

Universidade de São Paulo



Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
Departamento de Tecnologia da Arquitetura



AUT0225 - Conforto Ambiental em Espaços Urbanos Abertos

Ruído Urbano e Paisagem Sonora

Prof. Dra. Ranny L. X. N. Michalski

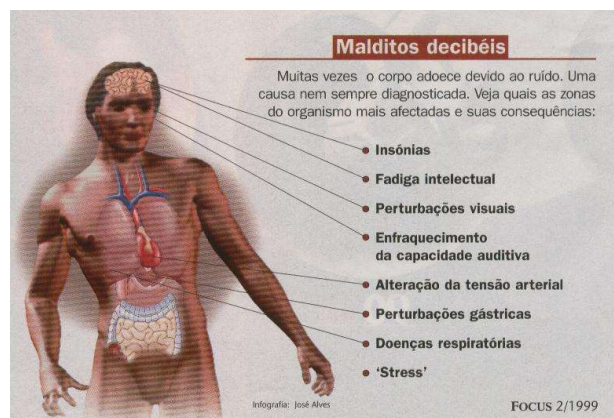
Efeitos nocivos do ruído no homem



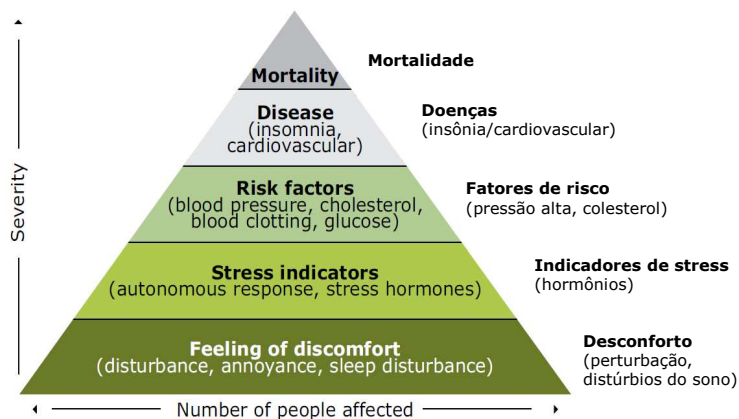
- Efeitos negativos
 - Físicos
 - Fisiológicos
 - Psicológicos

Perda auditiva,
alterações da pressão
sanguínea,
problemas cardiovasculares
e respiratórios,
tensões musculares,
distúrbios do sono,
estresse, depressão,
irritabilidade, fadiga,
diminuição da capacidade de
concentração.

Dependendo do: Nível de pressão sonora e
Tempo de exposição do indivíduo



Efeitos nocivos do ruído no homem



Source: Babisch, 2002, based on WHO, 1972.

Poluição Sonora



- A poluição sonora é um **problema de saúde pública**. É o segundo maior agente poluidor ambiental, depois da poluição do ar, Organização Mundial de Saúde (OMS).



- Na Europa, estima-se que 125 milhões de habitantes estão expostos a níveis superiores a 55 dB (L_{den}). (Noise in Europe, 2014)
- A OMS declarou 40 dB (L_n) como orientação noturna de ruído. Se isso não for possível a curto prazo, uma meta de 55 dB (L_n) é sugerida. (Noise in Europe, 2014)

Como avaliar o ruído?

- O que se quantifica?
- Como medir?
- O que se avaliar?
- Como avaliar?
- Como transformar essas informações em dados de projeto?
- **Avaliação qualitativa (subjetiva) x Avaliação quantitativa**

Variáveis consideradas

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Ambientais<ul style="list-style-type: none">• Níveis de pressão sonora• Níveis máximos• Níveis equivalentes• Temperatura do ar• Umidade do ar | <ul style="list-style-type: none">• Subjetivas<ul style="list-style-type: none">• Percepção• Preferência |
|--|--|



Como avaliar o ruído?

- Duas abordagens diferentes:
 - Ruído como resíduo
 - Ruído como recurso

Ruído como resíduo

- Gerenciamento e controle de ruído:
 - Caráter de proteção da saúde pública.
 - Tratam o ruído como um resíduo, algo que deve ser eliminado.



Ruído como resíduo



Figure 2 - Classical community noise assessment process

- Processo da abordagem quantitativa de ruído (avaliação do ruído comunitário).

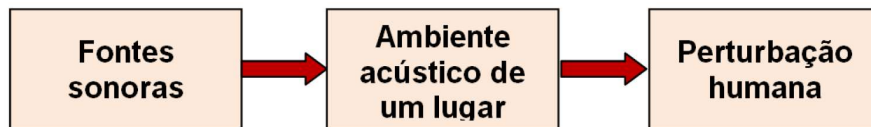


Diagrama básico descrevendo o processo clássico de avaliação de ruído comunitário
(SCHOMER, BROWN, *et al.*, 2010, p.5)

Avaliação do Conforto Acústico



- Difícil transformar medidas objetivas em efeitos subjetivos.
- O especialista utiliza um método para medição objetiva do nível de ruído.

• Como medir?

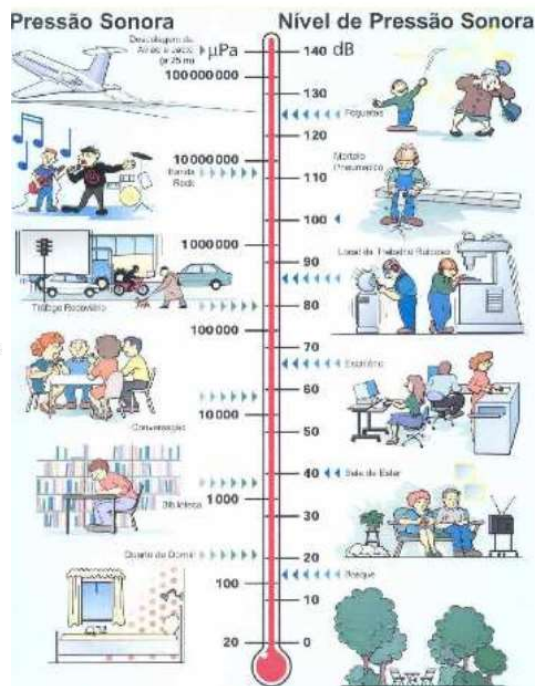
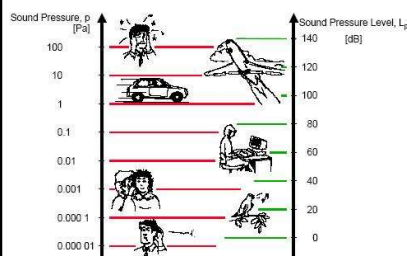
O parâmetro mais utilizado é o **Nível de Pressão Sonora (NPS)**, expresso em dB (decibel).

• Como avaliar?

Para obter uma avaliação do ruído e seus efeitos subjetivos, foram estabelecidos vários índices ou critérios de conforto.

Os *NPSs* podem ser comparados com esses critérios de conforto.

Níveis de pressão sonora típicos para fontes comuns:



Como medir o nível de pressão sonora?

Medição do *NPS*:

- Através de medições com:
 - **sonômetro ou medidor de pressão sonora**
e não “decibelímetro”
(qualquer grandeza física pode ser medida em dB)
- O que ele mede? • O *NPS* de um som, expresso em dB.

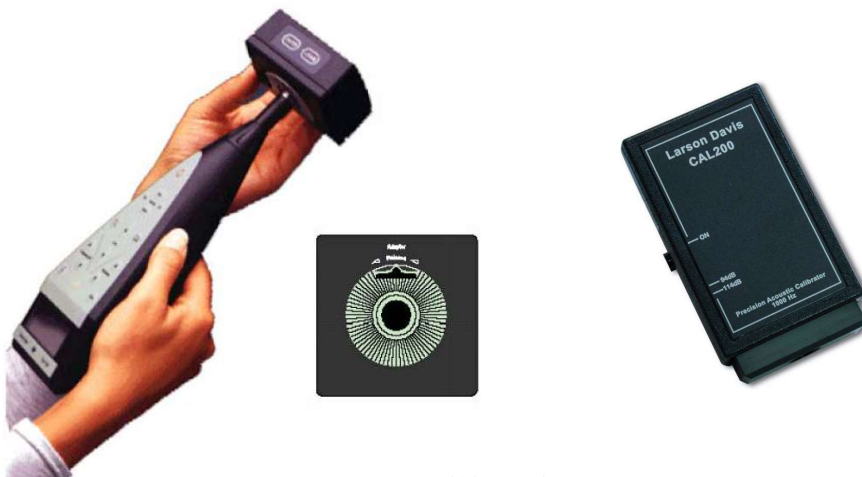


Medição do *NPS*:



Medidor de nível de pressão sonora Classe 1:
Modelo 831 da Larson Davis
Sofisticado, rápido e fácil de ser usado

Medição do *NPS*:

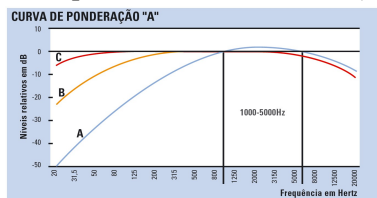


Calibrador Sonoro

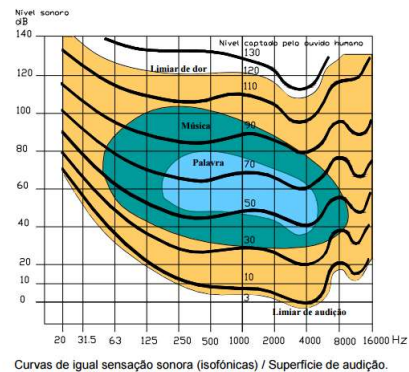
Medição do *NPS ponderado em A* – dB(A):

- A resposta do ouvido não tem uma variação linear em frequência.
- Por isso, foram introduzidas nos medidores escalas de ponderação, que são filtros de ponderação em frequências com o objetivo de correlacionar os valores medidos com a resposta do ouvido humano (percepção), baseadas nas curvas de sonoridade.
- Daí surge o dB(A)!

curva de ponderação A (traduz a resposta do ouvido humano):



Freq. (Hz)	Pond. A
63	-26,2
125	-16,1
250	-8,6
500	-3,2
1000	0
2000	+ 1,2
4000	+ 1,0
8000	-1,1

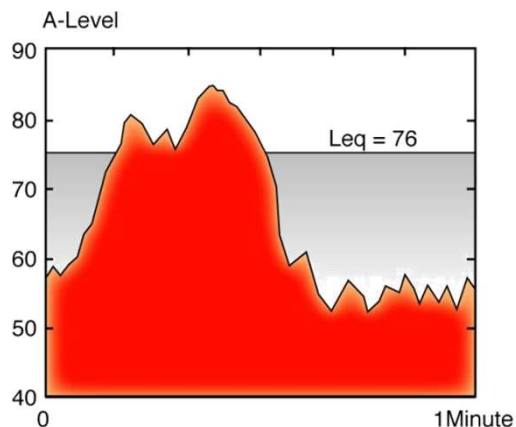


Nível de pressão sonora equivalente L_{eq}

$$L_{eq}$$

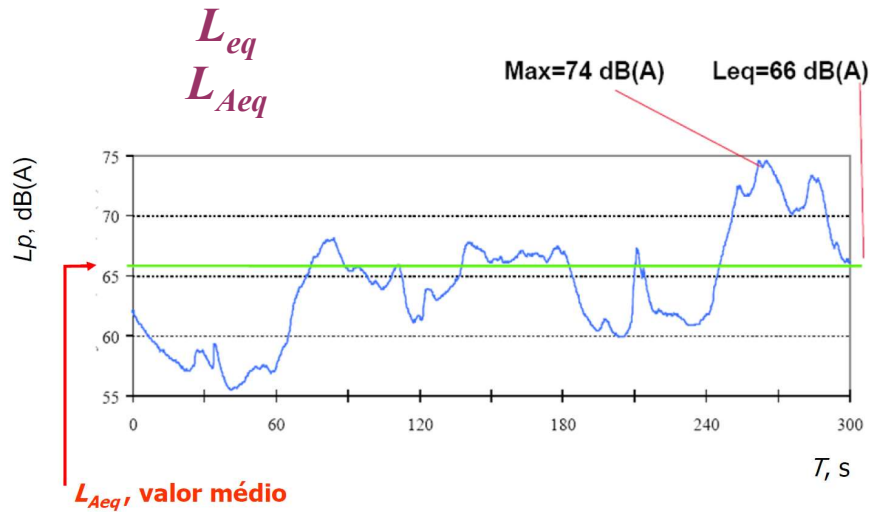
$$L_{Aeq}$$

É o ruído contínuo equivalente durante um certo intervalo de tempo.



Nível de pressão sonora equivalente L_{eq}

- ao longo de um período de tempo (1 minuto, 8 horas, dia, noite,...)



Períodos de referência e Indicadores de ruído ambiente - Brasil:

- Diurno

$$L_d \Rightarrow L_{Aeq}$$

→ no **período diurno**
(07:00 h – 22:00 h)

- Noturno

$$L_n \Rightarrow L_{Aeq}$$

→ no **período noturno**
(22:00 h – 07:00 h)

- ABNT NBR 10151:

6.2.2 Os limites de horário para o período diurno e noturno da tabela 1 podem ser definidos pelas autoridades de acordo com os hábitos da população. Porém, o período noturno não deve começar depois das 22 h e não deve terminar antes das 7 h do dia seguinte. Se o dia seguinte for domingo ou feriado o término do período noturno não deve ser antes das 9 h.

NBR 10151 - *Avaliação de ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento*

Tabela 1 - Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A)

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

Problemas:

“Se o nível de ruído ambiente for superior ao da Tabela 1 para a área e o horário em questão, o NCA assume o valor do nível de ruído ambiente.”

Método de medição – precisa ser revisto.

Projeto em Consulta Nacional



ABNT/CB-002
2º PROJETO DE REVISÃO ABNT NBR 10151
DEZ 2017

Acústica — Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas — Aplicação de uso geral

Acoustics — Measurement and evaluation of sound pressure levels in inhabited environments — Application for general use

Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas pelas partes interessadas no tema objeto da normalização.

Os Documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras da ABNT Diretiva 2.

A ABNT chama a atenção para que, apesar de ter sido solicitada manifestação sobre eventuais direitos de patentes durante a Consulta Nacional, estes podem ocorrer e devem ser comunicados à ABNT a qualquer momento (Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996).

Ressalta-se que Normas Brasileiras podem ser objeto de citação em Regulamentos Técnicos. Nestes casos, os órgãos responsáveis pelos Regulamentos Técnicos podem determinar outras datas para exigência dos requisitos desta Norma.

A ABNT NBR 10151 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Construção Civil (ABNT/CB-002), pela Comissão de Estudo de Desempenho Acústico de Edificações (CE-002:135.001). O seu 1º Projeto de Revisão circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 10, de 11.10.2012 a 10.12.2012. O seu 2º Projeto de Revisão circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº XX, de DD.MM.AAAA a DD.MM.AAAA.

Esta segunda edição cancela e substitui a edição anterior (ABNT NBR 10151:2000 Versão corrigida 2003), a qual foi tecnicamente revisada.

O Escopo em inglês desta Norma Brasileira é o seguinte:

Scope

This Standard establishes:

- procedure for measure and evaluate of outdoor sound pressure levels, as a function of land occupation and use;
- procedure for measure and evaluate of sound pressure levels inside buildings arising from airborne and structural transmission from sound sources;
- procedure for evaluating of total, specific and residual sound;

NBR 10151 - *Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas — Aplicação de uso geral*

Esta Norma estabelece:

- procedimento para medição e avaliação de níveis de pressão sonora em ambientes externos às edificações, em função da finalidade de uso e ocupação do solo;
- procedimento para medição e avaliação de níveis de pressão sonora em ambientes internos às edificações provenientes de transmissão sonora aérea e de vibração da estrutura de uma edificação;
- procedimento para avaliação de som total, específico e residual;
- procedimento para avaliação de som tonal, impulsivo, intermitente e contínuo;
- limites de níveis de pressão sonora para ambientes externos às edificações, em áreas destinadas a à ocupação humana, em função da finalidade de uso e ocupação do solo.

NBR 10151 - *Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas — Aplicação de uso geral*

Esta Norma não se aplica a:

- avaliação do nível de exposição ocupacional;
- equipamentos prediais e hidrossanitários de uma edificação. Nestes casos, devem ser aplicadas Normas Brasileiras específicas;
- medição e avaliação de impacto ambiental decorrente do uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas, as quais são executadas conforme a ABNT NBR 9653;
- medição e avaliação de níveis de pressão sonora decorrentes de sistemas de transporte (aeroviário, aquaviário, ferroviário, metroviário e rodoviário), as quais são executadas conforme a ABNT NBR 16425 (todas as partes).

NBR 10151 - Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas — Aplicação de uso geral

$L_{Aeq,T}$ (nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A), expresso em dB:

Tabela 3 – Limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período

Tipos de áreas habitadas	RL _{Aeq} Limites de níveis de pressão sonora	
	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

9.1 Períodos/horários

Os limites de horário para o período diurno e noturno da Tabela 3 podem ser definidos pelas autoridades de acordo com os hábitos da população. Porém, o período noturno não deve começar depois das 22 h e não deve terminar antes das 7 h do dia seguinte. Se o dia seguinte for domingo ou feriado, o término do período noturno não deve ser antes das 9 h.

Períodos de referência - Europa:

- Diurno

$$L_d \Rightarrow L_{Aeq}$$

→ no período diurno
(07:00 h – 20:00 h)

- Entardecer ou Vespertino

$$L_e \Rightarrow L_{Aeq}$$

→ no período de
20:00 h às 23:00 h

- Noturno

$$L_n \Rightarrow L_{Aeq}$$

→ no período noturno
(23:00 h – 07:00 h)

Períodos de referência - Estados Unidos:

- Diurno

$$L_d \Rightarrow L_{Aeq}$$

→ no **período diurno**
(07:00 h – 22:00 h)

- Noturno

$$L_n \Rightarrow L_{Aeq}$$

→ no **período noturno**
(22:00 h – 07:00 h)

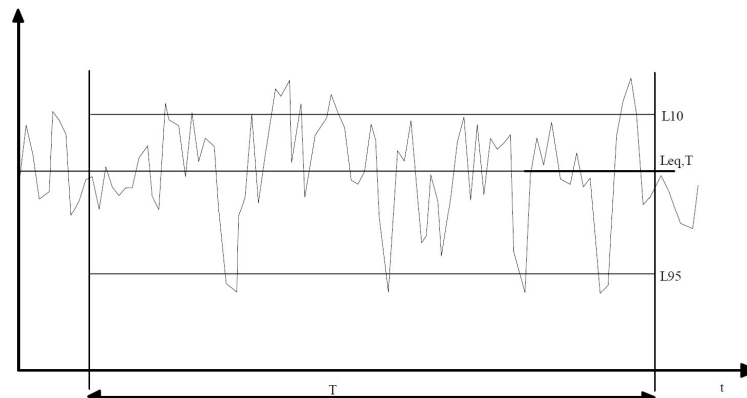
- Diurno-Noturno

$$L_{dn} \Rightarrow L_{Aeq}$$

→ em dois **períodos**
(dia e noite)

Índices estatísticos:

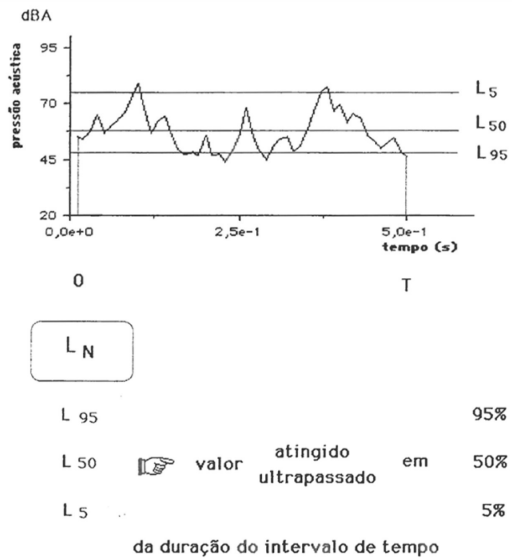
- L_N → Nível de pressão sonora ponderado em A excedido (atingido) em $N\%$ do tempo.
- L_{10} , L_{90} , L_{95}



Índices estatísticos:

- L_N

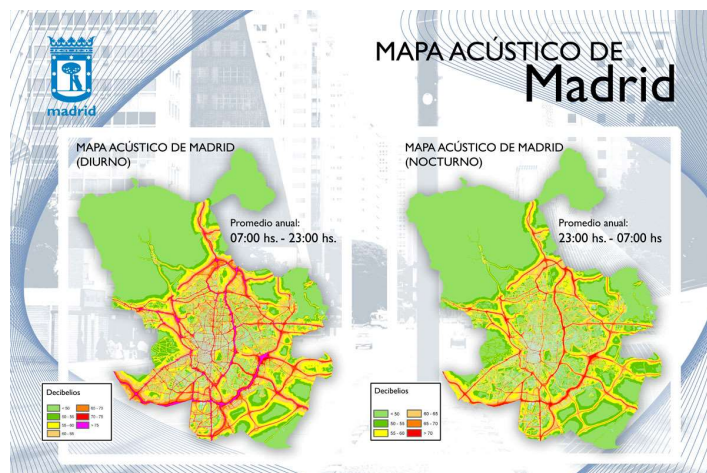
→ Nível de pressão sonora ponderado em A excedido (atingido) em $N\%$ do tempo.



Programa de Gestão e Controle de Ruído

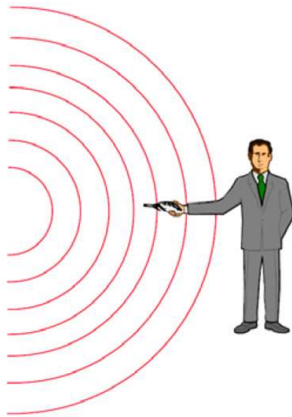
- Monitoração do ruído

Mapeamento sonoro das cidades (apenas o início).



Norma ISO 1996:

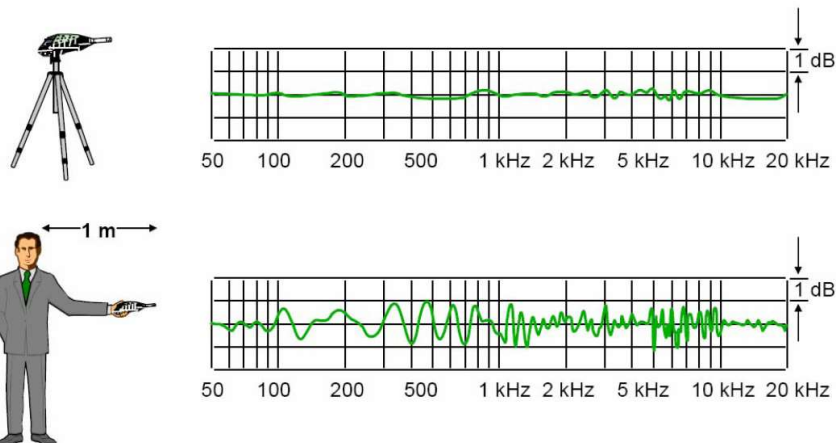
- Define as grandezas e regula os procedimentos experimentais para caracterização do ambiente sonoro.
- Influência do operador:



Intrusão do equipamento e do corpo do operador no campo sonoro

Norma ISO 1996:

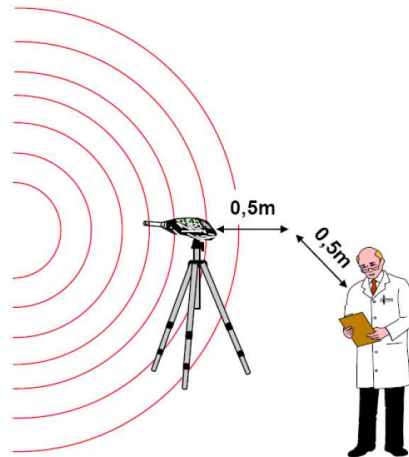
- Influência do sonômetro e do operador:



Norma ISO 1996:

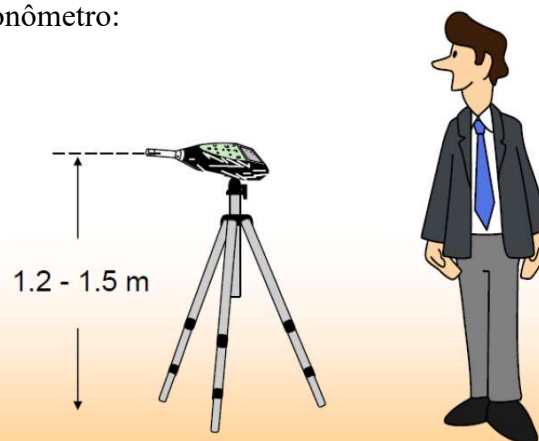
- Influência do operador:

Afastamento de pelo menos 1 m do equipamento de medição para minimizar a influência do operador.



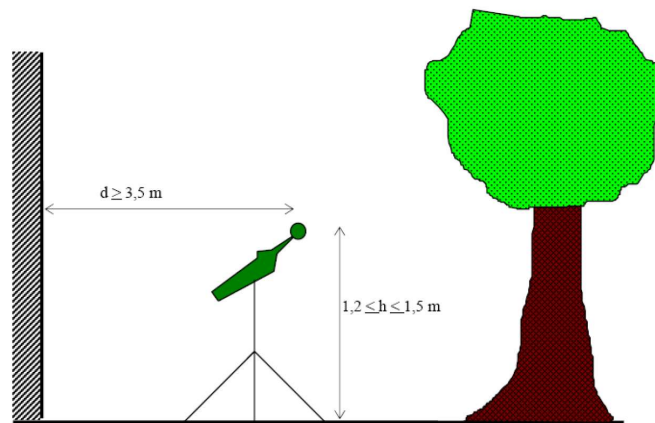
Norma ISO 1996:

- Posição do sonômetro:



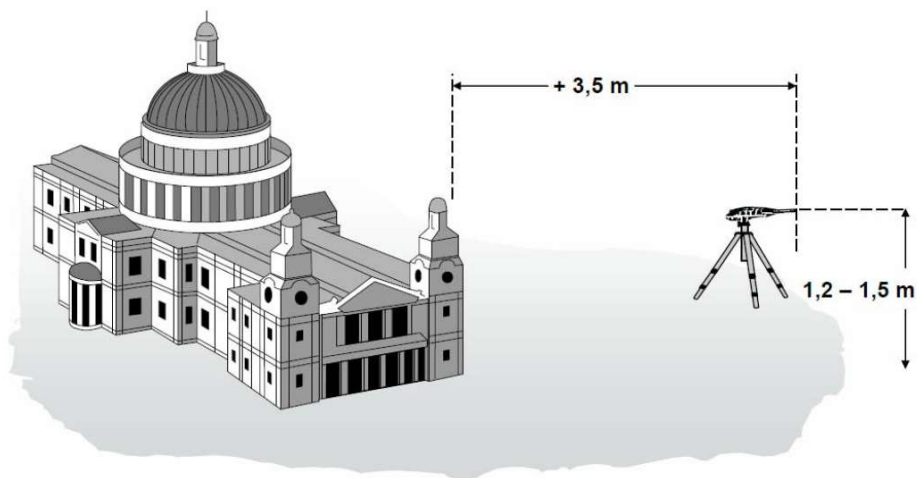
Norma ISO 1996:

- Medição no exterior – posição do sonômetro:



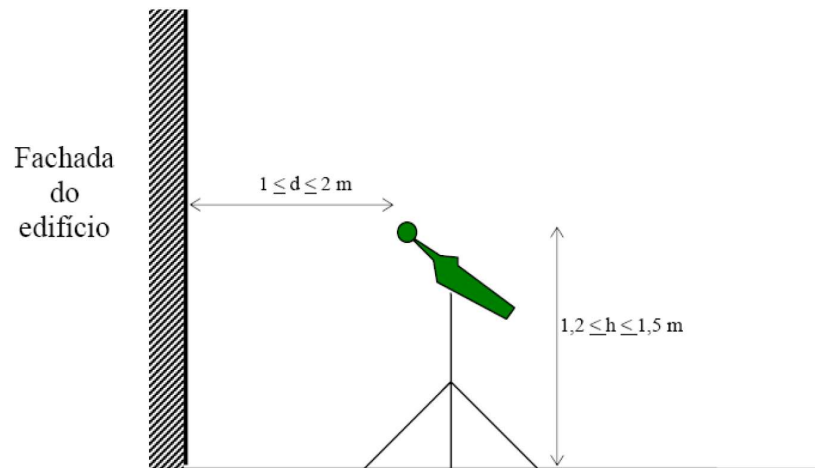
Norma ISO 1996:

- Medição no exterior – posição do sonômetro:



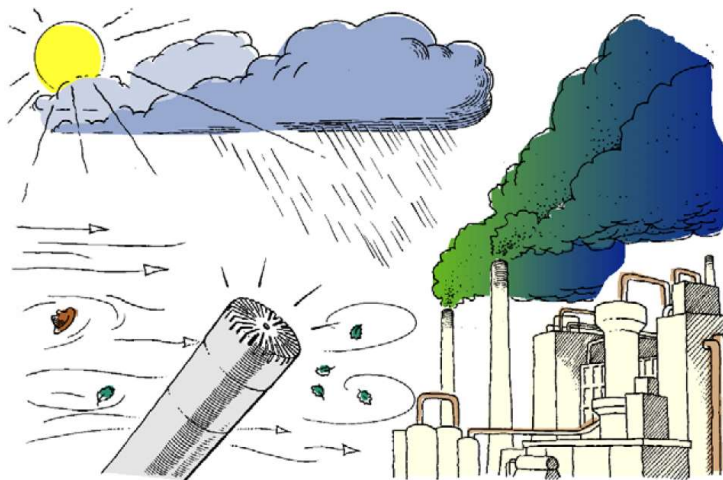
Norma ISO 1996:

- Medição no exterior – posição do sonômetro:



Norma ISO 1996:

- Influências ambientais no microfone:



Norma ISO 1996:

- Influências ambientais no microfone:



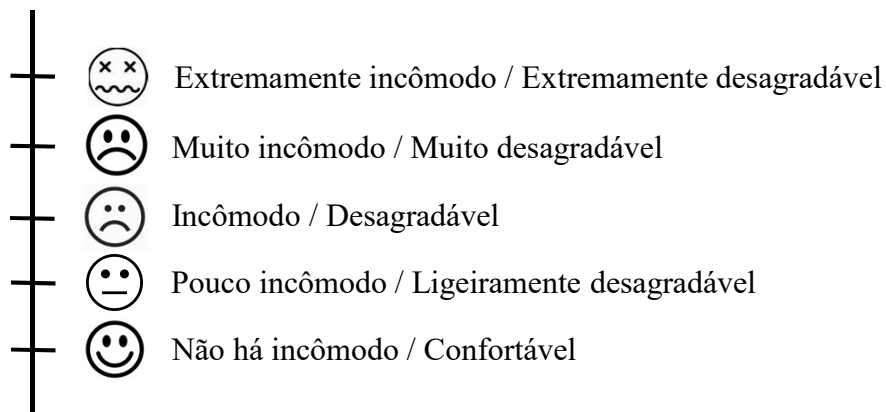
Variáveis Subjetivas

- Percepção sonora
- Sensação sonora
- Preferência



Variáveis Subjetivas

• Escala arbitrária



Variáveis Subjetivas

• Estudo comparativo da percepção do ruído urbano

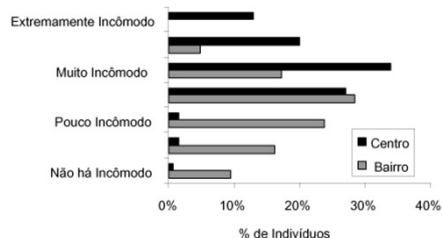
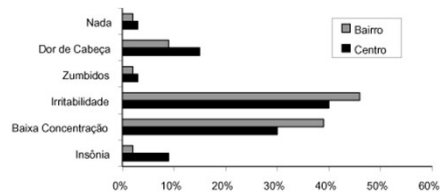


Figura 1 -Nível de incômodo gerado pelo ruído.



Fator Fontes e Distúrbios: Principais Distúrbios Indicados pelos Indivíduos
Figura 3 -Principais distúrbios indicados pelos moradores.

Fonte: Estudo comparativo da percepção do ruído urbano. Rev. Saúde Pública, vol.39, no.3, São Paulo, June 2005.
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102005000300019

- **Entrevistas / Questionários**

Variáveis Subjetivas

- Entrevistas / Questionários

- **Entrevistas / Questionários**

Geral	Com relação a esse lugar (rua x), como você se sente neste momento? () bem () mal () indiferente Comentários:
Qualidade do ar	Nesse momento, a qualidade do ar está: () péssima () ruim () indiferente () boa () muito boa Com relação ao barulho, você acha que: () não incomoda () incomoda pouco () incomoda muito
Ruído	 () sim () não
Clareza	Com relação à luz refletida nos prédios, nos carros e no chão, você acha que: () não incomoda () incomoda pouco () incomoda muito  () sim () não
Temperatura	Como você se sente com relação à temperatura? () muito calor () calor () indiferente () frio () muito frio
Sol	O sol está: () muito forte () forte () indiferente () fraco () muito fraco  () Sol  () sombra
Vento	O que você sente com relação ao vento nesse lugar? () muito forte () forte () indiferente () fraco () muito fraco
Atropelamento	Você sente risco de atropelamento aqui ou não? () sim () não () indiferente
Assalto	Nesse ambiente, você sente risco de assalto ou não? () sim () não () indiferente
Verde	Aqui, com relação à quantidade de vegetação, você preferiria: () muito mais () mais () suficiente () menos () muito menos

Dicas para medições acústicas em campo

- 1) Utilizar o sonômetro
- 2) Realizar calibrações inicial e final
- 3) Escolha das posições do sonômetro
- 4) Anotar (registrar):
 - Níveis sonoros
 - Principais fontes sonoras
 - Contagem de tráfego: números de veículos (leves e pesados)
 - Posição do sonômetro
 - Altura do sonômetro
 - Condições atmosféricas
 - Fotografar o local

MEDIÇÕES DE ACÚSTICA URBANA

RESPONSÁVEL:

DATA:

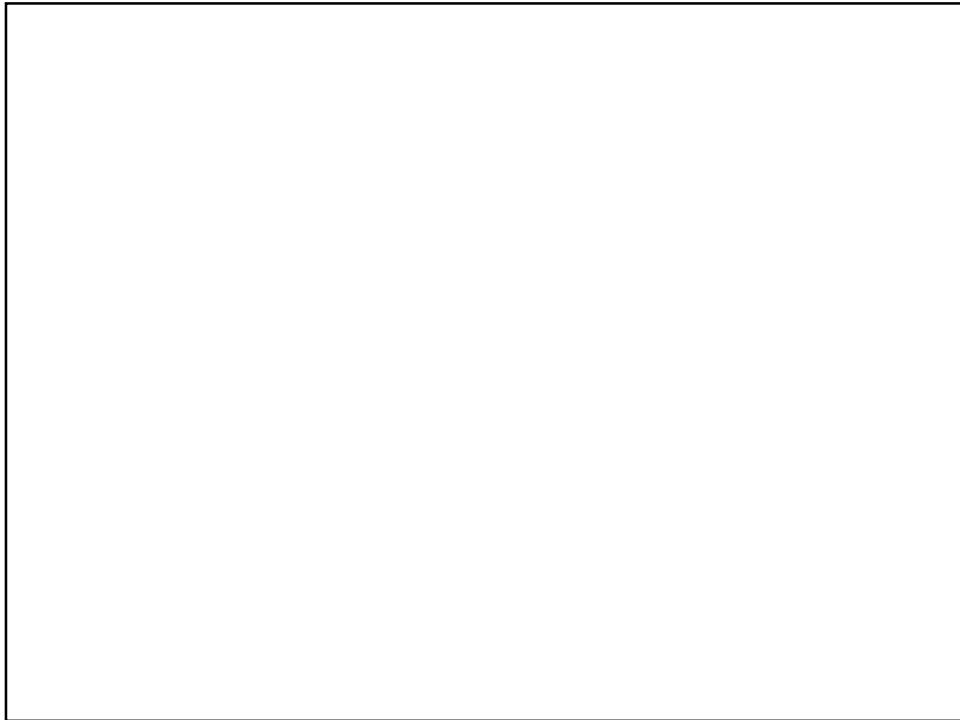
HORÁRIO:

SONÔMETRO:

Nº SÉRIE SONÔMETRO:

PONTO	MEDIÇÃO	TEMPO (min)	LAeq (dBA)	QUANTIDADE DE VEÍCULOS DURANTE MEDIÇÃO				
				TOTAL (X min)		TOTAL ESTIMADO (60 min)		
				LEVES	PESADOS	LEVES	PESADOS	TOTAL
1	1	X		vl	vp	(vl*60)/X	(vp*60)/X	LEVES + PESADOS
	2							
	3							
2	...							
	...							
	...							
...	...							
	...							
	...							

DISTÂNCIA DA FONTE (m)
 TIPO DE PISO
 NÚMERO DE PISTAS
 NÚMERO DE VIAS
 LARGURA DAS VIAS (m)
 VELOCIDADE MÉDIA (km/h)



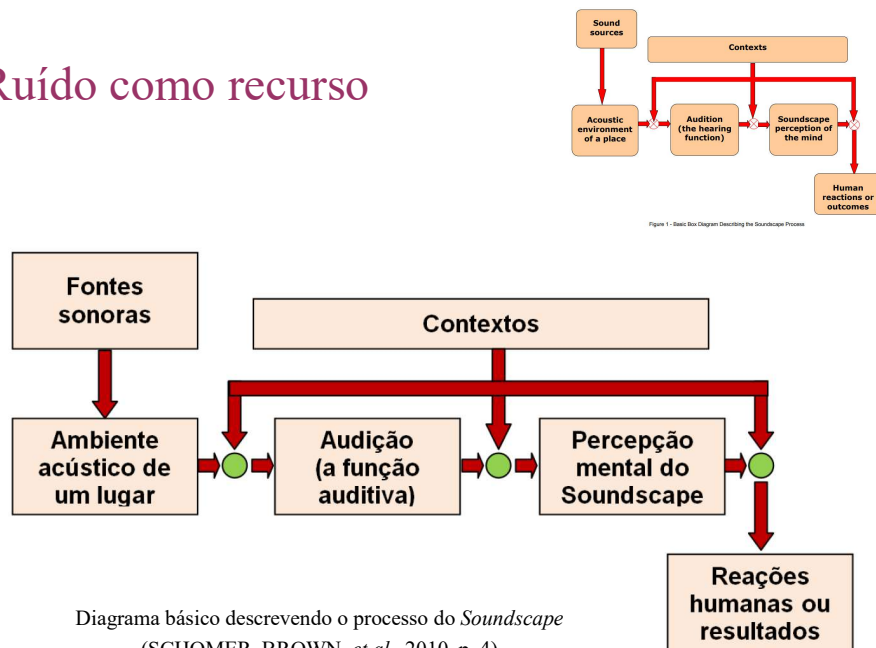
Ruído como resíduo

- A partir da década de 70, este modelo começou a ser questionado, por não considerar os diversos aspectos humanos envolvidos na percepção que temos do ambiente sonoro.

Ruído como recurso

- Processo da abordagem qualitativa
- Com carácter multidisciplinar, tratando a questão do ruído inserindo o contexto e as diversas variáveis humanas envolvidas:

Ruído como recurso



Primeiros Estudos de *Soundscape*

- Esta complexidade foi inicialmente percebida por R. Murray Schafer, músico, compositor, ambientalista, professor e investigador canadense.

≈1970

World Soundscape Project (WSP)

Simon Fraser University

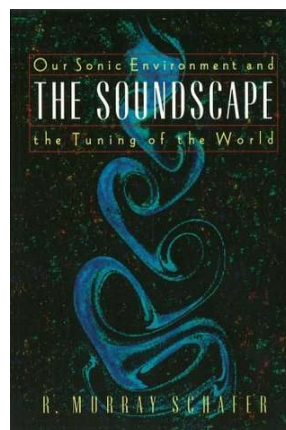
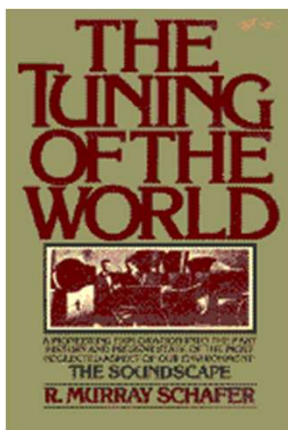
Vancouver – Canadá



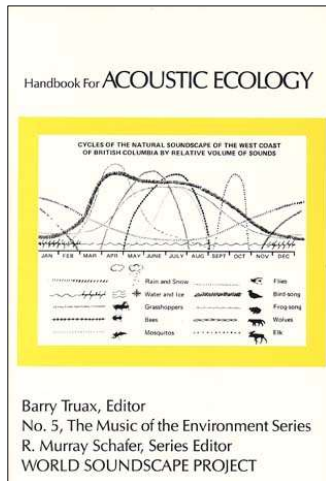
- R. M. Schafer
- Bruce Davis
- Peter Huse
- Barry Truax
- Howard Broomfield

Primeiros Estudos de *Soundscape*

- R. Murray Schafer consolida os estudos anteriores e cunha o termo *soundscape* no livro “*The Soundscape: Our Sonic Environment and the Tuning of the World*” (1977).
- o primeiro tratado abrangente sobre o assunto.



Primeiros Estudos de *Soundscape*



- Em 1978, Barry Truax encerra a fase de publicações com o grupo com o livro “*Handbook for Acoustic Ecology*”, compêndio das terminologias utilizadas no estudo das paisagens sonoras.

Primeiras definições

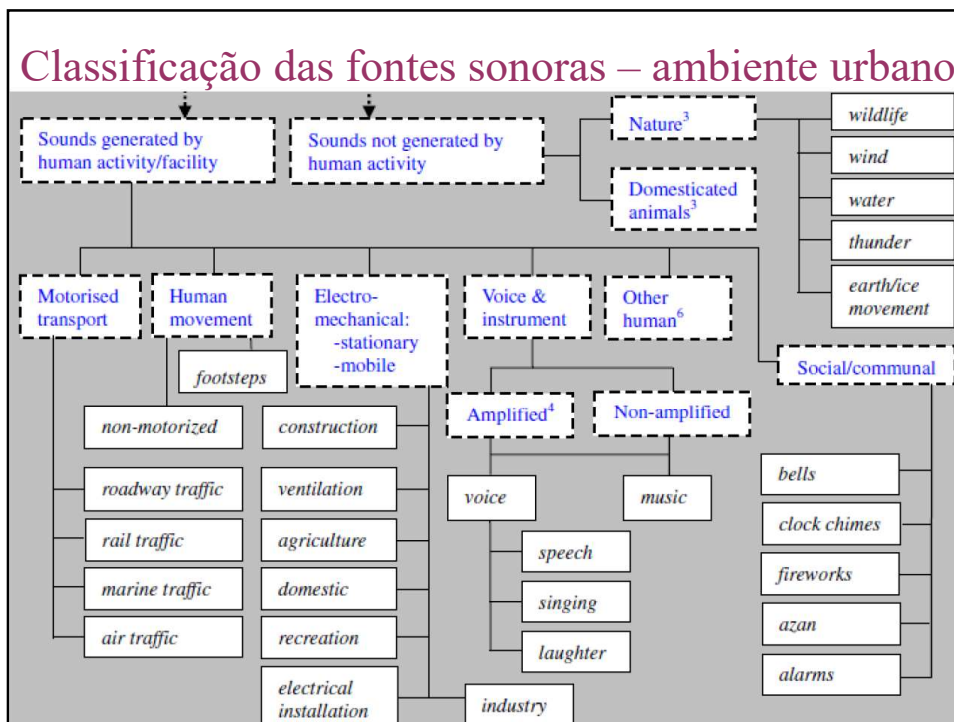
- R. Murray Schafer, 1977: “*Soundscape* é qualquer campo de estudo acústico. Podemos referir-nos a uma composição musical, a um programa de rádio ou mesmo a um ambiente acústico como paisagens sonoras”.
- Barry Truax, 1978: “*Soundscape* é um ambiente sonoro (ou ambiente sônico) com ênfase na maneira como o mesmo é percebido e entendido pelo indivíduo ou pela sociedade”.
- Décadas seguintes:
 - Várias pesquisas pelo mundo com visões muito diferentes entre si. Áreas de estudo: Música, Ecologia, Psicologia Cognitiva, Sociologia, Psicoacústica, Arquitetura e Urbanismo.

- Devido ao grande número de abordagens possíveis, alguns pesquisadores buscaram maneiras de sistematizar o conhecimento neste assunto, buscando aplicações práticas e que pudessem, de alguma maneira, ser implementadas pelos planejadores urbanos nas cidades.

Identificação (taxonomia) das fontes sonoras

- É o primeiro passo para o estudo da paisagem sonora.
- Após a identificação, essas fontes são agrupadas em categorias para facilitar o estudo.
- A maneira como são agrupadas as fontes é importante para o progresso dos estudos.

- Brown, Kang e Gjestland (2011) propõem uma estrutura separada por categorias que poderiam ser utilizadas para esta classificação:



Sistema de classificação de paisagens sonoras

•Axelsson, Nilson e Berglund (2010) conduziram um experimento auditivo com o propósito de desenvolver um modelo para caracterização de uma paisagem sonora.

100 ouvintes avaliaram
50 gravações de *soundscape*s
em 116 escalas de atributos.

Após a análise dos principais componentes, 3 considerados mais importantes:

- “pleasantness” (50%)
- “eventfulness” (18%)
- “familiarity” (8%)

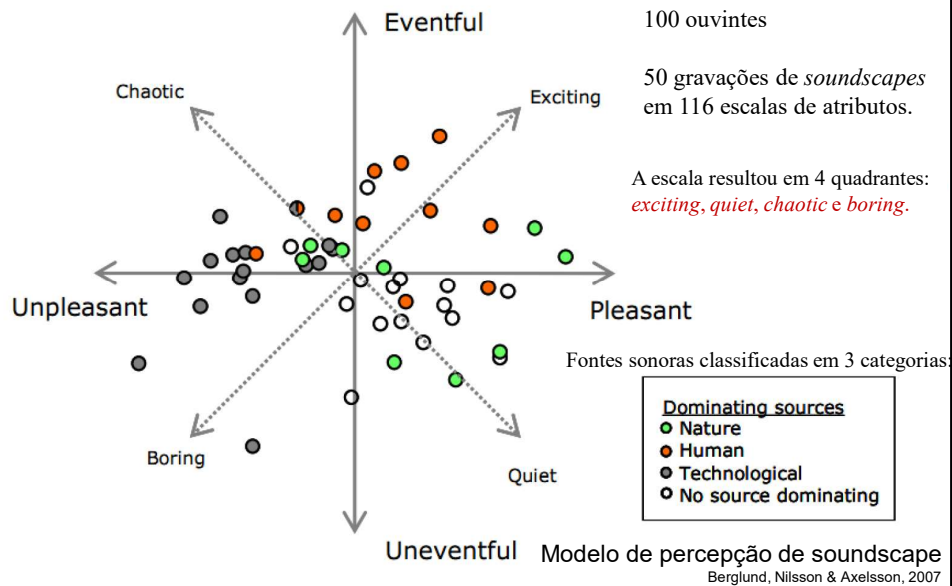
Foi desenvolvida então, uma escala bidimensional:

eixo horizontal (Unpleasant – Pleasant) e eixo vertical (Uneventful – Eventful).

Com a escala definida, foram lançados os resultados da classificação das fontes sonoras, agrupadas em 3 categorias:

sons tecnológicos, sons naturais e sons humanos.

Sistema de classificação de paisagens sonoras



É importante avaliar a
qualidade do ambiente sonoro

Mas como?

Qualidade do ambiente sonoro

- É resultado do confronto de **zonas com vivacidade** e de **zonas com tranquilidade** (não só de menos ruído, mas também de composições sonoras com elementos naturais e/ou tradicionais).

- Um bom ambiente sonoro é um indicador de qualidade de vida.



Qualidade do ambiente sonoro

- Paisagem sonora + Paisagem visual
(contexto e coerência com outras interpretações sensoriais).

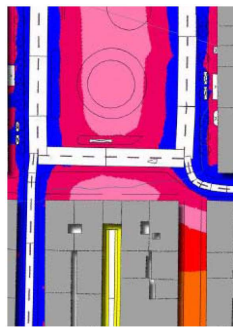
- Torna-se, então, importante avaliar a qualidade do ambiente urbano, através do mapeamento qualitativo.

- “É possível trazer mais inteligibilidade aos mapeamentos sonoros para atrair o olhar dos arquitetos?”

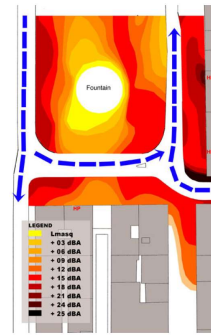
- Essa questão inspirou a **tentativa de se expressar graficamente os soundscapes.**

Mapeamentos qualitativos de paisagens sonoras

- Estudos de paisagem sonora usam **mapas sonoros** ao invés de mapas de ruído, investigando a contribuição de diferentes fontes sonoras que usualmente não são consideradas para o controle do ruído no ambiente urbano (ex: canto de pássaros, sons de água, etc.)



Mapa quantitativo de ruído



Mapa qualitativo de ruído

ISO 12913-1: 2014, Acoustics – Soundscape – Part 1: Definition and conceptual framework

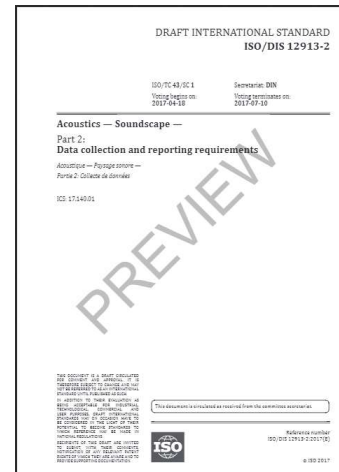
- A norma fornece uma definição e abordagem conceitual de *soundscape*. Explica fatores relevantes para medição e elaboração de relatórios para estudos de *soundscape*, assim como para planejamento, projeto e manutenção do *soundscape*.

“Soundscape” denota o “ambiente acústico como percebido ou experimentado e/ou entendido, por pessoas, em um contexto.”

ISO/TS 12913-2:2018, Acoustics – Soundscape – Part 2: Data collection and reporting requirements

- 13/08/2018

- Requisitos mínimos para reportar os estudos de *soundscape*.
- Métodos e protocolos para coleta de dados físicos e perceptivos, tanto no local (ex: caminhadas exploratórias), como fora do local (experimentos laboratoriais).



- “Ainda há muito o que ser pesquisado nesta área.”

Exemplos de aplicação de *soundscape*
no ambiente sonoro urbano

1) *Urban Sonic Garden*, Milão, Itália

Parque Sempione e jardins do Milan Triennale Museum

- Introdução de sons naturais em ambientes urbanos para melhorar a percepção aural, conforme comprovado em diversos estudos (JANG & KOOK, 2005; MEMOLI *et al.*, 2009).
- Tais sons podem mascarar sons mecânicos, alterando substancialmente a sonoridade percebida.

1) *Urban Sonic Garden*, Milão, Itália

Parque Sempione e jardins do Milan Triennale Museum



<http://www.musstdesign.com/>

1) *Urban Sonic Garden*, Milão, Itália
Parque Sempione e jardins do Milan Triennale Museum



<http://www.musstdesign.com/>

2) *Sonic Garden Lab Imperialino*, Florença, Itália
Giardino Sonoro



<http://www.musstdesign.com/>

2) *Sonic Garden Lab Imperialino, Florença, Itália* **Giardino Sonoro**



<http://www.musstdesign.com/>

3) **Projeto Nauener Platz: Remodelling for Young and Old,** Berlim (Schulte-Fortkamp, 2010)

- proteger a praça contra o ruído do tráfego local.
- Medições de ruído, dados de tráfego, gravações binauriculares e avaliações qualitativas, como caminhadas sonoras e entrevistas.



3) Projeto **Nauener Platz: Remodelling for Young and Old**, Berlim (Schulte-Fortkamp, 2010)

- instalação de uma barreira ao longo das principais vias para proteger os usuários da praça contra o ruído no playground e de várias “ilhas de áudio” (*audio islands*) com sons naturais.
- As soluções reduziram a exposição dos moradores a ruídos de baixa frequência e tornou o local mais agradável para os moradores escaparem do ruído de tráfego. Projeto premiado em 2012 com o “*European Soundscape Award*” pela *European Environment Agency* e *UK Noise Abatement Society*.



4) • Trabalho de **elaboração de mapas de ruído qualitativos para a praça do Rossio em Lisboa**. Projeto desenvolvido pelo Grupo de Acústica do IST (Instituto Superior Técnico), de Lisboa, sob coordenação de Bento Coelho e Mohammed Boubezari (2004):

- Estudo multi-disciplinar sobre a qualidade de ambientes sonoros e o seu mapeamento.
- Onde o ouvinte inicia o contato com o objeto sonoro presente no espaço?



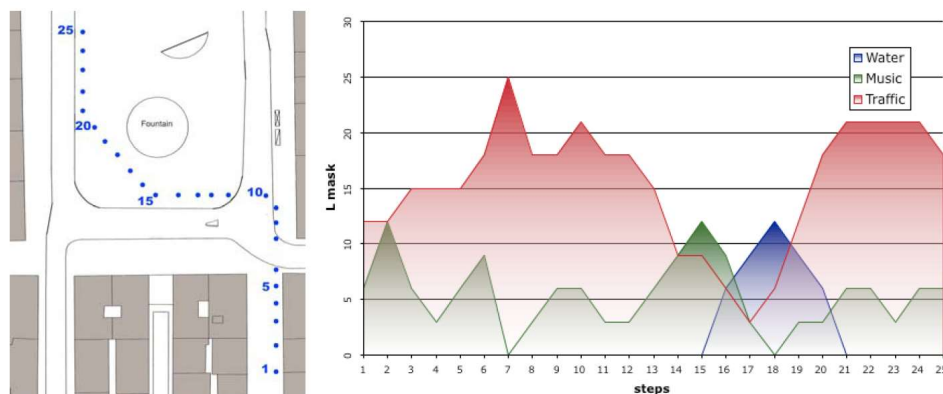
- Praça do Rossio em Lisboa.

- 2 fontes de água, árvores e pássaros, além do ruído de tráfego e de movimentação de pessoas.



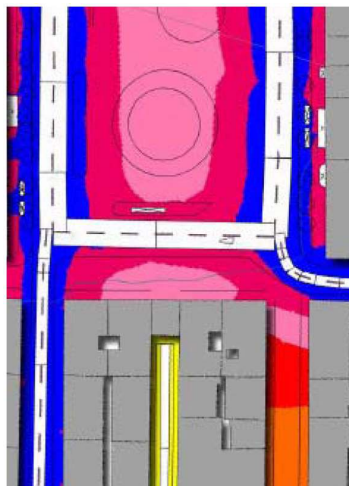
- Caminhada desde a Rua Augusta até a Praça do Rossio:

- Evolução das contribuições para a paisagem sonora.

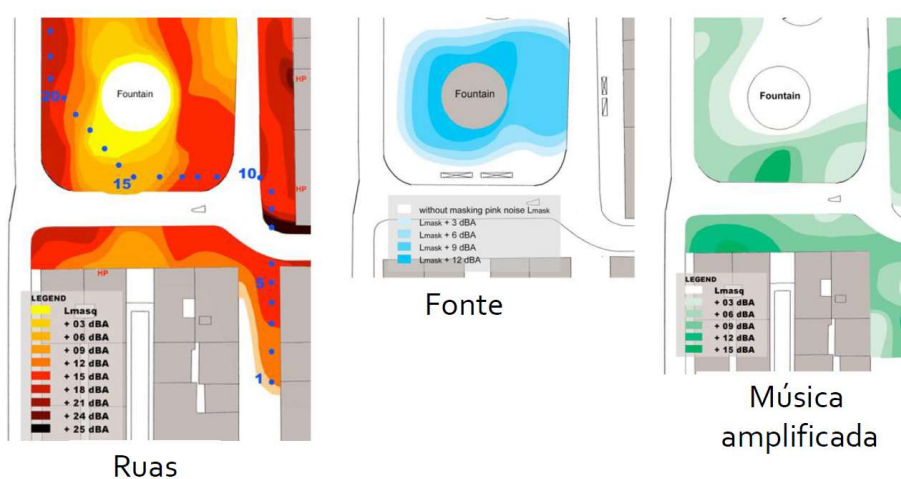


- Todas as fontes contribuem para o ambiente sonoro, mas este não é sempre percebido como ruído.
- Próximo à fonte de água: o ruído de tráfego é mascarado pelo som da água.

Mapa quantitativo de ruído



Mapas qualitativos de paisagens sonoras



TOPOLOGIAS SONORAS e Lmasq

Boubezari e Bento Coelho (2005)

5) Cidade de Sheffield, Inglaterra

- Na estação de trem central:
- Sistema complexo de fontes e barreiras acústicas, como uma estratégia para mascarar o ruído de tráfego vindo da via principal.
- Exemplo do uso de água no projeto urbano para melhorar a percepção da qualidade acústica do ambiente.



Cidade de Sheffield, Inglaterra

- Diferentes recursos de água fornecem uma variedade espectral em diferentes faixas de frequências, resultando no mascaramento do ruído de tráfego.



6) Avaliação qualitativa da paisagem sonora no Parque Villa Lobos São Paulo



Parque Villa-Lobos
Marcos Holtz (ME FAUUSP)

Avaliação qualitativa da paisagem sonora de parques urbanos. Estudo de caso: Parque Villa Lobos, em São Paulo.

Avaliação qualitativa do *soundscape*, com observação do comportamento dos usuários do parque, aglomerações de pessoas, perguntas eventuais. Indicação de ações ou introdução de elementos para otimizar a paisagem sonora estudada.

Medições sonoras com identificação de fontes e do contexto

- Em amarelo:
 - pontos de medição dos objetos sonoros.
- Em cinza:
 - pontos de medição para verificação do modelo 3D utilizado para o mapeamento.



Metodologia

- Caminhadas exploratórias no parque em estudo
 - Identificação das fontes sonoras dominantes
- Medições sonoras em cada *soundscape* selecionado
 - Leq em bandas de 1/3 de oitava, de 63 Hz a 8000 Hz
 - LAeq_{2min}
 - Tabela com os níveis das principais fontes percebidas
- Mapa da distribuição sonora
 - Modelo 3D em *software* específico

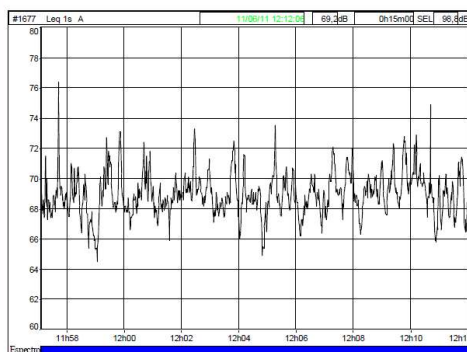
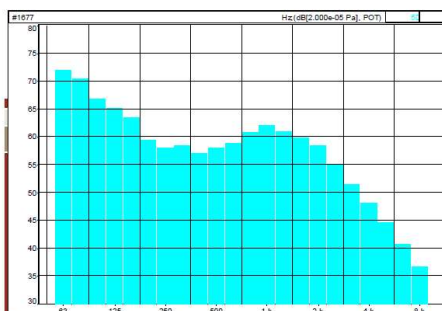
Metodologia

- Avaliação qualitativa do *Soundscape*
 - Observação do comportamento dos usuários do parque, aglomerações de pessoas, perguntas eventuais.
- Ao final:
 - Recomendações de estratégias de projeto (indicação de ações ou introdução de elementos) para otimizar as paisagens sonoras avaliadas e para estudos futuros.

Ponto 01

Marginal Pinheiros

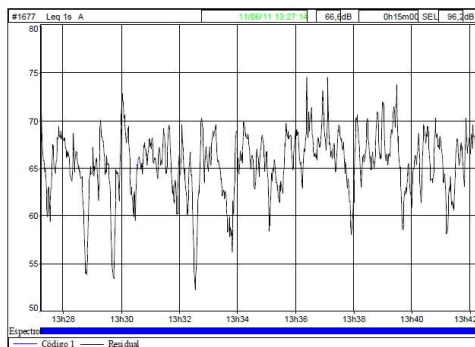
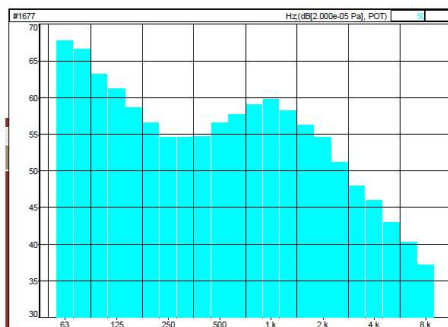
Arquivo	Villa004_marginal_talude_oeste_contage			
Início	11/06/11 11:57:07			
Fim	11/06/11 12:12:07			
Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq
#1677	Leq	A	dB	69,2



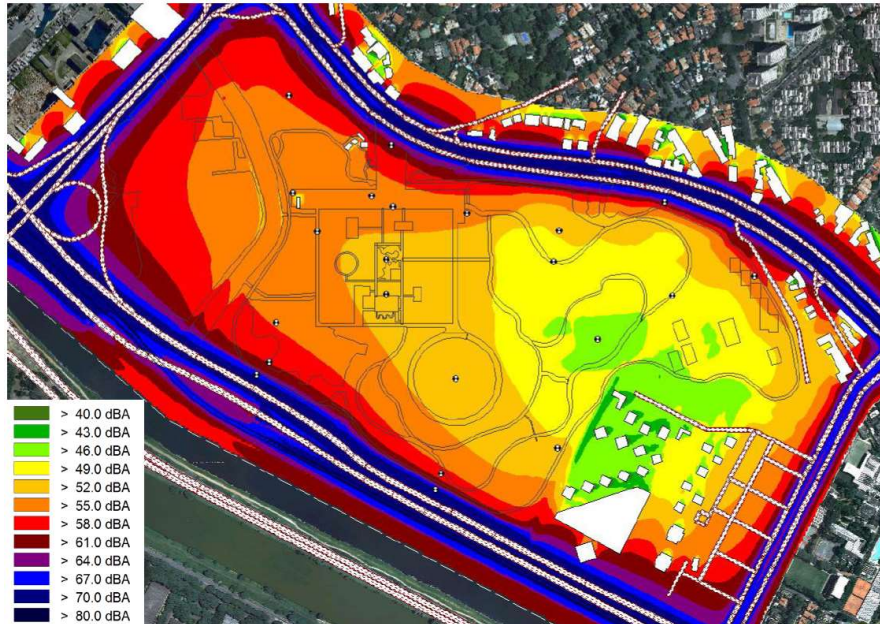
Ponto 02

Av. Professor Fonseca Rodrigues

Arquivo	Villa012_Av_J_F_Rodrigues_contagem.C			
Início	11/06/11 13:27:14			
Fim	11/06/11 13:42:14			
Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq
#1677	Leq	A	dB	66,6



Mapa de ruídos do Parque (rodoviário e ferroviário)



Considerações sobre o tráfego urbano

- Avaliação quantitativa:
 - Duas principais fontes de ruído:
Marginal Pinheiros e Av. P. Fonseca Rodrigues.
 - Níveis de ruído variando de 46 dB(A) a 70 dB(A) em geral.
 - Níveis mais altos próximo à Marginal: 65 e 70 dB(A) na ciclovia.
 - Mais de 50% do parque exposto a níveis > 55 dB(A).
 - Área mais silenciosa: no bosque com folhagem densa.
- Avaliação qualitativa:
 - Contato visual direto com trânsito da Marginal Pinheiros.
 - Contraste com a área arborizada da USP, do outro lado do Rio Pinheiros.
 - Desagradável (evoca lembranças das horas perdidas no trânsito de São Paulo)
 - Sem distanciamento necessário para o descanso e restauração.

Considerações sobre o tráfego urbano

- Recomendações

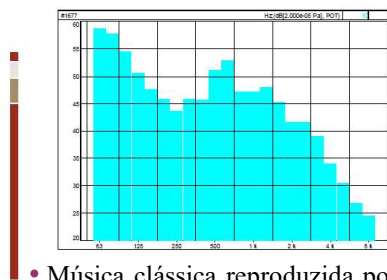
- Melhoria acústica na área adjacente à Marginal Pinheiros, junto à ciclovia.
- Bermas gramadas ou barreiras acústicas dentro do parque, junto ao talude.
- Inclusão de alguma fonte sonora positiva, para mascarar o ruído da Marginal. Ex: barreira de vidro com lâmina d'água.
- Barreira acústica nas marginais, junto às pistas, eliminando assim o contato visual com os carros.



Ponto 06

Ouvillas

Arquivo	Villa014_ouvillas_meio.CMG			
Início	11/06/11 14:10:22			
Fim	11/06/11 14:12:22			
Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq
#1677	Leq	A	dB	56,9



- Música clássica reproduzida por alto falantes suspensos em postes formando um círculo.

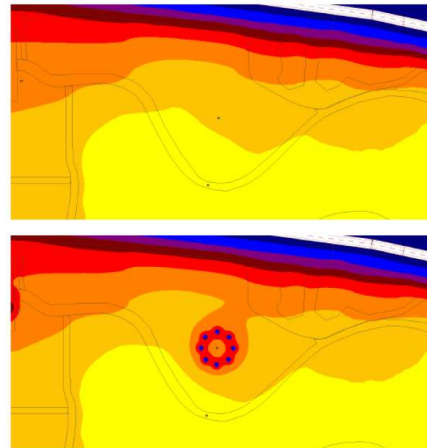
■ Ponto o6

Ouvillas

- Mapeamento quantitativo do ponto 6: sem e com a influência do objeto sonoro.



> 40.0 dBA
> 43.0 dBA
> 46.0 dBA
> 49.0 dBA
> 52.0 dBA
> 55.0 dBA
> 58.0 dBA
> 61.0 dBA
> 64.0 dBA
> 67.0 dBA
> 70.0 dBA
> 80.0 dBA



Considerações sobre o Ouvillas

- Avaliação quantitativa
 - Níveis medidos de LAeq = 57 dB(A), variando entre 46 e 68 dB(A).
- Avaliação qualitativa
 - A praça estava bem ocupada, com pessoas descansando.
 - O som emitido pelas caixas mascara o ruído de fundo, principalmente o dos aviões.
 - Solução já aplicada em outros locais.
 - No caso desta praça, a música tem aspecto central, com as caixas de som em destaque.
 - Ambiente acolhedor e repousante.
 - Permite a contemplação musical.

Considerações sobre o Ouvillas

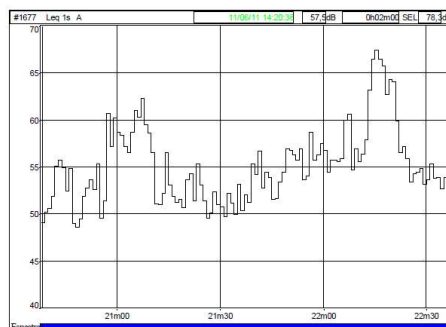
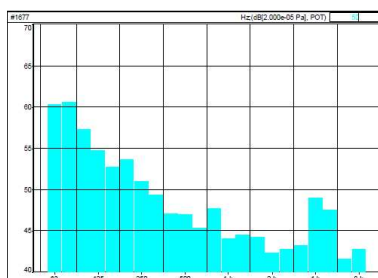
- Recomendações
 - Repetir esta estratégia em outros locais do parque, com outros tipos de música.



Ponto 07

Brinquedo sonoro Esplanada

Arquivo	Villa016_brinquedo_sonoro_esplanada.CMG			
Início	11/06/11 14:20:38			
Fim	11/06/11 14:22:38			
Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq
#1677	Leq	A	dB	57,5

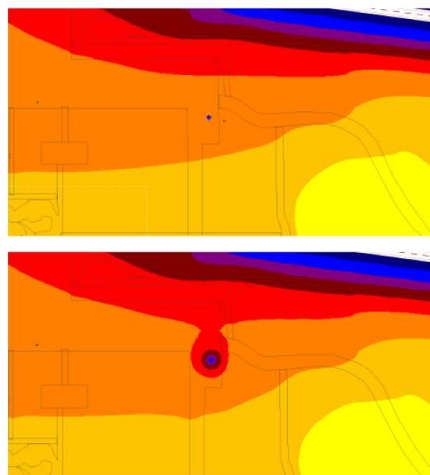
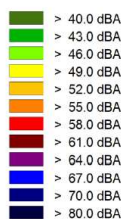


- Tambores feitos com fundo de latões reciclados e sinos feitos com correntes e tubos.

Ponto 07

Brinquedo sonoro
Esplanada

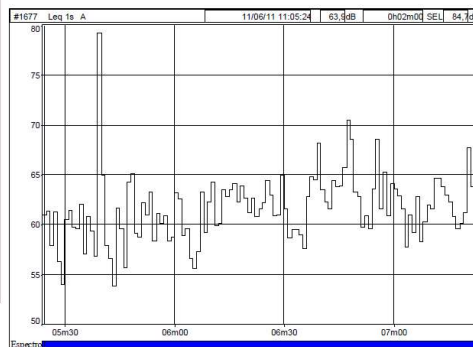
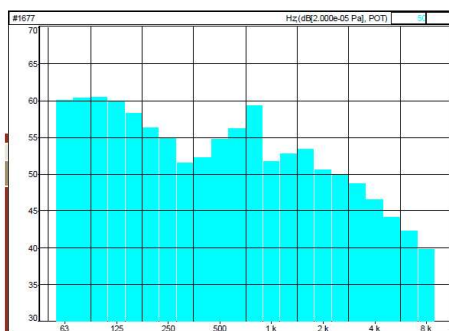
- Mapeamento quantitativo do ponto 7:
sem e com a influência do objeto sonoro.



Ponto 03

Quadra de Basquete

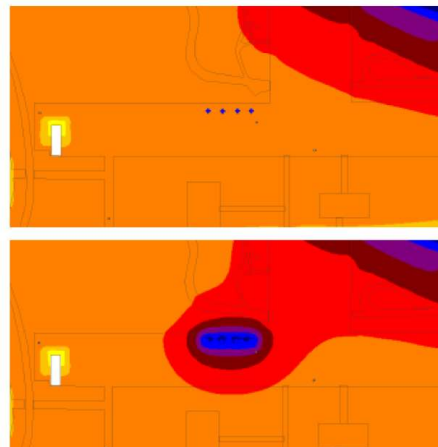
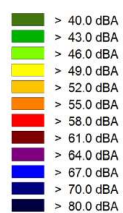
Arquivo	Villa001_basquete.CMG					
Início	11/06/11 11:05:24					
Fim	11/06/11 11:07:24					
Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq	Lmin	Lmax
#1677	Leq	A	dB	63,9	53,9	79,2



Ponto 03

Quadra de Basquete

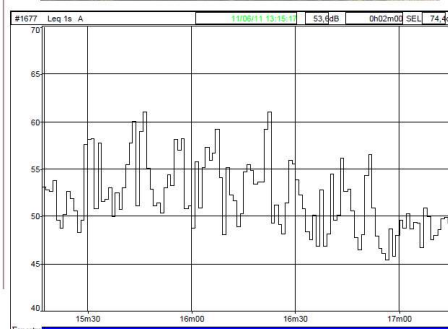
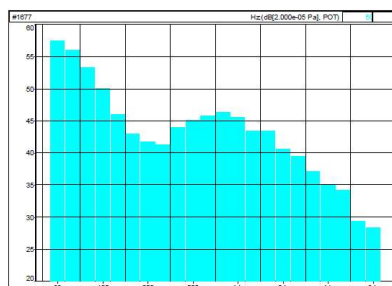
- Mapeamento quantitativo do ponto 3: sem e com a influência do objeto sonoro.



Ponto 05

Playground Leste

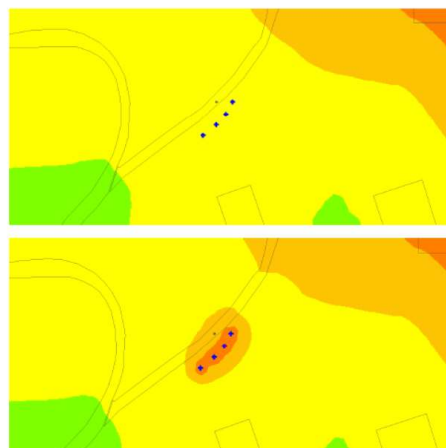
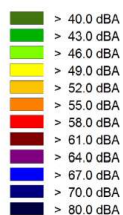
Arquivo	Villa011_play_ground_leste.CM			
Início	11/06/11 13:15:17			
Fim	11/06/11 13:17:17			
Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq
#1677	Leq	A	dB	53,6



Ponto 05

Playground Leste

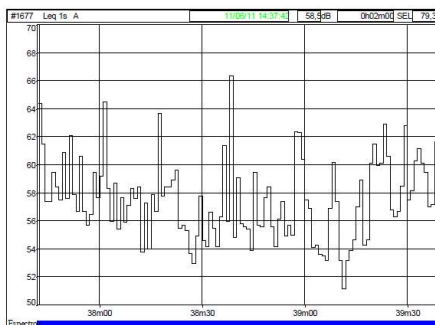
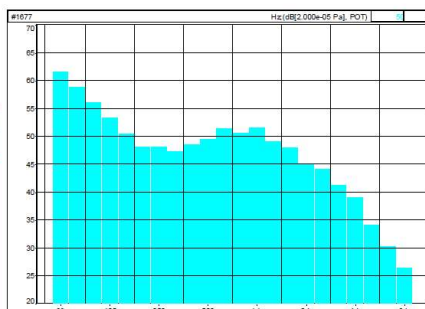
- Mapeamento quantitativo do ponto 5: sem e com a influência do objeto sonoro.



Ponto 08

Playground Central

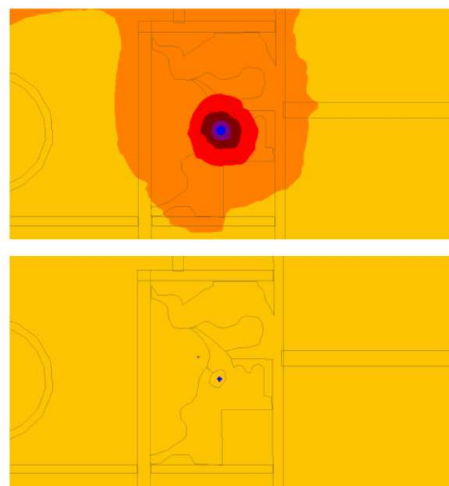
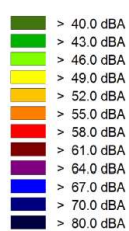
Arquivo	Villa018_playground_central.CMG			
Início	11/06/11 14:37:42			
Fim	11/06/11 14:39:42			
Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq
#1677	Leq	A	dB	58,5



Ponto 08

Playground Central

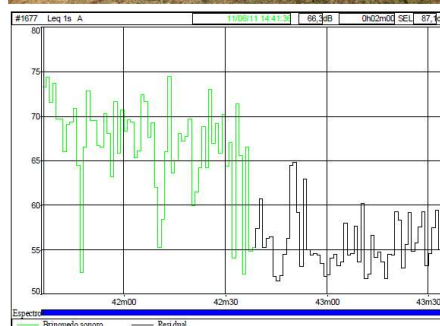
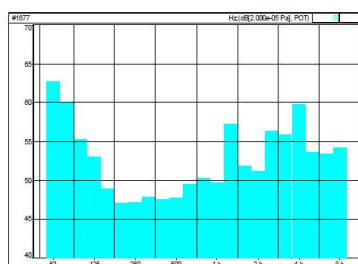
- Mapeamento quantitativo do ponto 8: sem e com a influência do objeto sonoro.



Ponto 09

Playground Central Brinquedo sonoro

Tipo de dados	Leq	
Ponderação	A	
Início	11/06/11 14:41:36	
Fim	11/06/11 14:43:36	
	Leq específico	Duração acumulada
	dB	hh:mm:ss
Fonte		
Brinquedo sonoro	68,8	00:01:03
Residual	57,2	00:00:57
Global	66,3	00:02:00

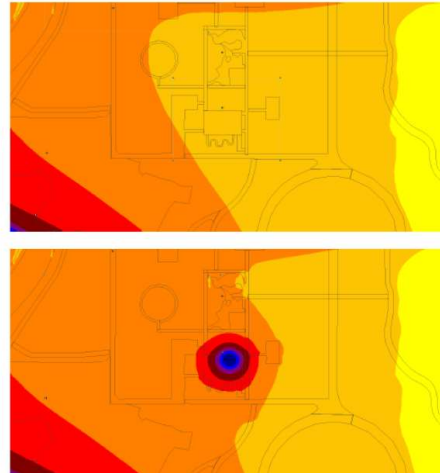


- Sinos tubulares suspensos por correntes e tocados com as mãos.

Ponto 09

Playground Central
Brinquedo sonoro

- Mapeamento quantitativo do ponto 9: sem e com a influência do objeto sonoro.



Considerações sobre Quadras de basquete, Brinquedos Sonoros e *Playgrounds*

- Avaliação quantitativa
 - Quadra de basquete: $L_{Aeq} = 64 \text{ dB(A)}$
 - Brinquedo sonoro da Esplanada e central: $L_{Aeq} = 58$ e 69 dB(A)
 - *Playgrounds* central e leste: $L_{Aeq} = 59$ e 54 dB(A)
- Avaliação qualitativa
 - Ambientes com atividade humana costumam ser locais excitantes.
 - As quadras de basquete atraem a atenção juntando pessoas ao seu redor.
 - Os *playgrounds* também são pontos focais de atenção.
 - Brinquedos sonoros → estimulam a interação entre usuários na criação do espaço sonoro.
 - Diversas crianças e adultos os utilizam.

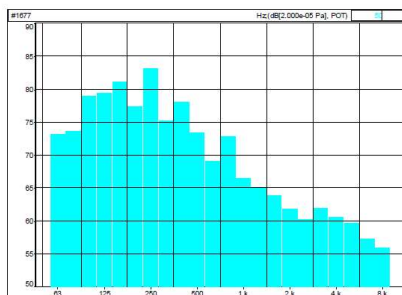
Considerações sobre Quadras de basquete, Brinquedos Sonoros e *Playgrounds*

- Recomendações
 - Aumento no número de instrumentos, para tornar o uso dos brinquedos mais lúdico e com maior riqueza sonora.

Ponto 10

Anfiteatro

Arquivo	Villa023_show_anfiteatro.CMG			
Início	11/06/11 16:14:53			
Fim	11/06/11 16:16:53			
Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq
#1677	Leq	A	dB	80,8

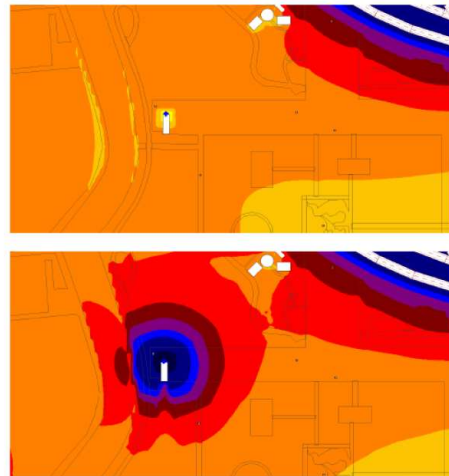
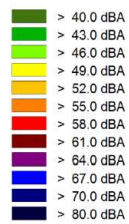


- Praça com anfiteatro com shows variados, normalmente com música amplificada.

Ponto 10

Anfiteatro

- Mapeamento quantitativo do ponto 10: sem e com a influência do objeto sonoro.



Considerações sobre o Anfiteatro

- Avaliação quantitativa
 - Níveis medidos de $L_{Aeq} = 81 \text{ dB(A)}$.
 - Níveis mais altos encontrados no Parque.
- Avaliação qualitativa
 - Apesar dos altos níveis sonoros medidos, área totalmente ocupada por pessoas assistindo ao show.
 - Palco localizado em um nível mais baixo → permite contato visual entre público e artista a uma curta distância.
 - Esta característica aguça a curiosidade e aproxima as pessoas.

Considerações sobre o Anfiteatro

- Recomendações

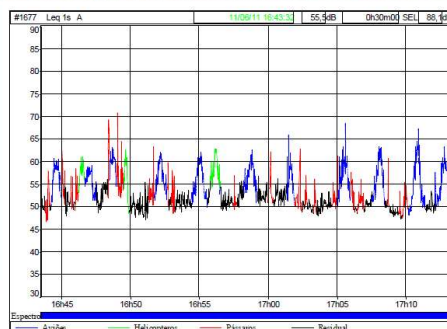
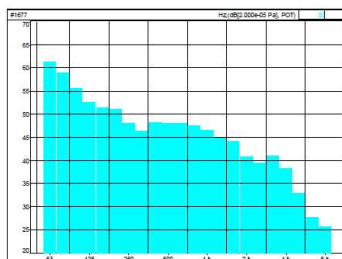
- A programação é essencialmente de música amplificada.
- Poderiam reservar horários para apresentações acústicas.



Ponto 11

Aviões e Helicópteros

Arquivo	Villa024_avioes_helicopteros.CM	
Localização	#1677	
Tipo de dados	Leq	
Ponderação	A	
Início	11/06/11 16:43:32	
Fim	11/06/11 17:13:32	
	Leq específico	Duração
	dB	hh:mm:ss
Fontes		
Aviões	57,7	00:09:55
Helicópteros	58,3	00:01:39
Pássaros	55,7	00:05:58
Residual	51,2	00:12:28
Global	55,5	00:30:00



Considerações sobre o ruído de aeronaves

- Avaliação quantitativa
 - O parque está na rota de pouso dos aviões (aeroporto de Congonhas e próximo ao heliporto Helicidade).
 - Durante o período da medição: 30 minutos:
 - 11 passagens de aviões comerciais de grande porte → 33% do tempo
 $L_{Aeq} = 58 \text{ dB(A)}$ e nível máximo de ruído $L_{Amax} = 69 \text{ dB(A)}$;
 - 3 helicópteros → 5,5% do tempo
 $L_{Aeq} = 58 \text{ dB(A)}$ e nível máximo de ruído $L_{Amax} = 63 \text{ dB(A)}$.
- Avaliação qualitativa
 - Aeronaves são onipresentes em todo o parque.
 - Invadem o ambiente sonoro, o dominam por alguns instantes e desaparecem.
 - Sem distanciamento necessário para descanso e restauração.

Considerações sobre o ruído de aeronaves

- Recomendações
 - Desvio na rota dos helicópteros da área do parque.
 - Mascaramento do ruído em determinadas áreas, criando ilhas onde o ruído das aeronaves não é percebido.
 - Isso pode ser feito com fontes d'água ou com a introdução de sons da natureza.



Considerações Finais

- Parques → são importantes na restauração e descanso da população.
 - Sons de origem mecânica – considerados desagradáveis.
- Redução dos ruídos indesejáveis e causadores de estresse:
 - posicionamento adequado das áreas em relação às fontes de ruído;
 - barreiras acústicas;
 - substituição de pavimento;
 - gerenciamento do tráfego rodoviário e aeronáutico, etc.
 - Uso de dispositivos de mascaramento destes ruídos por sons considerados positivos pelos usuários:
 - fontes com ruído d'água, música, ruídos de animais, etc.

Considerações Finais

- **Ambientes ideiais para restauração e descanso não são necessariamente os mais silenciosos.**
 - Alguns podem interpretar como agradáveis e repousantes, mas outros podem considerá-los tediosos e sem vida.
- Um ambiente sonoro rico pode permitir ao usuário a **construção da sua experiência**, alternando espaços de:
 - Silêncio
 - Contemplação
 - Música
 - Atividade humana
 - Esportes

Considerações Finais

- O fato de tantas pessoas se reunirem em parques para compartilhar o espaço de lazer, pode ser interpretado como fruto da **necessidade humana de agrupamento, do prazer na experiência coletiva**.
- Grupos se formam compartilhando o mesmo ambiente sonoro.
 - Sinal de afinidade.
- Praça **Ouvilas e Anfiteatro**
 - A experiência musical agrupa pessoas com intenções semelhantes;
 - Reforçando o sentimento de pertencer a um grupo.
- **Playgrounds**
 - É nítido o bem estar das pessoas; Espaços cheios de vida;
 - Lembranças de nossa própria infância.

Considerações Finais

- O projeto de parques pode levar em conta que:
 - A criação do *soundscape* (**experiência auditiva**) pode ser análoga a construção do *landscape* (**experiência visual**), onde a diversidade de vegetação, mobiliário, texturas, luzes, etc. já é feita pelos arquitetos paisagistas de maneira mais evidente.
- A percepção do *soundscape* é mais sutil e invisível, porém com um **componente emocional** muito forte.
- Músicas, sons de crianças, cantos de pássaros, etc. podem ser gatilhos para sensações de eventos anteriores, enriquecendo a experiência.

Paisagem Sonora (*Soundscape*)

Conceito de paisagem sonora



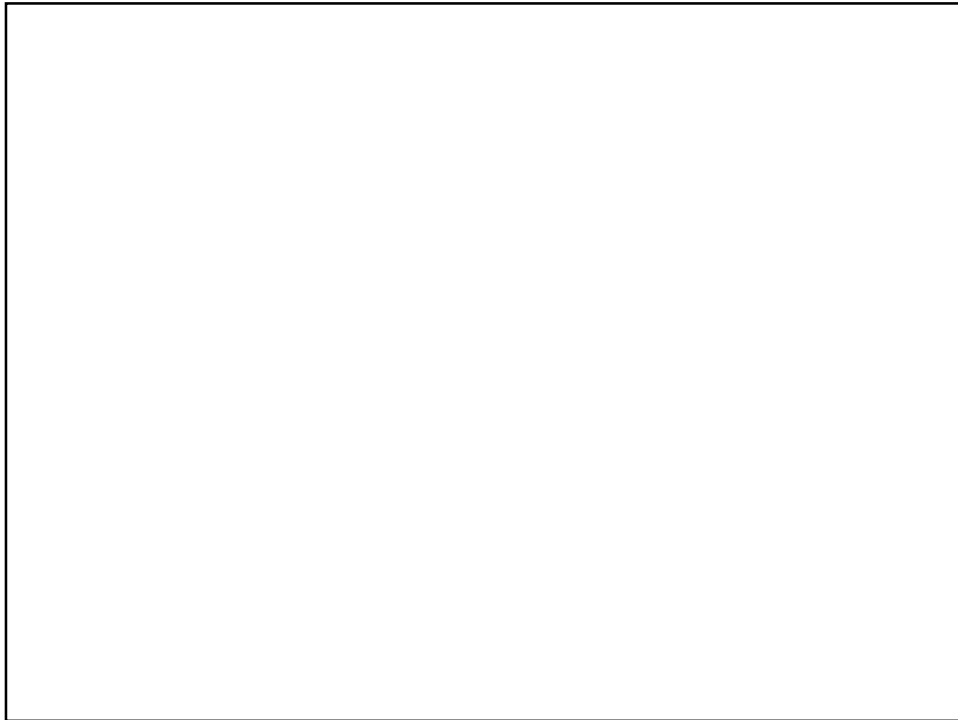
instrumentos interessantes de
intervenção e projeto em meio urbano



gestão do ambiente sonoro



melhoria da percepção da qualidade de vida dos cidadãos



Acústica Urbana - áreas de pesquisa:

- Estudo das fontes sonoras urbanas;
- Estratégias de gestão e controle de ruído urbano;
- Predição de propagação sonora em micro, média e macro escalas;
 - Em macro escala: *softwares* de simulação, mapas de ruído.
 - Em micro escala: modelos físicos reduzidos.
- Estudo e proposição de Normas e Regulamentações;
- Efeitos de vários parâmetros urbanos e condições climáticas na propagação sonora;
 - Exs: - influência da reflexão sonora de fachadas na propagação sonora.
 - influência da distribuição do fluxo de veículos na acústica urbana.
- Avaliação quantitativa (objetiva) do ambiente e da paisagem sonora;
 - levantamentos e medições *in situ*.
- Avaliação qualitativa (subjetiva) do ambiente e da paisagem sonora;
 - avaliação psicológica, questionários, *soundwalks*, percursos sonoros.

- Precisamos pensar nas cidades.



- Temos planejadores urbanos.
- Onde estão os **planejadores sonoros urbanos**?

FUTURO!

Projeto SONORUS - Planejamento sonoro urbano

