

Gestão Ambiental Urbana

Poluição sonora

Demóstenes Ferreira da Silva Filho

26 de outubro de 2009



Definições:

Frequência - é o número de vezes que um ciclo sonoro se repete, em um determinado período de tempo, em ciclos por segundo (cps) ou Hertz (Hz). Quanto maior o número de ciclos, mais alta a frequência. Matematicamente seria o inverso do período ($f=1/T$). Divide-se em:

- Altas frequências (1.400 a 16.000Hz) = sons agudos (grande comprimento de onda)
- Baixas frequências (20 a 360 Hz) = sons graves (pequeno comprimento de onda)

Veja representação gráfica em onda sonora senoidal

Índice de Redução Sonora – É expresso pela fórmula: $R = 10 \log \frac{W_i}{W_t}$ onde W_i é a potência incidente sobre a superfície de 1 elemento e W_t é a potência acústica transmitida pelo elemento (ex. Parede).

Intensidade Sonora - É a quantidade de energia transportada por uma onda sonora, em um ponto e direção determinados, por unidade de superfície normal à direção da onda. Unidade: W/m^2 .

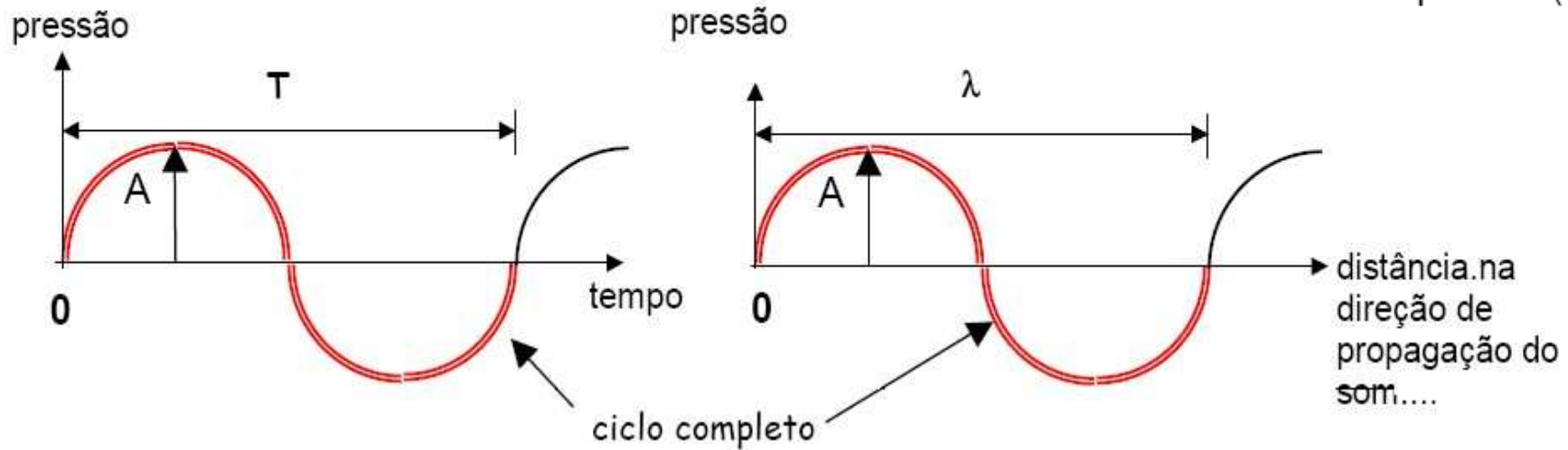
Mascaramento - É a elevação subjetiva do limiar de audibilidade: na presença de um ruído de fundo muito elevado, o som de interesse precisa ter mais energia para ser percebido. Assim, é muito mais “fácil” conversar em um apartamento silencioso que numa rua de tráfego pesado (ou em uma boate).

Potência Sonora - É a energia liberada por uma fonte, por unidade de tempo. Unidade: Watt (W).

Pressão Sonora - É a diferença entre a pressão do ar, em um determinado instante, e a pressão atmosférica normal (ou pressão estática). Unidade: Newton por metro quadrado (N/m^2) ou Pascal (Pa).

Onda Sonora Senoidal – É a representação gráfica do deslocamento de um som puro. Caracteriza-se pelos seguintes parâmetros: amplitude (A), comprimento (λ), período (T), e

Onda Sonora Senoidal – É a representação gráfica do deslocamento de um som puro.
Caracteriza-se pelos seguintes parâmetros: amplitude (A), comprimento (λ), período (T), e
frequência (f):



Período (T)	tempo necessário para que uma onda sonora execute um ciclo completo, em segundo (s)
Frequência (f)	número de vezes que um ciclo completo se repete em um determinado período de tempo, em ciclos por segundo (cps) ou Hertz (Hz). Quanto maior o número de ciclos, mais alta a frequência. Matematicamente seria o inverso do período ($f = 1/T$):
Amplitude (A)	deslocamento máximo atingido por uma molécula em relação à sua posição de equilíbrio, medida em metro (m).
Comprimento de onda (λ)	distância percorrida pela onda senoidal em um ciclo completo, em metro. É função da velocidade do som em um meio e da frequência. ($\lambda = c/f$)

Ruído de fundo – É todo e qualquer ruído percebido em um determinado local que não seja o som de interesse (ou ruído útil). Por exemplo: o ruído do tráfego, do ar condicionado, dos vizinhos,...

Som - é “toda e qualquer vibração mecânica em um meio elástico na faixa de áudio frequência” (TB-143/ABNT). Ao vibrar um corpo produz a perturbação do meio que o envolve de tal forma que as moléculas do meio não se deslocam, mas oscilam em torno de uma posição de equilíbrio, provocando zonas de compressão (alta pressão) e rarefação (baixa pressão). Pode ser classificado como:

puro	quando composto de uma única frequência (único comprimento de onda). Por exemplo: o som de um diapasão. Pode ser representado como uma onda senoidal.
complexo	Mais comum, é o som composto por várias frequências. Pode ser representado como a soma de diversas ondas senoidais (uma para cada faixa de frequência).

Velocidade da onda sonora (c), é a rapidez de deslocamento da onda sonora, em metro por segundo (m/s). Varia em função da temperatura, densidade e homogeneidade do meio de propagação. Quanto mais denso o meio, mais rápida a propagação.

Fórmula de cálculo: $c = 332 + \sqrt{1 + \frac{t}{273}}$, t - temperatura em °C

Ao ar livre a alteração da velocidade do som na atmosfera, por variações de temperatura, podem provocar a refração das ondas sonoras, ocasionando um ligeiro desvio na trajetória original.

Velocidade do som (c) em alguns materiais de construção (em m/s)

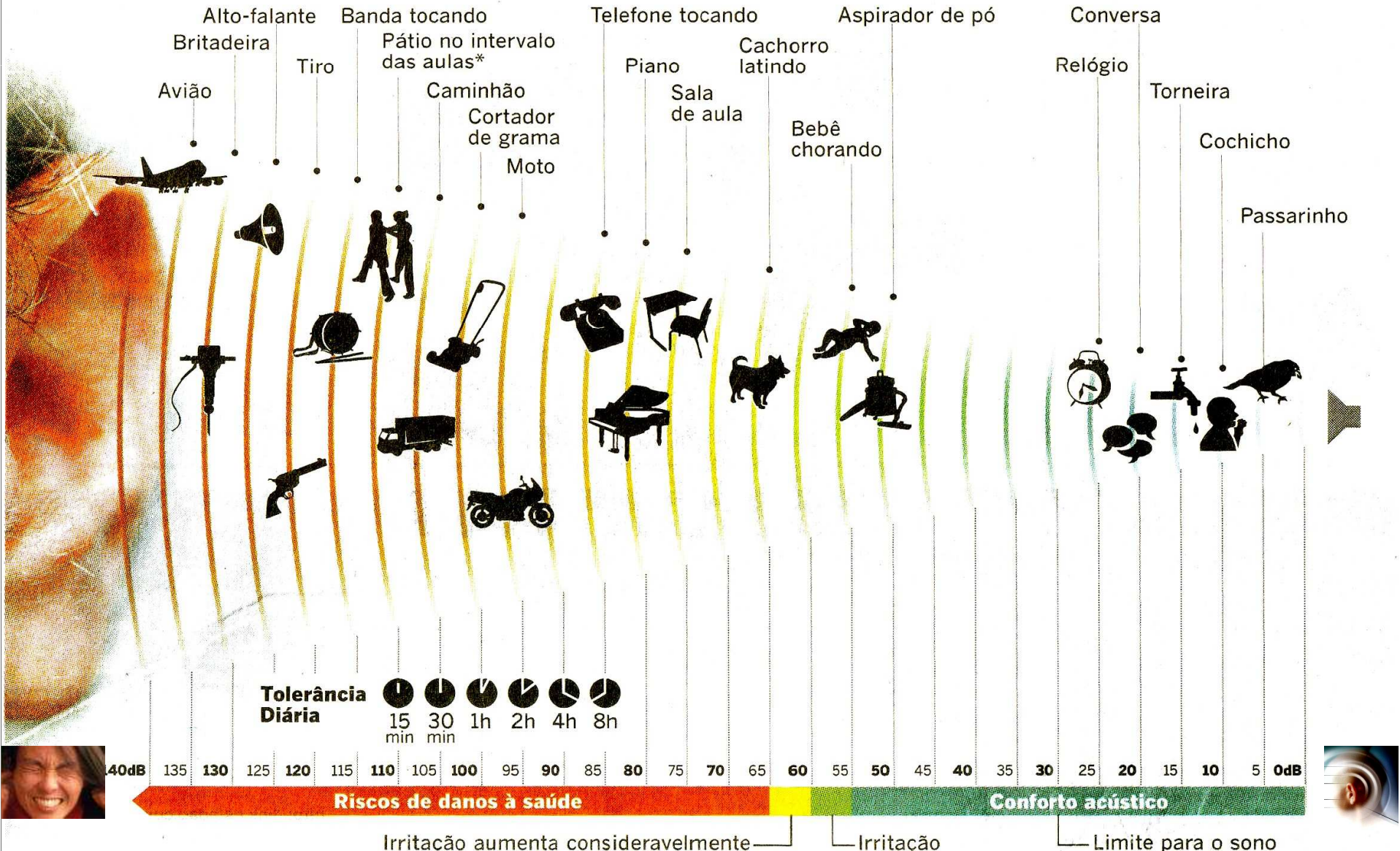
Material	Ar a 20°C	borracha	cortiça	água	madeira	tijolo	concreto	aço/ vidro
Velocidade	340	40 a 150	450 a 500	1460	1.000 a 2.000	2.500	3.500	5.000 a 6.000

Poluição sonora

De acordo com a OMS, até 55 decibéis é um nível aceitável de ruído



NÍVEIS DE RUÍDO EM DECIBÉIS





Locais	dB (A)
<i>Hospitais</i>	
Departamentos, enfermarias, centros cirúrgicos	35-45
Laboratórios, áreas para uso do público	40-50
Serviços	45-55
<i>Escolas</i>	
Bibliotecas, salas de música, salas de descanso	35-45
Salas de aula, laboratórios	40-50
Circulação	45-55
<i>Hotéis</i>	
Apartamentos	35-5
Restaurantes, salas de estar	40-50
Portaria, recepção, circulação	45-55
<i>Residências</i>	
Dormitórios	35-45
Salas de estar	40-50
<i>Auditórios</i>	
Salas de concerto, teatros	30-40
Salas de conferências, cinemas e de uso múltiplo	35-45
Restaurantes	40-50
<i>Escritórios</i>	
Salas de reunião	30-40
Salas de gerência, projetos e administração	35-45
Salas de computadores	45-65
Salas de mecanografia	50-60
Igrejas e templos (cultos meditativos)	40-50
<i>Locais esportivos</i>	
Pavilhões fechados para espetáculos e atividades esportivas	45-60

Tabela 01 – Níveis de ruídos recomendados pela ABNT.

NOTA: Somente para níveis de ruídos acima de 85 dB (A) (decibéis) com exposição diária de 8 horas ou mais, é necessária a utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPI).





Impactos

TABELA DE IMPACTO DE RUÍDOS NA SAÚDE - VOLUME/REAÇÃO EFEITOS NEGATIVOS EXEMPLOS DE EXPOSIÇÃO

VOLUME	REAÇÃO	EFEITOS NEGATIVOS	EXEMPLOS DE LOCAIS
Até 50 dB	Confortável (limite da OMS)	Nenhum	Rua sem tráfego.
Acima de 50 dB	O ORGANISMO HUMANO COMEÇA A SOFRER IMPACTOS DO RUÍDO.		
De 55 a 65 dB	A pessoa fica em estado de alerta, não relaxa	Diminui o poder de concentração e prejudica a produtividade no trabalho intelectual.	Agência bancária
De 65 a 70 dB (início das epidemias de ruído)	O organismo reage para tentar se adequar ao ambiente, minando as defesas	Aumenta o nível de cortisona no sangue, diminuindo a resistência imunológica. Induz a liberação de endorfina, tornando o organismo dependente. É por isso que muitas pessoas só conseguem dormir em locais silenciosos com o rádio ou TV ligados. Aumenta a concentração de colesterol no sangue.	Bar ou restaurante lotado
Acima de 70	O organismo fica sujeito a estresse degenerativo além de abalar a saúde mental	Aumentam os riscos de enfarte, infecções, entre outras doenças sérias	Praça de alimentação em shopping centers Ruas de tráfego intenso.

Obs.: O quadro mostra ruídos inseridos no cotidiano das pessoas. Ruídos eventuais alcançam volumes mais altos. Um trio elétrico, por exemplo, chega facilmente a 130 dB(A), o que pode provocar perda auditiva induzida, temporária ou permanente.

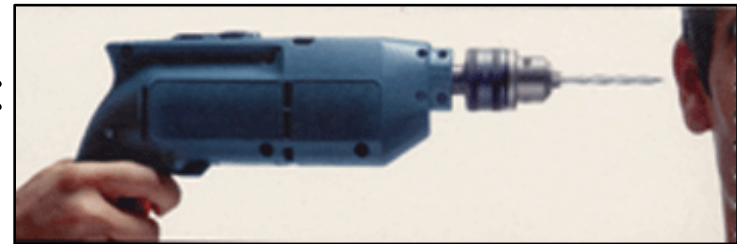


O ruído incomoda quando:

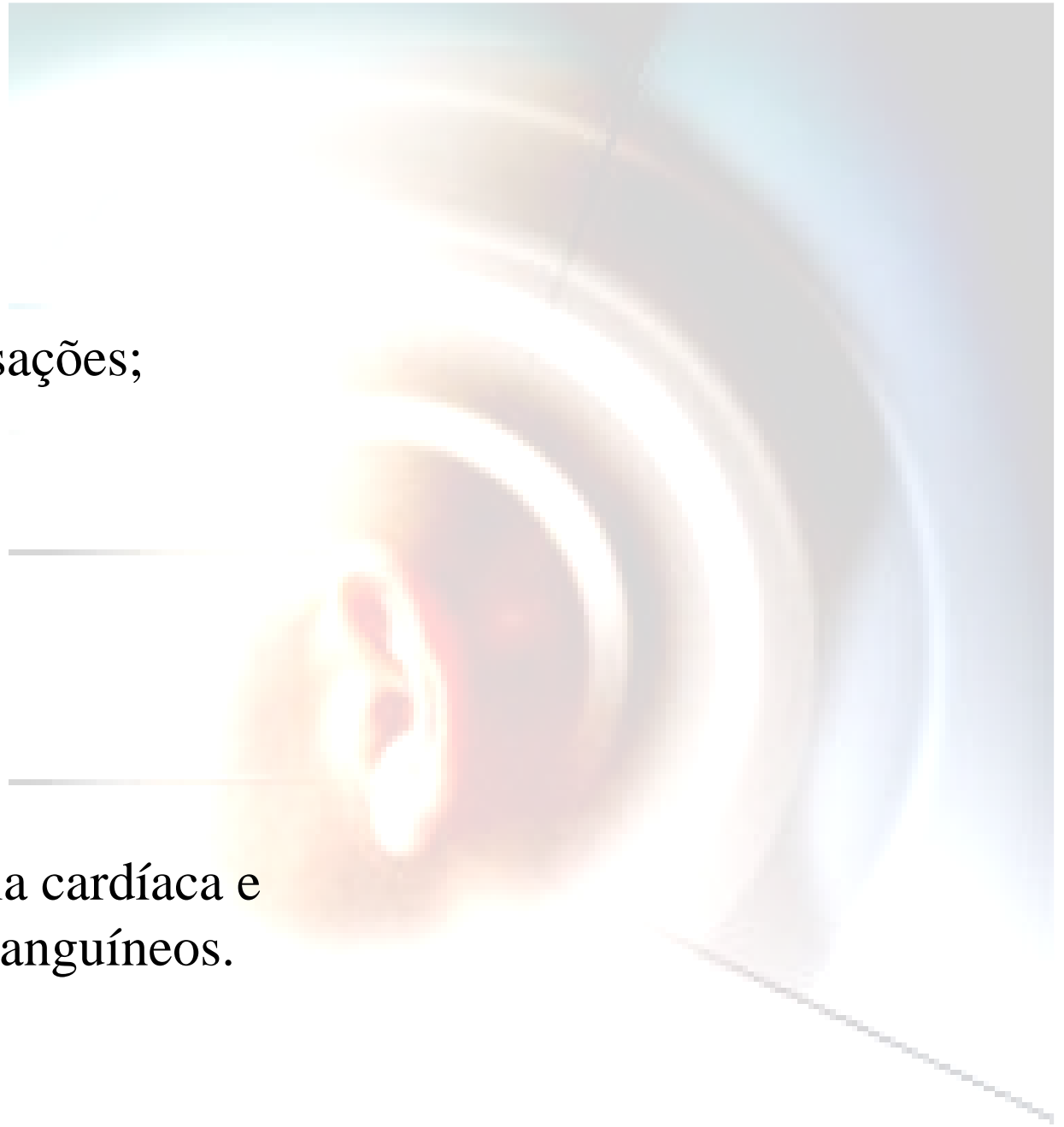
- Impede a recepção de informações;
- Impede a emissão de mensagens;
- Está dissociado visualmente de sua fonte.

Patologias causadas pela exposição a ruídos:

- Alterações na qualidade do sono;
- Falta de eficiência;
- Falta de concentração;
- Tensões e mudança de comportamento;
- Fadiga mental
- Perda temporária de audição
- Perda auditiva até surdez permanente;



- Perda dos reflexos;
- Embaraço nas conversações;
- Dores de cabeça;
- Estresse;
- Fadiga;
- Loucura;
- Distúrbios hormonais;
- Gastrite;
- Alergias;
- Aumento da frequência cardíaca e
- Contração dos vasos sanguíneos.



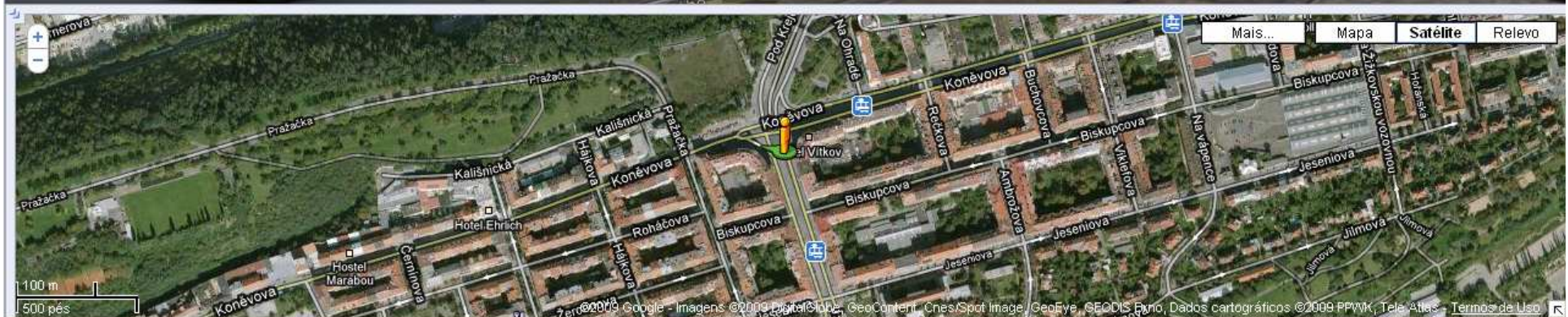


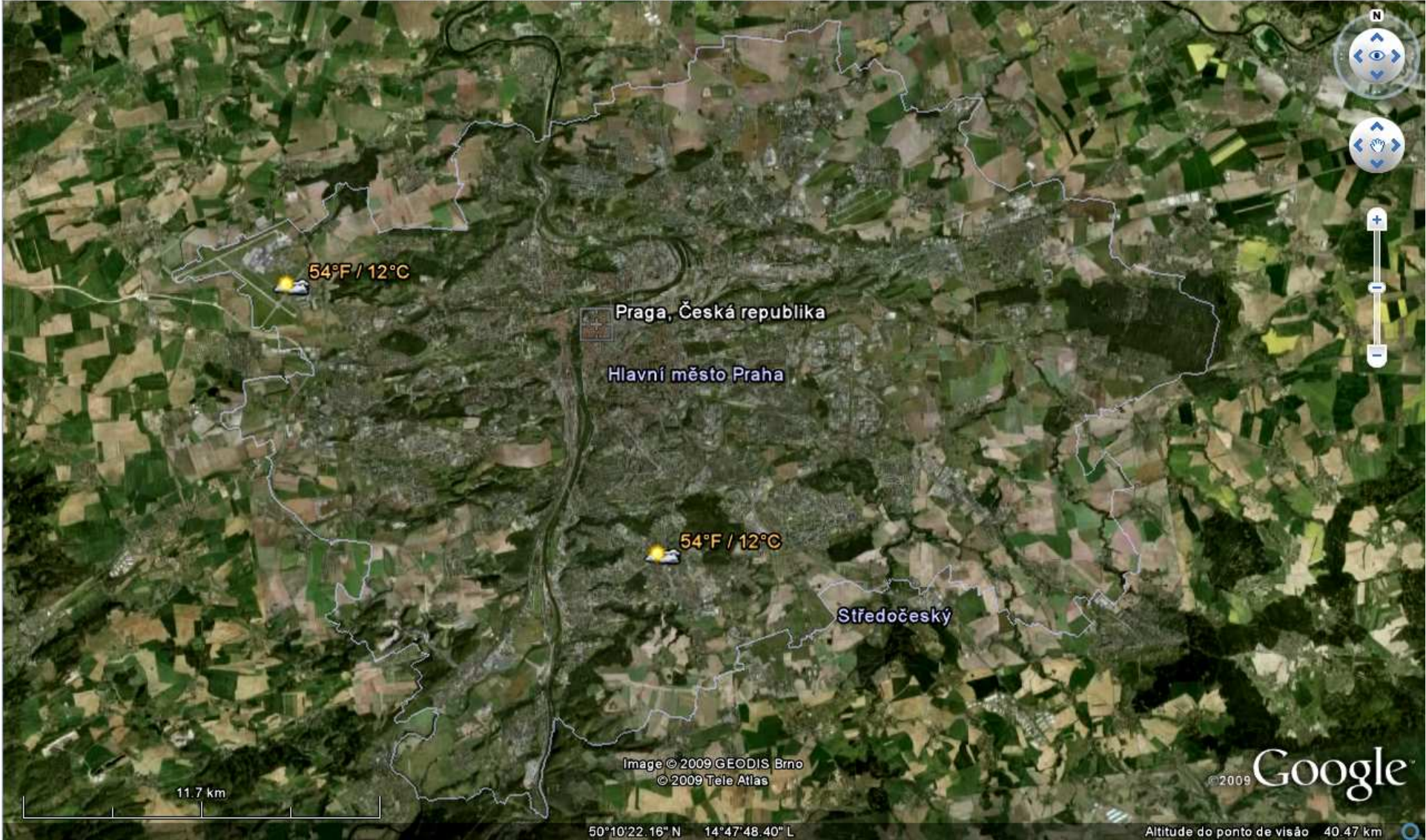


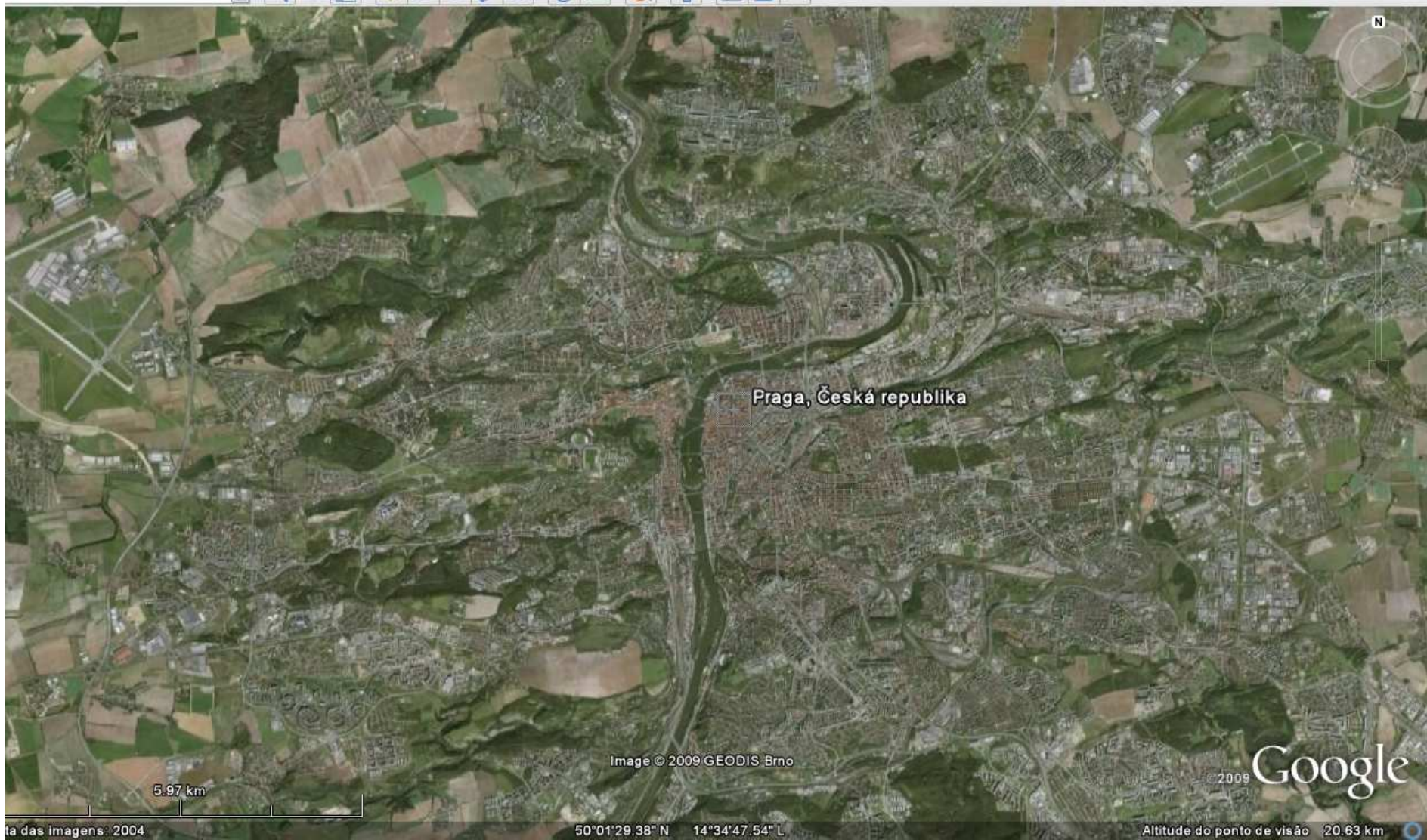
Google maps praha

Pesquisar no Mapa Mostrar opções de pesquisa

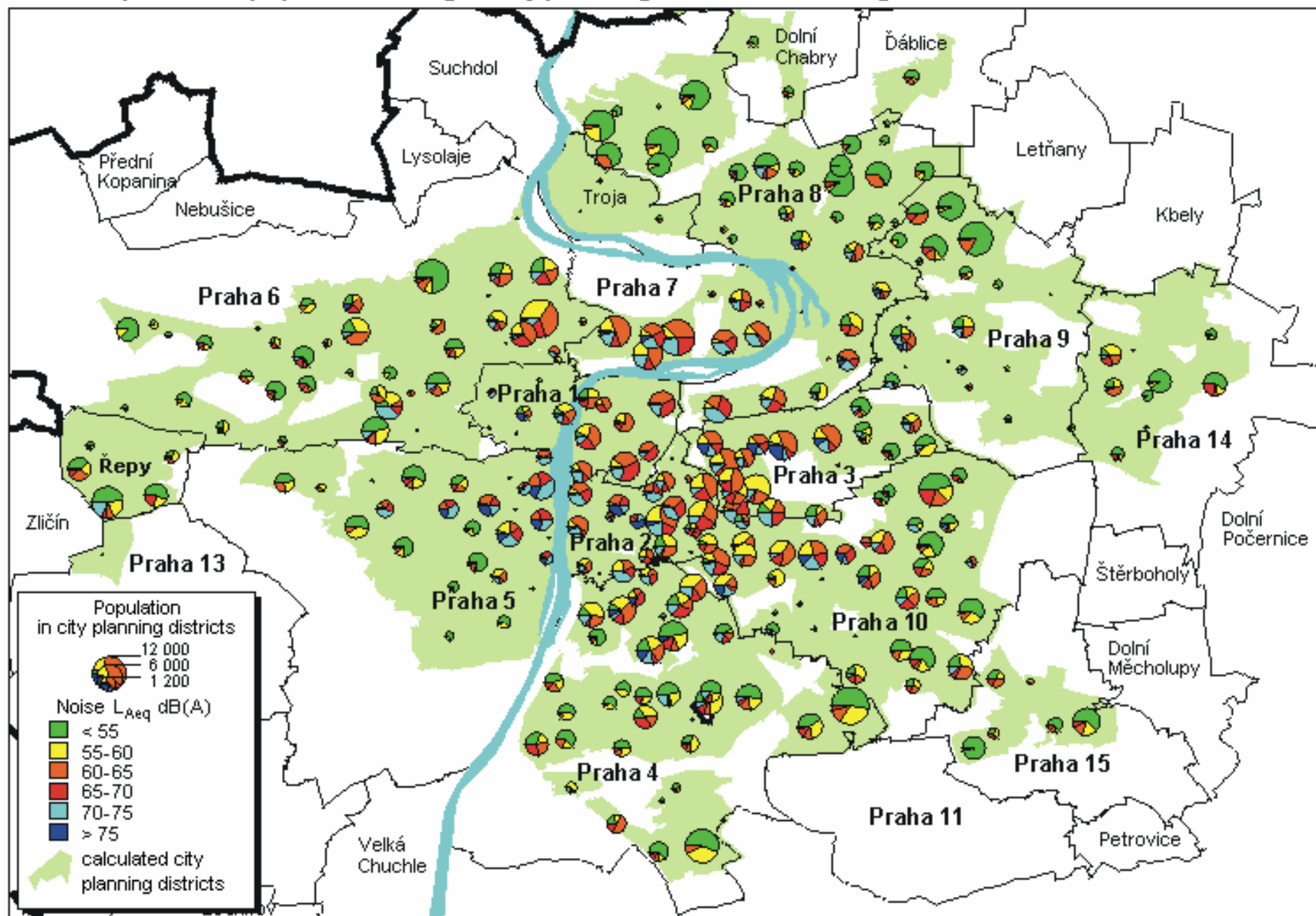
Encontre empresas, endereços e locais de seu interesse. Saiba mais.







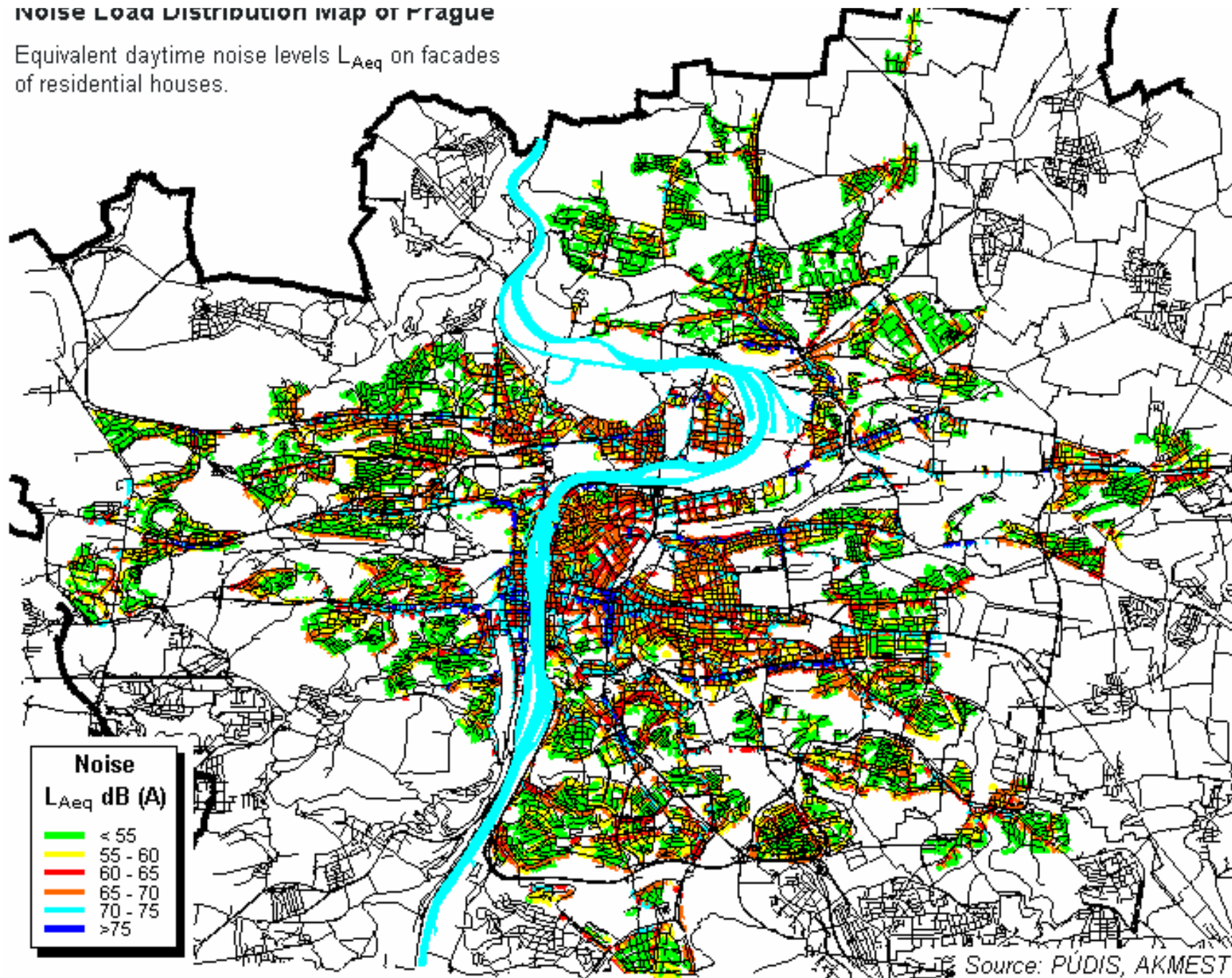
Noise exposure of population living in city planning districts according to NLDM



Source: IMIP, PÚDIS, AKMEST, Hydrossoft Velešlavín

Noise Load Distribution Map of Prague

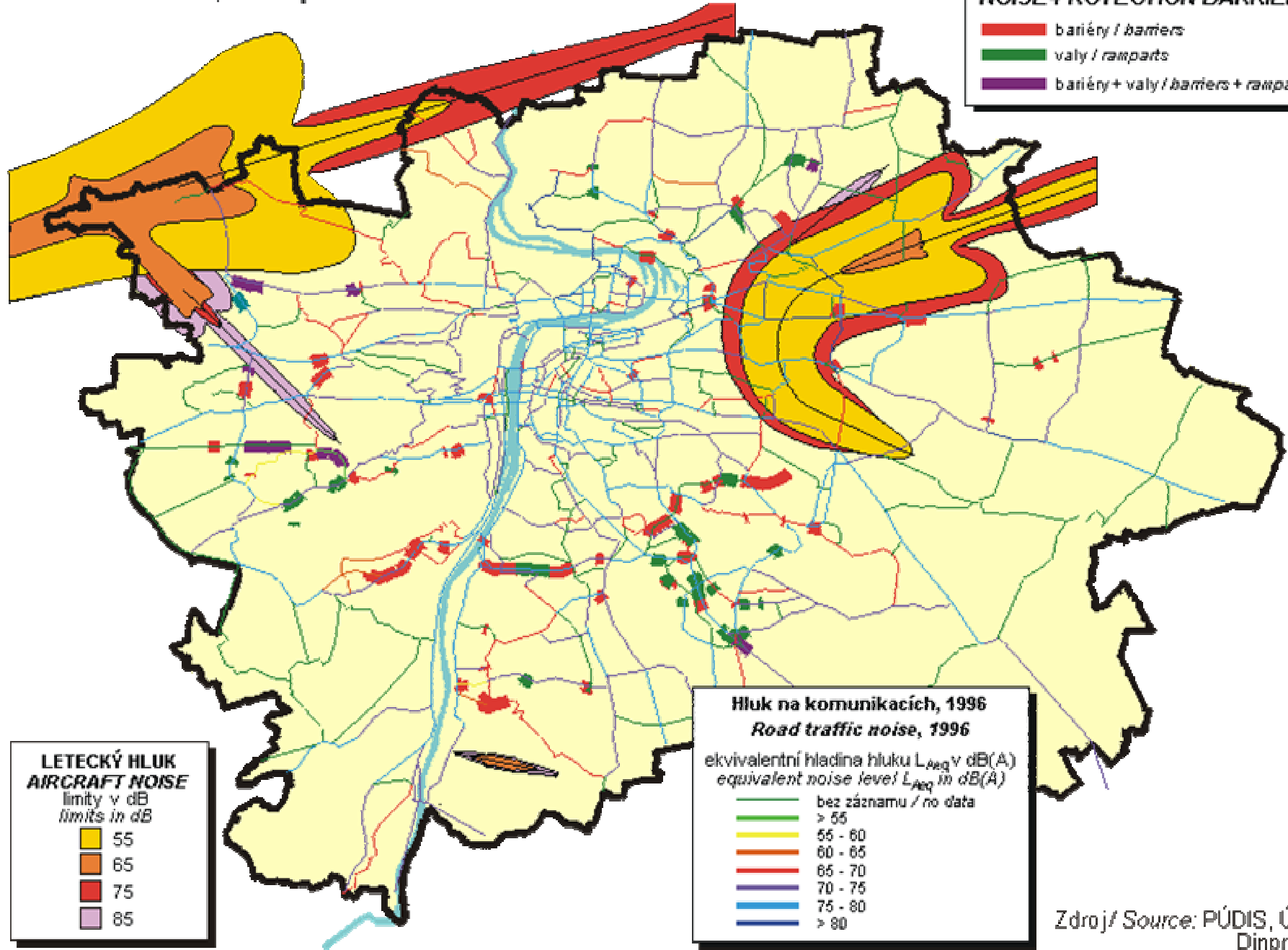
Equivalent daytime noise levels L_{Aeq} on facades of residential houses.



Hluková mapa automobilové dopravy, protihlukové bariéry a letecký hluk
Road traffic noise, noise-protection barriers and aircraft noise

PROTIHLUKOVÉ BARIÉRY
NOISE-PROTECTION BARRIERS

- bariéry / *barriers*
- valy / *ramparts*
- bariéry + valy / *barriers + ramparts*



LETECKÝ HLUK
AIRCRAFT NOISE
limity v dB
limits in dB

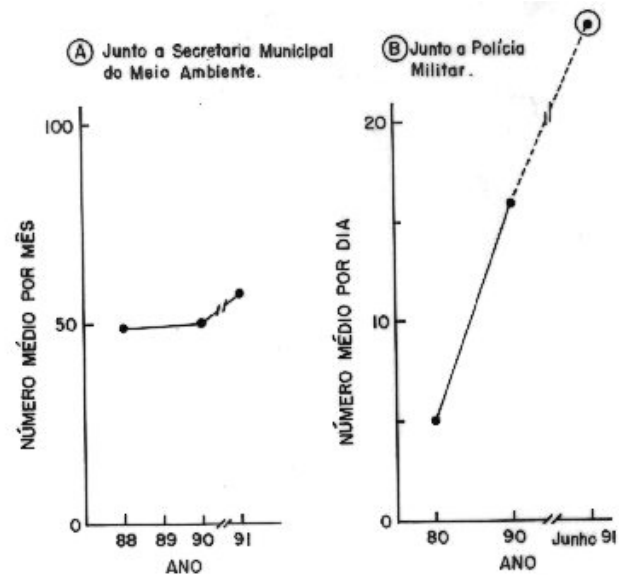
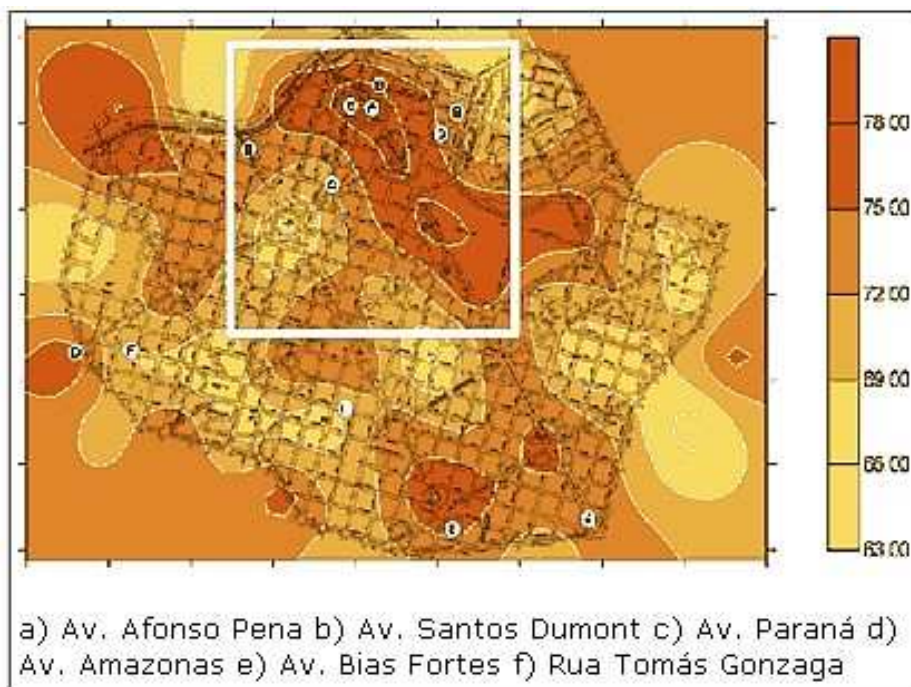
- 55
- 65
- 75
- 85

Hluk na komunikacích, 1996
Road traffic noise, 1996
ekvivalentní hladina hluku L_{Aeq} v dB(A)
equivalent noise level L_{Aeq} in dB(A)

- bez záznamu / *no data*
- > 55
- 55 - 60
- 60 - 65
- 65 - 70
- 70 - 75
- 75 - 80
- > 80

Zdroj / Source: PÚDIS, ÚRM,
Dinprojekt

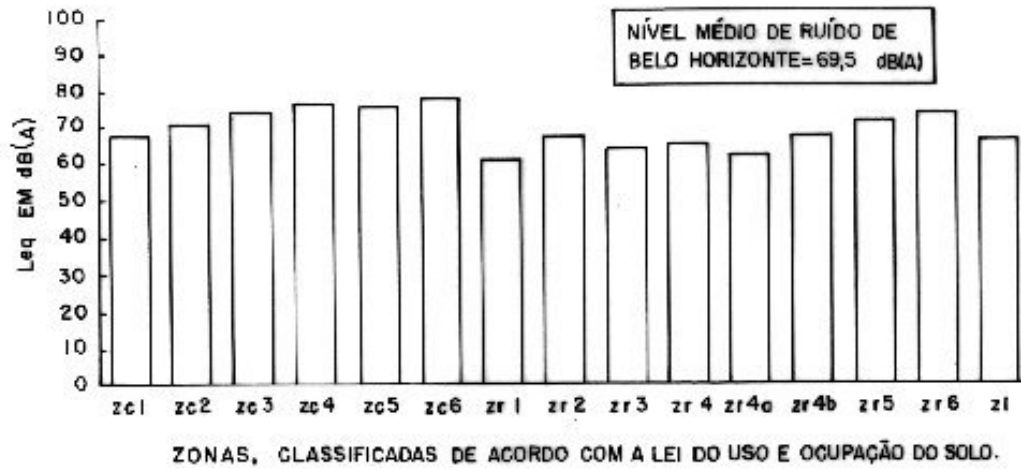
Mapa de poluição sonora do centro de Belo Horizonte, MG.



Pedro Alcântara de Souza Alvares

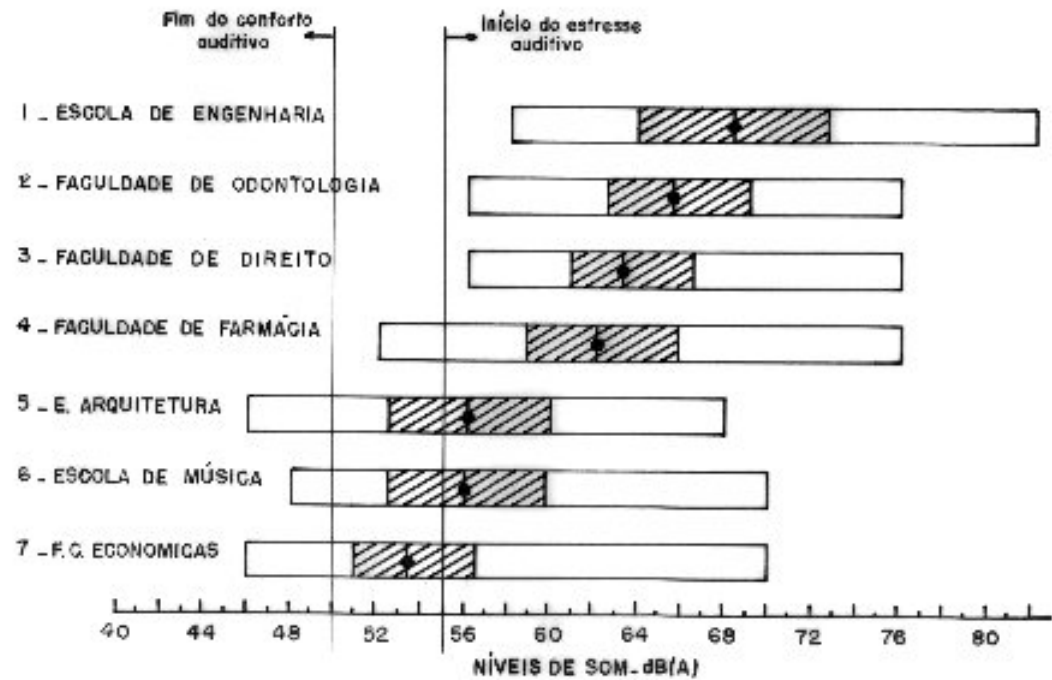
Fernando Pimentel-Souza

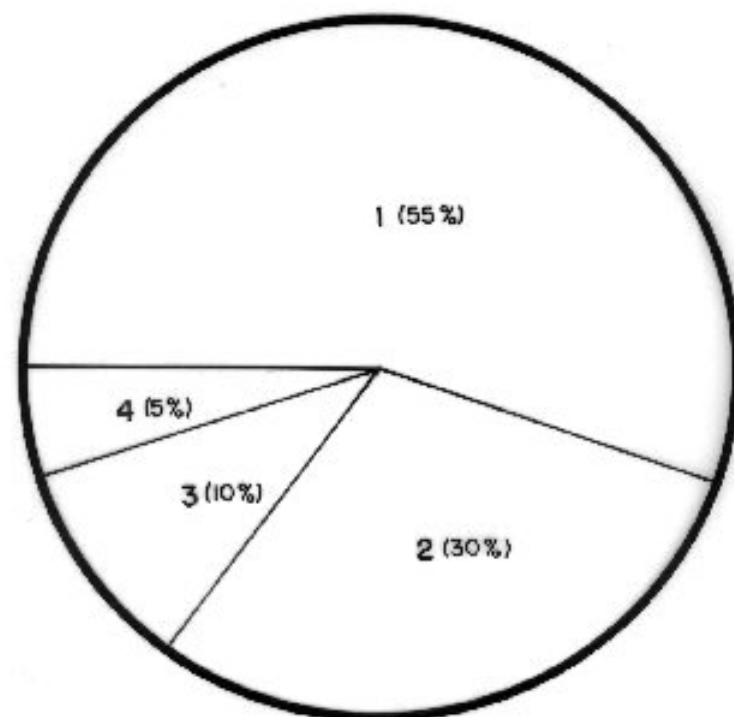
NÍVEL MÉDIO DE RUÍDO EM CADA ZONA DE BELO HORIZONTE



Pedro Alcântara de Souza Alvares

Fernando Pimentel-Souza





1 - Bares
Restaurantes
Locais de emissão de música

2 - Oficinas mecânicas
Serrarias
Serralherias
Padarias

3 - Templos / Academias

4 - Cons. civil
Aeroporto
Trânsito
Mineradoras
Pedreiras



O que fazer?

-Fazer cumprir a lei;

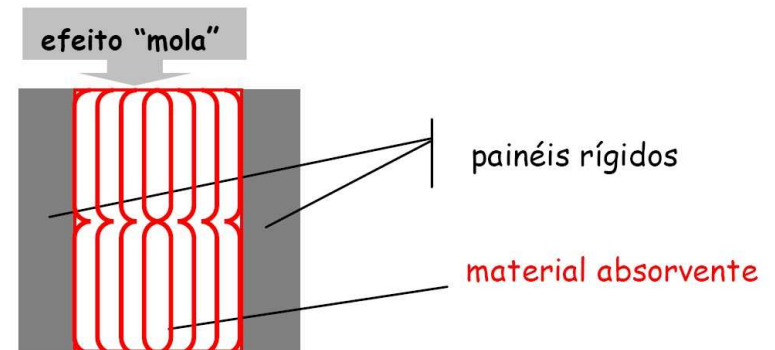
Mesmo entre arquitetos e engenheiros não é rara uma certa confusão no uso dos termos **isolamento** e **absorção** sonora, dois fenômenos diretamente relacionados às propriedades dos materiais de construção. Na realidade as diferenças entre materiais isolantes e absorventes são bastante significativas, e de modo geral, materiais absorventes são maus isolantes e vice-versa.

Entretanto, após a compreensão dos dois fenômenos e um correto diagnóstico, é possível, caso os dois efeitos sejam necessários simultaneamente uma montagem de materiais. Por exemplo, a aplicação de espuma ou carpete (absorventes) sobre uma parede de alvenaria de blocos de concreto (isolante).

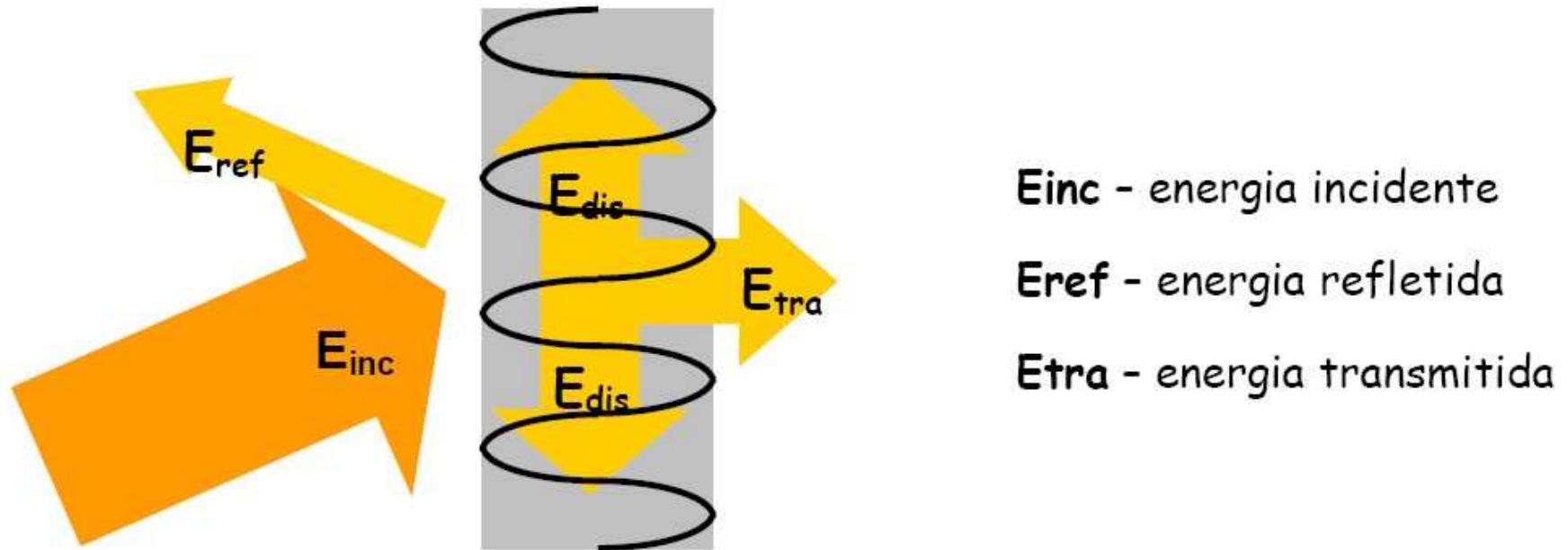
Isolamento Acústico / Materiais Isolantes

O isolamento acústico consiste em dificultar a transmissão sonora. Um bom isolante deve ser rígido, compacto, pesado. A capacidade que um elemento de vedação (parede, divisória, esquadria,...) tem de se opor à transmissão do ruído depende de seu Índice de Redução Sonora (R). Em geral temos:

- **Paredes Simples**, onde o isolamento depende da massa superficial (do “peso”) desta. Segundo a “Lei da Massa”, a cada vez que a espessura é dobrada o isolamento aumenta ± 4 dB, sendo maior para as altas freqüências (aumenta cerca de 4 dB a cada vez que a freqüência é dobrada).
- **Paredes Compostas**. Este tipo de opção de vedação é conveniente quando se deseja (ou necessita) evitar o uso de paredes muito espessas e pesadas. Materiais absorventes, quando colocados entre painéis rígidos, funcionam como “mola” minimizando a transmissão do ruído. Este conjunto que não obedece rigorosamente à lei da massa - costuma apresentar um índice de redução sonora maior que o de uma parede homogênea, com a mesma espessura



Absorção Acústica / Materiais Absorventes



A absorção sonora consiste em reduzir ao máximo a reflexão da energia sonora que incide sobre uma superfície. A energia absorvida é parcialmente dissipada (como energia térmica) e parcialmente transmitida.

Na realidade, nenhum material é totalmente absorvente (ou reflexivo), parte da energia sonora sendo sempre refletida pelo material (fig. A14). A capacidade de absorção de um material (medida em sabine) é indicada pelo seu coeficiente de absorção sonora, e varia de 0 a 1.

O desempenho de um material como absorvente acústico varia segundo as diversas faixas de frequência. Dois são os principais tipos de materiais absorventes:

Materiais Fibrosos e Porosos – permitem que a onda sonora penetre e se propague em seu interior. Após sucessivas reflexões sobre as paredes dos poros a energia sonora é dissipada sob a forma de calor (energia térmica). Os materiais porosos (ex: espumas sintéticas) ou fibrosos (ex: lãs minerais) são, de modo geral, mais eficientes nas altas frequências.

Painéis Flexíveis - Quando uma onda sonora atinge um painel flexível, a vibração provocada pela pressão exercida sobre o painel transforma parte da energia sonora em energia térmica. Painéis flexíveis afastados da parede por uma camada de ar são excelentes para absorver as baixas frequências. Se o painel estiver colado diretamente sobre a parede, a eficiência será maior nas altas e médias frequências.

O Ruído e Projeto

O projeto dos edifícios tem, freqüentemente, relegado o conforto acústico a um plano posterior e secundário. O comportamento acústico dos espaços costuma ser estudado apenas em ambientes «especiais» (auditórios, estúdios, teatros...). Argumenta-se que tratamentos acústicos são muito caros. E, em parte isto é verdade : corrigir falhas de projeto é, de fato, caro e difícil, prevenir entretanto não. A qualidade acústica do projeto pode depender do cumprimento de algumas etapas, simples, durante o processo de concepção do edifício.

Identificação e classificação das fontes de ruído

O primeiro passo para evitar ou solucionar os problemas decorrentes do ruído é identificar as fontes de ruído. Localizar as fontes de ruído existentes no entorno do edifício (vias de tráfego, indústrias, atividades de lazer) e verificar as fontes que serão criadas pelo próprio projeto (casas de máquinas, equipamentos, salões de festa, prisms de ventilação). Em seguida, classificar as fontes como de ruído aéreo ou de impacto.

Qualificação Acústica dos Espaços

Checar o nível de ruído de fundo (tabela das páginas) recomendado para os espaços projetados.

Estabelecer uma “escala” de sensibilidade ao ruído: por exemplo, um quarto é mais sensível ao

ruído que a sala, que é mais sensível que o banheiro e assim por diante.

Tratamento das Fontes de Ruído de Impacto

O ruído de impacto deve ser tratado na fonte, a proteção no ambiente receptor é muito pouco eficiente. As fontes devem ser “desacopladas” de paredes e piso para evitar que o ruído de impacto seja transmitido a toda estrutura. Alguns exemplos e soluções:

máquinas e equipamentos : apoios elásticos (molas, sapatas de neoprene);

duetos e tubulações: quando embutidos nas paredes podem ser revestidos com materiais absorventes (lã de vidro, lã de rocha);

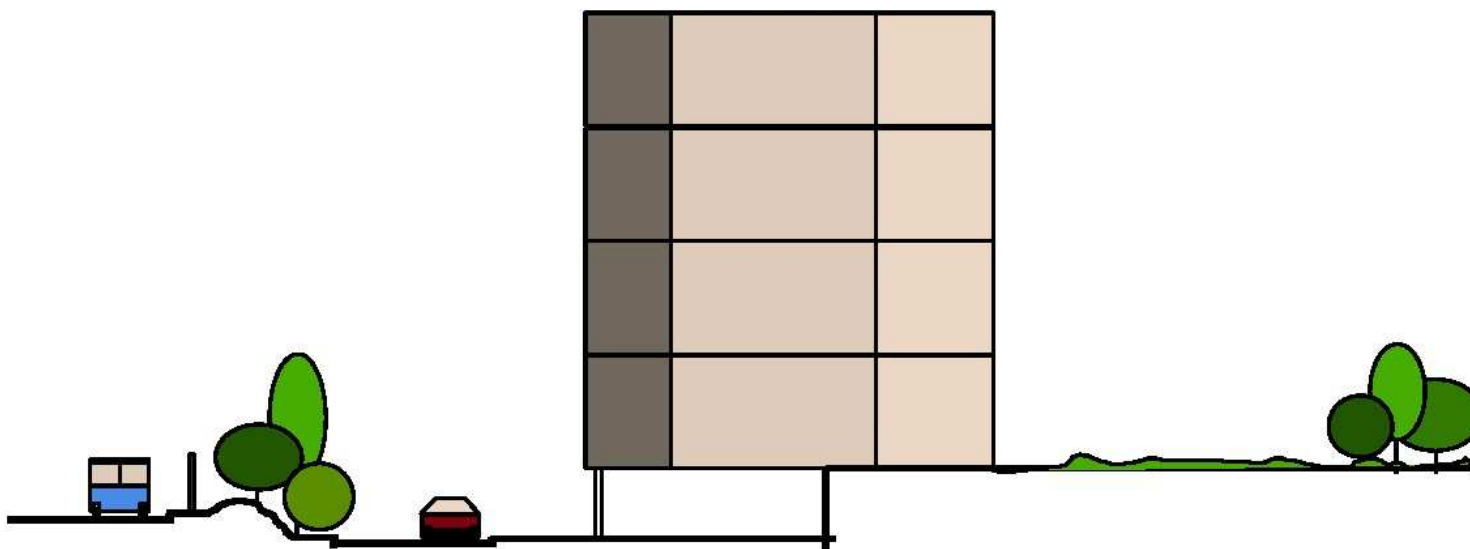
atividades de impacto sobre lajes de piso: pisos flutuantes, manta de material elástico ou absorvente entre a laje e o contrapiso atenuam o ruído de passos e arrastar de móveis.

Afastar Espaços Sensíveis das Fontes de Ruído

Evitar, sempre que possível, a contigüidade entre espaços sensíveis das fontes de ruído. A proteção do edifício contra o ruído emitido pelas fontes do entorno começa pela implantação. A figura abaixo apresenta duas implantações possíveis para um mesmo edifício: a solução da esquerda é (acusticamente) mais adequada porque expõe apenas uma das fachadas diretamente ao ruído da rua e cria ainda um pátio interno protegido.

Os espaços interiores podem, também, ser hierarquizados em função do ruído como no exemplo da figura abaixo. Na fachada voltada para a via de tráfego podem ser localizados os espaços menos sensíveis (acessos, circulações, escadas) reservando a fachada protegida para os ambientes sensíveis ao ruído (quartos, escritórios). Áreas de serviço e cozinhas devem, de preferência, ser afastadas dos quartos de dormir, caso isto não seja possível, evitar a passagem de tubulações de água e esgoto pela parede divisória e isolar contra ruídos aéreos.

Como evitar desconforto acústico no projeto



Isolamento dos Ruídos Aéreos

Como nem sempre é possível afastar espaços ruidosos de espaços sensíveis o isolamento sonoro deve ser suficiente para garantir que o ruído de fundo seja compatível com os parâmetros de conforto (tabela das páginas). Como foi visto anteriormente, para paredes simples vale a “Lei da Massa”. Uma parede de alvenaria de tijolos cerâmicos (esp = 15 cm) isola cerca de 35 dB e uma laje de concreto cerca de 45dB (contra ruídos aéreos). Quando a diferença entre o nível de ruído de fundo e o ruído na fonte for maior que estes valores o isolamento precisará ser reforçado aumentando-se a espessura da parede ou usando o princípio da parede composta (painel rígido sobre material absorvente).

Esquadrias são um dos pontos fracos da fachada: por serem, usualmente, fabricadas em materiais leves (lei da massa), quase sempre possuem elementos vazados (venezianas, grelhas) e pela dificuldade de “selar” as frestas entre a alvenaria e o caixilho e entre este e as folhas móveis. Janelas duplas, com folhas paralelas desconectadas entre si podem apresentar um desempenho bem superior ao de uma janela simples com o dobro da massa superficial (princípio da parede composta. A tabela abaixo apresenta valores médios de desempenho de janelas.

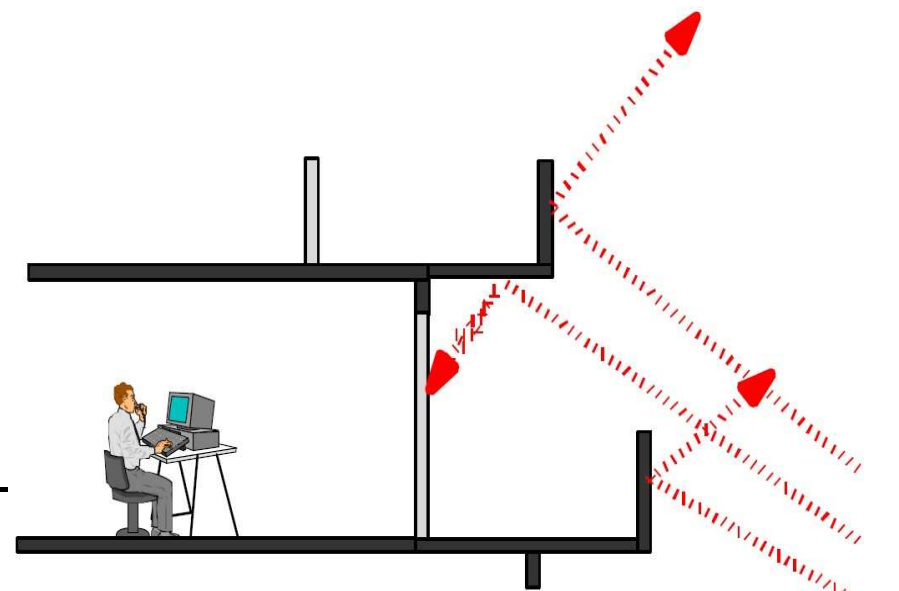
Esquadria	Janela Aberta	Janela comum fechada	Janela comum fechada e calafetada	Janela com vidro duplo	Janela dupla
R dB(A)	7	22	27	27 a 35	35 a 45

Compartimentos vazados (varandas, sacadas) podem funcionar como espaços de transição para

a propagação sonora, protegendo o interior do edifício do ruído da rua (figura) principalmente se

algumas de suas superfícies forem tratadas com materiais absorventes. esta é uma alternativa

interessante por não interferir na ventilação, importante em clima tropical-úmido.



Condicionamento Acústico

Teatros, auditórios, estúdios, salas de aula ou qualquer outro espaço destinado à música ou a voz humana devem, necessariamente, ter o tempo de reverberação calculado de modo a garantir sua qualidade acústica. Entretanto, mesmo em espaços menos “nobres” o arquiteto se preocupar com o condicionamento acústico: espaços muito reverberantes são desagradáveis e provocam desconforto por dificultar a inteligibilidade dos sons desejados.

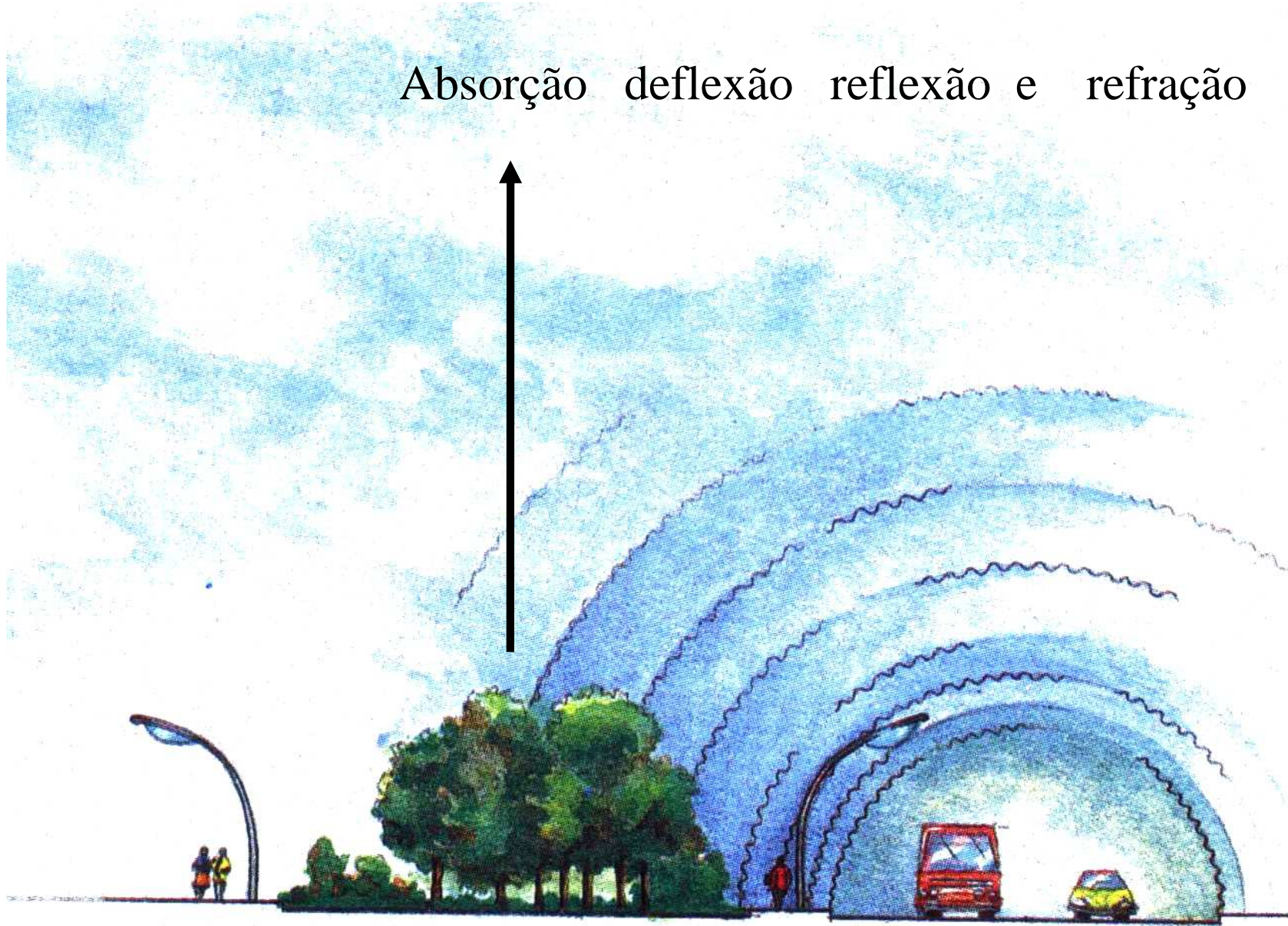
Uma vez que, em espaços exteriores, os materiais mais constantemente usados (concreto, cerâmica, pedras, asfalto) possuem baixo coeficiente de absorção sonora, a presença de vegetação pode ter um efeito significativo na ambiência sonora dos espaços ao ar livre pelos efeitos da absorção, difusão e do mascaramento. Desempenham a mesma função de um revestimento absorvente aplicado sobre o solo ou as fachadas: deformam o espectro do ruído, atenuando os sons agudos e criando uma ambiência mais “surda”. Sob o efeito do vento, podem se tornar uma fonte sonora secundária, mascarando os ruídos indesejáveis.

Entretanto, a vegetação não possui, por si mesma, um efeito de barreira significativo. A atenuação provocada por uma faixa de cem metros de vegetação densa é de apenas 10dB(A), ou

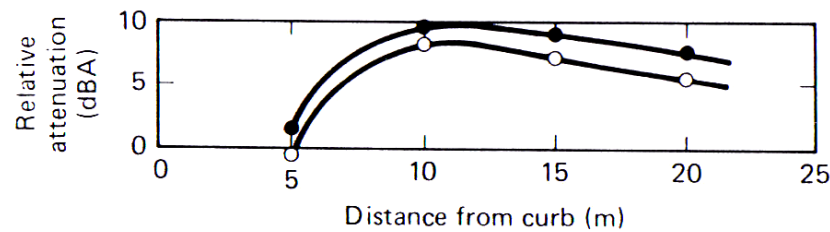
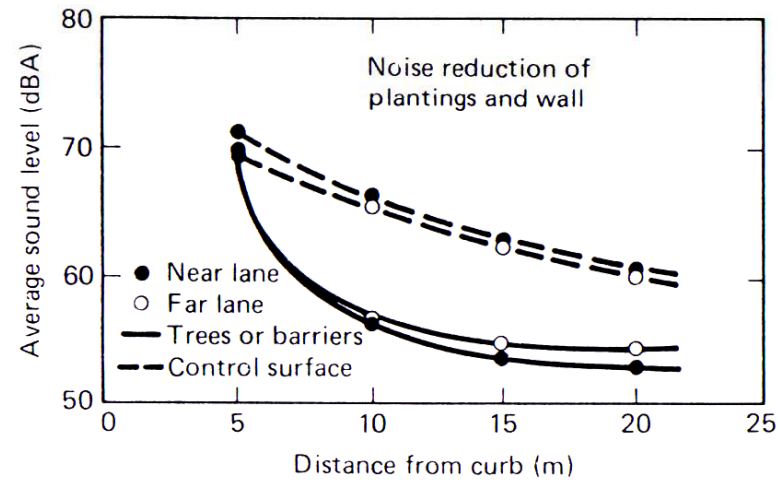
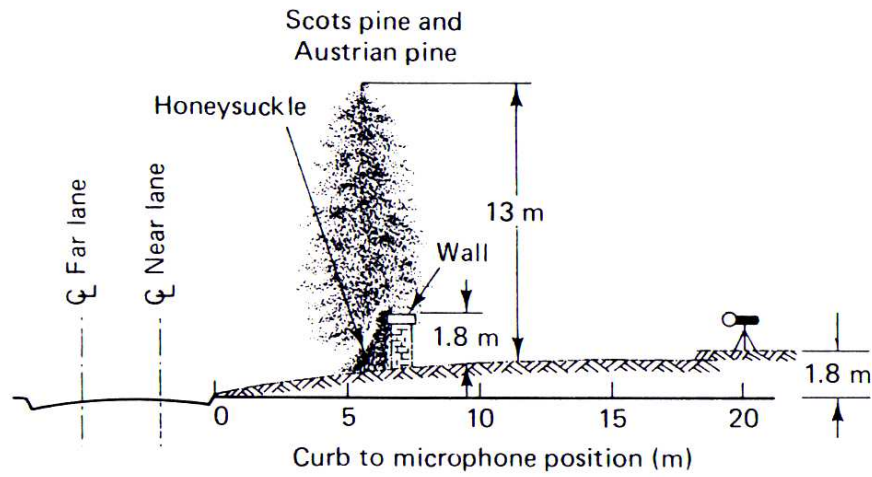
seja, 1 dB(A) para cada 10 metros de vegetação, o que não pode ser considerado insignificante.

O uso de vegetação sobre taludes de terra, nas bordas das vias de tráfego pode ser bastante eficiente, pois os taludes e a vegetação se opõem à propagação do ruído.

Absorção deflexão reflexão e refração

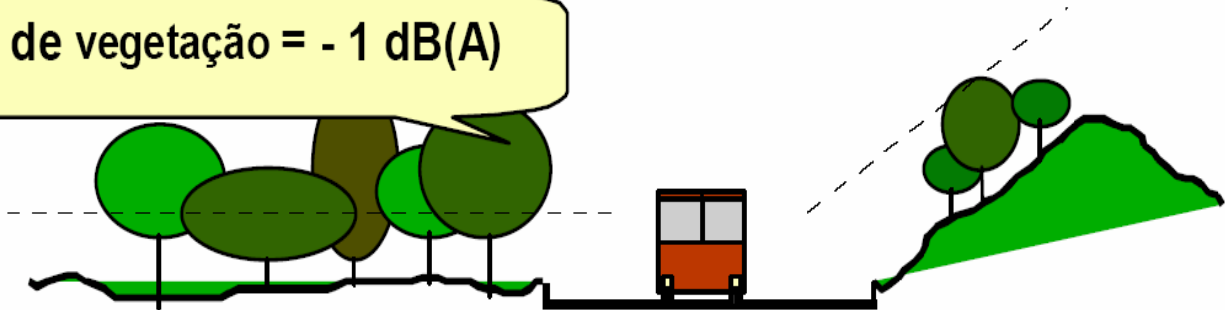


Atenuação de até 10 dB entre as frequências de 1.000 a 11.200 Hz



Redução de 50%
da energia sonora.

10 m de vegetação = - 1 dB(A)



Poluição sonora no Parque Botânico de Curitiba



>> O ruído é alto durante o pouso do avião pois os motores estão mais próximos do solo e na decolagem, quando o avião acelera seus motores para ganhar força para decolar e continua em baixa altitude

>> Durante o taxiamento, em que são feitas manobras no solo, e quando são realizados os testes de motores o ruído da turbina é outra fonte de incômodo

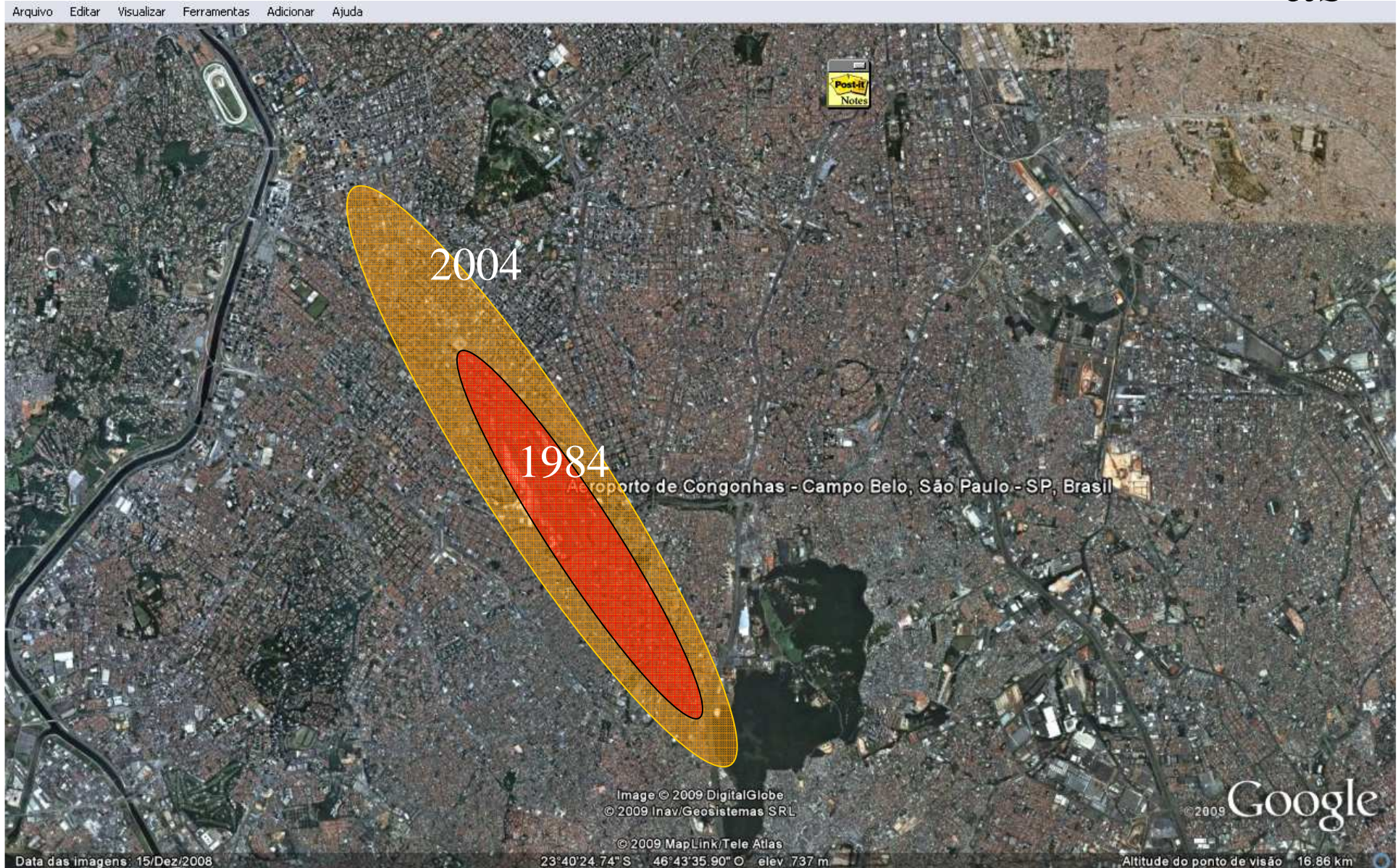
130 db	140 a 170 db	180 db
Avião	Motor a jato	Foguete

Fonte: Revista Brasileira de Otorrinolaringologia

■ A 25 anos atrás

■ A 5 anos atrás

Áreas onde ruído > 65 dB



- Em escola, alunos marcam na lousa número de vôos por aula

COLABORAÇÃO PARA A FOLHA

Na escola municipal mais próxima do aeroporto de Congonhas, o ruído incomoda tanto que uma professora propôs uma brincadeira. A cada avião que passava, um aluno ia até a lousa marcar um tracinho. Durante uma aula de 45 minutos, pela manhã, foram 23 vôos.

"Imagina dar aula com uma concorrência dessas. Quando o avião passa, a gente interrompe e espera. A aula fica fragmentada, os alunos se dispersam", diz uma professora, que não quer se identificar.

Ela não acredita que a solução seja transferir a escola para outro endereço. "As crianças do bairro precisam de um lugar perto de casa para estudar."

A mancha de ruído de Congonhas cresceu em direção principalmente do Itaim Bibi e de Moema, bairros de classe média alta de São Paulo. O local está sob a rota de quase 90% das operações do aeroporto, segundo a prefeitura paulistana.

Moradora do Itaim Bibi, a tradutora Thereza Monteil, 51, colocou janelas anti-ruído nos dois quartos. Segundo ela, cada uma custou entre R\$2.000 e R\$ 3.000. A tradutora reclama do confinamento. ""Vivo num 'bunker'. Não posso ficar na varanda e tenho de manter as janelas sempre fechadas."

Para a arquiteta Denise Lopes, 41, que também mora no Itaim Bibi, a Prefeitura deveria reduzir o IPTU sobre os imóveis das áreas afetadas pelo ruído, que a incomoda, principalmente, quando fala ao telefone.

A presidente da Associação dos Moradores de Moema, a advogada aposentada Lygia Horta, 76, moradora do bairro há 52 anos, diz que, quando vizinhos pedem dicas sobre o que fazer para evitar os ruídos, ela sugere a instalação de vidros duplos e ar-condicionado.

Lygia se considera uma "vítima de Congonhas". Ela perdeu 66% da audição do ouvido direito. "Quando estou em um lugar com muita gente falando, não consigo entender nada."

(DF)

- O artigo abaixo é um, entre tantos, que oferece algumas informações sobre a questão do ruído nos arredores do aeroporto de Congonhas.
- Quando as operações de vôo são comprometidas por algum motivo, a corda costuma arrebentar para o lado mais fraco. No caso aqui tratado, os prejudicados costumam ser os mais de 400 mil moradores que habitam a mancha de ruído de Congonhas.
- Segundo uma portaria (alguém sabe qual?) de 1989, Congonhas fecha das 23:00 às 06:00, com exceção para vôos de emergência.
- A dúvida é: quem tem autoridade para decidir quando esse horário pode ou não ser mudado? E se fosse necessário que o aeroporto não fechasse antes de 01:30, abrindo novamente às 05:30, todos os dias, por 1 ano. A quem caberia a decisão? ANAC? Prefeitura? Ministério Público? Infraero? Qual órgão público manda em Congonhas?

- [Folha Online](#)
COTIDIANO
[Ruído nocivo de Congonhas atinge o Itaim](#)

Por José Ernesto Credendio e Débora Fantini em 07/07/2006

Estudo contratado pela empresa que administra o aeroporto de Congonhas, na zona sul de São Paulo, mostra que a área em que o ruído nocivo à saúde humana provocado pelas operações aeroportuárias cresceu 117% entre 1984, quando foi feito o levantamento anterior, e 2004, ano em que foi realizada a nova pesquisa, que será tornada pública em agosto.

A chamada área de ruído rompeu os limites de Campo Belo e Jabaquara, bairros próximos ao aeroporto, e chegou ao Itaim Bibi e ao zoológico.

Nesses locais, o barulho alcança 65 decibéis e, de acordo com a legislação brasileira, não poderia ser permitido instalar casas e escolas, por exemplo. É o que diz a pesquisa, feita pelo laboratório de acústica e vibrações da UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro).

Uma projeção realizada pelo engenheiro Ricardo Stroppa, 37, mostra que, com base na média de habitantes da região, a mancha de ruído afeta cerca de 427 mil pessoas, o equivalente à população de Santos - antes, eram cerca de 195 mil.

Viver nesses locais, segundo médicos, provoca distúrbios como perda de sono, irritação, falta de concentração e aumento do estresse, além de poder causar surdez.

- Segundo o professor Jules Slama, que coordena a pesquisa, a maior causa é o aumento de operações no aeroporto. As principais origens dos ruídos são os pousos, as decolagens e o taxiamento.
- Além disso, como enfrenta problema de superlotação, existe a necessidade de aviões ficarem sobrevoando o aeroporto à espera de uma vaga na pista de pouso.

"A segunda pista entrou em uso mais tarde e comporta 25% dos movimentos de aeronaves", diz o professor, referindo-se ao estudo anterior, de 1984.

O número de operações e de passageiros não pára de crescer. Nos cinco primeiros meses de 2003, passaram pelo aeroporto 92 mil aeronaves e 4,6 milhões de passageiros. De janeiro a maio deste ano, foram 96 mil aeronaves e 7,4 milhões de pessoas, recorde histórico desde a inauguração, em 1936. Em relação a 2005, o número de passageiros subiu 13,89%.

Há planos da Infraero (empresa federal de aeroportos) de transferir parte das operações de Congonhas para Viracopos, em Campinas, mas o projeto ainda não saiu do papel.

A empresa contratou o estudo nos 65 aeroportos que administra no país para implantar sistemas de redução de ruído. A meta é diminuir o impacto sonoro em ao menos dez decibéis.

- Slama diz ser possível alcançar tal meta com mudanças na operação. Se a aeronave cortar a potência a 250 metros do solo no pouso e só aumentá-la a mil metros na decolagem, é possível alcançar o resultado, diz.

Como bairros como Moema, Vila Mariana, Jabaquara e Campo Belo cresceram ao longo do aeroporto, atividades que não poderiam estar na mancha de ruído operam normalmente, como a escola municipal João Carlos da Silva Borges. Lá, o ruído alcança 65 decibéis, e o tolerado para aulas é de 60 decibéis.

Procurada pela Folha, a Secretaria Municipal do Planejamento, que encabeça o grupo intersecretarial que proporá mudanças no Plano Diretor até outubro, afirmou que não está definido se a zona de ruído será incorporada à nova legislação.

Há opiniões favoráveis a reordenar a ocupação do solo nessas áreas, como a da urbanista Regina Monteiro, diretora da Emurb (Empresa Municipal de Urbanização). "Poderíamos, por exemplo, ir reordenando [transferir escolas para outros locais], para deixar escolas e hospitais cada vez mais longe de Congonhas."

A Infraero pediu o estudo à UFRJ para seguir a recomendação da Icao (sigla em inglês para a Organização Internacional de Aviação Civil). No início de 2004, a entidade aprovou documento sobre poluição sonora no entorno de aeroportos.

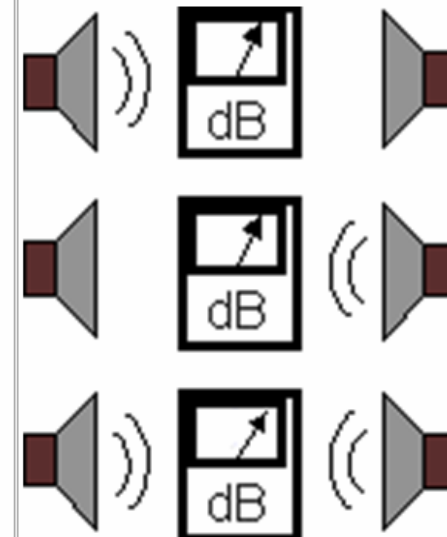
Poluição sonora.

b) O medidor mostra um valor entre 90 e 100 dB.

A escala decibel é logarítmica. Com os dois altofalantes ligados, a intensidade sonora é dobrada, isto é, $I = 2 \times I_0$. Logo, o número de decibéis aumentará de $10 \times \log_{10}(I/I_0) = 10 \times \log_{10}2 = 10 \times 0,3 = 3$ dB.

Isto é, o medidor indicará 93 dB.

Isso deve ser dito aos prefeitos que querem aumentar o nível permitido de intensidade sonora em nossas cidades, alegando motivos econômicos. Subir de 100 dB para 110 dB não significa um aumento de apenas 10% na poluição sonora. Corresponde a um aumento de 100%!



Bruno Bozzetto
presents

[Apartamento.doc](#)

Resultados

Média: 89,54 dB

I.C.: $89,54 \pm 2,42$ dB

Erro desejado: 10%

Erro obtido: 2,70%

Unidades amostrais que serão necessárias para completar a amostra: 1



Perímetro Urbano

Resultados

	Média (dB)	Variancia	Desvio Padrão	I.C.	Erro Desejado	Erro Obtido	Unidades Amostrais Necessárias
Av Independência com José Micheletti	90,75	7,2427778	2,691240936	90,75 ± 1,56 dB	10%	1,71%	0
Av. Independência (Rotatória Santa Casa)	85,90	42,603222	6,527114387	85,90 ± 3,78 dB	10%	4,44%	2
Av. Independência com Av. Centenário	84,10	10,715556	3,273462319	84,10 ± 1,90 dB	10%	2,25%	1
Av. Centenário com Av. Carlos Botelho	87,64	29,144889	5,398600642	87,64 ± 3,13 dB	10%	3,57%	1
Av. Centenário (Rotatória CENA)	89,42	19,952889	4,466865667	89,42 ± 2,59 dB	10%	2,89%	1
Av. Armando Salles (Ponte do Mirante)	89,19	19,138778	4,374788884	89,19 ± 2,54 dB	10%	2,84%	1
Av. Armando Salles com XV de Novembro	87,69	25,503222	5,050071507	87,69 ± 2,93 dB	10%	3,34%	1
Av. Dr. Paulo de Moraes (Prefeitura)	95,09	10,954333	3,309733121	95,09 ± 1,92 dB	10%	2,01%	0
Av. Dr. Paulo de Moraes (Estação da Paulista)	96,14	18,858222	4,342605465	96,14 ± 2,52 dB	10%	2,62%	1
Perímetro urbano de Piracicaba amostrado no trabalho	89,54	15,72985	3,966087493	89,54 ± 2,42 dB	10%	2,70%	1

Nível de Ruído	Máxima exposição diária permissível
84 dB	8 horas
85 dB	8 horas
87 dB	6 horas
89 dB	4 horas e 30 minutos
90 dB	4 horas
95 dB	2 horas
96 dB	1 hora e 45 minutos

Resultados

Interpretando a tabela:

Níveis de ruído  de 50 dB (OMS);

Níveis de ruído  de 70 dB (danos à saúde).

Santa Casa  85,9 dB

Av. Dr. Paulo de Moraes  95,09 e 96,14 dB

Perímetro Urbano  89,54 dB

Conclusão

- ↑ nos níveis de ruído:
 - ↓. qualidade de vida;
 - ↑. gastos públicos com saúde.

Ação permanente e técnica para controle ruídos.

Autoridades municipais devem estruturar a ocupação do solo.

Políticas educativas – envolvimento da comunidade.

Fiscalização fontes de ruídos.

Estímulo a transportes “limpos”.

Questões

- 1) Crie um método para gestão de poluição sonora em São Paulo;
- 2) Quais os motivos para o aumento da poluição sonora?
- 3) Descreva os modelos de abordagem da gestão da poluição sonora;
O Modelo racional e o Modelo incremental, suas diferenças e problemas.
- 4) Na página 126 explique com suas palavras as 3 abordagens de gestão para poluição sonora.
- 5) Na página 128 explique cada um dos estágios do modelo do processo construtivo da política de gestão da poluição sonora.
- 6) Na página 141 explique a figura 15.
- 7) Quais as diferenças entre a abordagem de controle da poluição sonora nos EUA para a Comunidade Européia? Qual a melhor?