

**Nº 179406**

**Os impactos da exposição sonora na saúde e audição humana**

**Marcelo de Mello Aquilino**

*Palestra apresentado na  
REATECH, Expo Brasil  
Paralímpico. 45 slides*

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública. **PROIBIDO REPRODUÇÃO**



# Os Impactos da Exposição Sonora na Saúde e Audição Humana

21/11/2024

Físico Marcelo de Mello Aquilino - [aquilino@ipt.br](mailto:aquilino@ipt.br)



Introdução

**Aspectos básicos de acústica**

# Som, ruído e barulho

## Como podemos diferenciar os termos?



<https://pixabay.com/pt/users/freestocks-photos-7014431/>



<https://pixabay.com/pt/vectors/bast%3a30-sopre-express%3%b5es-fran%3%a7aises-1300648/>



<https://pixabay.com/pt/users/sasint-3639875/>

- O **Som** é uma sensação produzida no sistema auditivo resultante de vibrações das moléculas do ar que se propagam a partir de estruturas vibrantes.

- O **Ruído** é o **Som** indesejado!

- O **Barulho** é um **Ruído** intrusivo!

- Importante: O sistema auditivo e o córtex cerebral nunca desligam



# Som, ruído e barulho

**Provocam ou potencializam diversas doenças sendo causa de desconforto e insalubridade para a população**

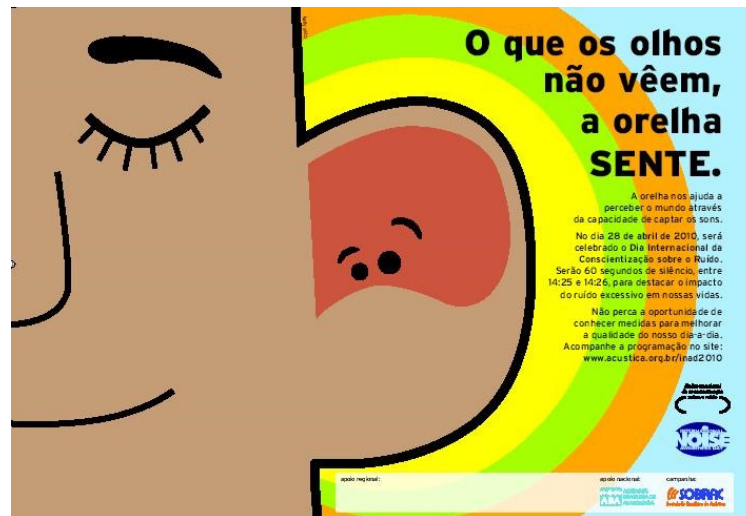


<https://pixabay.com/pt/users/graphicmama-team-2641041/>



# Quantidade e Qualidade do Ruído

- Nível de ruído adequado à função ou finalidade do ambiente



Fonte: SOBRAC

- Psico-acústica e Inteligibilidade



Fonte: [www.coletivoverde.com.br](http://www.coletivoverde.com.br)

# CARACTERIZAÇÃO DO RUÍDO

O som/ruído é caracterizado por duas grandezas:

- Nível de pressão sonora (dB)

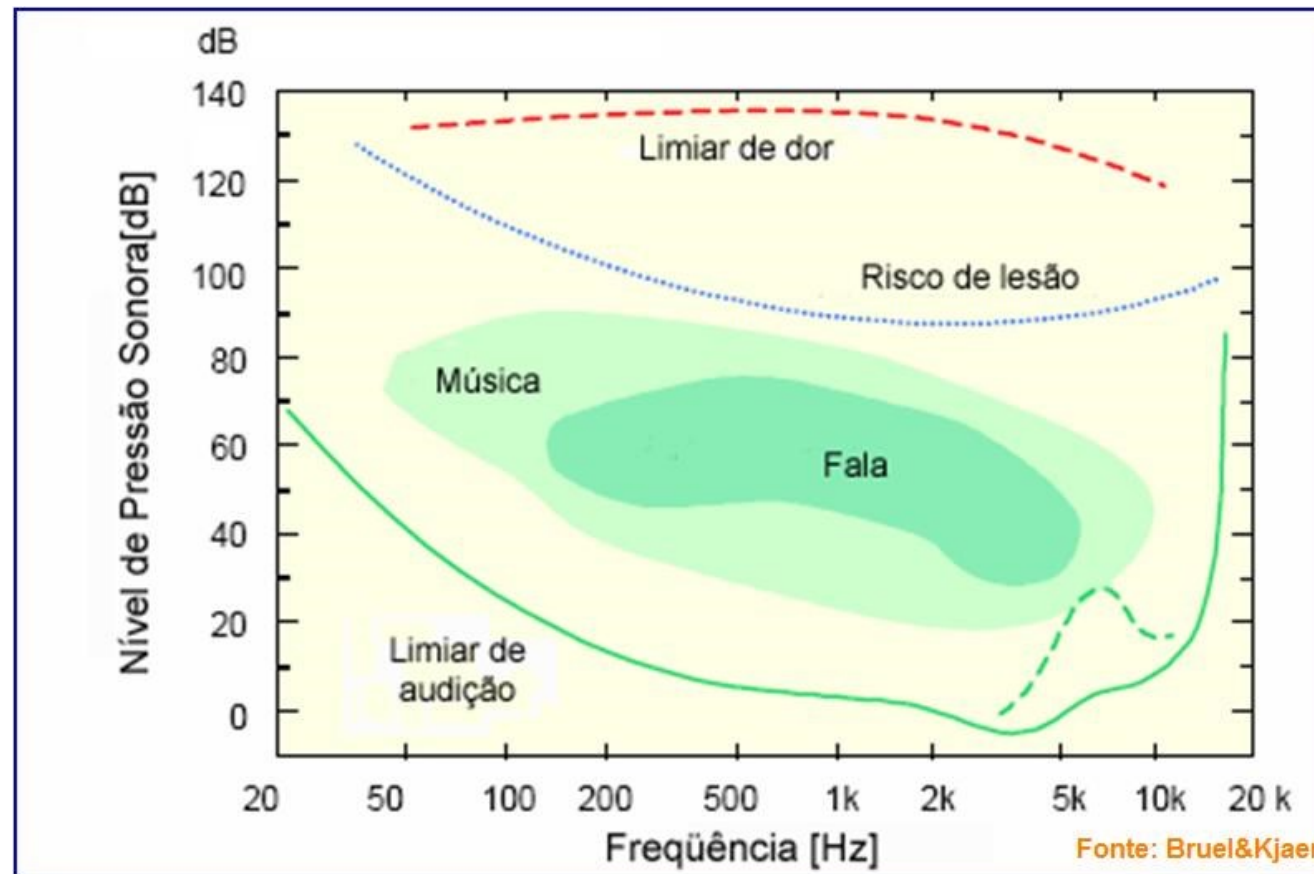


- Frequência (Hz)



# SENSIBILIDADE DO OUVIDO HUMANO

**Ponderação A – ajusta ao comportamento do ouvido humano.**





# Sensação sonora e Energia sonora



**Sensação sonora**

**e**

**Energia sonora**



# Sensação e energia sonora

Aumentando **10 dB**, **dobra-se** a sensação de ruído

55 dBA



65 dBA



75 dBA



85 dBA

2 x a sensação

4 x a sensação

8 x a sensação

Aumentando-se **3 dB**, **dobra-se** a energia sonora

55 dBA



58 dBA



61 dBA



64 dBA



67 dBA



2 x

4 x

8 x

16 x

32 x



64 x

73 dBA



128 x

76 dBA



256 x

79 dBA



512 x

82 dBA



1024 x

85 dBA

1000 x a energia



# Como é medido o ruído?

$LA_{eq}$  é o nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A, integrado em um intervalo de tempo

Considera-se uma média e em uma média, admitem-se valores maiores e menores do que o valor médio

Qual intervalo de tempo utilizar?



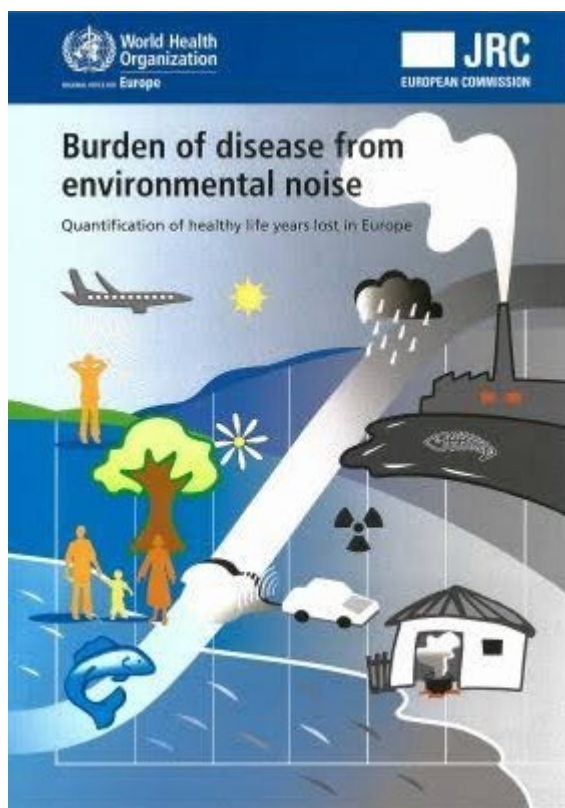
Saúde Pública:  
**Impactos na Saúde**

# Não é somente barulho, mas sim de uma questão de saúde pública e cidadania



Nações Unidas  
Brasil

ODS



Garantir o acesso à saúde de qualidade e promover o bem-estar para todos, em todas as idades

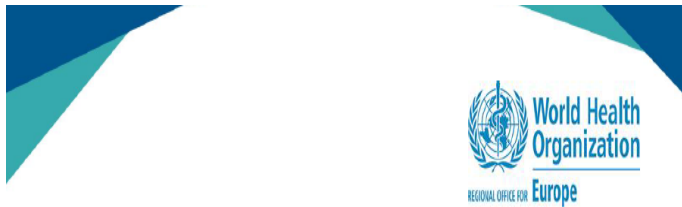
Tornar as cidades e comunidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis





# O ruído é um agente que mata “silenciosamente”

Não estamos falando somente de barulho ou audição  
Falamos de uma questão de saúde pública



## BIOLOGICAL MECHANISMS RELATED TO CARDIOVASCULAR AND METABOLIC EFFECTS BY ENVIRONMENTAL NOISE

- A Organização Mundial da Saúde – OMS vem apresentando estudos epidemiológicos, que associam o ruído a diversas morbidades, como doenças cardiovasculares, diabetes, hipertensão, problemas renais, dentre outras.
- O excesso de ruído está associado também à baixa produtividade de trabalhadores e estudantes, além de poder provocar problemas psicológicos. e perda auditiva aos expostos

By:

Charlotta Eriksson and Göran Pershagen, Institute of Environmental Medicine,  
Karolinska Institute, Sweden;  
Mats Nilsson, Stockholm University, Sweden



# Ruído e Exposição Sonora passaram a ser uma Epidemia

## Definição de Epidemiologia

Epidemiologia é o estudo da ocorrência e distribuição de estados ou eventos relacionados à saúde em populações específicas, incluindo o estudo dos determinantes que influenciam estes estados e a aplicação deste conhecimento no controle dos problemas de saúde.

Porta, 2008



<https://pixabay.com/pt/vectors/alto-falante-alto-ru%C3%addo-megafone-310849/>



[https://cdn.pixabay.com/photo/2020/04/26/15/27/protective-suit-5095787\\_1280.png](https://cdn.pixabay.com/photo/2020/04/26/15/27/protective-suit-5095787_1280.png)

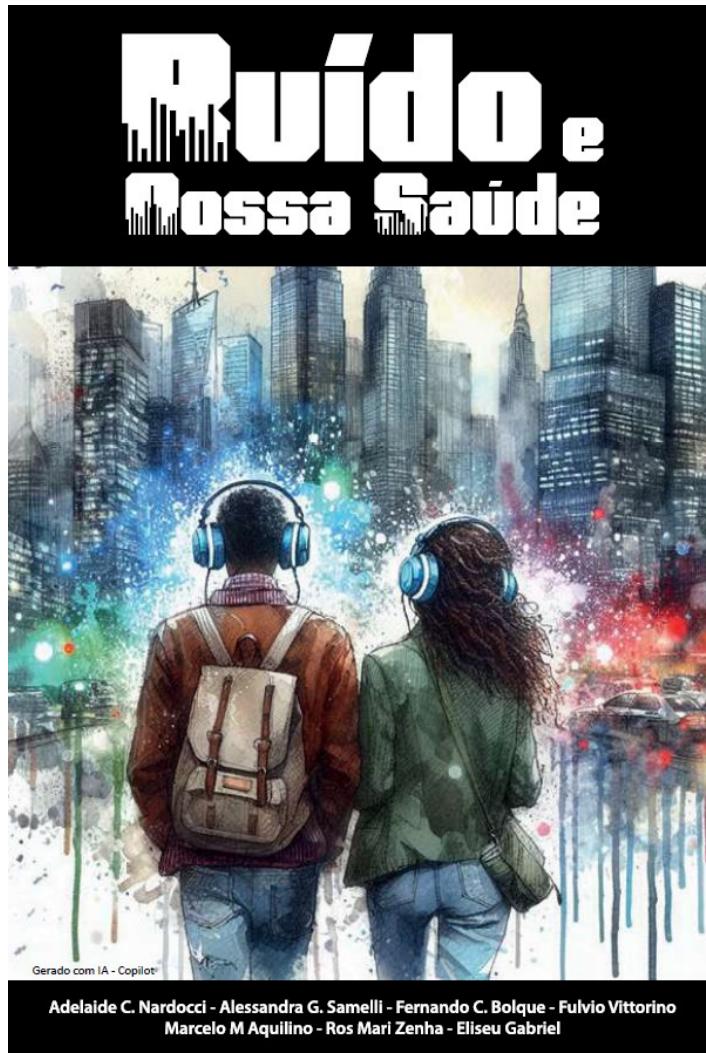


# COMO DEVE SER ABORDADO O RUÍDO PARA A QUESTÃO DA SAÚDE?

- **A união das vertentes técnica, jurídica, legislativa, social e saúde.**
  - **Essa união proporcionará:**
    - Desenvolvimento e discussão sobre o entendimento dos fenômenos que estão envolvidos no tema de Poluição Sonora,
      - Potencialização da melhoria das condições de vida da população;
      - Sinergia com a sociedade civil, o poder público, a área da saúde e a área empresarial na busca de soluções.
- **O desafio do enfrentamento da Poluição Sonora não demanda somente a produção de artigos e relatórios técnicos, mas o entendimento do assunto e desenvolvimento de soluções nas esferas:**
  - Executiva, Legislativa e Jurídica;
    - Social;
    - Empresarial;
  - E na área da Saúde e na área Técnica.



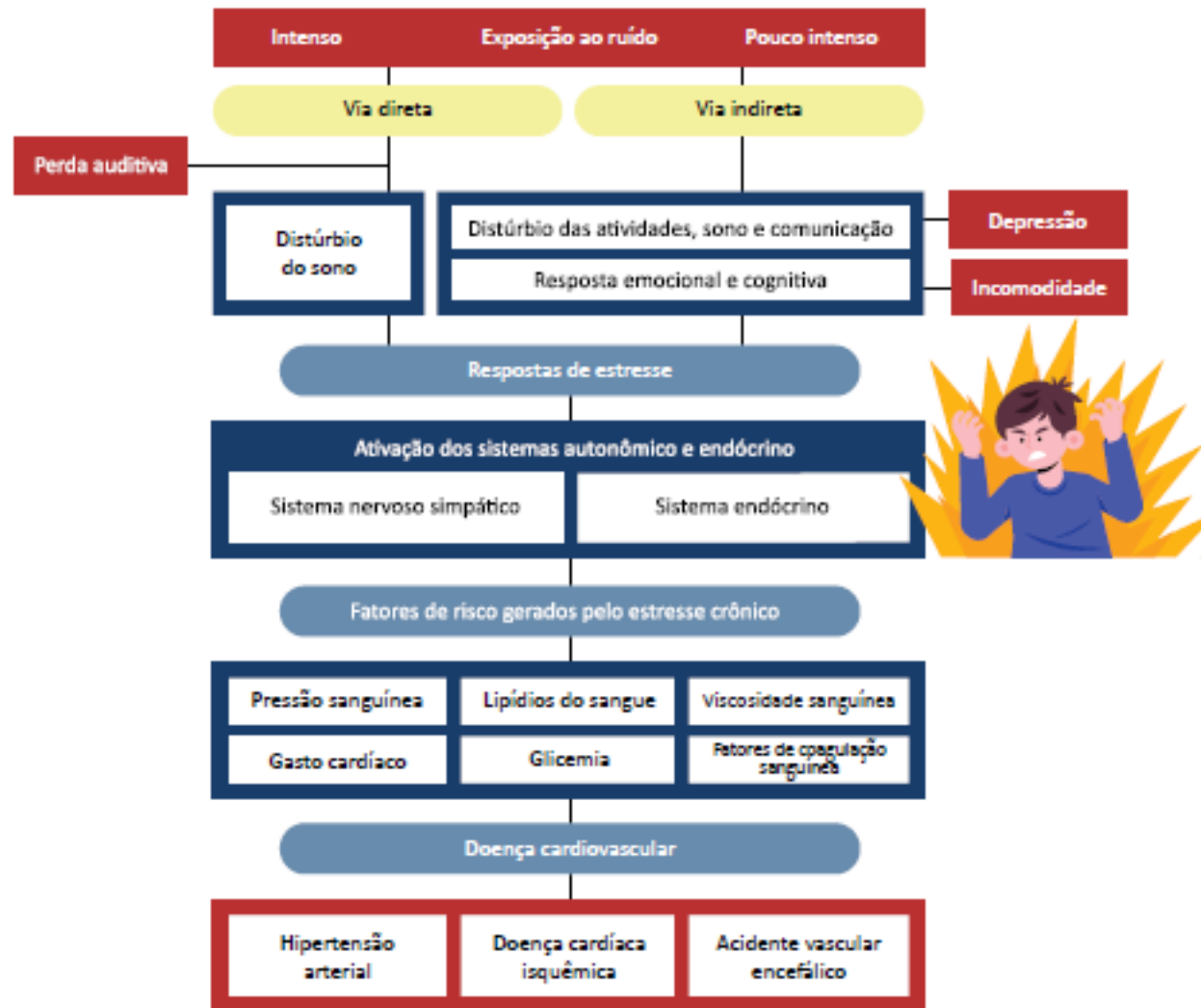
# RUÍDO E NOSSA SAÚDE



ou baixar no link:

<https://lnkd.in/dusa6yH2>

# COMO O RUÍDO NOS AFETA



Fonte: Ruído e nossa saúde

Efeitos à saúde da exposição ao ruído. Adaptado de Babisch (2002)





# EFEITOS CAUSADOS PELA EXPOSIÇÃO AO RUÍDO

A ilustração que segue mostra os diferentes níveis de severidade dos efeitos causados pela exposição ao ruído ambiental.



Fonte: Ruído e nossa saúde

Níveis de severidade dos efeitos à saúde associados ao ruído e número de pessoas afetadas. Adaptado de Babisch (2002)

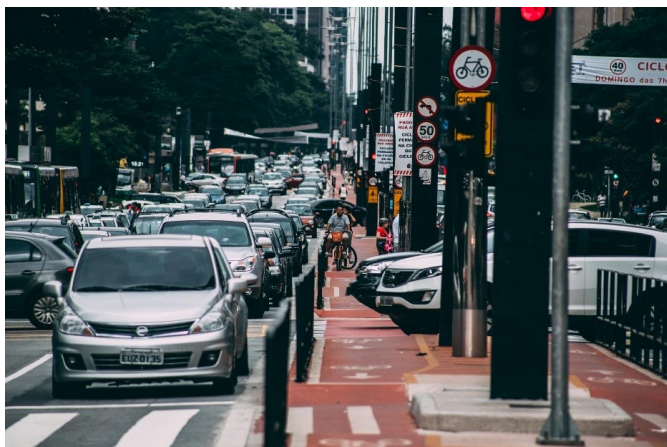




Ruído

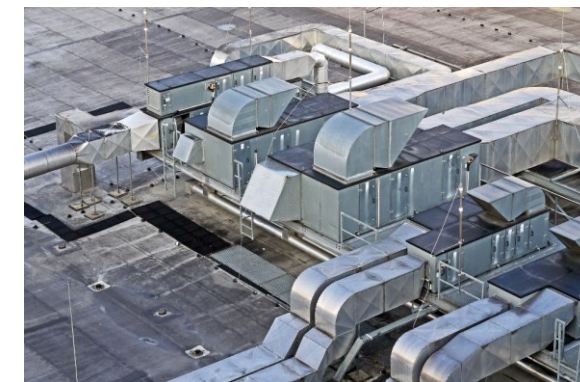
**Legislação atual e iniciativas a serem tomadas**

# POLUIÇÃO SONORA EM SÃO PAULO



## ■ Algumas causas:

- Aumento da circulação de veículos;
- Adensamento dos espaços, aproximando fontes de ruído e receptores;
- Atividades de lazer;
- Aumento das atividades de produção;
- Dentre outras.



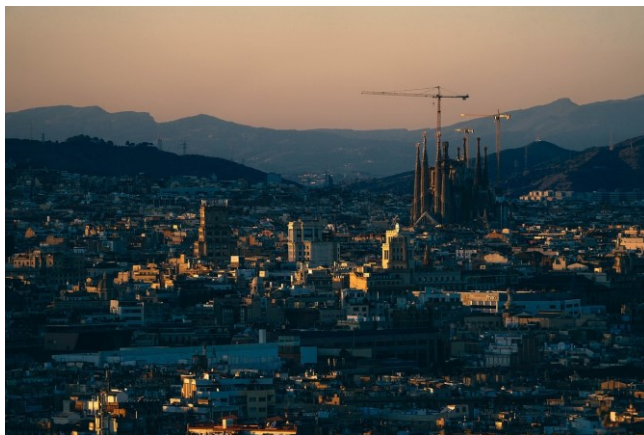
# Como controlar a quantidade e qualidade do som ?

- Área técnica

- Projeto



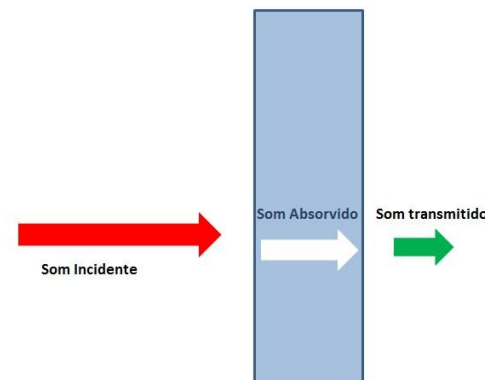
- Impacto ambiental – EIA RIMA



- Isolação sonora



- Absorção Sonora



- Cidadania e Poder Público

- Educação

- Empatia

- Legislação factível

- Fiscalização eficiente

# Critérios Brasileiros Para Ruído



- No Brasil a avaliação do ruído segue duas normas técnicas que estabelecem métodos e critérios gerais.

**A avaliação do ruído e da poluição sonora segue:**

Resolução CONAMA nº 1, de 1990, que cita duas normas técnicas da ABNT:

- NBR 10.151 – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas;
- NBR 10.152 - Níveis de pressão sonora aceitáveis dentro de residências e edifícios, conforme o tipo de utilização.

**Além dessas normas, os municípios têm sua própria legislação sobre os níveis de pressão sonora permitidos, conforme o zoneamento das cidades.**



# Poluição

➤ Contamos com a Política Nacional do Meio Ambiente estabelecida pela Lei Federal 6.938 de 1981.

Esta lei define como:

- **POLUIÇÃO:**

- Degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem estar da população.
- Criação de condições adversas às atividades sociais e econômicas.

- **POLUIDOR:**

- Pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental.



# Incomodidade Sonora

- **Leis e normas existem:**

- âmbito Federal, Estadual e Municipal.

- **Pergunta:**

- Como avaliar o ruído, de forma a caracterizar a poluição sonora?

- **Poluição sonora não está relacionada somente ao nível do ruído (estabelecido em leis e normas):**

- mas também à incomodidade que o ruído provoca aos habitantes.

- **A incomodidade pode existir mesmo quando os níveis de ruído estejam dentro dos parâmetros que as normas e leis estabelecem como aceitáveis.**



# DISCUSSÃO SOBRE O ASSUNTO EM SÃO PAULO

- A atuação do IPT na área de acústica vem desde a década de 70.
- A discussão sobre Poluição sonora se intensificou nos últimos 10 anos.



## I SEMINÁRIO FAU USP SOBRE MAPEAMENTO SONORO



- VOCÊ SABE O QUE É MAPA SONORO?
- JÁ OUVIU FALAR EM PLANEJAMENTO SONORO URBANO?
- INSCREVA-SE NO SEMINÁRIO PARA SABER MAIS!

Evento gratuito.  
Inscrições pelo site: [rebrand.ly/mapasonoro](http://rebrand.ly/mapasonoro)

24 de setembro de 2019 (terça-feira) das 09h às 18h  
Local: Auditório Ariosto Mila  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - Universidade de São Paulo  
Rua do Lago, 876, Cidade Universitária, Butantã, São Paulo - SP

**INSCRIÇÕES ABERTAS**

**Simpósio Poluição Sonora: Impactos do Ruído na Saúde e Conforto da População**

CMSP - Plenarinho (Auditório Prestes Maia) com transmissão ao vivo

24 de abril

14h - 21h



### 1ª Conferência Municipal sobre Ruído, Vibração e Perturbação Sonora

28, 29 e 30 de Abril de 2014  
São Paulo, SP - Brasil

Níveis de ruído em zonas especiais da cidade voltam a ser debatidos em audiência pública



Audiência Pública da Comissão Permanente de Política Urbana, Metropolitana e Meio Ambiente desta quinta-feira (26/5)



# Audiência Pública – Ministério Público & IPT

22.06.2022, às 8h30

Audiência Pública:  
Impactos do Ruído na Saúde  
e Conforto da População

## Programação

### 8h30 - Solenidade de Abertura

Procurador-Geral de Justiça  
Secretária do Conselho Superior do Ministério Público  
Corregedor Geral do Ministério Público  
Diretor da Escola Superior do Ministério Público  
Diretor Executivo do IPT  
Coordenador do Centro Técnico de Habitação e Edificações do IPT

### 9h - Poluição e Incomodidade Sonora: Problema de Saúde Pública

Adelaide Nardocci - Professora pesquisadora da Faculdade de Saúde Pública da USP  
Paulo Saldiva – Professor pesquisador da Faculdade de Medicina da USP

### 9h40 - Sociedade Civil no Enfrentamento da Poluição e Incomodidade Sonora

Sergio Reze - Movimento Defesa São Paulo - MDSP  
Jupira Cahuy - Movimento de Moradores da Água Branca e Cades Lapa

### 10h20 - Poluição e Incomodidade Sonora: Estabelecimentos Comerciais - Aspectos Técnicos

Fulvio Vittorino - Centro Técnico Habitação e Edificações IPT  
Sindicatos (estabelecimentos comerciais)

### 11h - Poluição e Incomodidade Sonora: Estabelecimentos Comerciais - Aspectos Jurídicos

Jorge Alberto Mamede Masseran – 6º Promotor de Justiça Meio Ambiente da Capital

### 14h - Poluição e Incomodidade Sonora - Construção Civil - Aspectos Técnicos

Fulvio Vittorino - Centro Técnico Habitação e Edificações IPT  
Sinduscon SP  
Representante da Secretaria de Estado dos Transportes Metropolitanos

### 15h - Poluição e Incomodidade Sonora - Construção Civil - Aspectos Jurídicos

Geraldo Rangel de França Neto – Promotor de Justiça da Capital

### 15h20 - Poder Público e Controle da Poluição e Incomodidade Sonora

Guilherme Higa – Diretor Técnico da Divisão do Silêncio Urbano  
Representante da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Governo do Estado de SP  
Marcelo Aquilino - Centro Técnico Habitação e Edificações IPT  
Paulo Frange – Presidência da Comissão de Política Urbana, Metropolitana e Meio Ambiente  
Mário Maurici de Lima Moraes – Presidente da Comissão de Educação e Cultura da ALESP

### 17h - Leitura do Relatório Final e Encerramento

LOCAL

Auditório Queiroz Filho  
Rua Riachuelo, 115 - Sé

**ipt**  
INSTITUTO DE  
PESQUISAS  
TECNOLÓGICAS

**MPSP**

MINISTÉRIO PÚBLICO  
DO ESTADO DE SÃO PAULO

# Parâmetros de Incomodidade sonora OMS e América Latina



Exposição ao ruído (LAeq em dBA) que apresentam riscos para as populações:

Valores maiores do que 50 dBA

Limites adotados na América Latina (Laeq)

País	Diurno	Noturno
Argentina	55	45
Bolívia	65	55
Brasil	55	50
Chile	55	45
Colômbia	65	45
Equador	50	40
Paraguai	60	45
Peru	60	50
Suriname	55	45
Uruguai	45 a 65	35 a 55
Venezuela	55	45





Exposição Sonora  
**Legislação atual e Iniciativas**

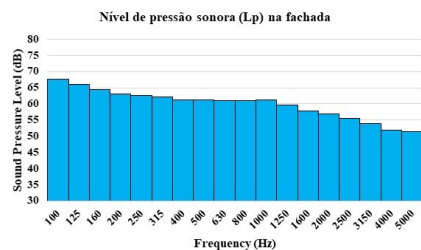
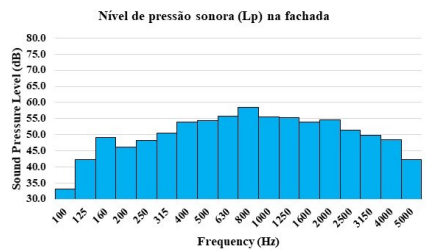
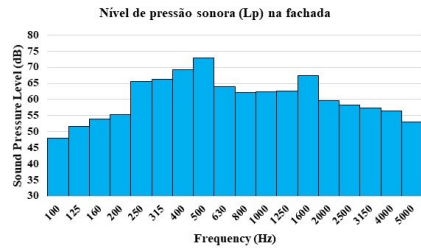
# Norma ABNT NBR 10.151-2019 (2020)

Limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período (dB)

Tipos de áreas habitadas	RLAeq Limites de níveis de pressão sonora (dB)	
	Período diurno	Período noturno
Área de residências rurais	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista predominantemente residencial	55	50
Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativa	60	55
Área mista com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65	55
Área predominantemente industrial	70	60



# Diferenças de Propagação do Som



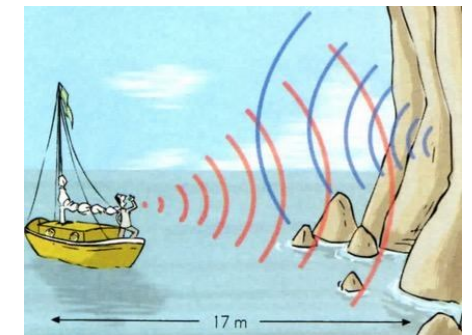
O som pode se propagar de forma direta



O som muda de direção quando passar por obstáculos ( difração)



O som pode ser refletido



# Não podemos aumentar os limites de ruído, atualmente permitidos nas cidades:

- Ruído Excessivo é incompatível com a saúde e **provoca incomodidade** aos seres humanos e a fauna;
- Aumentar os níveis de ruído é ir na CONTRA-MÃO do MUNDO em questões ambientais e de saúde pública.



Ruídos excessivos provocarão uma **devastação na paisagem sonora** de diversas regiões das cidades além de **afetar significativamente a saúde física e mental de seus habitantes.**

# Há coisas que mudam, mas outras não!!!

## A cidade sofre alterações



Mariordo. *São Paulo Congonhas 2*. Wikipedia, 2005. Available at: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Sao\\_Paulo\\_Congonhas\\_2.jpg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Sao_Paulo_Congonhas_2.jpg)

## A orelha **não** muda

### Anatomia da Orelha

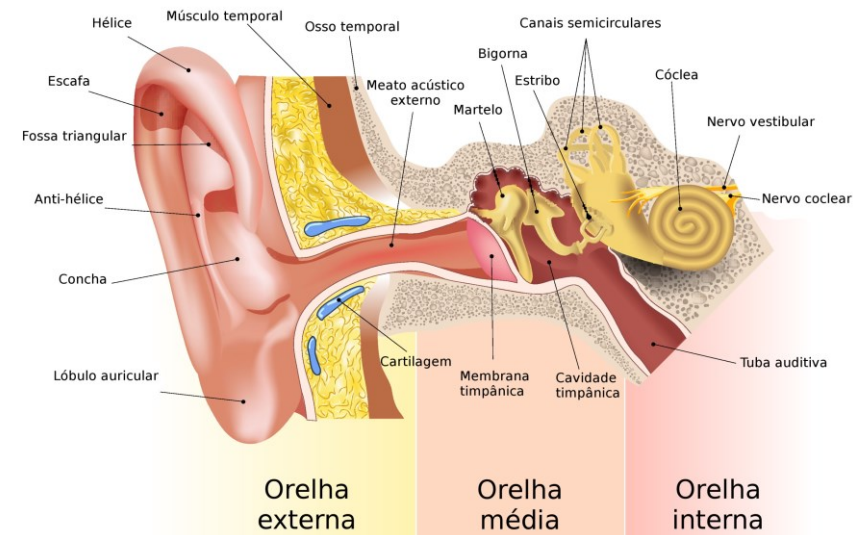


Ilustração: SVETLANA VERBINSKAYA / Shutterstock.com





# Há coisas que mudam, mas outras não!!!

## A cidade sofre alterações



**Avenida Ibirapuera em 1978**  
**LAeq= 77 dB(A)**



**Avenida Ibirapuera em 2010**  
**Leq= 77 dB(A)**

## A orelha **não** muda

### Anatomia da Orelha

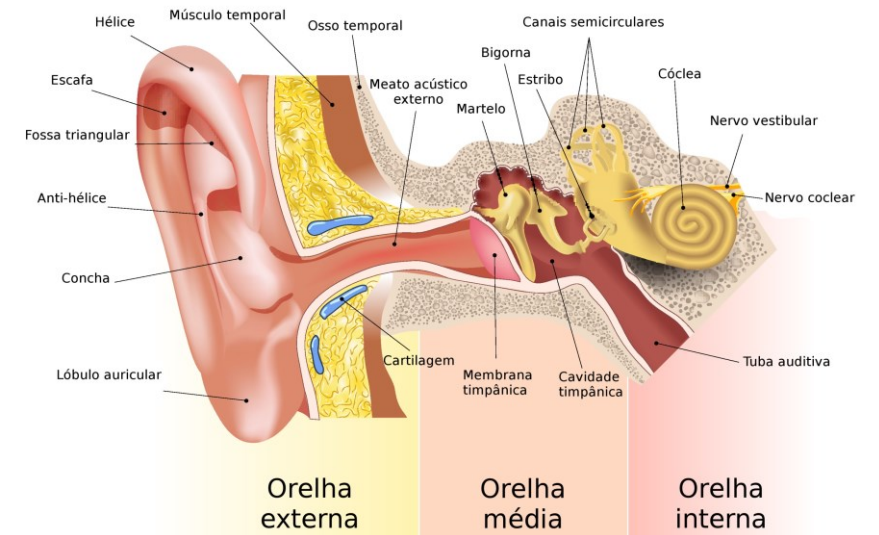


Ilustração: SVETLANA VERBINSKAYA / Shutterstock.com



# Há coisas que mudam, mas outras não!!!

## A cidade sofre alterações



Rua Teodoro Sampaio em 1978  
LAeq= 78 dB(A)



Rua Teodoro Sampaio em 2010  
Leq= 74 dB(A)

ENVIRONMENTAL NOISE MANAGEMENT IN THE CITY OF SÃO PAULO, BRAZIL  
Ikeda\_CYK; Aquilino\_MM; Barry\_PJ

## A orelha **não** muda

### Anatomia da Orelha

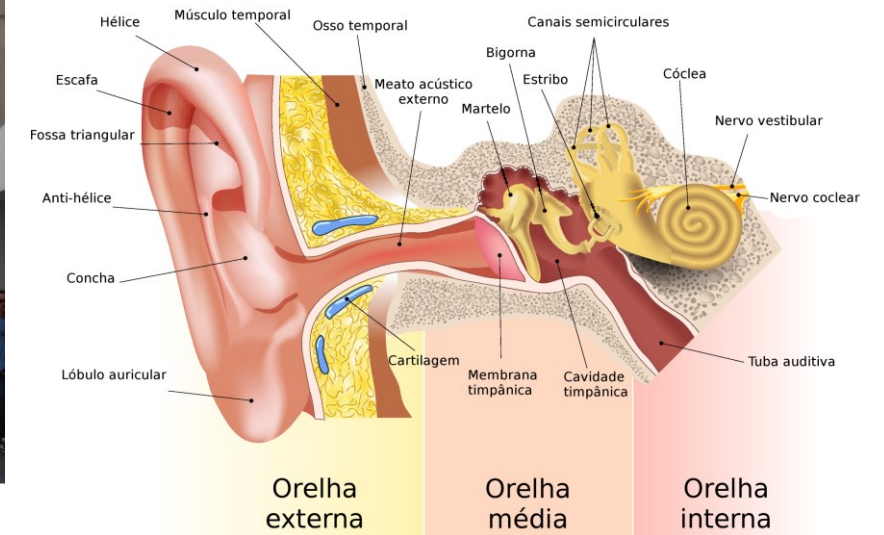


Ilustração: SVETLANA VERBINSKAYA / Shutterstock.com



# São Paulo teve um exemplo importante no combate ao ruído, porém sem aplicação efetiva

**DECRETO Nº 34.569 DE 6 DE OUTUBRO DE 1994** Instituiu o " Programa Silêncio Urbano - PSIU", visando controlar e fiscalizar o ruído excessivo que possa interferir na saúde e bem estar da população

## CONSIDERANDO:

- a multiplicidade de estabelecimentos que são geradores de poluição sonora;
- que compete a Administração Municipal o controle e disciplinamento dessas atividades;
- que é urgente a adoção de medidas com a finalidade de preservar o sossego público;
- a importância da ação fiscalizadora como meio de controle.

## DECRETA:

Art.1º - Fica instituído, no âmbito municipal o "Programa Silêncio Urbano - PSIU", cujos objetivos são:

- I - Desenvolver **ações intersecretariais** voltadas para coibir a emissão excessiva de ruídos;
- II - Estabelecer **canais de comunicação entre a população e a Prefeitura para recebimento de denúncias**, quanto à emissão excessiva de ruídos;
- III - **Desenvolver estudos e formular propostas dirigidas para dotar a Prefeitura dos meios necessários ao efetivo controle da emissão de ruídos**;
- IV - Incentivar a capacitação de recursos humanos para exercer o controle de emissão de ruídos;
- V - Estabelecer alvos prioritários e o cronograma das ações necessárias;
- VI - **Divulgar, junto à população, matéria educativa e conscientizadora dos efeitos prejudiciais causados pelos ruídos excessivos**;
- VII -Firmar convênios, contratos e estabelecer contatos com órgãos ou entidades que, direta ou indiretamente, possam contribuir para o desenvolvimento do "Programa Silêncio Urbano";
- VIII - Adequar o processo de Licenciamento Ambiental às normas legais em vigor.



# Considerações sobre emissões sonoras

- **O ruído gerado pelos estabelecimentos**, recebem **contribuições referentes à movimentação externa**:
  - trânsito de veículos;
  - pessoas do lado externo das edificações;
  - área de fumantes no exterior dos estabelecimentos;
  - abertura de portas e janelas, etc.
- A mitigação de ruído de empreendimentos existentes, além de depender de questões técnicas depende também da **conscientização dos malefícios da exposição ao ruído, sendo a educação fundamental**.
- **Implantação de novos empreendimentos devem seguir moldes do “Estudo de Impactos Ambientais” (EIA)**:
  - possibilitando o confinamento de equipamentos;
  - formação de barreiras acústicas inteligentes;
  - proteger os receptores sensíveis, adequando as edificações.
- **O mapeamento de ruído da cidade é fundamental para que a gestão pública** e os projetistas tenham subsídios para o desenvolvimento de políticas públicas e edificações adequadas para suas finalidades, não causando impacto negativo para a população.

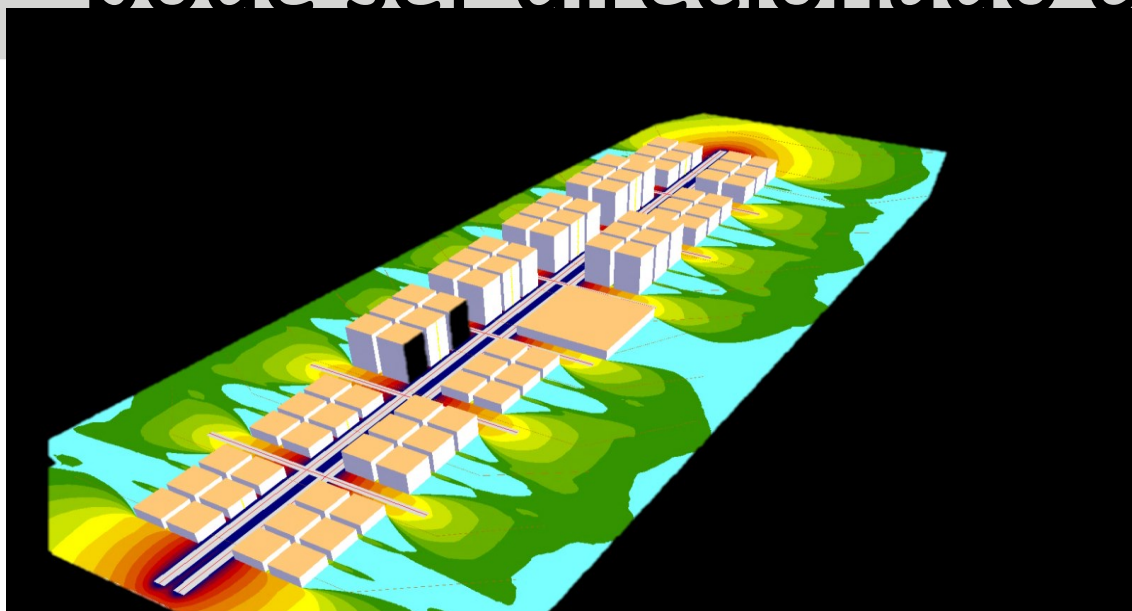




Ruído

**Vivemos circundados de ruído no interior das edificações e em todo ambiente urbano  
COMO CONTROLAR?**

O som atravessa, ruas, invade territórios e não pode ser direcionado como o fluxo de rio.



Exemplo da propagação sonora

Ondas sonoras não seguem um trajeto pré-definido como o de um rio

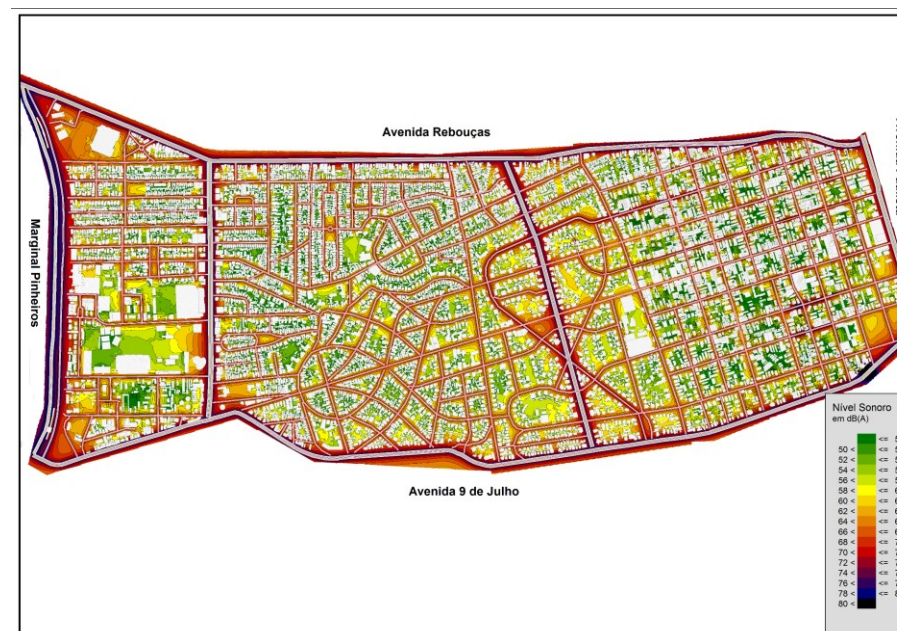
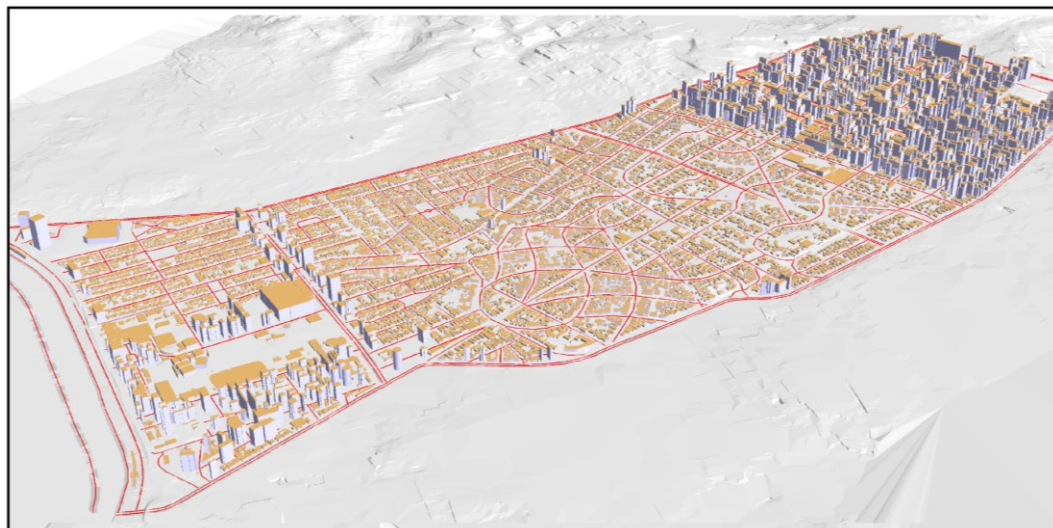




# O IPT tem mais de 120 anos de existência é iniciou suas atividades de acústica na década de 70

O IPT foi pioneiro no mapeamento da cidade de São Paulo, fazendo o levantamento de ruído da cidade, a pedido da Prefeitura de São Paulo em 1978 – Relatório técnico nº11934

Hoje apresenta capacitação desenvolvida para elaborar mapeamentos sonoros de cidades por simulação.

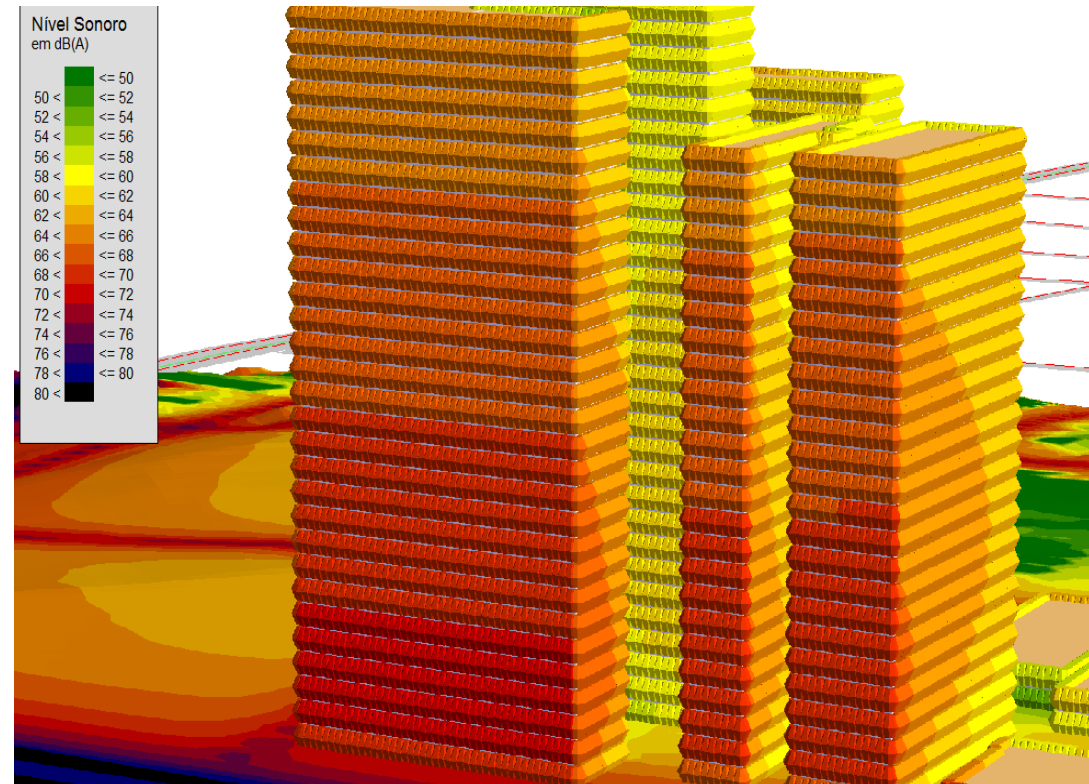
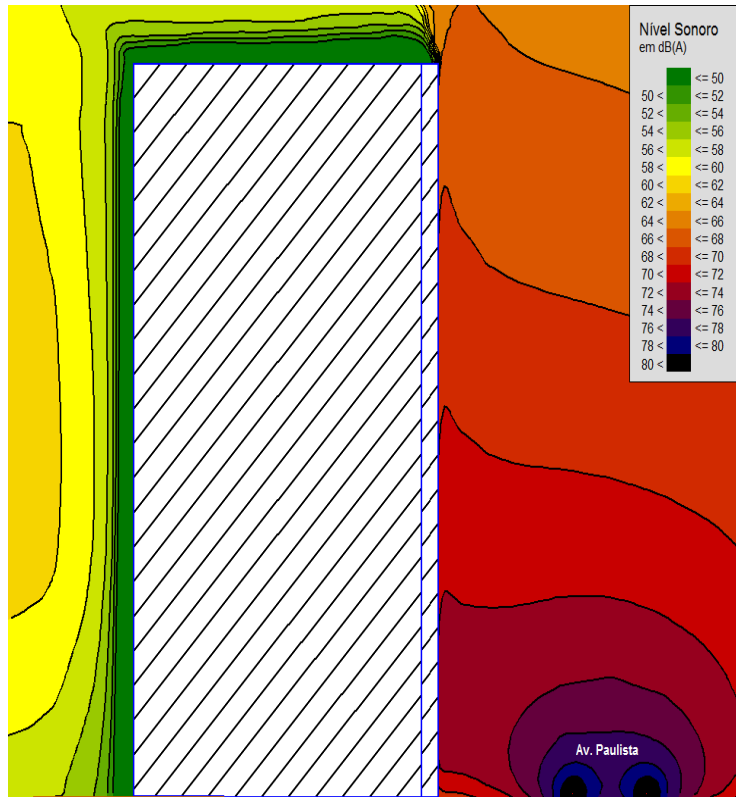


Mapa de ruído elaborado pelo IPT



# COMO PODEMOS “VER” O RUÍDO

CORTE TRANSVERSAL DA PROPAGAÇÃO DE RUÍDO GERADO NA AV. PAULISTA E VISTA 3D

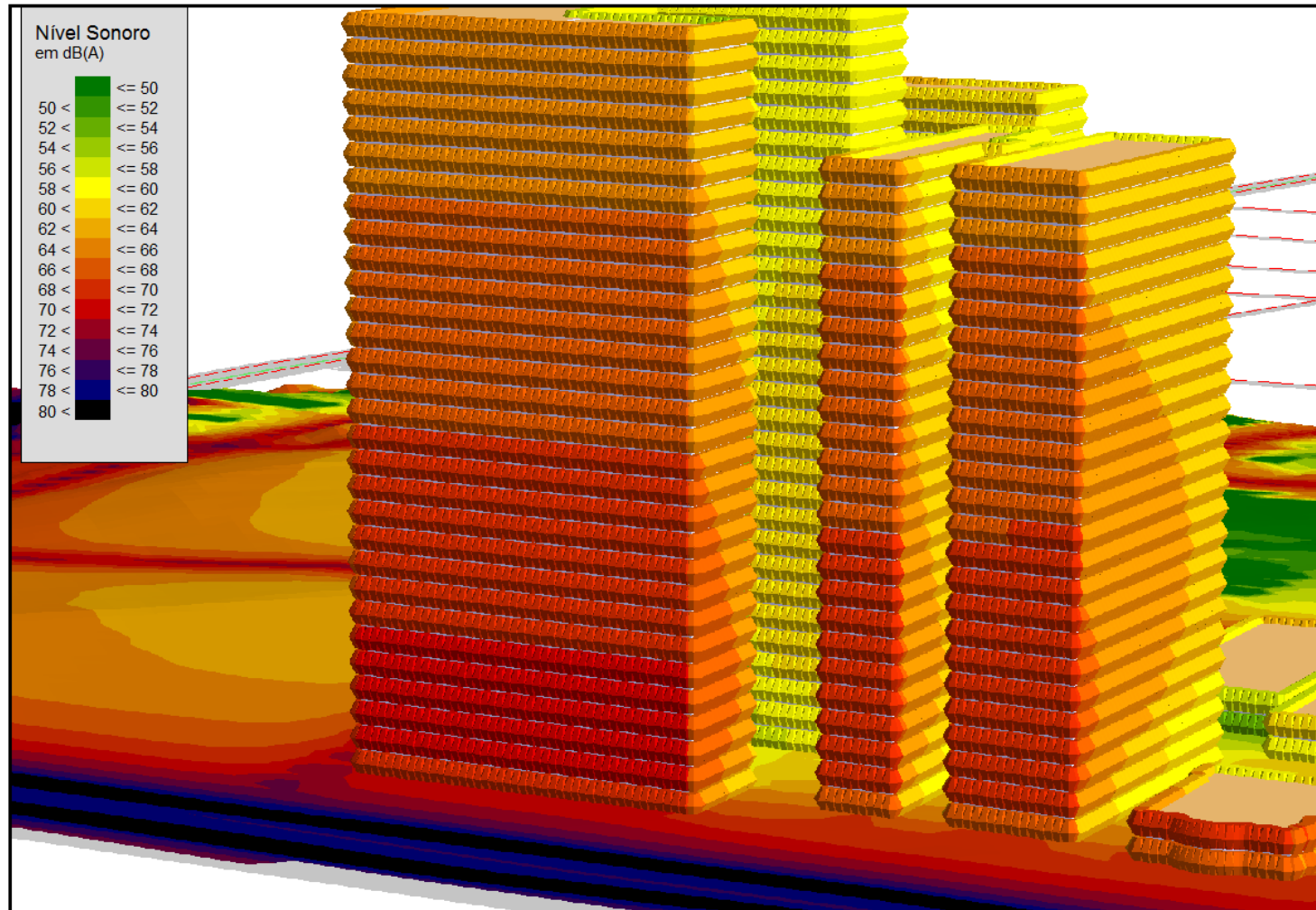


Fonte: Projeto de pesquisa IPT

Física Dra. Elisa Morandé Sales



# RUÍDO INCIDENTE EM FACHADAS



Fonte: Projeto de pesquisa IPT

Física Dra. Elisa Morandé Sales

# Mitigar o ruído é preciso

## Controlar a Poluição sonora

### Como fazer?

- Inicialmente diagnosticando

### Como diagnosticar?

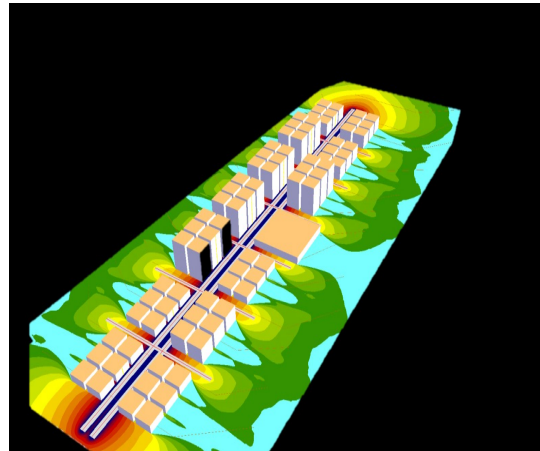
- Quantificando o ruído por meio de mapeamentos sonoros e medições

### Conscientização da população

- A educação é fundamental para conscientizar a população dos malefícios da exposição a ruídos excessivos

### Soluções

- Mapear o ruído das cidades;
- Conscientizar a população;
- Legislações factíveis;
- Tecnologia trabalhando a favor;
- Fiscalização eficiente.



O mapa de ruído é o diagnóstico inicial. Por meio do mapa será feito o prognóstico para promover melhoria ambiental

# Considerações finais

- O Brasil possui normalização e legislação para avaliação do nível de pressão sonora de ambientes internos e externos:
  - Normas ABNT NBR 10.151 e 10.152 e Leis municipais.
- A normalização e legislação, não são suficientes para avaliação da incomodidade sonora e os impactos na saúde:
  - devido a complexidade das fontes geradoras de ruído;
  - métodos de avaliação que podem não ser adequados para a constatação da poluição sonora.
- O projeto da cidade deve seguir diretrizes acústicas seguras além de obedecer as boas práticas de projeto acústico:
  - O mapa de ruído é o diagnóstico que dará segurança para a gestão acústica da cidade
  - Campanhas de conscientização são fundamentais.
    - O debate técnico vem sendo feito exaustivamente, porém depara-se agora com o aspecto da incomodidade sonora e saúde pública. Como abordar a questão do direito ao sossego e como avaliar os impactos na saúde devido à exposição ao ruído de nossa população.



# DESAFIOS

- Mitigar o ruído no meio urbano e dentro dos edifícios
  - Controlar o ruído de veículos e melhorar a pavimentação de ruas e rodovias;
  - Melhorar a qualidade acústicas das edificações residenciais, laborais, públicas e de lazer;
  - Ter estudos de impacto ambiental, voltados ao ruído, para novos empreendimentos;
  - Readequação de empreendimentos já existentes.
- Educação ambiental
  - Conscientizar a população desde a infância sobre os malefícios da exposição ao ruído.
- Mapeamento do ruído nas cidades
- Criação de legislação robusta e sistemas de fiscalização eficientes.



# Obrigado!

- Marcelo de Mello Aquilino
- [aquilino@ipt.br](mailto:aquilino@ipt.br)

 [linkedin.com/school/iptsp/](https://www.linkedin.com/school/iptsp/)

 [instagram.com/ipt\\_oficial/](https://www.instagram.com/ipt_oficial/)

 [youtube.com/@IPTbr/](https://www.youtube.com/@IPTbr/)

[www.ipt.br](http://www.ipt.br)

 **ipt**  
INSTITUTO DE  
PESQUISAS  
TECNOLÓGICAS

 **SÃO  
PAULO**  
GOVERNO  
DO ESTADO