



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
FACULDADE DE FÍSICA

**ANÁLISE DOS NÍVEIS DE RUÍDOS POR TRABALHADORES DO  
TRANSPORTE COLETIVO DA CIDADE DE MARABÁ.**

MARABÁ – PA  
2015

---



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
FACULDADE DE FÍSICA

**ANÁLISE DOS NÍVEIS DE RUÍDOS POR TRABALHADORES DO  
TRANSPORTE COLETIVO DA CIDADE DE MARABÁ.**

Rosberg da Silva Pereira

Orientador: Prof. MsC. Jorge Everaldo

MARABÁ – PA  
2015

**ANÁLISE DOS NÍVEIS DE RUÍDOS POR TRABALHADORES DO  
TRANSPORTE COLETIVO DA CIDADE DE MARABÁ.**

Rosberg da Silva Pereira

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Física da  
Universidade Federal do Sul e Sudeste Pará – UNIFESSPA como parte dos  
requisitos necessários para obtenção do título de Graduado Licenciado Pleno  
em Física.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. MsC. Jorge Everaldo

---

Prof. Dr. Tiago Carvalho Martins

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Fernanda Carla

MARABÁ – PA

2015

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

**Biblioteca II da UNIFESSPA. CAMAR, Marabá, PA**

---

Pereira, Rosberg da Silva

Análise dos níveis de ruídos por trabalhadores do transporte coletivo da cidade de Marabá / Rosberg da Silva Pereira ; orientador, Jorge Everaldo. — 2015.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Campus Universitário de Marabá, Instituto de Ciências Exatas, Faculdade de Física, Curso de Licenciatura em Física, Marabá, 2015.

---

1. Ruído urbano – Marabá (PA). 2. Trânsito - Ruído. 3. Ruído -

## **RESUMO**

Este trabalho apresenta as sérias consequências, que o ruído causa no dia-a-dia dos motoristas do transporte urbano da cidade de Marabá. Essa alta exposição aos ruídos durante o dia-a-dia, em meios a propagação que este tipo de perturbação sonora causa. Como podemos combater tal comportamento, de certa forma com um planejamento adequado e que, deve ser levado em consideração à localização e a classificação do som pra ver se são de projeção objetiva ou física, os níveis sonoros em diferentes situações se propagam de acordo com; os horários e locais em que ficamos expostos a tal incomodo. Como no caso deste trabalho observado nos pontos em que foram realizadas as medidas no decorrer das vias desta cidade. Segundo as medições realizadas pela parte do dia em tais setores, e também colocarei em consideração que em parte entra em discussão neste trabalho pude observar que em contatos com alguns moradores, eles sentem a maior propagação deste problema abordado neste trabalho, que é a perturbação tem seu incômodo mais pela parte da noite onde o tráfego é mais intenso, neste caso abordamos o trabalho elaborado nas medições diárias feitas durante a jornada de trabalho dos motoristas de ônibus coletivo deste município, em que teve o resultado esperado e considerado bastante vantajoso e consegui obter o resultado esperado.

## ABSTRACT

This paper presents the serious consequences that the noise causes day-to-day drivers of urban transport in the city of Maraba. This high exposure to noise during the day-to-day in the spread means that this type of noise disturbance causes. How can we combat such behavior, in a way with proper planning and that should be taken into consideration the location and the classification of sound to see whether they are objective or physical projection, sound levels in different situations according to propagate; the times and places where we are exposed to such discomfort. As in the case of this work observed at the points where the measurements were carried out over the roads of this city. According to measurements carried out by part of the day in such sectors, and also put into consideration that in part comes into discussion in this work I have observed that in contacts with some locals, they feel the further spread of this problem addressed in this work, which is the disturbance has his annoyance over the part of the night where traffic is most intense in this case approach the work done in daily measurements made during the working hours of public bus drivers of this town, where had the expected result and considered quite advantageous and managed to get the expected result.

Tire a sensação de alegria,  
ouvindo o cantar dos pássaros, pois no mundo há muita poluição sonora para  
lhe perturbar a paz.

**Helgir Girodo**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a deus pelo dom da vida, e aos que de certa forma contribuíram nessa longa caminhada acadêmica. Aos meus pais que devo tudo, se não fossem pelo apoio deles nada disso estaria se concretizando em minha vida, meus pais todo mérito dessa trajetória é de vocês, deixo só um pouco comigo, obrigado pelo incentivo incondicional, porque em certos momentos pensei em desistir diante de muita dificuldade, mas no final deu tudo certo, obrigado mesmo. Não posso deixar também de agradecer a uma família que deus colocou em minha vida, pra se tornarem como meus pais de certa forma durante essa caminhada acadêmica, aqui fica registrado meu agradecimento a vocês Beto Matias e Suzana Barbosa, pelo apoio e torcida pra que desse tudo certo minha caminhada, meu muitíssimo obrigado. A mamãe Lucia de Fátima e família também tem sua parcela de dedicação e apoio para comigo, obrigado a todos. Agradeço também a todos os meus amigos e professores em especial, Luiz Damasceno, Giovana Oliveira, Cléonice Felício, Gerson Milhas, Rafael Fróis, Adriano Paiva, Paulinho Souza, Rodrigo Nascimento, Antônio Rosa, Rodrigo Ramos, Alessandro Almeida, Arnaldo César, Osmar Machado, Alonso Castro, Mário Almeida, Ubirajara Sompré, Willian Thiago, Hortência Sena, Domingos Charles. E aos professores que me ensinaram durante a graduação muitos são novos que não tive a honra de ser ensinado, mas enfim em especial ao professor Emerson Corrêa, Fábio Rolemberg, Mateus Lima, Rodrigo Gester, Edinaldo Texeira, Luiz Gomes, Fernanda Carla, Tiago Martins e meu orientador, Jorge Everaldo obrigado a todos. E a instituição de ensino a que devo minha formação acadêmica, quem sabe um dia pode voltar pra somar com essa equipe de excelentes professores, e a todos os funcionários que de forma direta ou indireta me ajudaram.

A todos, o meu muito obrigado!

*Rosberg Silva Pereira*



Obrigado Deus, os meus pais,  
a minha irmã, e a todos os amigos que durante a minha carreira acadêmica  
estiveram sempre ao meu lado me incentivando, apoiando e dando força para  
que eu chegasse até o final de minha formação profissional.

## SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO.....	11
2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	12
2.1- Natureza do Som.....	12
2.1.2 - Características Físicas do Som.....	13
2.1.3 - Propagações do Som.....	14
2.1.4 - As recepções do som diretamente pelo ouvido humano.....	15
2.1.5 - Comportamento do som nos recintos.....	16
2.1.6 – Reverberação.....	17
2.1.7 – Eco.....	17
2.1.8 - Acústica nos recintos fechados.....	18
2.1.9 - Acústica nos recintos abertos.....	19
2.2 - Isolamento Acústico, Controle de Ruído e do Som.....	19
2.2.1- Tipos de Isolamento.....	20
2.2.2 - Controle do Ruído e do Som.....	20
2.2.3 - Controle do Ruído na fonte.....	21
2.2.4 - Controle do Ruído no meio de propagação.....	22
2.2.5 - Redução da propagação som pelo ar.....	22
2.2.6 - Controle do Som pelo receptor.....	23
2.3.1 - Protetores individuais.....	24,25,
2.3.2 - Avaliação do efeitos do ruído sobre o homem.....	26
2.3.3 - Efeitos sobre a saúde dos motorista de ônibus de Marabá.....	26
2.4.1 - Efeitos do ruído durante o sono.....	27
2.4.2 - Efeitos sobre o aparelho auditivo.....	27
2.4.3 - Mecanismo da perda auditiva.....	28,29

3 - APRESENTAÇÕES DAS ANÁLISES DOS DADOS OBTIDOS, A PARTI  
DAS MEDIÇÕES REALIZADAS NAS VIAS DE MARABÁ.....31,

3.1- Tabela permitida pela NBR, ( Norma Brasileira de Ruídos), contendo  
tempo mínimo e máximo de exposição ao ruído.

4 - CONCLUSÃO.....32

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....33

## **1- INTRODUÇÃO**

Este estudo tem como tema principal a avaliação do ruído em áreas urbanas. Atualmente o ruído é considerado um dos maiores problemas na vida moderna, podendo causar inúmeros problemas ao ser humano, desde físicos, a psicológicos e materiais. Indivíduos submetidos a uma extensa jornada de ruído tornam-se estressados, irritados, com baixo poder de concentração. Nesse sentido, a Associação Brasileira de Normas Técnicas criou normas que protegem o ser humano dos ruídos. Entretanto, nem sempre estas normas são cumpridas, desta forma se faz necessário uma vigilância cuidadosa dos responsáveis no sentido de impor, cobrar e autuar os infratores. O presente trabalho teve como objetivo o estudo do ruído nos transportes urbanos da cidade de Marabá. Foi realizada então as seguintes medições ao longo das vias, centros e bairros da cidade. A partir dessas medidas foi elaborada uma análise composta de tabelas e de gráficos que possibilitam a nossa compreensão. Por fim, procuramos uma forma de criar algumas sugestões que decorreram desse levantamento e que se tenta fazer a solução do problema. O presente trabalho tem como objetivo analisar o incômodo causado pelo ruído aos trabalhadores dos transportes urbanos de Marabá em que é baseado este trabalho.

## **2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 - Naturezas do Som**

O som é algo presente na natureza, e a audição desse tipo de fenômeno é um dos sentidos dos seres humanos, o fato de ouvir o som requer a sensibilidade de níveis de energia diferenciada em termos de outros seres vivos que também possuem essa sensibilidade, por exemplo, os animais. Antes de tratar da percepção do som pelos seres humanos será caracterizado o fenômeno de tal forma que o som é conceituada pela propagação de frente de compressão mecânica, ou onda longitudinal que se propaga de forma circuncêntrica, apenas em meios materiais, como os sólidos, líquidos ou gasosos, ou seja, não se propaga no vácuo.

O Som é uma qualidade perceptiva que é resultada da percepção de distúrbios das moléculas de um meio em certo espaço de tempo. Esses distúrbios, por sua vez, apresenta se em forma de ondas e vibrações de partículas de ar transmitidas ao aparelho auditivo humano. É uma transmissão cuja velocidade de transmissão do som é diretamente proporcional à distância em sua propagação pelo meio, esses meios já abordados que são os sólidos líquidos e gasosos. Para este fenômeno ocorrer há a necessidade de três elementos que mais a frente pode se observar que são: Emissor, meio e receptor. (ATHENEU, 2008.)

### 2.1.2- Características Físicas do Som

Pode se definir o som abordando se os devidos temas, *Comprimento de onda, intensidade, frequência, velocidade, altura e timbre*. O *comprimento de onda* é a distância percorrida pelo ciclo completo e é determinado pela forma física ( $\lambda$ ) (Lambda), já a *intensidade* corresponde ao nível de energia sonora, e também no movimento ondulatório e medido pela amplitude, sendo que a amplitude é o deslocamento da onda. A *frequência* é o número de vezes que o fenômeno se repete em um determinado intervalo de tempo, medido em ciclos por segundo, (Hertz, Hz). A *velocidade* é o espaço percorrido pela onda, na unidade de tempo, sendo que equivale dividir o seu comprimento de onda pelo seu período de oscilação. A *altura* corresponde se a frequência do som emitido. Os sons de maior frequência se dizem mais altos, ou mais agudos, já os de baixa frequência os sons mais baixos, são os sons mais graves. Já o *timbre* denomina se a qualidade, e corresponde às somas de frequência harmônicas.

Outra característica do som é expressa pela sua energia, em que, a sua intensidade se mede em decibel (dB), que é a intensidade relativa do som, tendo por base o limite de audição convencional, Sua relação é logaritmo e apresentada na equação abaixo. (ATHENEU 2008 p.327)

Na equação abaixo é apresentada a equação 01 que define a intensidade sonora. Observa se a equação abaixo.

$$I_{dB} = 10 \log_{10} \left( \frac{I}{I_0} \right) \quad \text{ou} \quad P_{dB} = 10 \log_{10} \left( \frac{P}{P_0} \right) \quad (01)$$

A unidade utilizada para o nível sonoro é o Bel (B), mas como esta unidade é grande comparada com a maioria dos valores de nível sonoro utilizados na equação, seu múltiplo usual é o *decibel (DB)*, de maneira que 1B=10db. Na equação, I representa a intensidade do som e P a potências de referência. (WWW.SOFISICA.COM.BR/INTENSIDADES SONORAS.)

Em seguida aborda se a diferença entre sons e ruídos, que é o tema principal deste trabalho, tem uma grande diferença, entre sons e ruídos, como pode se perceber, o som tem certo conforto, já o ruído é perturbador, ou seja, fisicamente o

ruído segundo (LIDA 1999), é uma mistura de vibrações medindo se em escala logarítima chamada decibel (DB). A parte em que incomoda quem está ouvindo, agora mais adiante pode se verificar as diferenças ao longo deste trabalho. Podemos diferenciar os dois tipos de sons, um devido à maneira agradável de ouvir, já o outro através do desconforto ou incômodo. Ouvindo o som dos motores ou o ruído do motor; é devidamente observada por suas características físicas de rotação. Como pode se observar, através do barulho produzido pelos motores dos ônibus: temos dois tipos de sons, um ambiente que podemos ficar bastante a vontade, e outro que sai totalmente distorcido, que é justamente o ruído, que é o fator principal deste trabalho.

Os ruídos podem incomodar, ou causar danos imediatos ao nosso ouvido, mas isso conforme os tempos que passamos a exposição deste desconforto como será abordado a parti desse trabalho mais adiante.

### **2.1.3 - Propagações do som**

O som se propaga em função das propriedades do meio transmissor de um modo aproximado, à velocidade é diretamente proporcional a temperatura, e inversamente proporcional ao módulo de elasticidade do meio, agora aborda se, meios de propagação dos sons, que são: *Reflexão*, *interferência*, *difração* e o *efeito doppler do som*. A *Reflexão* dar se quando o trem de ondas encontra uma superfície que se opõe a propagação ele muda de direção. A reflexão em superfícies planas ou em curvas tem grande aplicação na construção da acústica de ambientes favoráveis, inclusive para todo o som emitido pelo meio de propagação. A *Interferência* é o aumento ou a diminuição da intensidade do som, devido a soma dos pulsos de onda, a interferência é responsável pela perda de discriminação do ouvido. Na medida de sons e ruídos é notada especialmente no momento em que desaparece em lugares silenciosos, ou durante a noite, pode se notar que sons antes não audíveis são percebidos. Já a *Difração* é o obstáculo que a onda enfrenta como as ondas são grandes, como por exemplo, uma onda de 1000 Hz tem ondas de 34 cm, certos objetos com 17 cm, ou menores são facilmente contornáveis por ondas de 1000 Hz, tendo se a luz como um pequeno exemplo, tem comprimento de onda muito menor, por essa razão que uma porta entreaberta deixa passa pouca luz, mas

deixa passar muito som e ruído devido o seu comprimento ser maior. Agora observa se o *Efeito Doppler*, nada mais é que a mudança aparente de frequência, mas isso quando existe movimento entre o emissor e o receptor. Observa se a figura.

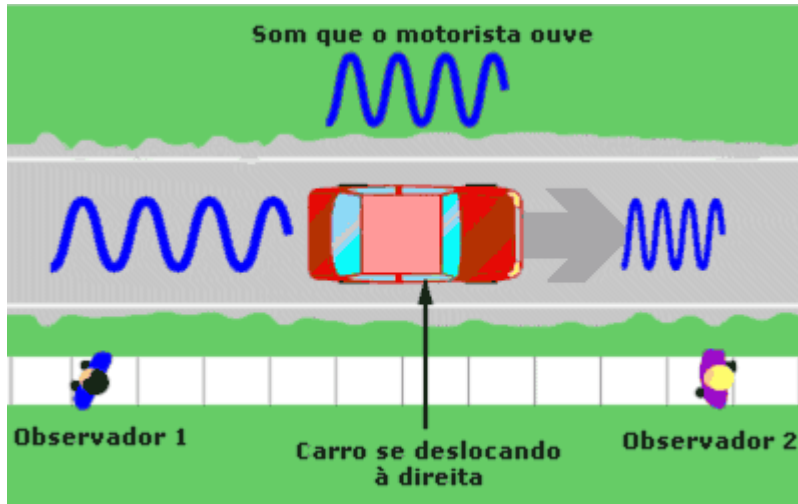


Figura 1 - Fonte: (AMORIM E LICARIÃO. P.09)

Observando a figura vimos que, quando ambos se aproximam a velocidade do som aumenta, porque o maior número de ciclos passa pelo receptor. Neste caso se a frequência emitida for constante, o som emitido aumenta com isso o som se torna mais alto, ou seja, se torna mais agudo. Ideia já abordada acima; quando a fonte e o receptor se afastam menor número de ciclos recebido pelo receptor, na unidade de tempo o som se torna menos alto, ou seja, o som se torna mais grave. O efeito doppler, nesse caso é bastante observado no nosso dia-a-dia, como por exemplo as buzinas dos automóveis, sirenes de ambulância e etc..., que se aproximam ou se afastem, isso mostra nitidamente o efeito Doppler.

#### 2.1.4 - As Recepções do som diretamente pelo ouvido humano

Agora inicia se a parte em que o som é propagado de forma direta no nosso ouvido, e com fins de saber como funciona a passagem do som pelo ouvido. A função do sistema auditivo é transformar ondas mecânicas do som em impulsos elétricos, que se estendem ao cérebro, e é formado por três partes:

O ouvido externo: pavilhão ("concha acústica" cartilaginosa), que capta os sons encaminhando-os pelo canal auditivo até o tímpano; O ouvido médio: tímpano (membrana) vibra e transmite a energia para os ossículos martelo, bigorna e estribo, nesta ordem, reduzindo a amplitude da onda e intensificando a energia para o



ouvido interno; o ouvido interno: Membrana tubular (caracol), preenchida de líquido que transmite a energia vibratória às células, e estas manda estímulo eletroquímicos ao cérebro pelo nervo auditivo. Observando a anatomia do ouvido humano abaixo, observa se.

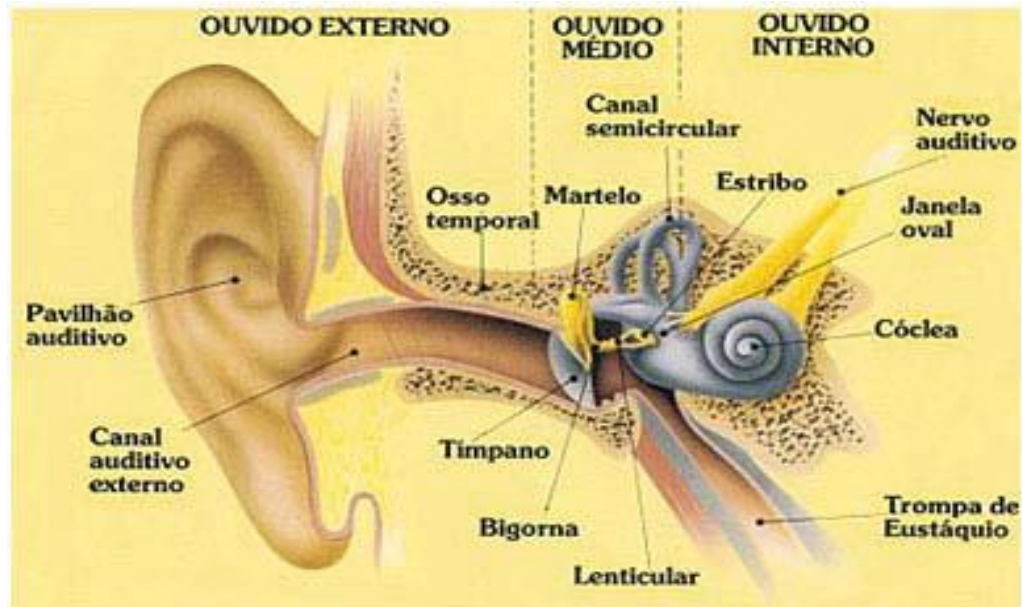


Figura 2 - fonte: (ADRIANA & LICARIÃO. p 05.)

### 2.1.5 - Comportamentos do Som nos Recintos

Como se observa na figura, o aluno sentindo tal perturbação em sala, como trata se este trabalho, os níveis de ruídos são muito intenso, dependendo do meio e do tempo de exposição, fatos que aborda se ao longo do trabalho.



Figura 4 - Incômodo na sala de aula. Fonte: Revista Nova Escola, n.º 179 Ed. Abril S/A (Jan/fev-2005). (AMORIM & LICARIÃO p.17)

Um breve comentário sobre as condições acústicas desfavoráveis acarretam como os principais problemas como: dificuldade de comunicação, irritabilidade e efeitos nocivos à audição e a saúde. E mais abaixo estuda se mais profundamente o principal tópico deste trabalho que é o ruído em ambientes abertos e fechados, para termos uma base de como lidar com tal problema, abaixo 2 subtemas que envolve esses aspectos de ruídos.

### 2.1.6 – Reverberação

Em ambientes fechados no caso do ônibus, existem dois campos sonoros: da fonte e o refletido. Chegando juntos reforçam o som, chegando separados, em pequeno intervalo, atrapalham o entendimento, caracterizando a reverberação.

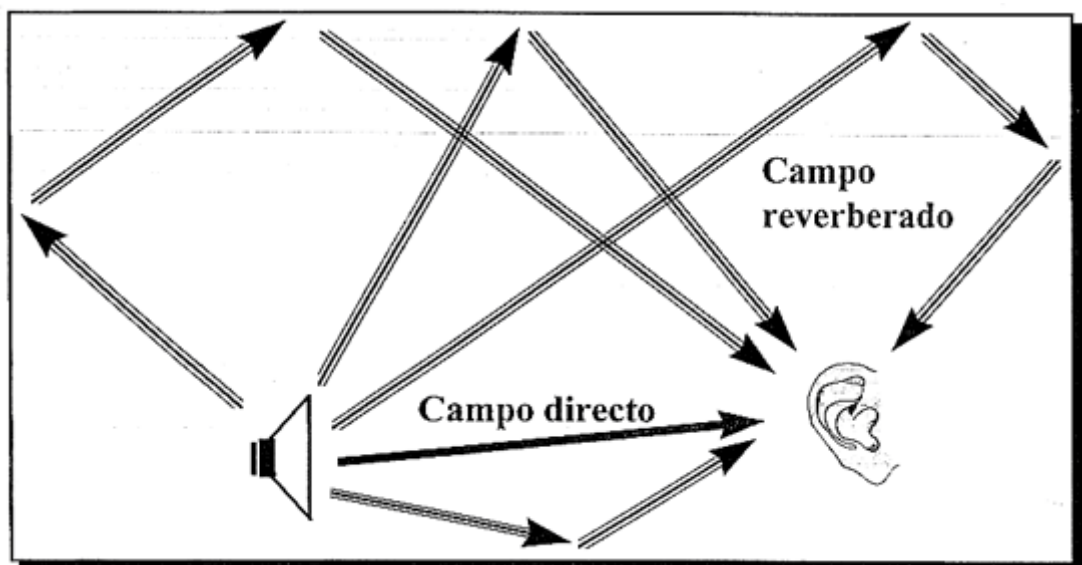


Figura 5 - Campo direto e reverberado.

Fonte: (AMORIM & LICARIÃO p.17)

O tempo de reverberação mede o tempo entre: o desligamento da fonte e a extinção do som no ambiente, no qual a intensidade sonora cai um milhão de vezes (60db) - e representa a capacidade de absorção sonora do ambiente.

### 2.1.7 – Eco

Agora temos o eco que nada mais é que a repetição nítida e distinta de um som direto que, depois de refletido, chega aos nossos ouvidos em intervalo acima de

1/15 de segundo. Considerando-se a velocidade do som no ar em 340 m/s, o objeto que causa, essa reflexão no som deve estar a uma distância de 23 m ou mais.

### 2.1.8 - Acústicas nos recintos fechados

O comportamento do som nos recintos fechados depende: da forma interna-o comportamento do som controlado pela reflexão - paredes e teto - quanto mais irregular maior será o desvio e enfraquecimento da energia sonora. Capacidade de absorção e, do volume do compartimento; recintos fechados devem possuir também condições mínimas de conforto térmico e visual e funcional.

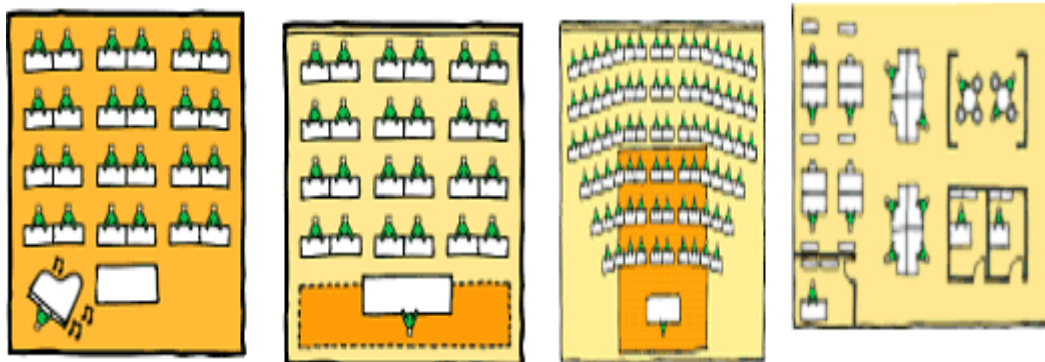


Figura 6 - Salas para aulas de música, aulas, auditórios; comerciais. (AMORIM & LICARIÃO, p 21).

A boa comunicação é o principal objetivo. Sala mal projetada acarreta altos Níveis de estresses aos professores e alunos e comprometem a qualidade do Aprendizado (OITICICA e GOMES, 2004).

#### *Sala de conferência*

Devem possuir condições adequadas à inteligibilidade á fala.

Baixos níveis de ruído; imunidade a ecos: deterioram a inteligibilidade- a mensagem atrasada se sobrepõe à mensagem, mais recente- mascaramento da informação. A Reverberação controlada - não pode ser eliminada totalmente.

### 2.1.9 - Acústicas de recintos abertos

É necessário que o som seja dirigido e concentrado sobre a plateia, por refletores chamados de concha acústica, devido à forma côncava. Na construção da concha acústica, devemos ponderar: a topografia e apresentar um plano inclinado para localizar a plateia. Como pode se observar na imagem abaixo:



Figura 7 - Vista da concha acústica, em 2002. Fonte: Prefeitura Municipal de Santos. (AMORIM & LICARIÃO. p. 25)

### 2.2 - Isolamento Acústico, Controle de Ruído e do Som.

Um projeto de isolamento ou controle de som/ruído inicia-se no planejamento considerando localização e classificação do som sendo objetiva e física. Os níveis sonoros adequados às diferentes situações como: horários, locais e custos; as opções técnicas reduzem a utilização de materiais isolantes (caros).

Entre os níveis de ruído produzidos por fontes e dependências podemos classificá-las conforme o nível aceitável. A locação: edificações, fontes e cômodos, segundo a função e silêncio necessários - ruidosos e silenciosos o mais distante possível. A locação de fontes e máquinas que transmitam seus ruídos através da estrutura e diretamente acima das fundações (de marco, 1982). Adequar aberturas (portas e janelas) aos interesses do isolamento.

Sabemos que isso são medidas de controle na fonte, visto que na trajetória o homem precisa de equipamentos para fazer utilização de proteção individual como o uso de protetores para os ouvidos, sabendo se que a resistividade acústica -

velocidade do som no material multiplicado por sua densidade - define o material acusticamente duro (resistividade alta) e mole (resistividade baixa). Devem ser o mais diferente possível da substância em cuja propagação do som se deseja isolar (Lei de Berger). A absorção ajuda a reduzir o som reverberante, mas seu efeito é pequeno frente ao isolamento. Assim, técnicas de isolamento torna o projeto mais barato.

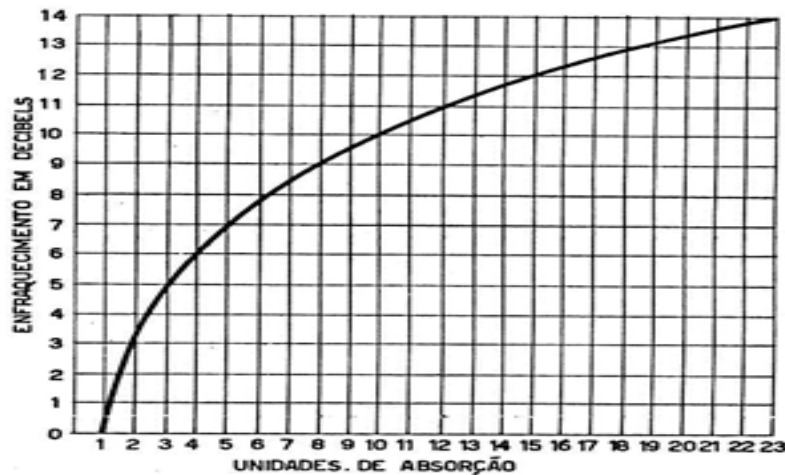


Figura 8 - Tabela com valores de  $A1/A2$  em função de  $R$ . Fonte: (AMORIM & LICARIÃO. p 28)

### 2.2.1 - Tipos de isolamento

#### Isolamento aéreo

Trata-se da propagação do som/ruído no ar. Por isso, devemos usar materiais dependendo do local. Pesados e densos, sendo que a quantidade de isolamento depende: Da frequência do som incidente das características construtivas do ônibus: quanto mais densa, maior o isolamento (rigidez).

#### Isolamento de Impacto

Trata do ruído que se propaga nos sólidos (Uma preocupação dos motoristas de ônibus de Marabá) e neste caso, os materiais utilizados são elásticos e duráveis.

Os materiais utilizados foram os tampões, que são como se fossem fones de ouvido, pra se ter uma base de que com essa proteção pode se isolar, não completamente mas aliviar um pouco a perturbação dentro do ônibus, nessa forma se realiza o isolamento por impacto.

### **2.2.2 - O Controle do Ruído e do Som**

Controle do Ruído e do som são medidas que deve se tomar, no sentido do efeito do ruído sobre os motoristas. Controle não significa o fim da perturbação, mas sim a sugestão de tal controle. Lembrando se que não existem soluções que indiquem quais as medidas que irão solucionar um problema de excesso de barulho. Deve se utilizar os nossos conhecimentos sobre acústica. Antes do problema devemos observar alguns dados gerais, para termos uma ideia mais precisa sobre a dimensão dessa questão e, ao mesmo tempo, provocarmos reflexões quanto a soluções. Eis alguns fatores que devem ser observados, neste tipo de avaliação individual, que é o processo em que os motoristas estão envolvidos. Que nada mais é que as condições de comunicação, os tipos de ruído, se são confortáveis ou perturbador, o tipo de exposição, ou seja, seu local de trabalho, e o número de pessoas expostas.

De certo modo, o controle do ruído e do som pode e ser executado de uma forma que podemos torna-las com as seguintes medidas, que são elas o controle do ruído no local, o meio de propagação, que no caso dentro do ônibus, e por final como controlar o ruído no receptor no caso deste trabalho o motorista do ônibus.

A fonte é a própria causa do ruído. O meio é o elemento transmissor do ruído, que pode ser o ar, e no caso deste trabalho o ônibus onde foram realizadas as medições sendo que o principal alvo é o receptor que é o motorista. É importante esclarecer os três elementos envolvidos no fenômeno: em primeiro lugar o controle na fonte, depois o controle no meio e, por último o controle no motorista.

### **2.2.3 Controle do Ruído na Fonte**

O ruído na fonte pode ser causado por vários fatores mais no caso deste trabalho, o principal fator, são as fontes mecânicas, e as hidráulicas. Onde as causas mecânicas dos ruídos são devido a choques, atritos ou vibrações. Portanto, deve se observar nas fontes causadoras de ruído, a possível substituição do elemento nessas condições, ou então, a diminuição da intensidade desses choques, atritos ou vibrações. Como exemplo, colocamos alguns processos de alto nível de

ruído e seu equivalente menos ruidoso, que são os equipamentos pneumáticos que são da parte elétrica ou mecânicos, os ruídos pneumáticos ocorrem pela turbulência do ar dentro do motor, e por vibrações da tubulação. Geralmente esses ruídos são causados por variações no motor do ônibus ou por sua rigidez interna.

As causas hidráulicas são semelhantes às pneumáticas. Temos que lembrar que, em tubulações hidráulicas, podem ocorrer bolhas e o fenômeno da cavitação, que são grandes causadores de ruído. A solução para o ruído em sistemas hidráulicos é a eliminação de grandes variações de pressão e vibrações das bobinas elétricas. E deve se saber também que choques, atritos ou vibrações são causa de ruídos nos motores dos ônibus, como pode se ver nos exemplos a seguir, como a potência do motor, e a diminuição das rotas percorridas pelos motoristas.

#### **2.2.4. - Controles do Ruído no Meio de Propagação**

Quando não é possível o controle do ruído na fonte, ou a redução obtida foi insuficiente, então deve se passar a considerar medidas que visem controlar o ruído na sua trajetória de propagação que pode se conseguir de duas maneiras que são: De evitar que o som se propague a partir da fonte, e logo também evitar que o som chegue ao motorista, que no caso é o receptor do ruído.

Isolar a fonte significa construir barreiras que separem o motor do meio que a rodeia, evitando que o som se propague. Sendo que o barulho ainda se propaga com uma taxa bastante elevada de DB. Sendo que em qualquer uma das opções tem se vantagens e desvantagens. O isolamento da fonte terá a dificuldade de evitar a propagação do som, pois a energia acústica no interior do ônibus é maior em torno da fonte; enquanto obtém se a vantagem do ruído não se propagar por todo o ambiente, mantendo o local em certo "silêncio". O isolamento do receptor tem a facilidade de isolar de certa forma o som, pois ao chegar ao receptor sua intensidade será pequena, mas teremos a desvantagem da propagação do som por todo o ambiente interno no ônibus. Sendo que o próprio som utiliza duas vias pra se propagar, que são o ar e a estrutura do ônibus.

### **2.2.5 - Redução da Propagação do som pelo ar.**

Só podemos controlar a transmissão do som pelo ar através de obstáculos à sua propagação. Antes, porém, deve se lembrar de que os sons de baixa frequência se transmitem mais facilmente pelo ar que os sons de alta frequência. Assim, quando possível, deve se transformar ruídos para a faixa mais aguda do espectro, fazendo com que percam sua intensidade numa distância menor. O isolamento da fonte tem como vantagem a não propagação do som por todo o ambiente. Existem três maneiras de isolar a fonte de ruído, executando a operação ruidosa à distância, e fazendo a proteção individual apenas se necessário, também executando a operação ruidosa fora do turno de trabalho e protegendo os motoristas envolvidos, e com isso isolando acusticamente também o motor do ônibus.

A terceira hipótese é a mais usada e pode ser muito eficiente se bem projetada. No caso da fonte, como é conhecida, devemos usar uma caixa que cobre a máquina, isolando-a acusticamente do meio interno. A construção desse isolamento deve ser de material isolante e, se possível, internamente com material absorvente. Ou seja, mudando as características do local.

Alterando as condições de propagação do som, podemos diminuir o ruído de um local. Para tal precisa se estudar a situação em que se encontra a fonte de ruído e as condições de reflexão, absorção ou difração do som no espaço interno do ônibus, onde os níveis de barulho são mais intensos.

Caso a opção seja o isolamento do receptor, isso pode ser feito através de painéis ou paredes. O isolamento do receptor só é possível para os motoristas que não trabalhem diretamente no veículo. É bastante usado para separar o pessoal da administração, escritórios, controle de qualidade, almoxarifado, etc. assim então mostrando as condições de audibilidade do som através de uma parede. O som pode se propagar não só pelo ar, mas também pela estrutura do veículo, alcançando grandes distâncias. Isso ocorre quando o motor em funcionamento gera uma vibração no solo, que se propaga, fazendo toda a estrutura vibrar e, gerando o ruído. Mesmo assim o som alcançará o ambiente através da sua estrutura.



### **2.2.6- Controles do Ruído no Receptor**

Quando todas as medidas de controle de ruído falhar, deve se considerar a proteção individual. Deve se também sempre lembrar que recorreremos ao controle individual somente em casos extremos e nunca como primeiros ou única medida. Antes da aplicação de aparelhos de proteção individual, existem algumas medidas que podem diminuir os efeitos do ruído sobre os motoristas. Pode se ter como exemplos as rotações de turnos, que é a diminuição do tempo de exposição, com isso certamente diminui o risco de perda auditiva, logo essa rotação é de difícil aplicação na pratica e também cria sérios problemas quanto às viagens dos motoristas. E as Cabines de repouso, que nesse caso não é cabines a prova de som, pois não tem a parte que isola o som onde o motorista está exposto a um alto nível de ruído pode descansar por alguns minutos. Na Europa, muitas empresas de ônibus têm implantado essas cabines. Normalmente o tempo de repouso é de 5 minutos para cada 55 minutos de trabalho.

O pesquisador de doenças do trabalho Dr. W. Dion Ward descobriu que o problema de expor uma pessoa ao ruído intenso e depois deixá-la repousar, faz com que o tempo de recuperação da sensibilidade auditiva seja cada vez maior. Assim, fica em dúvida a eficiência das cabines de repouso ou os ciclos de exposição/repouso, bem como a rotação de turnos.

### **2.3.1- Os Protetores Individuais**

Neste trabalho já observado anteriormente os motoristas tem que usar certos protetores para os ouvidos que são e que podem ser de dois tipos: os Tampões, as Conchas (parecidos com fones de ouvido). Os protetores de inserção são dispositivos colocados dentro do canal auditivo, podendo ser descartáveis ou não descartáveis. Os descartáveis podem ser de material fibroso, ou de cera, ou de espuma. Não descartava a borracha que deve ser esterilizados todos os dias. Os de espuma (moldável) são descartáveis, perdendo sua eficiência na primeira lavagem.

Os protetores são provisórios e usados em fiscalizações. São bastante incômodos e proporcionam pequena proteção contra o ruído. Vejamos a figura abaixo onde pode se observar os protetores auriculares.



Fonte:([www.bibilotecasdobrasil.com](http://www.bibilotecasdobrasil.com))

Os protetores auditivos, também conhecidos como conchas, são semelhantes aos fones de ouvido, recobrem totalmente o pavilhão auditivo, assentando-se no osso temporal. Fornecem uma ótima proteção ao ruído, ao mesmo tempo permitindo uma boa movimentação do operário e reduzindo as precauções ao mínimo. Atualmente, os protetores mais usados são os de inserção tampões e as conchas, cuja são muitos diferentes a seguir verifica se as comparações entre esses protetores.

#### *Comparações entre os protetores auditivos*

A tabela a seguir-nos mostra uma comparação entre as conchas e os tampões. É importante lembrar também que, os protetores do tipo concha são mais eficientes que os tampões, sendo que ambos os tipos são mais eficientes em altas frequências, se tornando praticamente nula sua proteção para os sons graves, sendo que o ruído do motor que entra em questão neste trabalho. Observa se que a utilização dos protetores auditivos deve ser fornecida aos funcionários, afim de que se adaptem rapidamente. Já os protetores de inserção tampões são de difícil adaptação, podendo gerar infecções e irritações no canal auditivo, no caso do motorista do ônibus, ele não usa devido à buzina que indica o tempo de parada nos locais onde estão os passageiros. Deve se sempre lembrar que os protetores individuais diminuem o contato do motorista com o meio ambiente. Isso tem sérios desdobramentos, como o aumento dos acidentes de trabalho. A não comunicação com os outros funcionários, no caso o cobrador (a). Também o aumento da tensão e irritação.

Portanto os protetores individuais devem ser considerados apenas como a solução, e não somente numa situação de emergência. Agora observa se a tabela que nos mostra a diferença entre os equipamentos de isolamento do ruído citados acima.

Conchas	Tampões
Eliminam ajustes complexos de colocação. Podem ser colocados perfeitamente por qualquer pessoa	Devem ser adequados a cada diâmetro e longitude do canal auditivo externo
São grandes e não podem ser levados facilmente nos bolsos das roupas. Não podem ser guardados junto com as ferramentas.	São fáceis de carregar. Mas são fáceis de esquecer ou perder.
Pode ser observada a grande distância, permitindo tomar providências para a comunicação oral.	Não são vistos ou notados facilmente e criam dificuldade na comunicação oral.
Podem produzir contágio somente quando usados coletivamente.	Podem infectar ou lesar ouvidos sãos.
Podem ser confortáveis em ambientes frios, mas muito desagradáveis em ambientes quentes.	Não são afetados pela temperatura ambiente.
Podem ser usados por qualquer pessoa, de ouvidos sãos ou enfermos.	Podem ser inseridos apenas em ouvidos sãos.
O custo inicial é grande, mas sua vida útil é longa.	O custo inicial é baixo, mas sua vida útil é.

### 2.3.2- Avaliações dos Efeitos do Ruído sobre o Homem

Os altos níveis de ruído se transformaram em uma das formas de poluição que atinge maior número de pessoas. A poluição sonora não se dá apenas em setores de grande poste industrial, O barulho está presente em qualquer comunidade, em qualquer tipo de trânsito de veículos, em grandes construções civis, estações de ferrovias e etc.

O Brasil é um dos líderes mundiais em nível de ruído. Eis alguns dados: as cidades de São Paulo e Rio de Janeiro estão entre as cinco de maior nível de ruído do mundo; nessas cidades o ruído alcança em média 90 a 95 DB, com picos de 105 DB. Apenas 5 % da população com problemas auditivos recorrem a médicos, mas se vende mais de 30 mil aparelhos auditivos por ano. Não ficando muito distante das medidas feitas na cidade de Marabá, que a variação é entre 55 e 94 DB, é quase igual o resultado obtido pela pesquisa feita em São Paulo e Rio de Janeiro, varia muito, mas com uma intensidade muito menor, costuma-se dividir os efeitos do ruído sobre o motorista em duas partes: os que atuam sobre a saúde e bem estar dos motoristas e os efeitos causados pelo ruído ao seu ouvido.

#### **2.4 - Efeitos sobre a saúde dos motoristas de ônibus de Marabá**

Quando pode se perceber que uma pessoa é submetida a altos níveis de ruído, nesse caso existe a reação do organismo a esse tipo de perturbação. Analisa se os efeitos causados agora, que são as alterações na saúde e bem estar dos motoristas de ônibus de marabá. Tendo se em mente que essa perturbação causa às dilatações das pupilas, a hipertensão, as mudanças gastrointestinais e certamente na musculatura do esqueleto por estar em constante movimento. Com todos esses fatores claros, os motoristas estão longe do bem estar ideal. Sendo que quanto ao bem estar dos motoristas, o ruído pode ser analisado de várias formas observa se que a exposição ao ruído no ambiente de trabalho na parte interna do veículo. Ocorrendo se que terá um fator de alto grau de incômodo, ou seja, o estresse prolongado.

Em perguntas feitas a alguns passageiros, nota se que eles não estão sendo muito prejudicado, devido o barulho do ônibus, mesmo por que fica um pouco distante da fonte que no caso é o motor os passageiros ficam perto da casa da medida de 35 a 40 dB, mas isso no momento em que estão dentro do veículo, muito menor que a intensidade sentida pelos motoristas, que atingem entre 55 e 94 dB, já abordados acima deste trabalho.

##### **2.4.1- Efeito do ruído durante o sono**

Inicia-se que os efeitos dependem do som, de sua intensidade, e da duração do ruído em alta frequência, como também da idade da pessoa. Como os efeitos primários aumentam a frequência cardíaca, a movimentação do corpo. Com o aumento do nível de ruído, nota-se que acima de 39 DB (A) há uma diminuição do sono, Com o aumento do nível de ruído, ao atingir 64 DB (A), 5 % das pessoas já haviam acordado, e com 97 DB (A), 50 % acordaram devido à frequência ser bastante alta. Como efeitos secundários (*no dia seguinte*) ocorreram: mudança na disposição, perda da eficiência, a falta de atenção e grandes riscos de acidentes. Segundo (FERNANDES, JOÃO p.74)

#### **2.4.2 - Efeitos sobre o aparelho auditivo**

Os efeitos do ruído sobre o aparelho auditivo são os únicos reconhecidos pela legislação brasileira, e podem ser divididos em três fases: Que é a mudança temporária do limiar auditivo (TTS): é um efeito em curto prazo que representa uma mudança da sensibilidade da audição, dependendo da sensibilidade do motorista, do tempo de exposição, da intensidade do ruído. Essa queda do limiar retorna gradualmente ao normal depois de cessada a exposição. Com isso analisa-se os TTS; observa-se que os ruídos de alta frequência produzem mais TTS; já na banda de 2.000 a 6.000 Hz produzem mais TTS, Para a maioria das pessoas, os níveis acima de 60 a 80 DB (A) provocam mudança na audição como a recuperação dos limiares normais se dá proporcional ao logaritmo do tempo visto na equação (0.1), Já que a maior parte do TTS se recupera nas primeiras duas ou 3 horas. Essas certas mudanças permanente do limiar auditivo: é decorrente de um acúmulo de exposições ao ruído. Inicia-se com zumbido, cefaleia, fadiga e tontura. E em seguida o indivíduo tem dificuldade em escutar os sons agudos como as últimas palavras de uma conversa, o barulho da chuva, além de se confundir os sons em ambientes bastante ruidosos, no caso do interior do ônibus.

#### **2.4.3 - Mecanismos da Perda Auditiva**

Pode-se definir esse mecanismo como as perdas de audição causadas por exposição ao ruído (PAIR = Perda de Audição Induzida Por Ruído) se caracterizam

por iniciarem na faixa de 3000 Hz a 5000 Hz, sendo mais aguda em 4000 Hz. Esse processo é facilmente constatado através de um exame com um audiômetro, dependendo do ruído no local, idade e do tempo que ficamos expostos a tal perturbação. Mostrando agora alguns desses fatores que tem grande influência na nossa perda auditiva. São três os fatores que contribuem para a perda auditiva, que é o nível de intensidade sonora NIS, o tempo na exposição e a frequência do ruído.

Esses são os três fatores que são conhecidos e fáceis de medir. O 4º fator (susceptibilidade individual) é bastante interessante, pois indivíduos que se encontram num mesmo local ruidoso podem reagir de maneiras diferentes: alguns são extremamente sensíveis ao ruído, enquanto outros parecem não ser atingidos pelo mesmo. Agora aborda-se a relação entre os ruídos confortáveis e os perigosos.

Os efeitos do ruído podem ser tratados de duas formas: do ponto de vista do conforto, e do ponto de vista da perda da audição. Sobre conforto os níveis corretos estão na Norma Brasileira NBR 10152 (ou ABNT NB-95), e podem avaliados através das curvas NC (Noise Criterion), ou pela medição do ruído em DB. Como foi visto anteriormente.

Quanto aos problemas de saúde causados pelo ruído, não existe um valor exato de nível sonoro que, a partir do qual existe perda de audição. Como já vimos, existem pessoas mais sensíveis ao ruído, enquanto outras não acusam tal problema. Em função disso nas últimas pesquisas médicas, algumas afirmações podem ser feitas tais como as pessoas expostas ao nível de 85 DB (A), a maioria acusa TTS como também perda permanente de audição. Pessoas submetidas ao nível de 80 DB (A), entre cinco e 10 % acusou perda permanente de audição também dependendo do tempo em que ficou exposto ao ruído e pessoas submetidas a níveis entre 78 e 80 DB (A), entre dois e 5 % acusou perda permanente de audição ao longo dos anos, em que esteve exposto a tal perturbação. Agora mostra-se como são os critérios usados no Brasil de acordo com a NBR.

A C.L.T. (Consolidação da Lei do Trabalho) é bem mais objetiva que as Normas Brasileiras. Na Portaria Nº 3.214, de 08/06/78, na Norma Regulamentadora nº 15, Anexo Nº 1, são estabelecidas todas as condições que gera a insalubridade por ruído. Agora vemos na tabela abaixo o tempo de exposição aos ruídos

permissíveis. Mostra se no tópico abaixo a realização das medidas, e o tempo de permissão diária de exposição dos ruídos.

### 3 - APRESENTAÇÕES DAS ANÁLISES DOS DADOS OBTIDOS, APARTIR DAS MEDIÇÕES REALIZADAS NAS VIAS DE MARABÁ.

Tabelas I: medições nas vias.

<b>MEDIÇÃO MÍNIMA</b>	<b>MEDIÇÃO MÁXIMA</b>
Campus II x São Félix = 69.7	81.1
Campus II x N. Horizonte = 72.0	94.0
Campus II x Liberdade = 68.3	77.2
Campus II x Campus I = 63.4	71.0
Campus II x Km 6 = 68.2	73.5
Campus II x S.Félix I, II, III = 53.8.	67.3
Campus II x D. Industrial = 53.3	77.5
Campus II x Morada Nova = 55.7	79.8
Campus II x M. Pioneira = 69.7	83.8
Campus II x Cidade Nova = 72.2	88.9

– Tabela II: Permissão sugerida pela NBR à exposição diária aos ruídos.

<b>NÍVEL DE RUÍDO EM DB (A)</b>	<b>MÁXIMA ESPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL</b>
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos



100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Como podemos ver na tabela acima, as medições em DB e o tempo estimado, que nós seres humanos podemos ficar expostos a tal perturbação que é os ruídos, aqui conclui se a etapa deste trabalho, que é um tema que quase ninguém se da conta que estamos de certa forma sendo prejudicado pela exposição aos ruídos.

#### **4- CONCLUSÃO**

Concluimos que os ruídos e seus principais problemas no caso deste trabalho que foi elaborado em cima do dia a dia dos motoristas de transporte urbano da cidade de Marabá, com a criação de alternativas a fim de minimizar o problema que vem da exposição ao ruído excessivo no meio ambiente em que vivemos, visto que nas grandes cidades as pessoas estão expostas a ruídos que podem alcançar níveis próximos do limite recomendável ou até mesmo superiores a este, quer que seja nas ruas, no trabalho ou nas atividades domésticas.

É de grande importância que as pessoas sejam esclarecidas quanto às alterações auditivas irreversíveis que a exposição excessiva ao ruído pode causar. Projetos de esclarecimento e como prevenir a relação de como está à saúde, devem ser abordados por profissionais qualificados a dar as sugestões certas mediante o bem que o esclarecimento vai visar à melhoria da qualidade de vida dos motoristas de ônibus em geral.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10151: avaliação de ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro 2000. Pg 4.
- [2] NBR 12179. Tratamento acústico em recintos fechados. Rio de Janeiro: ABNT, [www.feiradeciencias.com.br](http://www.feiradeciencias.com.br).
- [3] ATHENEU 2008 p.327, Biofísica básica do som.
- [4] GERGES, Samir N. Y. Ruído: fundamentos e controle. Florianópolis Editora: NRLVA, 2000. 670p.
- [5] Art. AMORIM, Adriana & LICARIÃO, Carolina FEC/UNICAMP 2005.
- [6] A.C.GARCIA Eduardo p. 89
- [7] Art. Prof.Dr. PEDRO, José, som e acústica 2008 FCM, Instituto de física de São Carlos.
- [8] Física Básica, Vol. 2, H.M. Nussenzveig (Blucher, 1983)