

**Artigo/Article****POLUIÇÃO SONORA E A DEFESA AMBIENTAL: ACÚSTICA PARA OS AGENTES JURÍDICO-POLÍTICOS ENVOLVIDOS NA ORGANIZAÇÃO URBANA**

Marcelo Paes Barros<sup>1</sup>.

1. Graduação em Física e Engenharia Civil, Mestrado em Física Ambiental, Doutorado em Física Ambiental pela Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT).

**RESUMO**

Inicialmente tratado como um mero problema de desconforto acústico, o ruído passou a constituir um dos principais problemas ambientais dos espaços urbanos. Poucas vezes relacionado às áreas da segurança e da saúde públicas, a ausência de uma política de combate efetivo a poluição sonora tem como resultado um aumento de gastos por parte do poder público para a resolução de conflitos sociais, com internações e remédios. Atuando e promovendo o bem-estar da população, os agentes responsáveis pela defesa ambiental devem entender que a questão acústica das cidades vai muito além da intensidade sonora, passando também pela altura e por outros fenômenos como a ressonância e a reverberação dos sons. O artigo discute o agente físico som, no aspecto da poluição sonora, visando contribuir com a atuação de agentes jurídico-políticos, representantes de entidades e movimentos sociais ou de qualquer cidadão envolvidos na defesa ambiental e na organização urbana.

**Palavras Chave:** Gestão Urbana. Políticas Públicas. Propagação do Som. Riscos. Conforto Acústico.

**ABSTRACT**

Initially treated as a mere problem of acoustic discomfort, noise has become a major environmental problems of urban spaces. Seldom related to the areas of security and public health, the absence of an effective policy to combat noise pollution has resulted in an increase in spending by the government to solve social conflicts, with hospitalizations and medicine. Serving and promoting the welfare of the population, the officials responsible for environmental protection must understand that the issue acoustics of cities goes far beyond the of sound intensity, also going by height and other phenomena such as resonance and reverberation of sounds. The article discusses the sound related at noise pollution, to contribute with performance of legal-political actors, representatives of social organizations and movements, or any citizen, involved in environmental protection and urban organization.

**Keywords:** Urban Management. Public Policy. Propagation of Sound. Risk. Acoustic Comfort.

## 1. INTRODUÇÃO

Embora muito ligado à vida contemporânea e aos grandes centros, problemas com barulhos excessivos existiam também na antiguidade. No primeiro século antes de Cristo, em resposta às reclamações dos cidadãos de Roma quanto ao barulho das rodas das carruagens, o Imperador César proibiu qualquer espécie de veículo de rodas de permanecer dentro dos limites da cidade, do crepúsculo ao amanhecer do dia (HAILEY, 1971). Historicamente, a mais estranha forma de regulamentar os níveis sonoros nas cidades talvez tenha sido o decreto da Rainha Elizabeth I, que reinou a Inglaterra de 1588 a 1603, no qual proibia os maridos ingleses de baterem em suas mulheres, depois das 10 horas da noite, afim de não perturbarem os vizinhos (RANGEL & COELHO, 1972).

No entanto, mesmo muito antiga, durante muito tempo a questão da poluição sonora foi negligenciada na concepção de saúde, no sentido de bem estar físico e mental. Somente no Congresso

Mundial sobre o tema realizado na Suécia em 1989 essa forma de poluição passou a ser considerada uma questão de saúde pública (FERNANDES, 2002). Segundo a Organização Mundial da Saúde (WORLD HEALTH ORGANIZATION) a poluição sonora, depois da poluição da água e do ar, é atualmente o problema ambiental que atinge um maior número de pessoas (WHO, 2003). O crescimento mundial da consciência sobre os problemas ambientais colocou em evidência essa relação, entre os sons e a saúde das pessoas.

Diante deste entendimento soluções legislativas foram produzidas para prevenir e controlar a exposição da população a sons que comprometam a qualidade de vida, dispondo sobre padrões, normas e diretrizes capazes de orientar a atuação dos diversos agentes jurídico-políticos, envolvidos na defesa ambiental e na organização urbana. Contudo, para Bressane et al. (2008, p.132), “a efetividade da legislação e da própria atuação dos gestores municipais, agentes privados e órgãos ambientais, se compromete na ausência de recursos

## Artigo/Article

humanos qualificados e condições operacionais adequadas, contribuindo para o crescente aumento da poluição sonora”.

Procurando contribuir com o aprimoramento de membros do Ministério Público, com atuação específica nas áreas ambiental e urbanística, de agentes jurídico-políticos das esferas municipal, estadual e federal, e de representantes de entidades e movimentos sociais envolvidos nestas áreas, foi promovido pela Universidade Federal de Mato Grosso, em parceria com o Ministério Público do Estado de Mato Grosso o projeto “Seminários Regionais Ambientais”. Realizado ao longo do ano de 2010 em 7 cidades pólos do estado de Mato Grosso, abrangendo as regiões da Amazônia mato-grossense, Araguaia e Pantanal, os seminários ofereceram aos participantes um conhecimento mais aprofundado sobre diferentes temas ambientais relacionados ao ambiente urbano como: Preservação dos Recursos Hídricos, Popularização e Aplicação do Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV), Correta Disposição dos Resíduos Sólidos, Repressão e

Prevenção ao Desmatamento e Queimadas, Fiscalização da Execução dos Planos Diretores Municipais e Combate à Poluição Sonora.

As audiências realizadas também promoveram um estreitamento do relacionamento entre os participantes, cujas ações se entrelaçam, possibilitando a compreensão da realidade e necessidades, de cada região em cada tema apresentado possibilitando propostas de ações práticas que viabilizassem o acesso às políticas públicas e ou programas de entidades, voltadas para o desenvolvimento sustentável destas regiões.

Construído a partir das discussões de casos, dúvidas e necessidades trazidas pelos participantes dos seminários, o presente estudo discute a poluição sonora visando auxiliar os agentes públicos e qualquer cidadão que atuem na defesa ambiental e na organização urbana, enfatizando os riscos provenientes da exposição crônica aos diferentes ruídos no ambiente cotidiano, riscos relacionados a intensidade sonora e

## Artigo/Article

a outros fenômenos da Acústica, envolvendo a produção e a propagação deste agente físico, o som.

### 2. SOM

O som é uma onda mecânica que se propaga longitudinalmente, transportando uma quantidade de energia ao expandir e contrair o meio por onde se propaga. Devido a sensibilidade do ouvido às flutuações da pressão do ar durante as expansões e contrações do mesmo, é mais apropriado descrever as ondas sonoras, não pelo deslocamento destas, mas em termos destas flutuações (YOUNG & FREEDMAN, 2008). A onda sonora, uma onda tridimensional, transfere sua energia em todas as direções.

Da mesma forma que uma corda de violão, as partículas do ar, quando transmitem um som, vibram algumas vezes a cada segundo. A rapidez dessa vibração está

relacionada à frequência da onda sonora, cuja unidade de medida é o hertz (Hz). A intensidade da onda sonora está relacionada a amplitude de vibração do ar, o quanto as moléculas deste meio deslocam em relação a sua posição original enquanto vibram pela passagem da onda. Essas características das ondas, frequência e amplitude de vibração, permitem classificar sons para critérios de normatizações em função de suas qualidades, altura e intensidade.

#### 2.1. QUALIDADES DO SOM

a) Altura – De forma equivocada, muitas vezes usamos o termo “som alto” quando desejamos nos referir a intensidade do som, ao volume de um aparelho por exemplo. A altura de um som está relacionada à frequência deste, fator que distingue sons graves de sons agudos (Figura 01).

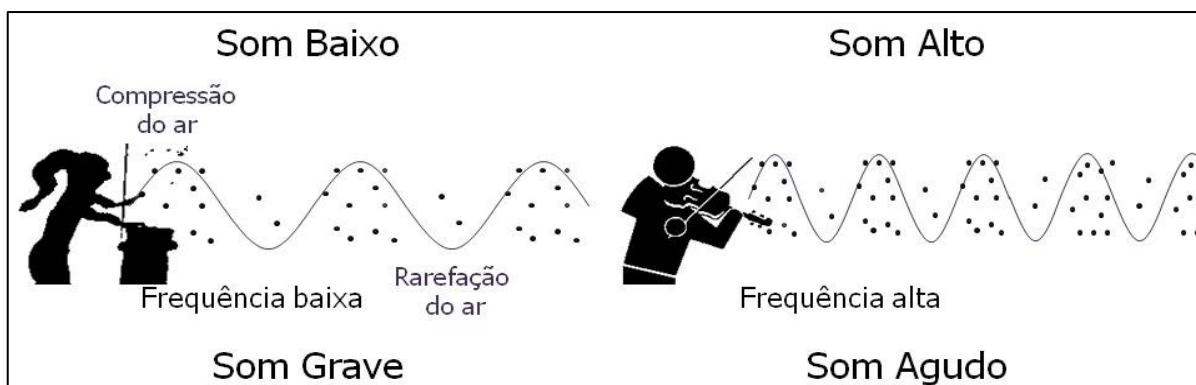


Figura 01. Ilustração comparativa entre sons de alturas diferentes.

A audição dos animais é seletiva às diferentes faixas de frequência dos sons. Percebemos sons na faixa de 20 Hz, sons graves, até 20.000 Hz, sons agudos. No entanto, sons agudos a partir de 5.000 Hz, em qualquer intensidade, podem ser desconfortáveis (RUSSO, 1997).

Outros animais são sensíveis a outras faixas de frequências de sons, muitas vezes diferentes da faixa percebida pelo homem. Cachorros, por exemplo, percebem sons entre 15 Hz e 50000 Hz.

b) Intensidade – Comumente chamada de volume do som, a

intensidade sonora corresponde à sensação da energia deste som captada pelo ouvido. A intensidade de um som, medida em  $W/m^2$ , está associada à amplitude do mesmo, variando conforme a potência da fonte e a distância até esta pode ser classificada em sons fortes ou sons fracos. Com o avanço da onda sonora a área por ela atingida torna-se cada vez maior e a energia transportada mais dispersa nesta superfície, justificando a redução da intensidade sonora conforme a distância até a fonte (Figura 02).

## Artigo/Article

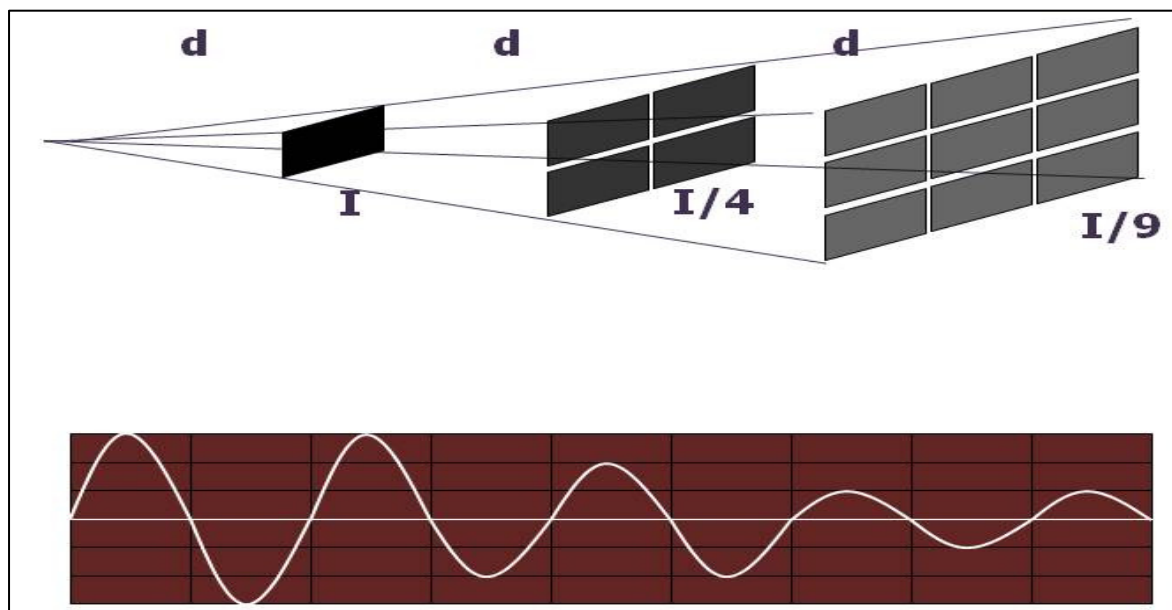


Figura 02: Redução da intensidade de um som com a distância.

A forma mais usual de classificar a intensidade dos sons é através da escala conhecida por Escala de Decibéis (dB). Esta escala compara o valor da intensidade sonora de um ambiente com a intensidade sonora mais fraca percebida pelos nossos ouvidos, o limiar de audibilidade, que corresponde a uma intensidade da ordem de  $10^{-12} \text{ W/m}^2$  (HALLIDAY et al., 1996). O medidor de pressão sonora, também conhecido por decibelímetro, registra esta medida relativa denominada por Nível de Intensidade Sonora (NIS).

A Escala de Decibéis facilita a classificação dos sons em fortes e fracos, mas, por outro lado, pode levar a alguns equívocos o público em geral. Por ser uma escala logarítmica, não linear, uma incorreção comum é a adição de valores dos NIS. Assim, se uma máquina em funcionamento produz um NIS de 60 dB, duas destas máquinas não resultariam em 120 dB. Na verdade seriam necessárias 10 máquinas iguais a esta em funcionamento para que o som atingisse o NIS de 70 dB e 100 máquinas para resultar em um NIS de 80 dB.

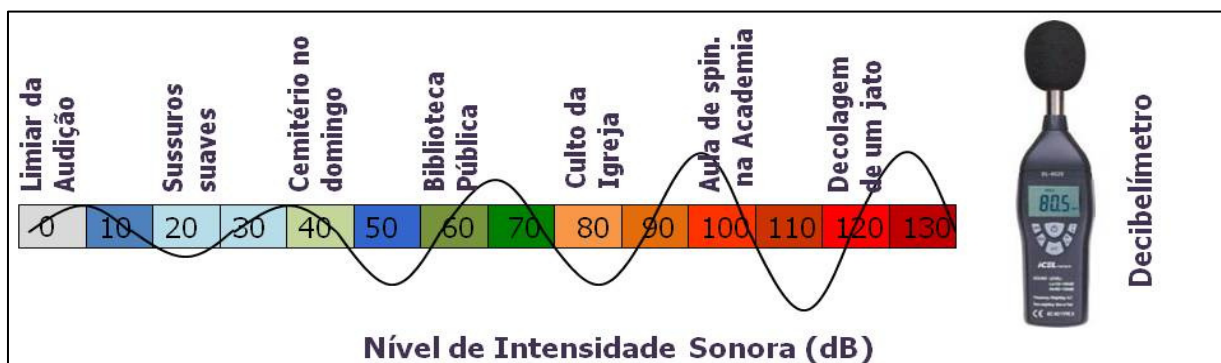


Figura 03: Valores dos NIS em algumas atividades da vida urbana da cidade de São Paulo.

A intensidade e a altura são as qualidades do som que permitem avaliar se um ruído é causador de situações de desconforto ambiental. No entanto, alguns outros fenômenos que ocorrem com as ondas sonoras, mesmo em condições normais de audição, podem resultar em situações de risco.

## 2.2. FENÔMENOS ONDULATÓRIOS

a) Ressonância – Em certas circunstâncias um sistema começa a oscilar, oscilação com amplitude crescente, devido a uma fonte sonora que produz um som de frequência (altura) aproximadamente igual à frequência natural do sistema. Esse fenômeno, conhecido por

ressonância, é o responsável pela vibração de janelas quando um veículo de som automotivo se encontra nas proximidades.

A ressonância pode ser ainda mais danosa. Relatos históricos registram que um pelotão das tropas de Napoleão ao atravessar uma ponte extensa provocou a ruína desta devido ao efeito da ressonância dos passos da marcha na estrutura da ponte. No ambiente urbano uma série de tipos de máquinas, uma perfuratriz ou bate-estacas para construção de fundações por exemplo, constituem um complexo sistema vibrante com elevados graus de liberdade e consequentes frequências naturais sujeitando ao fenômeno da ressonância as estruturas das construções podendo levar a produzir



## Artigo/Article

vibrações danosas, e até mesmo, a ruína da construção (MOURA et al., 2009).

b) Reverberação – O fenômeno ocorre devido a reflexão do som, causando uma sensação de prolongamento do som, que pode prejudicar a correta percepção deste. A recepção do som acompanhado de diversas cópias do mesmo, que chegam atrasadas no tempo pelo percurso maior que fazem, é o responsável por este tipo de interferência.

A reverberação dos sons em ambientes pequenos dificulta a comunicação verbal, requisito fundamental em qualquer sociedade humana, interferindo nas atividades profissionais, educacionais, domésticas, criando um ambiente desfavorável ao convívio e ao desempenho educacional e profissional (ZANNIN, et al., 2005). Pesquisas têm apresentado a influência da acústica no desempenho e aprendizado de alunos. Segundo Lubman & Sutherland (2003), os excessos de ruído e reverberação em uma sala de aula dificultam a comunicação, o que gera uma barreira ao aprendizado.

No ambiente urbano a maior predominância de revestimentos em materiais reflexivos, pisos asfálticos, concreto e pedras, em superfícies horizontais e verticais, espelhos d'água, caracterizados pela maior parcela de energia sonora refletida, favorece o fenômeno (RAMOS, 2007). Formatos curvos destas superfícies podem trazer ainda mais incômodos, pois podem focalizar as ondas deixando o som resultante ainda mais intenso.

c) Difração – As ondas sonoras não se propagam somente em linha reta, mas sofrem desvios nas extremidades dos obstáculos ou em fendas que encontram pelo caminho. A difração, transposição do obstáculo colocado entre a fonte e o ouvido, pode produzir uma região de sombra ou reduzir a intensidade do som, porém sofrendo um espalhamento de forma atingir regiões fora da direção da fonte.

A intensidade com que a onda sonora contorna um obstáculo depende da frequência do som (Figura 04). Com relação aos obstáculos urbanos, sons de baixas frequências difratam mais que sons elevados (RAMOS, 2007).





Figura 04: Ilustração da difração de sons de alturas diferentes.  
 Fonte: BRÜEL & KJAER, 2000.

Além dos fenômenos citados a propagação do som no ambiente depende também de variáveis ambientais como temperatura, umidade relativa do ar e vento. Com relação a temperatura, o som tende a se propagar em direção ao ar mais frio, mais denso. Dessa forma, pela manhã quando o ar mais frio ainda se encontra próximo a superfície do solo, todo o som produzido nesta retorna ao solo, reverberando e amplificando ainda mais o som original (BRÜEL & KJAER, 2000). No período noturno, a inversão de temperaturas faz com que o som tenha um sentido preferencial de

propagação para cima, justificando as reclamações de moradores de edifícios sobre os sons noturnos produzidos na rua.

Em outras situações os efeitos do vento e da difração podem criar uma região de sombra próxima a fonte sonora e espalhar a energia sonora para os vizinhos mais distantes, poupando do desconforto algum vizinho mais próximo. Desconhecendo estes fenômenos da Acústica, os infratores, invertendo a noção de culpabilidade da situação, rotulam como “chatos” os vizinhos, distantes ou moradores dos andares mais elevados dos edifícios, quando, justamente, exercem o direito de

## Artigo/Article

solicitar a redução ou a supressão do som. O conhecimento da Física do som possibilita análise de situações como estas apresentadas, situações que implicam em prejuízo ao bem-estar da população, caracterizando uma forma de poluição.

### 3. POLUIÇÃO SONORA

De acordo com a Lei 9394/1996, que dispõe sobre a política nacional de meio ambiente, a poluição é uma degradação da qualidade ambiental resultante da atividade que direta ou indiretamente prejudique a saúde, a segurança e o bem-estar da população, criando condições adversas às atividades sociais e econômicas na forma como lançam matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (BRASIL, 1996). Apesar de não se acumular no ambiente e de seus efeitos serem locais, a poluição sonora em nossas cidades não pode ser ignorada, pois seus efeitos podem trazer danos ao corpo e à qualidade de vida das pessoas.

Estudos recentes definiram que o índice médio de ruído não

prejudicial ao homem é de 70 dB, numa altura não superior a 5000 Hz (KATZ, 1999). Sons em torno de 100 dB, em qualquer altura, podem provocar perda imediata da audição (RUSSO, 1997). Estar exposto a sons fora desta faixa, definida por condição normal de audição (Figura 04), pode levar ao longo do tempo a perda da capacidade auditiva.

Geralmente associada apenas à intensidade do som, a poluição sonora se configura por qualquer som que altere a condição normal de audição. Um ruído pouco intenso numa frequência elevada, por exemplo, ou ainda os efeitos sonoros, danosos ou desconfortáveis, da ressonância ou da reverberação de um som, incorrem numa situação de poluição sonora. Em qualquer destas situações o fenômeno sonoro prejudica, direta ou indiretamente, a saúde, a segurança e o bem-estar da população, ao espalhar uma energia em quantidade, local ou horário inadequado.

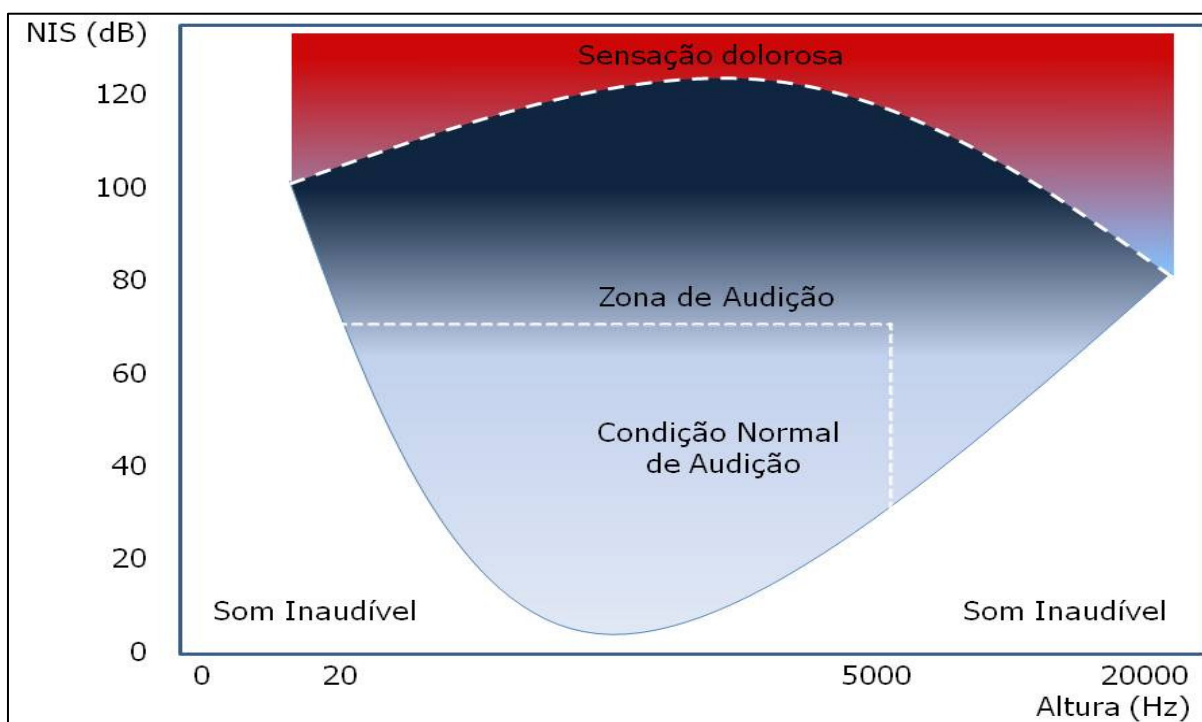


Figura 04: Faixa de sons definida por Condição Normal de Audição.

Lacerda et al. (2005) em pesquisa realizada com moradores da cidade de Curitiba, PR, visando identificar as reações psicosociais da população ao ruído ambiental, citam como principais fontes de ruído causadoras de incômodo o tráfego de veículos, os vizinhos, o barulho de sirenes, o barulho de animais e o barulho gerado pela construção civil, nessa ordem. Ainda segundo este estudo, irritabilidade, baixa concentração, insônia e dor de cabeça foram as principais reações psico-sociais a poluição sonora relatadas pelos entrevistados,

resultados coincidentes com os obtidos em pesquisas desenvolvidas na Europa, EUA e no Brasil. Estas reações podem estar na base de outras doenças (disfunções cardiovasculares), podendo interferir na saúde e no bem estar dos indivíduos em particular e de uma população urbana como um todo, gerando um problema de saúde pública (RUSSO, 1997).

Os efeitos dos excessos sonoros são cumulativos. Indivíduos expostos a condições de poluição sonora, além da perda auditiva, estão mais sujeitos a insônia, estresse,

## Artigo/Article

depressão, agressividade, redução de atenção e concentração, dores de cabeça, aumento da pressão arterial, gastrite e úlcera, entre outras patologias. Contribuem para o processo:

- O nível de intensidade sonora;
- A frequência (altura) do ruído;
- O tempo de exposição;
- A susceptividade individual.

O fato de não se perceber o impacto do som não significa que o organismo não esteja sentindo os efeitos e, ao contrário do que poderia imaginar, devido ao vício, as pessoas tornam-se incapazes de suportar o silêncio, permanecendo sempre agitadas, com dificuldades de concentração e redução da faixa auditiva. Neste sentido, o Journal of the American Medical Association publicou em agosto de 2010 o resultado de uma pesquisa evidenciando que a frequência da perda de audição entre os adolescentes americanos aumentou cerca de 30% desde os anos 1990, afetando um a cada cinco jovens em 2006. Apesar de não conseguirem estabelecer causas para a perda auditiva os autores do estudo inferem

que a exposição a volumes sonoros elevados durante cinco horas ou mais por semana podem ser uma das principais causas para a elevação da incidência (SHARGORODSKY et al., 2010).

Ainda assim, apesar de conhecidas as causas e efeitos da poluição sonora e da popularização dos equipamentos de medição das qualidades do som, a legislação não tem se estendido muito especificamente a respeito do ruído como elemento perturbador da qualidade ambiental.

#### 4. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

Apesar da escassez de legislações específicas à poluição sonora, em consultas nas bases digitais oficiais de legislação, disponíveis no âmbito federal, são encontrados diversos dispositivos legais aplicáveis a este tema, versando sobre diferentes aspectos genéricos a todos os tipos de poluição, inclusive a sonora (BRESSANE, 2008).

Em caráter geral, na Constituição Federal Brasileira no

## Artigo/Article

artigo 225 (BRASIL, 1988), regendo sobre o desenvolvimento urbano e a qualidade de vida, é dividida com o poder público a responsabilidade de todos os brasileiros de cuidar da vida no país. Entretanto, indiferente quanto aos seus direitos e deveres, a população aceita argumentos do tipo “a rua é pública”, “estou na minha propriedade” ou ainda “o som é permitido até as 10 h da noite” para justificar as infrações cometidas.

Em resposta a tais argumentos, segundo Araújo (2008), a antiga Lei de Contravenções Penais, o Decreto-Lei 3.688/41, já se preocupava com a perturbação do trabalho ou do sossego alheios quando, no artigo 42 (BRASIL, 1941), caracteriza como contravenção referente à paz pública:

Art. 42. Perturbar alguém, o trabalho ou o sossego alheios:

- I – com gritaria ou algazarra;
- II – exercendo profissão incômoda ou ruidosa em desacordo com as prescrições legais;
- III – abusando de instrumentos sonoros ou sinais acústicos;
- IV – provocando ou não procurando impedir barulho produzido por animal que tem guarda.

Pena: Prisão simples de quinze dias a três meses, ou multa.

Especificamente na questão dos NISs em função dos horários, a Resolução N<sup>o</sup> 001/1990 (BRASIL, 1990) do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) indica a norma NBR n<sup>o</sup> 10.151 (ABNT, 2000) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para tratar da avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto acústico. Esta norma estipula, por exemplo, o limite do NIS de 55 dB para uma zona residencial urbana, no período diurno (Tabela 01).

Em função dos freqüentes estudos acerca das conseqüências malélicas da poluição sonora, a Lei Federal n<sup>o</sup> 9.605/1998 (BRASIL, 1998), Lei de Crimes Ambientais, a poluição sonora vem sendo interpretada como crime ambiental quando, de acordo com o artigo 54, explicita os efeitos da poluição e dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao ambiente:

Art. 54. Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em

## Artigo/Article

danos a saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora

Pena: Reclusão, de um a quatro anos, e multa.

Tabela 01: Níveis de decibéis máximos permitidos nos períodos diurnos e noturnos conforme o zoneamento.

Área	Período	Decibéis (dB)
Zona de Hospitais	Diurno	45
	Noturno	40
Zona Residencial Urbana	Diurno	55
	Noturno	50
Centro da Cidade (Comércio, Negócios e Administração)	Diurno	65
	Noturno	60
Área Predominantemente Industrial	Diurno	70
	Noturno	65

Fonte: ABNT, 2000.

Amparadas pela Lei de Crimes Ambientais, algumas prefeituras, através do telefone do Disk-Silêncio recebem muitas denúncias relatando os exageros sonoros. Configurado o crime as fontes sonoras podem ser apreendidas sendo lavrado um auto de infração encaminhado para a Delegacia de Meio Ambiente (DEMA). Infelizmente, acostumada a sofrer dos males sonoros nos períodos de trabalho, a população busca o serviço nos momentos de

descanso, período noturno e finais de semana, quando geralmente não encontram respostas a sua necessidade.

Não surpreende o aumento número de conflitos urbanos devido aos barulhos excessivos e fora de horário, especialmente os produzidos pela associação veículos automotivos e postos de gasolina. Em Brasília, apenas nos primeiros três meses de 2010, o Instituto Brasília Ambiental (Ibram) recebeu 840 denúncias de

## Artigo/Article

poluição sonora no Distrito Federal, a maior parte delas registros de uso indevido de sons automotivos em postos de combustíveis (SEIXAS & OLIVEIRA, 2010). Destas, ao menos uma dezena, terminou em agressões físicas, geralmente sofridas pelo denunciante.

No caso dos sons automotivos o instrumento legal é bastante claro quanto ao limites sonoros permitidos. No aspecto Trânsito de Veículos Automotores a Resolução Nº 204/2006 (BRASIL, 2006) do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) que regulamenta o volume e a frequência de funcionamento de aparelhos de som instalados em veículos estabelece que a utilização, em veículos de qualquer espécie, de equipamento que produza som só será permitida em nível de pressão sonora não superior a 80 dB, medido a 7 m de distância do veículo. A Infração de trânsito, de natureza grave, resulta no acréscimo de 5 pontos na Carteira Nacional de Habilitação, multa de 120 UFIR e medida administrativa de retenção do veículo para regularização. Isto sugere que o

aumento deste tipo de ocorrência deva estar ligado a fiscalização ambiental que, não atuando de maneira ostensiva, mas apenas baseada em denúncias, dispõe de um número reduzido de fiscais treinados para a função e, em algumas situações, sem o equipamento necessário para a efetividade da legislação.

Apesar de regulamentar sobre a intensidade e a frequência dos sons emitidos por equipamentos sonoros instalados em veículos, segundo o seu escopo, a Resolução CONTRAN Nº 204/2006 (BRASIL, 2006) não especifica faixas limites de frequência dos sons, da mesma forma como é tratado o NIS. A resolução se limita a afirmar que a “utilização de equipamentos com som em volume e frequência em níveis excessivos constitui perigo para o trânsito” (BRASIL, 2006).

No ambiente do trabalho a Norma Regulamentadora nº 15 do Ministério do Trabalho (BRASIL, 1978) estabelece, com a proteção adequada, limites de tempo de tolerância para ruído contínuo ou flutuante (Tabela 02).



Tabela 02: Limites de tempo de tolerância para ruído contínuo ou flutuante

Nível de Ruído (dB)	Máxima Exposição Diária Permissível
85	8 horas
90	4 horas
95	2 horas
100	1 hora
105	30 minutos
110	15 minutos
115	7 minutos

Fonte: BRASIL, 1978

Mesmo respeitando tais imposições um estudo realizado com trabalhadores de manutenção de aeronaves de asas rotativas indicou uma perda auditiva em 32% destes profissionais, resultado que pode estar associado a constância da exposição a níveis elevados de pressão sonora (RIBEIRO & CÂMARA, 2006).

Em muitas situações de poluição sonora medidas educativas preventivas podem ter melhores efeitos que ações de fiscalização e punição. Medidas educativas de combate a poluição sonora passam por noções de cidadania e coletividade, atuando também no

sentido de conhecer as fontes causadoras para então tentar anulá-las ou diminuí-las. Caso isso não seja possível ou a atuação se mostre incipiente outras medidas de controle podem ser adotadas.

## **5. CONTROLE DO SOM NO AMBIENTE**

Um ambiente é acusticamente confortável quando as pessoas que nele se encontram escutam bem. A arquitetura do lugar não influencia negativamente sobre sua capacidade de escutar bem e o ruído produzido

## Artigo/Article

em outros locais não deve interferir com o som que se deseja escutar.

Uma corrente denominada por Arquitetura Sustentável, que busca uma melhor interação da construção com o ambiente com o objetivo de aumentar a qualidade de vida do ser humano no ambiente construído e no seu entorno. Esta corrente oferece soluções para o combate a poluição sonora intrínseca ao ambiente urbano controlando a intensidade do som recebida pelo usuário do espaço urbano, aberto ou fechado (CORBELLA, 2003).

Este controle do som pode ocorrer no ambiente onde este é recebido através da disposição de obstáculos que impeçam ou atenuem a chegada do som ao ambiente. Neste caso as superfícies expostas não devem ter muitas aberturas, devendo ser pesadas e com revestimentos porosos.

Pode-se também dificultar a propagação da onda sonora fazendo que a sua intensidade sonora seja reduzida no percurso. Neste caso a indústria oferece uma variada gama de revestimentos, isolantes acústicos, que reduzem a energia do som transmitido de um ambiente para

outros vizinhos, ou absorventes acústicos, que reduzem a energia do som refletido por uma superfície do mesmo ambiente minimizando a reverberação sonora.

Mesmo para o tráfego viário no ambiente urbano, uma das principais fontes de poluição sonora, pode ter o problema pode ser minimizado através de soluções de engenharia combinadas como: asfalto silencioso, motores silenciosos, barreiras urbanas, túneis, elevações e cortes nos níveis das pistas (Figura 05). No entanto, melhor seria que os projetos contemplassem as vias de tráfego mais intenso distante das áreas de convivência.

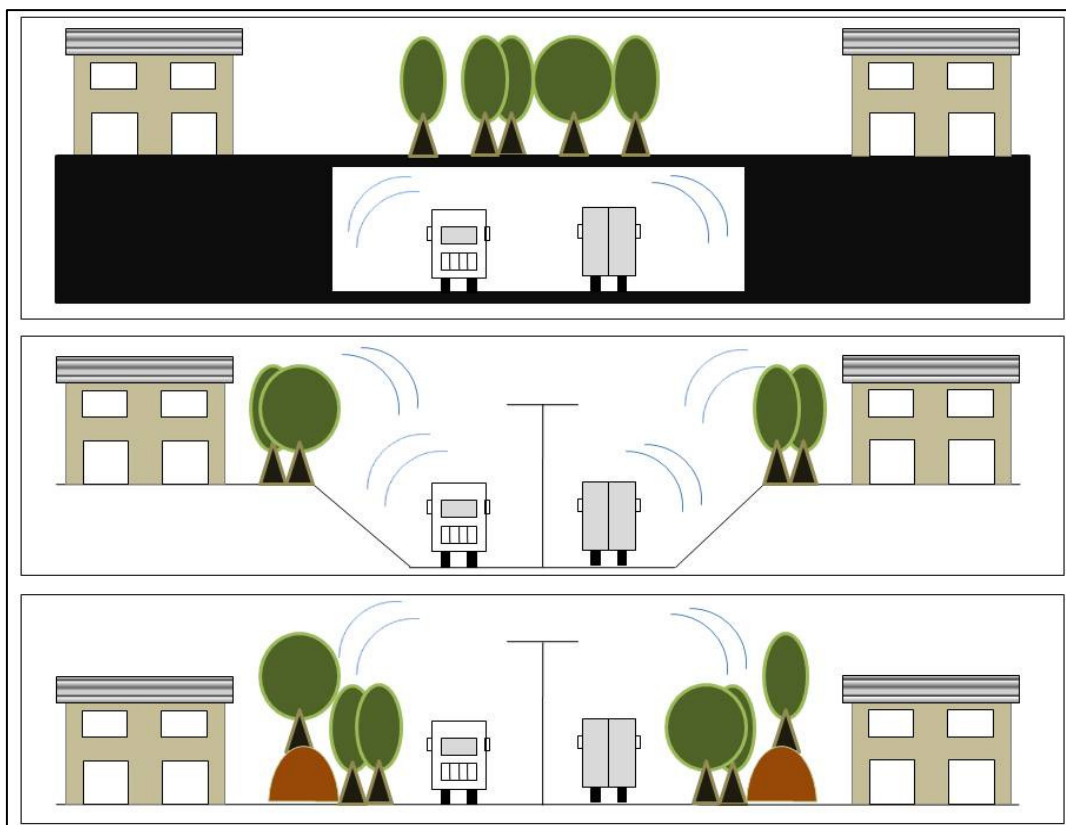


Figura 05: Algumas soluções de engenharia para minimizar os ruídos devido ao tráfego viário.

Associada as soluções estruturais, Guzzo (2006) relaciona as vantagens da arborização urbana, além dos efeitos psicológicos, de ornamentação, melhoria microclimática e diminuição da poluição do ar, para a redução dos níveis da poluição sonora urbana, impedindo que os ruídos e barulhos reverberem continuamente nas paredes das casas e edifícios, causando uma sensação de um som permanente. A folhagem das árvores

contribui para absorver a energia sonora fazendo com que os sons emitidos sejam rapidamente suprimidos.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitos são os estudos e tecnologias aplicadas à acústica para minimizar os problemas produzidos por sons, no sentido de controlar ruídos e quantificá-los, de forma que

## Artigo/Article

estes se ajustem a faixas normatizadas de conforto ambiental. No entanto, políticas públicas de valorização e formação dos agentes responsáveis pela defesa do ambiente urbano e ações educativas paralelas de conhecimento dos problemas resultantes da poluição sonora e de respeito às diferentes percepções auditivas podem trazer melhores efeitos aos indicadores de qualidade de vida. A organização da sociedade neste sentido resultará em ganhos nas áreas de segurança pública e saúde pelas reduções de conflitos urbanos e de gastos com medicamentos, licenças e internações.

Experiências auditivas, ainda que este sentido seja menos sensível que a visão, atuam de forma intensa sobre as nossas percepções dos ambientes. Assim, reconhecendo o importante papel da sonoridade, associada as demais variáveis ambientais, para a sensação de bem-estar do homem em um ambiente, a sociedade terá que obrigatoriamente reencontrar o ponto de equilíbrio onde talvez as nossas lembranças auditivas sejam de sons mais aprazíveis, como a trilha sonora de

um romance ou o som da chuva calma que cai sobre o telhado.

### 6. REFERÊNCIAS

#### BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAUJO, I. P. Poluição Sonora de Veículo Automotor. **Âmbito Jurídico**. N.327, p.05, 2008. Disponível em: <<http://www.ambito-juridico.com.br>>. Acesso em: 25/05/2010.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10.151**. Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro, 2000.
3. BOCK, L.; CENTOFANTI, M. Cidade do Barulho. **Revista Veja São Paulo**. São Paulo, SP, 21 jul. 2004.
4. BRASIL. Constituição. 1988. **Constituição: República Federativa do Brasil**. São Paulo: LTr, 1988. BRASIL. **Decreto-Lei Federal nº 3.688**. 1941. Lei das Contravenções Penais. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/deceto-lei/del3688.htm>>. Acesso em: 02 fev. 2010.
5. BRASIL. **NR-15**. Atividades e Operações Insalubres. Brasília: Ministério do Trabalho, 1978. BRASIL. **Resolução Conama nº 001**. 1990. Dispõe sobre o controle da poluição Sonora. Disponível em: <[www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0190.html](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0190.html)>. Acesso em: 02 fev. 2010.

## Artigo/Article

6. BRASIL. **Lei nº 9.394**. 1996. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismo de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/lei/9394.htm>>. Acesso em: 02 fev. 2010.
7. BRASIL. **Resolução Contran nº 204**. 2006. Regulamenta o volume e a frequência dos sons produzidos por equipamentos utilizados em veículos e estabelece metodologia para medição a ser adotada pelas autoridades de trânsito ou seus agentes, a que se refere o art. 228 do Código de Trânsito Brasileiro - CTB. Disponível em: <[http://www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/Resolucao204\\_06.pdf](http://www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/Resolucao204_06.pdf)> Acesso em: 02 fev. 2010.
8. BRESSANE, A.; MOCHIZUKI, P. S.; GOBBI, N.; CARVALHO, M. D. Legislação Ambiental Aplicável À Poluição Sonora Urbana. **Revista HOLOS Environment**, v.8, n.2, p.132-148, 2008.
9. BRÜEL & KJAER. **Environmental Noise Booklet**. Denmark: Brüel & Kjaer Sound e Vibration Measurement A/S, 2000.
10. CORBELLA, O. **Em Busca de uma Arquitetura Sustentável para os Trópicos – Conforto Ambiental**. Rio de Janeiro: Editora Revan, 2003. FERNANDES, J. C. **Acústica e Ruídos: Apostila**. Bauru: UNESP, 2002. 98 p. Universidade Estadual Paulista, 2002. Disponível em: <<http://wwwp.feb.unesp.br/jcandido/acustica/apostila.htm>>. Acesso em: 22 dez. 2010.
11. GUZZO, P. **Áreas Verdes Urbanas**. Instituto de Biociências, Unesp, Rio Claro, SP, 2006. Disponível em: <<http://www.educar.sc.usp.br>> Acesso em: 12 jan. 2011.
12. HAILEY, A. **Automóvel**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1971.
13. HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. **Física 2**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos LTC, 1996.
14. KATZ, J. **Tratado de Audiologia Clínica**. São Paulo: Manole, 1999.
15. LACERDA, A. B. M.; MAGNI, C.; MORATA, T. C.; MARQUES, J. M.; ZANNIN, P. H. T. Ambiente Urbano e Percepção da Poluição Sonora. **Ambiente e Sociedade**. v.8, n.2, p.85-98, 2005.
16. LUBMAN, D.; SUTHERLAND, L. C. Good classroom acoustics in a good investment. **Classroom Acoustics**, p.1-2, 2003.
17. MOURA, A. S.; REIS, J. G. R.; MONT'ALVERNE, A. M. Avaliação da Frequência de Vibração das Fundações Superficiais dos Aerogeradores das Usinas Eólicas da Prainha e da Taíba. **Revista Tecnologia**. v.30, n.1, p.77-88, 2009.
18. RAMOS, J. O. P. **Dinâmica Urbana na Cidade de São Paulo: O desafio do desenho das soluções acústicas**. 2007. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Arquitetura), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. 156 f. São Paulo, SP.

**Artigo/Article**

19. RANGEL, H. H. R.; COELHO, A. P. **Ecologia e Poluição: Problemas do século XX**. Rio de Janeiro: Clube de Engenharia, 1972.
20. RIBEIRO, A. M. D.; CÂMARA, V. M. Perda Auditiva Neurosensorial por Exposição Continuada a Níveis Elevados de Pressão Sonora em Trabalhadores de Manutenção de Aeronaves de Asas Rotativas. **Caderno de Saúde Pública**. v.22, n.6, p.1217-1224, 2006.
21. RUSSO, I. C. P. Noções Gerais de Acústica e Psico-acústica. p. 49-76. *In*: NUDELMANN A. A.; COSTA, E. A.; SELIGMAN, J.; IBÁÑES R. N. **PAIR - Perda Auditiva Induzida Pelo Ruído**. São Paulo: Bagagem, 1997.
22. SEIXAS, M. F.; OLIVEIRA, N. Depois da Selvageria, Posto Veta Barulho Além das 18h. **Correio Brasileiro**. Brasília, DF, 17 mai. 2010. Disponível em: <<http://www.correiobrasiliense.com.br>> Acesso em: 15 jul. 2010.
23. SHARGORODSKY, J.; CURHAN, S. G.; CURHAN, G. C.; EAVEY, R. **Change in Prevalence of Hearing Loss in US Adolescents**. Journal of the American Medical Association. v.304, n.7, p.773-778, 2010.
24. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Résumé D'orientation Des Directives De l'oms Relatives Au Bruit Dans l'environnemental**. 2003. Disponível em URL: <<http://www.who.int/homepage/primer>>. Acesso em: 12 dez. 2010.
25. YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física II: Termodinâmica e Ondas**. São Paulo: Addison Wesley, 2008.
26. ZANNIN, P. H. T.; FERREIRA, A. M. C.; ZWIRTES, D. P.; NUNES, E.; STUMM, S. B.; TÖWS, M. Comparação Entre Tempos de Reverberação Calculados e Medidos. **Ambiente Construído**, v.5, n.4, p.75-85, 2005.