduzir uma correta avaliação ambiental. O nível de pressão sonora de um local é determinado por meio de um medidor de pressão sonora que é um aparelho de custo elevado e manuseio específico, não sendo normalmente utilizado por profissionais da área de projetos.

Tabela 2.1 - Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A)

| Tipos de áreas   | Diurno | Noturno |
|--|--------|---------|
| Áreas de sítios e fazendas   | 40     | 35      |
| Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas | 50     | 45      |
| Área mista, predominantemente residencial                          | 55     | 50      |
| Área mista, com vocação comercial e administrativa                 | 60     | 55      |
| Área mista, com vocação recreacional                               | 65     | 55      |
| Área predominantemente industrial                                  | 70     | 60      |

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2001



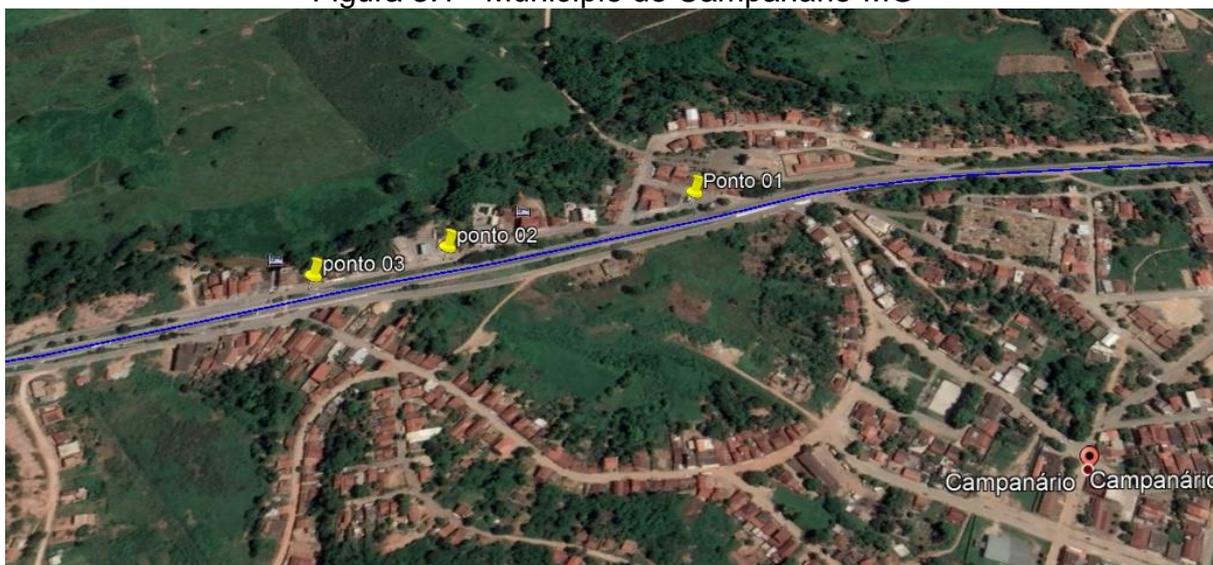
### 3 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DA PESQUISA

Essa etapa refere-se à fundamentação teórica que tratou o trabalho. Por meio de uma análise da literatura, foi possível classificar a pesquisa quanto aos fins, aos meios e ao tratamento de dados.

#### 3.1 Caracterização do Local de Estudo

Segundo o IBGE (2016), Campanário é um Município do estado de Minas Gerais, compreendido entre as cidades de Governador Valadares e Itambacuri, contido dentro da mesorregião Vale do Rio Doce. De acordo com o Censo (2010), possui 3564 habitantes em uma área de 442,398 Km<sup>2</sup>, conforme a figura 3.1.

Figura 3.1 - Município de Campanário-MG



Fonte: Google Earth (2014)

Segundo o IBGE (2016), a cidade foi povoada pelos Botocudos, Bororós, Nacnanucs e Pochichás em seus primórdios, e seu primeiro nome, Igreja Nova, foi dado devido a Igreja Católica construída na cidade de Itambacuri em homenagem a Nossa Senhora dos Anjos. Em 1924, adotou-se o topônimo Campanário, relembrando a igreja construída para a colonização dos índios.

Região propícia para a agricultura e para a agropecuária, no qual despertou uma atenção maior para o Departamento Nacional de Estrada de Rodagem (DNER) construir uma sede de acampamento, trazendo consigo a rodovia federal “Rio-Bahia”, possibilitando um desenvolvimento na região. (IBGE, 2016).

Para a concretização dos objetivos apresentados, a Rua Igreja Nova e a Avenida Geraldo Maria de Oliveira foram escolhidas para a realização das medidas de ruído, elas foram escolhidas principalmente devido a sua grande concentração de comércio.

### **3.2 Classificação Quanto aos Fins**

A classificação desse trabalho quanto à finalidade é a pesquisa pura.

Para Fernandes e Gomes (2003) a pesquisa pura busca o desenvolvimento científico e o aumento de conhecimentos teóricos, sem a preocupação com a utilização prática.

Sendo assim, esta pesquisa trata-se de uma avaliação de ruído com base em um estudo de campo. Quanto à natureza dos dados, esse trabalho está classificado como qualitativo e quantitativo.

A pesquisa qualitativa de acordo Fonseca (2002) é classificada como individual e não científica, uma vez que não atua com dados matemáticos, em que consentem descobrir relações de causa e efeito no tratamento estatístico. Geralmente trabalha com aspirações, significados, valores e atitudes.

Para Souza e Zione (2003) a pesquisa qualitativa corresponde a questões muito particulares, tendo um cuidado com o nível de realidade que não pode ser quantificado.

Para Oliveira (2011) a pesquisa quantitativa é identificada pelo emprego da quantificação, nas modalidades de coleta e tratamento de informações por meio de técnicas estatísticas. Sempre busca a validação das hipóteses mediante a utilização de dados estruturados.

Sendo assim, esta pesquisa classifica-se como qualitativa porque descreve os tipos de ruídos e seus níveis na cidade de Campanário - MG, tendo como base o referencial teórico, também classifica-se como quantitativa porque mediu pontos da Rua Igreja Nova e da Avenida Geraldo Maria de Oliveira onde realizou-se uma avaliação sobre o tema.

Quanto à classificação de nível, a pesquisa é classificada como descritiva.

De acordo com Oliveira (2011) pesquisas descritivas faz um detalhamento das características de determinada população ou fenômeno, estabelecendo a relação entre as variáveis. São vários os estudos que podem ser classificados com

este título e uma de suas características mais significativas. Esse tipo de estudo pretende descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade

### 3.3 Classificação Quanto aos Meios

Em relação à classificação quanto aos meios, a pesquisa é um estudo de caso. Pois para Fonseca (2002), o estudo de caso é caracterizado como uma forma de estudo pré-estabelecida por algum sistema educativo, alguma instituição, uma unidade social. Tem por finalidade compreender o porquê de algumas situações estabelecidas de modo a compreender suas características e sua essência. O pesquisador que está analisando não deve interferir no objeto, mas divulgá-lo como compreendeu. Como no caso da avaliação do nível de ruído na cidade de Campanário - MG.

Objetivando medir o nível de pressão sonora local, foram feitas medições em um período de 31 dias. A delimitação dos horários de medições dos níveis de ruído deu-se pelos chamados horários de pico, nos quais perceberam um incremento no fluxo de tráfego veicular rodado. Desta forma, as medições ocorreram nos períodos das 6h00min às 7h00min, das 12h00min às 13h00min, das 18h00min às 19h00min, e das 22h00min às 23h00min. A coleta de dados foi realizada entre os meses de setembro e outubro de 2018. Na Figura 3.2, observa-se a distribuição dos pontos escolhidos.

Figura 3.2 - Local utilizado para medições



Fonte: Google Maps (2018)

O instrumento utilizado para realizar a medição do nível de ruído é o decibelímetro. O modelo escolhido para efetuar o trabalho foi o digital Ak820. O microfone desse medidor é a peça principal no circuito, sendo sua função a de transformar um sinal mecânico (vibração sonora) num sinal elétrico.

O circuito de medição dos aparelhos pode ter uma resposta rápida ou lenta. Este medidor de nível sonoro pontual foi desenvolvido com o propósito em atuar na área de segurança do trabalho, assim como para outras áreas do conhecimento. Para transferir os dados do medidor para um computador, foi utilizada o Microsoft Excel para tabelar os dados coletados.

O medidor, em todos os pontos em que foi realizada a coleta de dados, foi posicionado a 1,20 metros do chão, com o auxílio de um tripé, e a pelo menos 2 metros de qualquer anteparo reflexivo, considerando muros, fachadas e veículos estacionados. A figura 3.3 mostra a imagem do aparelho.

Figura 3.3: Decibelímetro



Fonte: Acervo da própria pesquisa, 2018

Entre as funções desse decibelímetro estão: ponderação em frequência A/C, função *hold* (congelamento da visualização da leitura), registro de valores máximos e mínimos, desligamento automático após 10 minutos sem uso, microfone com atenuação de interferências mecânicas (correntes de ar),

### **3.4 Tratamento de Dados**

Para o tratamento dos dados coletados utilizou-se o software de estatística R. O R é uma linguagem e um ambiente de desenvolvimentos integrado para cálculos estatísticos e gráficos. Em que foi possível auxiliar na manipulação dos dados coletados e o programa Microsoft Excel 2010 que é um editor de planilhas que ajudou na construção de tabelas.

As medições foram realizadas do dia 20/09/2018 ao dia 20/10/2018 nos horários de 06h00 as 07h00; 12h00 às 13h00; 17h00 às 18h00 e das 22h00 às 23h00 conforme anexo 2.

Foram realizadas 31 medições em cada um dos 03 pontos definidos, para avaliar os resultados obtidos foram considerados a média dos valores do nível de pressão sonora (NPS) e os valores do nível de critério de avaliação (NCA), os horários que foram coletados estão de acordo com a NBR 10151/00.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Análise de Ruído na Rua Igreja Nova (Ponto 1)

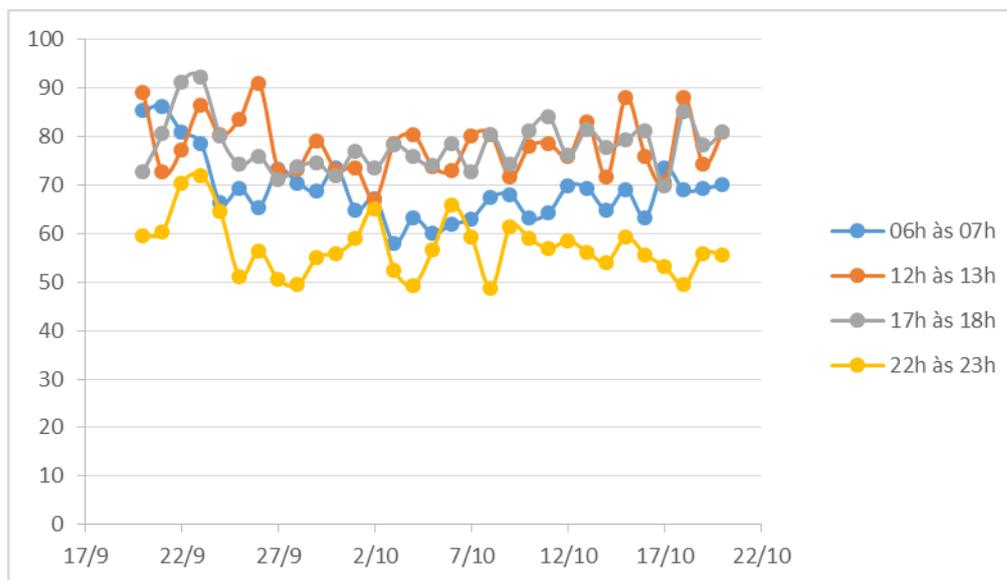
O “ponto 01 se localiza na Rua Igreja Nova de coordenadas 18° 14’ 21,53 S e 41° 43’ 47,13” O. A rua possui em sua totalidade 12 residências e 8 comércios, sendo esses comércios bares noturnos.

Figura 4.1 - Detalhamento do ponto de medição 01



Fonte: Acervo da própria pesquisa, 2018

A área de pesquisa é considerada mista, com predominância residencial. Na tabela 4.1 foram obtidos a média dos níveis de pressão sonora (NPS) nos horários preestabelecidos na metodologia e no gráfico 4.1 nota-se a dispersão dos valores encontrados. Foi constatado que os valores encontram-se fora dos padrões permitidos pela legislação. Os valores aceitáveis como conforto acústico situam-se até 55 dB. No presente estudo, os valores de cada etapa investigada variaram de 58,6 dB a 76,1 dB.

**Gráfico 4.1: Grafico de dispersão das amostras no ponto 1.**

Fonte: Acervo da própria pesquisa (2018)

O gráfico 4.1 referente-se a coleta de amostras na Rua Igreja Nova (ponto 1). É possível perceber que as amostras não seguem um padrão, elas estão dispersas.

Dentre os horários onde ocorreram medições do nível de ruído, nota-se que entre o horário das 12:00h as 13:00h e no horário das 17:00h as 18:00h foram onde ocorreram maiores índices de ruído.

Na tabela 4.1 nota-se a dispersão dos valores encontrados por meio do cálculo do desvio padrão.

Tabela 4.1 – Resultados dos níveis de pressão sonora no Ponto 01

|                | Horário  | NPS Média<br>(dB (A)) | Desvio Padrão<br>Médio | Mínimo | Máximo |
|----------------|----------|-----------------------|------------------------|--------|--------|
| <b>PONTO 1</b> | 06 as 07 | 68,00323              | 7,583996               | 57,5   | 89,5   |
|                | 12 as 13 | 76,14516              | 5,837456               | 67,8   | 90,4   |
|                | 17 as 18 | 75,80645              | 5,751112               | 61,9   | 90,8   |
|                | 22 as 23 | 58,63226              | 6,499428               | 50,1   | 75,4   |

Fonte: Acervo da própria pesquisa (2018)

As fontes acústicas predominantes de produção de ruído em áreas residenciais são os sons provenientes da natureza como pássaros e cigarras, além

da conversa entre pessoas. As fontes naturais podem elevar o nível de pressão acústica, chegando a ultrapassar o limite permitido por lei. Tais sons, no entanto, são reconhecidos no ambiente urbano como qualificadores da condição ambiental (SCHAFER, 2001). Assim, a avaliação do ruído deve estar sempre associada à natureza das fontes acústica, não se limitando aos níveis médios de pressão acústica.

Segundo LEUTZ (2013), nível de ruído de até 50 dB(A) pode perturbar, porém ocorre uma fácil adaptação. A partir de 55 dB(A) pode ocorrer um leve estresse acompanhado de desconforto. Considerando um nível de 70 dB(A) como o nível inicial do desgaste do organismo, aumentando o risco de infarto, derrame cerebral, hipertensão arterial e outras patologias. A 80 dB(A) ocorre a liberação de endorfinas biológicas, causando uma sensação de prazer momentâneo. E com 100 dB pode haver perda de audição.

Por outro lado, Lacerda *et al* (2010) menciona que a pressão sonora não tem sido associada somente aos problemas auditivos. E em outros estudos conduzido com motoristas de ônibus revelou que o risco de hipertensão foi 2,98 vezes maior nos profissionais com perda auditiva induzida pelo ruído. Afirmando que a pressão sonora poderia influenciar negativamente o sono, provocar alterações gástricas e até repercutir sobre a visão e a concentração.

Silva *et al* (2014), propõe que o ruído interfere nas atividades diárias do sujeito, ocasionando reações negativas diversas, como o estresse. Assim, na relação ruído e saúde, o discurso sobre a percepção dos entrevistados enfatizou o estresse como um dos principais sintomas decorrentes da exposição ao ruído, o qual representou 29% do total dos apontamentos.

Assim observa-se que neste ponto os resultado das medições obteve-se valores superiores aos valores aceitáveis como conforto acústico. No entanto podemos considerar que a proximidade do ponto avaliado com a Rodovia Santos Dumont pode ser de certa forma a principal fonte causadora do nível elevado de ruído.

#### **4.2 Análise de Ruido na Avenida Geraldo Maria de Oliveira ( Ponto 2)**

O ponto 02 situa-se na Avenida Geraldo Maria de Oliveira de coordenadas  $18^{\circ} 14' 29,13''$  S e  $41^{\circ} 43' 51,30''$  O. Esta avenida, juntamente com a Rua Igreja Nova (Ponto1), é onde concentra-se a maior parte do comércio local da cidade. Tendo esse ponto um número total de 4 residências e de 5 comércios.

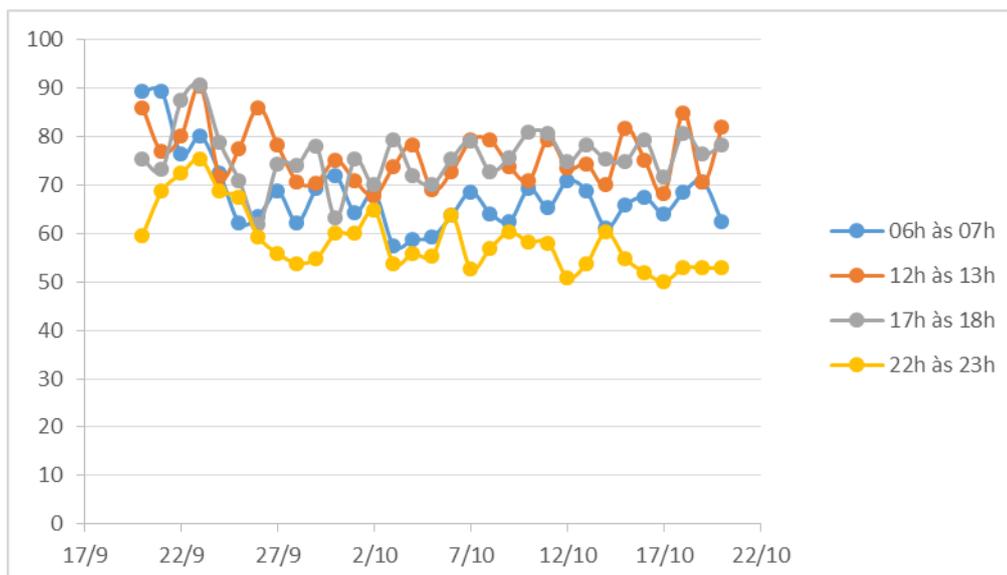
Figura 4.2 - Detalhamento do ponto de medição 02



Fonte: Acervo das própria pesquisa (2018)

A área do ponto 2 é considerada mista, com vocação comercial e administrativa. Na tabela 4.2 foram obtidos a média dos níveis de pressão sonora (NPS) nos horários preestabelecidos na metodologia. Foi constatado que os valores se encontram fora dos padrões permitidos pela legislação. Os valores aceitáveis como conforto acústico situam-se até 60 dB. No presente estudo, os valores de cada etapa investigada variaram de 57,3 dB a 78,1 dB.

**Gráfico 4.2: Gráfico de dispersão das amostras no ponto 2.**



Fonte: Acervo da própria pesquisa (2018)

O gráfico 4.2 referente-se a coleta de amostras na Avenida Geraldo Maria de Oliveira (ponto 2). É possível perceber que as amostras não seguem um padrão, elas estão dispersas.

Dentre os horários onde ocorreram medições do nível de ruído, nota-se que assim como no ponto 1 que é a rua Igreja Nova, o ponto 2 Avenida Geraldo Maria de Oliveira também teve índices altos de ruído no horário das 12:00h as 13:00h e no horário das 17:00h as 18:00h.

Na tabela 4.2 nota-se a dispersão dos valores encontrados por meio do cálculo do desvio padrão.

Tabela 4.2 – Resultados dos níveis de pressão sonora no Ponto 02

|                | <b>Horário</b> | <b>NPS Média<br/>(dB(A))</b> | <b>Desvio Padrão<br/>Médio</b> | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> |
|----------------|----------------|------------------------------|--------------------------------|---------------|---------------|
| <b>PONTO 2</b> | 06 as 07       | 68,99677                     | 6,668357                       | 58            | 86,3          |
|                | 12 as 13       | 78,19032                     | 6,035967                       | 57,1          | 91            |
|                | 17 as 18       | 78,04839                     | 5,293447                       | 69,3          | 92,3          |
|                | 22 as 23       | 57,35161                     | 5,862188                       | 48,8          | 72,1          |

Fonte: Acervo da própria pesquisa (2018)

Barreto (2007), menciona em seu estudo as medições e constatou que o NPS estava acima do estipulado por norma. E em outro ponto de coleta observou-se que

os níveis de ruído gerado são extremamente elevados, especialmente, se relacionados com o limite máximo estabelecido pela norma de 85dB(A), chegando a ultrapassar até, aproximadamente, 14dB(A).

Para Calixto (2002) o ruído excessivo força as pessoas a falarem mais alto para que outras as entendam, causando assim um efeito psicológico sobre as pessoas que vivem em ambientes ruidosos. A conversa é muitas vezes desencorajada pela presença de ruídos sejam eles, de trens, aviões, veículos ou ate mesmo equipamentos. O ruído em excesso é considerado um incômodo no sono, com o passar dos anos podem causar distúrbios. A hora continua do sono poderá diminuir, passando a cochilar durante o dia.

Para Kohler et al (2012) a exposição a altos níveis de ruído acaba por provocar respostas inconscientes do organismo aos estímulos. As principais alterações reversíveis são: dilatação das pupilas, hipertensão sanguínea e reações musculares entre outras. Existem as alterações bioquímicas que são: mudanças na produção de cortisona, de adrenalina, do hormônio tiróide, na glicose e na proteína do sangue. O ruído também provoca efeitos cardiovasculares, com aumento da pressão sanguínea .

Com isso, observando o resultado nesse ponto das medições obteve-se valores superiores aos valores aceitáveis como conforto acústico. No entanto pode-se considerar que a proximidade do ponto avaliado com a Rodovia Santos Dumont pode ser de certa forma a principal fonte causadora do nível elevado de ruído.

### 4.3 Análise de Ruído na Avenida Geraldo Maria de Oliveira (Ponto 3)

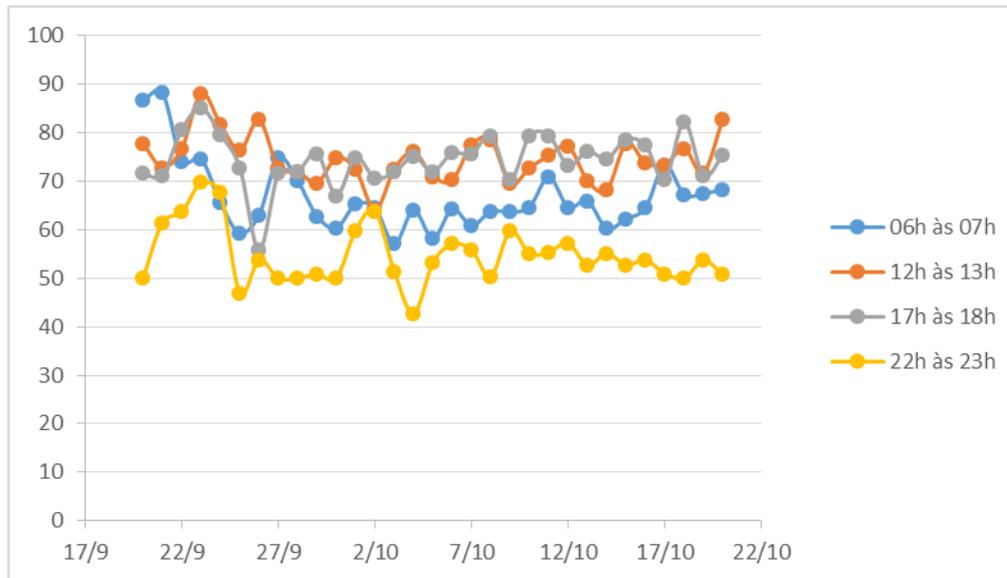
O ponto 03 que também se situa na Avenida Geraldo Maria de Oliveira, assim como o ponto 2, de coordenadas  $18^{\circ} 14' 32,16''$  S e  $41^{\circ} 43' 52,95''$  O, possui em sua totalidade 5 residências e 5 comércios.

Figura 4.3 - Detalhamento do ponto de medição 03



Fonte: Acervo da própria pesquisa (2018)

No ponto 03 o local de pesquisa é considerado uma área mista, com vocação comercial e administrativa. Os valores avaliados na tabela 4.3 podem constatar que os resultados do NPS excedem os valores permitidos pela NBR. Os valores aceitáveis como conforto acústico situam-se até 60 dB. No presente estudo, os valores de cada etapa investigada variaram de 54,7 dB a 78,0 dB.

**Gráfico 4.3: Gráfico de dispersão das amostras no ponto 3.**

Fonte: Acervo da própria pesquisa (2018)

O gráfico 4.3 referente-se a coleta de amostras na Avenida Geraldo Maria de Oliveira (ponto 3). É possível perceber que as amostras não seguem um padrão, elas estão dispersas.

Dentre os horários onde ocorreram medições do nível de ruído, nota-se que assim como no ponto 1 que é a rua Igreja Nova, e no ponto 2 que também se situa na Avenida Geraldo Maria de Oliveira, o ponto 3 teve índices altos de ruído no horário das 12:00h as 13:00h e no horário das 17:00h as 18:00h.

Tabela 4.3 – Resultados dos níveis de pressão sonora no Ponto 03

|                | Horário  | NPS Média<br>(dB (A)) | Desvio Padrão<br>Médio | Mínimo | Máximo |
|----------------|----------|-----------------------|------------------------|--------|--------|
| <b>PONTO 3</b> | 06 as 07 | 66,83226              | 7,215233               | 57,1   | 86,3   |
|                | 12 as 13 | 74,7871               | 4,908139               | 64,1   | 88,2   |
|                | 17 as 18 | 74,46129              | 5,357965               | 55,8   | 85,1   |
|                | 22 as 23 | 54,72581              | 5,9833,64              | 42,7   | 69,8   |

Fonte: Acervo da própria pesquisa ( 2018)

Para Figueiredo (2016) os períodos avaliados em seu estudo não apresentaram diferenças entre o ruído ambiente com tráfego e o ruído ambiente sem tráfego. Porém, em seu estudo foram encontrados pontos em que o ruído estava acima do limite estabelecido na NBR 10.151/2000, que é de 55 dB(A).

Evidenciando-se que o ruído do ambiente da região é influenciado pelo trânsito de veículos nas ruas adjacentes ao empreendimento.

Quando comparados o Nível de Critério de Avaliação (NCA) aplicável à cada localidade, constata-se que nenhum dos pontos avaliados estava dentro do limite estipulado na NBR 10.151:00 para o tipo de área onde situa-se.

Segundo Nudelmann (2001), considera que os valores acima de 70dB provocam impacto desagradável ao ouvido humano podendo haver riscos de danos físicos e psíquicos de natureza auditiva como perda da audição e de natureza extra-auditiva como vertigem, dor de cabeça, irritabilidade, estresse, falta de atenção e concentração, entre outros.

Já Bonatto *et al* (2015) relata que nas cidades interceptadas por rodovias o ruído é gerado pelo intenso fluxo de veículos, somado ao tráfego local e o ruído gerado por atividades comerciais. Assim, para que o ruído causado pela rodovia não afete tanto a qualidade de vida da população quanto a sua saúde faz-se necessária a definição de medidas mitigadoras e mecanismos de atenuação de ruído mais efetivos ainda na fase de planejamento do empreendimento rodoviário.

Com base nessa discussão é possível perceber que o resultado das medições neste ponto foi superior aos valores aceitáveis como conforto acústico. Sendo esta uma área mista com predominância comercial e administrativa existe um grande número de comércios nessa área.

#### **4.4. Considerações gerais dos resultados**

Com base nos resultados obtidos dos três pontos, sendo o ponto 1 a Rua Igreja Nova que é classificada como uma área mista com predominância residencial e os pontos 2 e 3 que se situam na Avenida Geraldo Maria classificada como uma área também mista, porém com utilização comercial e administrativa, observou-se que um possível fator determinante para os elevados níveis de ruídos encontrados é a Rodovia Santos Dumont que está interferindo diretamente na propagação de ruídos, uma vez que esta rodovia é uma área de constante movimento de tráfego de

veiculos tanto de passeio e serviços (carros menores) quanto de cargas pesadas (caminhões, ônibus e outros) de transportes de bens e serviços.

#### 4.5 Medidas Mitigadoras e/ou Compensatórias

Uma ação de redução nos meios de propagação dos ruídos é a implantação de barreiras acústicas, que funcionam como obstáculos entre as fontes geradoras de ruídos e os receptores.

Barreira acústica abrange os muros verticais, as elevações de terra e as coberturas parciais ou totais das vias de circulação, tendo como finalidade a redução dos níveis sonoros das áreas que tenham os índices de ruído elevados (MALAFAIA, SANTOS, SLAMA, 2005).

Nos projetos de implantação de barreiras acústicas desconsideravam a sua integração no ambiente urbano, o resultado que apresentavam era técnico para problemas com atenuação comparada com o impacto estético. Esta influência na paisagem urbana somente foi introduzida como fator relevante para projetos de barreira acústica na última década (MAGALHAES, BARBOSA, 2017).

Uma medida mitigadora para um problema de níveis sonoros elevados seria a implantação de uma barreira acústica feita de vegetação o que se trata de um empecilho natural que ajudara a diminuir não só a propagação do ruído, como também contribuir esteticamente no cenário o qual for implantado (BATARI *et al*, 2013).

Quando acontece o balanço das folhas provocado pelo som, a transformação das ondas sonoras é refletida em energia cinética, amortizando os níveis sonoros do ambiente. Enfim, vale ressaltar que a diminuição dos ruídos sonoros devido à propagação do som por meio da vegetação só é significativa para espessuras superiores a 10m (BARRETO, 2007).

As barreiras acústicas podem fazer parte de um sistema de adoção de meios sustentáveis para constituí-las, podem ser constituídas por árvores, bambus ou arbustos que são cultivados ao longo da incidência dos níveis sonoros elevados tendo como exemplo a cerca viva conforma figura 6 (CECCHETTO, 2014).

Figura 4.4 – Cerca Viva



Fonte: Acervo da própria pesquisa (2018)

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa aborda a temática da avaliação dos níveis de ruídos decorrentes no município de Campanário, constatando diversas fontes geradoras de ruído a principal é o tráfego rodoviário, ou seja, a Rodovia Santos Dumont (BR-116) provoca um aumento nos níveis sonoros emitidos naquele local.

Considerando o ruído uma constante no cotidiano dos moradores, o objetivo deste estudo foi buscar informações dos níveis de ruído, a deterioração da qualidade de vida causada pela poluição sonora e as possíveis medidas para amenizar esses efeitos.

Foi possível constatar que no ponto 1 que é a rua Igreja Nova, no ponto 2 e ponto 3 que se situam na Avenida Geraldo Maria onde ocorreram as medições o nível de ruído estava acima do indicado pela NBR 10151/00, após as análises discussões uma possibilidade provável dos altos níveis de ruído é a proximidade destas áreas estudadas estarem próximas a Rodovia Santos Dumont que é a principal fonte causadora do nível elevado de ruído.

Os efeitos produzidos no organismo em função do excesso de ruído, atuam de forma lenta e somente com o tempo manifestam-se alterações tais como surdez, desequilíbrios psíquicos e doenças degenerativas.

Sendo assim, é possível desenvolver um trabalho futuro para minimizar a influência negativa encontrada nos locais devido ao excesso de ruído. Foi apresentado como medida mitigadora a sugestão de construir uma barreira acústica de vegetação nos locais. Isso possibilitaria que a influência da poluição sonora no cotidiano de residentes fosse um pouco menor e traria junto a isso outros benefícios como exemplo uma diminuição na sensação térmica e até mesmo um aspecto visual mais agradável para a cidade.



## REFERÊNCIAS

- ABNT - 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. Disponível em: <<http://www.semace.ce.gov.br/wp-content/uploads/2012/01/Avalia%C3%A7%C3%A3o+do+Ru%C3%ADdo+em+%C3%81reas+Habitadas.pdf>>. Acesso em 13 de junho de 2018.
- AMORIM, L. D. *Ruído urbano e efeitos não auditivos na saúde da população: revisão de literatura*. 2014. 52p. Trabalho de Conclusão (Bacharel em Fonoaudiologia). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/169740/TCC-Let%C3%ADcia.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 24 de julho de 2018.
- ANSAY, S. S. *Estudo da Poluição Sonora através do Mapa de Ruído na Implantação do Novo Campus Universitário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR*. 2013. 136p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Paraná, CURITIBA, 2013. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/37086/R%20-%20D-%20SAMUEL%20SOARES%20ANSAY.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 14 de Julho de 2018
- BARBOSA, A. L. Z. *Estudo de barreiras acústicas para a atenuação do ruído aeronáutico no Aeroporto de Congonhas em São Paulo*. 2015. 346p. Doutorado (Doutorado em Arquitetura e urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16134/tde-07032016-202246/publico/andrebarbosa.pdf>>. Acesso em: 30 de julho de 2018.
- BRASIL. *RESOLUÇÃO CONAMA nº 1, de 8 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. 1990. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=98>>. Acesso em: 16 de novembro de 2018.
- BRITO, L. A. P. F., SINDER, V. Determinação do nível de pressão sonora das principais vias públicas da região central de Taubaté. In: X ENCONTRO NACIONAL e VI ENCONTRO LATINO AMERICANO DE C O N F O R T O N O A M B I E N T E C O N S T R U Í D O, 2009, Natal, *anais.*, p. 173-181. Disponível em: <[http://www.infohab.org.br/encac/files/2009/ENCAC09\\_0173\\_181.pdf](http://www.infohab.org.br/encac/files/2009/ENCAC09_0173_181.pdf)>. Acesso em: 07 de novembro de 2018.

CALIXTO, A. *O ruído gerado pelo tráfego de veículos em “rodovias grandes avenidas” situadas dentro do perímetro urbano de Curitiba, analisado sob parâmetros acústicos objetivos e seu impacto ambiental*. 2002. 122p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002. Disponível em: <[http://www.pgmecc.ufpr.br/dissertacoes/dissertacao\\_002.pdf](http://www.pgmecc.ufpr.br/dissertacoes/dissertacao_002.pdf)>. Acesso em: 16 de novembro de 2018.

CALLAI, S. C. *Estudo do ruído causado pelo tráfego de veículos em rodovias com diferentes tipos de revestimentos de pavimentos*. 2011. 92p. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <[http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-19072011-171244/publico/Dissertacao\\_Sergio\\_Callai.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-19072011-171244/publico/Dissertacao_Sergio_Callai.pdf)>. Acesso em: 30 de julho de 2018.

CARD, L. G. *Pesquisa Pura x Pesquisa Aplicada. Recanto das Letras*, São Paulo, 2010. Disponível em: <<https://www.recantodasletras.com.br/artigos-de-ciencia-e-tecnologia/2377521>>. Acesso em 15 de Junho de 2018.

CARMO, L. I. C. *Efeitos do ruído ambiental no organismo humano e suas manifestações auditivas*. 1999. 45p. Monografia (Especializado em Audiologia Clínica). CEFAC- Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica, Goiânia, 1999. Disponível em: <[http://www.farmacia.ufrj.br/consumo/vidaurbana/Monografia\\_goiania.pdf](http://www.farmacia.ufrj.br/consumo/vidaurbana/Monografia_goiania.pdf)>. Acesso em 13 de Junho de 2018.

CARNEIRO, M. *Perturbações sonoras nas edificações urbanas : doutrina, jurisprudência e legislação*. 2. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2002. v.2 , 470p.

DINATO, A. C., SCHAAL, R. E. Simulação do ruído sonoro no entorno do aeroporto de Ribeirão Preto. *Journal of Transport Literature*, Manaus, v.8, n.1, p. 285-303, jan. 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/jtl/v8n1/12.pdf>>. Acesso em: 30 de agosto de 2018.

DONOSO, J.P. *Som e acústica primeira parte: ondas sonoras*. 2010. 18 slides. Disponível em: <[http://www.ifsc.usp.br/~donoso/fisica\\_arquitetura/12\\_som\\_acustica\\_1.pdf](http://www.ifsc.usp.br/~donoso/fisica_arquitetura/12_som_acustica_1.pdf)>. Acesso em 10 de Junho de 2018.

DORNELLES, A. *A poluição sonora no ambiente urbano: impactos na saúde humana e aspectos legais*. 2012. 48p. Monografia (Graduação em Direito). UNIJUÍ – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2012. Disponível em: <[http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1316/TCC%](http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1316/TCC%20A%20Poluicao%20Sonora%20no%20Ambiente%20Urbano%20Impactos%20na%20Saude%20Humana%20e%20Aspectos%20Legais.pdf)

20ALEXANDRE%20DORNELLES.pdf?sequence=1>. Acesso em: 24 de julho de 2018.

FERNANDES, J. C. *Acústica e ruídos*. Curso de Engenharia Mecânica. Bauru. 2002. Universidade Estadual Paulista. Disponível em: <[https://docplayer.com.br/5357282-Acustica-e-ruídos-prof-dr-joao-candido-fernandes.html#download\\_tab\\_content](https://docplayer.com.br/5357282-Acustica-e-ruídos-prof-dr-joao-candido-fernandes.html#download_tab_content)>. Acesso em: 15 de outubro de 2018.

FERNANDES, L. A., Gomes, J. M. M. Relatórios de pesquisa nas ciências sociais: características e modalidades de investigação. *ConTexto*, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p. 1-23, set. 2003. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/ConTexto/article/download/11638/6840>>. Acesso em: 15 de outubro de 2018.

FONCESA, J. J. S. *Metodologia da Pesquisa*. Curso de Especialização em Comunidades Virtuais de Aprendizagem – Informática Educativa. Ceará. 2002. Universidade Estadual do Ceará. Disponível em: <<http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012-1/1SF/Sandra/apostilaMetodologia.pdf>>. Acesso em: 01 de novembro de 2018.

FREITAS, E., et al. Avaliação do ruído de tráfego rodoviário em pavimentos com camadas de desgaste delgadas. *Repositóri UM*, Portugal, v.1, n.1, p. 1-10, nov. 2009. Disponível em: <[http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/17212/1/artigo%20cila%20EF\\_JP%202009.pdf](http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/17212/1/artigo%20cila%20EF_JP%202009.pdf)>. Acesso em: 09 de novembro de 2018.

GRAMS, A. L. B. *Modelagem matemática no ensino médio: percepção matemática por meio da música*. 2014. 191p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática). Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <<http://tede2.pucrs.br/tede2/bitstream/tede/3470/1/459264.pdf>>. Acesso em: 30 de agosto de 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/campanario/panorama>>. Acesso em 10 de Junho de 2018.

\_\_\_\_\_ Campanário. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/dtbs/minasgerais/campanario.pdf>>. Acesso em 10 de Junho de 2018

KNABBEN, R. M. *Estudo do ruído pneu-pavimento e da absorção sonora em diferentes revestimentos de pavimento*. 2012. 251p. Dissertação (Mestrado em

Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/100773/308895.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 09 de novembro de 2018.

KOHLER, R., et al. Ruído causado pelo transporte ferroviário em um segmento urbano: estudo do caso da cidade de Ijuí-RS. *Teoria e Prática na Engenharia Civil*, Rio Grande do Sul, v.1, n.19, p. 13-23, maio. 2012. Disponível em: <[http://www.editoradunas.com.br/revistatpec/Art2\\_N19.pdf](http://www.editoradunas.com.br/revistatpec/Art2_N19.pdf)>. Acesso em: 15 de outubro de 2018.

LACERDA, A. et al. *Achados audiológicos e queixas relacionadas à audição dos motoristas de ônibus urbano*. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rsbf/v15n2/03.pdf>>. Acesso em 08 de novembro de 2018.

LESSA, B. P. V. *Avaliação de Poluição Sonora em Assentamento Informal – Estudo de Caso Comunidade Santa Marta – RJ*. 2012. 74p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <[http://w2.files.scire.net.br/atrio/ufrij-pem\\_upl/THESIS/18/pemufrij2012mscbrunapereiradovallelessa.pdf](http://w2.files.scire.net.br/atrio/ufrij-pem_upl/THESIS/18/pemufrij2012mscbrunapereiradovallelessa.pdf)>. Acesso em 14 de Junho de 2018.

MAGALHÃES, J. K. S., BARBOSA, U. R. Avaliação de barreiras acústicas na atenuação do ruído ambiental. In: II COLÓQUIO ESTADUAL DE PESQUISA MULTIDICIDPLINAR, 2017, Goiás, anais, Goiás: UNIFIMES, 2017, p. 1-6. Disponível em: <<http://www.unifimes.edu.br/ojs/index.php/coloquio/article/download/217/320>>. Acesso em: 07 de novembro de 2018.

MALAFIA, C., et al. Integração de barreiras acústicas no contexto urbano. *ENCAC*, Alagoas, v.1, n.1, p. 1107-1115, out. 2005. Disponível em: <[http://www.infohab.org.br/encac/files/2005/ENCAC05\\_1107\\_1115.pdf](http://www.infohab.org.br/encac/files/2005/ENCAC05_1107_1115.pdf)>. Acesso em: 07 de novembro de 2018.

OLIVEIRA, M. F. *Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em Administração*. 2011. 72p. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2011. Disponível em: <[https://adm.catalao.ufg.br/up/567/o/Manual\\_de\\_metodologia\\_cientifica\\_-\\_Prof\\_Maxwell.pdf](https://adm.catalao.ufg.br/up/567/o/Manual_de_metodologia_cientifica_-_Prof_Maxwell.pdf)>. Acesso em: 05 de novembro de 2018.

RENNER, G. Ruído urbano: o caso da rua integração na cidade de entre-Ijuís, RS. 2007. 50p. Trabalho de Conclusão (Graduação em Engenheiro Civil). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Unijuí), Rio Grande do Sul, 2007. Disponível em: <<http://www.projetos.unijui.edu.br/petegc/wp-content/uploads/tccs/tcc->

titulos/2007/Ruido\_Urbano\_O\_Caso\_da\_Rua\_Integracao\_na\_Cidade\_de\_Entre\_-\_ljuis\_RS.pdf>. Acesso em: 30 de outubro de 2018.

RIBEIRO, E. A. A perspectiva da entrevista na investigação qualitativa. *Evidência*, Araxá, n.4, p. 129-148,2008. Disponível em: <<http://www.uniaraxa.edu.br/ojs/index.php/evidencia/article/view/328/310>>. Acesso em 14 de Junho de 2018.

RODRIGUES, P. P., et al. Análise dos níveis de ruído em equipamentos da construção civil na cidade de Curitiba. *Produção online*, Santa Catarina, v.9, n.3, p. 446-488, set. 2009. Disponível em: <<https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/download/234/492>>. Acesso em: 30 de outubro de 2018.

SOUSA, D. S. *Instrumentos de gestão de poluição sonora para a sustentabilidade das cidades brasileiras*. 2004. 643p. Dissertação (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<http://antigo.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/dssouza.pdf>>. Acesso em: 15 de novembro de 2018.

SOUZA, D. V., ZIONI, F. Novas perspectivas de análise em investigações sobre meio ambiente: a teoria das representações sociais e a técnica qualitativa da triangulação de dados. *Saúde e Sociedade*, São Paulo, v.12, n.2, p.76-85, jul./dez. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sausoc/v12n2/08.pdf>>. Acesso em: 07 de novembro de 2018.

SOUZA, L. C. L. *et al. Bê-a-bá da acústica arquitetônica: ouvindo a arquitetura*. 1. ed. Bauru: Edufscar, 2003. v.1, 140p.

SPECHT, L. P. et al. Causas, formas de medição e métodos para mitigação do ruído decorrente do tráfego de veículos. *Revista Tecnológica*, Fortaleza, v.30, n.1, p. 12-26, jan./jun. 2009. Disponível em: <<http://rodoviasverdes.ufsc.br/files/2010/03/Ruido-em-rodovias.pdf>>. Acesso em 14 de Junho de 2018.

SPECHT, L. P., et al. Avaliação do ruído através do SPBI (Statistical Pass-By Index) em diferentes pavimentos. *REM*, Ouro Preto, v.62, n.4, p. 439-445, out./dez. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rem/v62n4/v62n4a05.pdf>>. Acesso em: 15 de novembro de 2018.

VILLORIA, E. M. *et al. Avaliação dos níveis de pressão sonora emitidos pelo aparelho de ressonância magnética*. *CEFAC*, Belo Horizonte, v.18, n.1, p. 27-32,

Jan./Fer. 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rcefac/v18n1/1982-0216-rcefac-18-01-00027.pdf>>. Acesso em 18 de Junho de 2018.

WENTZ, M. *Avaliação do conforto acústico em edificações residenciais e na via pública do município de Panambi*. 2006. 62p. Trabalho de Conclusão (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2006. Disponível em: <[http://www.projetos.unijui.edu.br/petegc/wp-content/uploads/tccs/tcc-titulos/2006/Avaliacao\\_do\\_Conforto\\_Acustico\\_Em\\_Edificacoes\\_Residenciais\\_na\\_Via\\_Publica\\_do\\_Municipo\\_de\\_Panambi.pdf](http://www.projetos.unijui.edu.br/petegc/wp-content/uploads/tccs/tcc-titulos/2006/Avaliacao_do_Conforto_Acustico_Em_Edificacoes_Residenciais_na_Via_Publica_do_Municipo_de_Panambi.pdf)>. Acesso em: 30 de agosto de 2018.

## ANEXOS

## ANEXO 1 – Certificado de calibração do Decibelímetro


**CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO**  
 No. 2998/18

|           |                         |         |            |         |    |
|-----------|-------------------------|---------|------------|---------|----|
| Nome:     | Layanny Coelho          | CEP:    | 39835-000  | Estado: | MG |
| End.:     | Rua Antonio Barbosa, 44 | Cidade: | Campanário |         |    |
| Bairro:   | Centro                  |         |            |         |    |
| CPF/CNPJ: | 102.801.966-10          |         |            |         |    |

**Dados do instrumento:**

|                       |         |          |                  |        |
|-----------------------|---------|----------|------------------|--------|
| Decibelímetro digital | Modelo: | MSL-1301 | Fabricante:      | MINIPA |
| No. Série:            | 790586  |          | Nº de patrimônio | N/C    |
| Tag:                  | N/C     |          |                  |        |

**Procedimento de Calibração:**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Procedimento de Calibração: | A calibração foi realizada pelo método de comparação com o (s) padrão (ões) utilizado (os), e auxílio de Instrumento de Referência Certificado. |
|-----------------------------|---|

**Condições Ambientais durante as medições:**

|                      |                   |                         |                   |
|----------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|
| Temperatura:         | 21 °C ± 0,5 °C    | Umidade relativa do ar: | 49 % U.R. ± 3%    |
| Local da Calibração: | GAMA LAB          |                         |                   |
| Data da Calibração:  | 17 setembro, 2018 | Recalibração sugerida:  | 17 setembro, 2019 |

**Padrões Utilizados na calibração:**

|  |
|--|
| Calibrador de nível sonoro, modelo CAD-5000, número de série N789978, certificado No. 82845 emitido pelo laboratório Chrompack em dezembro de 2016 com validade de 2 anos. |
|--|

**Resultado da calibração:**

| Nível sonoro de ponderação em frequência A |                       |        |           | Na escala de 30 a 130 dB |                  |
|--|-----------------------|--------|-----------|--------------------------|------------------|
| Padrão                                     | Instrumento sob teste | Desvio | Incerteza | Fator de Abrangência     | Frequência média |
| (dB)                                       | (dB)                  | (dB)   | ± (dB)    | k                        | (Hz)             |
| 94,0                                       | 94,1                  | -0,1   | 0,15      | 2                        | 1000,00          |
| 114,0                                      | 114,3                 | -0,3   | 0,15      | 2                        | 1000,00          |

Calibrado por:

Assinatura

Carlos A. Nunes Viana

CREA: 2611842787

Técnico em eletrônica

Certificado assinado eletronicamente.

Observações:

- 1 - A Incerteza Expandida relatada é baseada em uma incerteza padronizada combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, estimada para um nível de confiança de 95%.
- 2 - Este certificado é válido exclusivamente para o objeto calibrado, descrito nas condições especificadas, não sendo extensivo a quaisquer outros, mesmo que similares.
- 3 - Somente terá validade o certificado em sua totalidade de folhas. Não é permitida a reprodução parcial deste certificado.
- 4 - Esta calibração não isenta o instrumento de controle metrológico estabelecido na regulamentação metrológica.

Página 1 de 1

## Anexo 2 – Amostras do ruído ambiental medido.

| 06 AS 07 |         |         | 12 AS 13 |         |         | 17 AS 18 |         |         | 22 AS 23 |         |         |
|----------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|---------|---------|
| Ponto 1  | Ponto 2 | Ponto 3 | Ponto 1  | Ponto 2 | Ponto 3 | Ponto 1  | Ponto 2 | Ponto 3 | Ponto 1  | Ponto 2 | Ponto 3 |
| 89,5     | 85,4    | 86,7    | 86,1     | 89,2    | 77,8    | 75,4     | 72,8    | 71,6    | 59,6     | 59,6    | 50,1    |
| 89,3     | 86,3    | 88,3    | 76,9     | 72,7    | 72,9    | 73,2     | 80,7    | 71,3    | 68,7     | 60,4    | 61,5    |
| 76,4     | 81,1    | 74,2    | 80,2     | 77,4    | 76,8    | 87,5     | 91,3    | 80,7    | 72,4     | 70,4    | 63,7    |
| 80,1     | 78,6    | 74,7    | 90,4     | 86,5    | 88,2    | 90,8     | 92,3    | 85,1    | 75,4     | 72,1    | 69,8    |
| 72,4     | 66,4    | 65,6    | 71,8     | 80,4    | 81,8    | 78,9     | 80,1    | 79,7    | 68,8     | 64,5    | 67,7    |
| 62,3     | 69,3    | 59,3    | 77,6     | 83,7    | 76,4    | 71       | 74,3    | 72,9    | 67,6     | 51,2    | 47      |
| 63,6     | 65,5    | 63,1    | 86,1     | 91      | 82,7    | 61,9     | 75,9    | 55,8    | 59,4     | 56,4    | 53,8    |
| 68,7     | 73,2    | 74,8    | 78,2     | 73,1    | 72,8    | 74,4     | 71,3    | 71,7    | 55,9     | 50,5    | 50      |
| 62,3     | 70,5    | 70,1    | 70,8     | 73,4    | 72,1    | 74,2     | 73,8    | 72,1    | 53,9     | 49,5    | 50      |
| 69,3     | 68,7    | 62,8    | 70,5     | 79,1    | 69,7    | 78       | 74,6    | 75,8    | 54,9     | 55,1    | 50,9    |
| 72       | 73,6    | 60,4    | 75,2     | 73,1    | 74,8    | 63,2     | 71,9    | 67,1    | 60       | 55,9    | 50,1    |
| 64,4     | 64,9    | 65,3    | 70,9     | 73,7    | 72,5    | 75,3     | 77,1    | 74,9    | 60,1     | 59      | 59,9    |
| 68,4     | 67,3    | 64,5    | 67,8     | 67,1    | 64,1    | 70,1     | 73,5    | 70,7    | 64,8     | 65,2    | 63,9    |
| 57,5     | 58      | 57,1    | 73,9     | 78,7    | 72,5    | 79,3     | 78,3    | 71,9    | 53,9     | 52,5    | 51,4    |
| 58,7     | 63,2    | 64,1    | 78,3     | 80,4    | 76,1    | 72       | 75,9    | 75,1    | 55,8     | 49,4    | 42,7    |
| 59,3     | 60,1    | 58,2    | 69,1     | 73,9    | 71      | 70,2     | 74      | 72,1    | 55,4     | 56,7    | 53,2    |
| 63,7     | 62      | 64,3    | 72,8     | 73,1    | 70,3    | 75,4     | 78,6    | 75,9    | 63,8     | 65,8    | 57,1    |
| 68,6     | 63,1    | 60,9    | 79,3     | 80,1    | 77,5    | 79,2     | 72,8    | 75,6    | 52,7     | 59,4    | 55,8    |
| 64,2     | 67,5    | 63,8    | 79,3     | 80,5    | 78,6    | 72,9     | 80,4    | 79,5    | 57       | 48,8    | 50,4    |
| 62,5     | 68      | 63,7    | 73,9     | 71,7    | 69,5    | 75,8     | 74,3    | 70,4    | 60,3     | 61,4    | 59,8    |
| 69,3     | 63,2    | 64,7    | 70,9     | 78      | 72,8    | 80,9     | 81,3    | 79,4    | 58,3     | 59      | 55,1    |
| 65,5     | 64,4    | 70,9    | 79,5     | 78,6    | 75,3    | 80,6     | 84,1    | 79,5    | 58,1     | 56,9    | 55,4    |
| 70,9     | 69,9    | 64,7    | 73,6     | 75,9    | 77,3    | 74,8     | 76,1    | 73,3    | 51       | 58,6    | 57,3    |
| 68,7     | 69,3    | 66      | 74,3     | 83      | 70,2    | 78,2     | 81,6    | 76,2    | 53,9     | 56,2    | 52,7    |
| 61,2     | 64,9    | 60,3    | 70,1     | 71,6    | 68,2    | 75,3     | 77,9    | 74,7    | 60,3     | 54,1    | 55,2    |
| 65,9     | 69,1    | 62,3    | 81,8     | 88,1    | 77,8    | 75       | 79,3    | 78,7    | 54,8     | 59,3    | 52,7    |
| 67,5     | 63,4    | 64,5    | 75,2     | 76      | 73,9    | 79,4     | 81,2    | 77,5    | 52       | 55,7    | 53,8    |
| 64,2     | 73,6    | 73,4    | 68,2     | 70,6    | 73,4    | 71,6     | 69,8    | 70,3    | 50,1     | 53,2    | 51      |
| 68,5     | 69      | 67,3    | 85       | 88,1    | 76,8    | 80,8     | 85,1    | 82,3    | 52,9     | 49,5    | 50      |
| 70,8     | 69,3    | 67,5    | 70,7     | 74,3    | 71,8    | 76,5     | 78,3    | 71,2    | 52,9     | 55,9    | 53,7    |
| 62,4     | 70,1    | 68,3    | 82,1     | 80,9    | 82,8    | 78,2     | 80,9    | 75,3    | 52,9     | 55,7    | 50,8    |