

# **RUÍDO E SEUS PREJUÍZOS À SAÚDE**

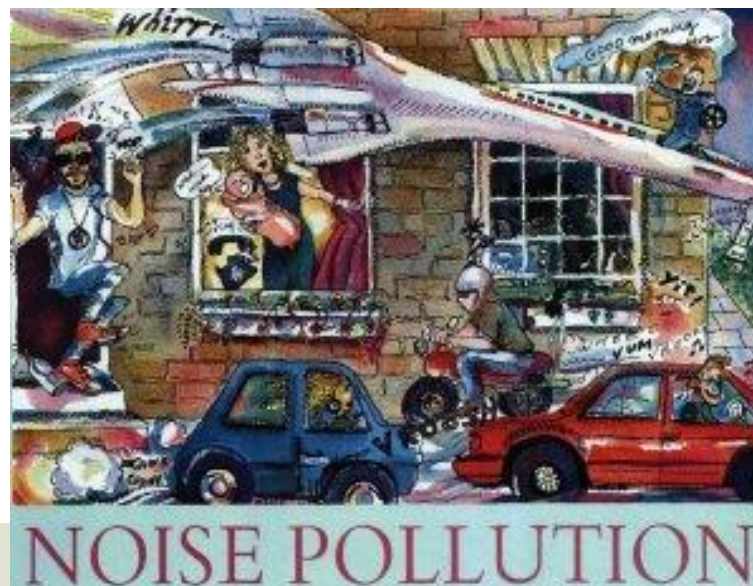
**Profa. Dra. Alessandra Giannella Samelli**

Curso de Fonoaudiologia do Depto. de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo



- Do ponto de vista físico, ruído é definido como um **fenômeno acústico não periódico, sem componentes harmônicos definidos**. É um som de grande complexidade, resultante da superposição desarmônica de sons advindos de várias fontes, tornando-se assim **inútil e desagradável**

(COSTA & KITAMURA, 1995; FERNANDES, 2002).

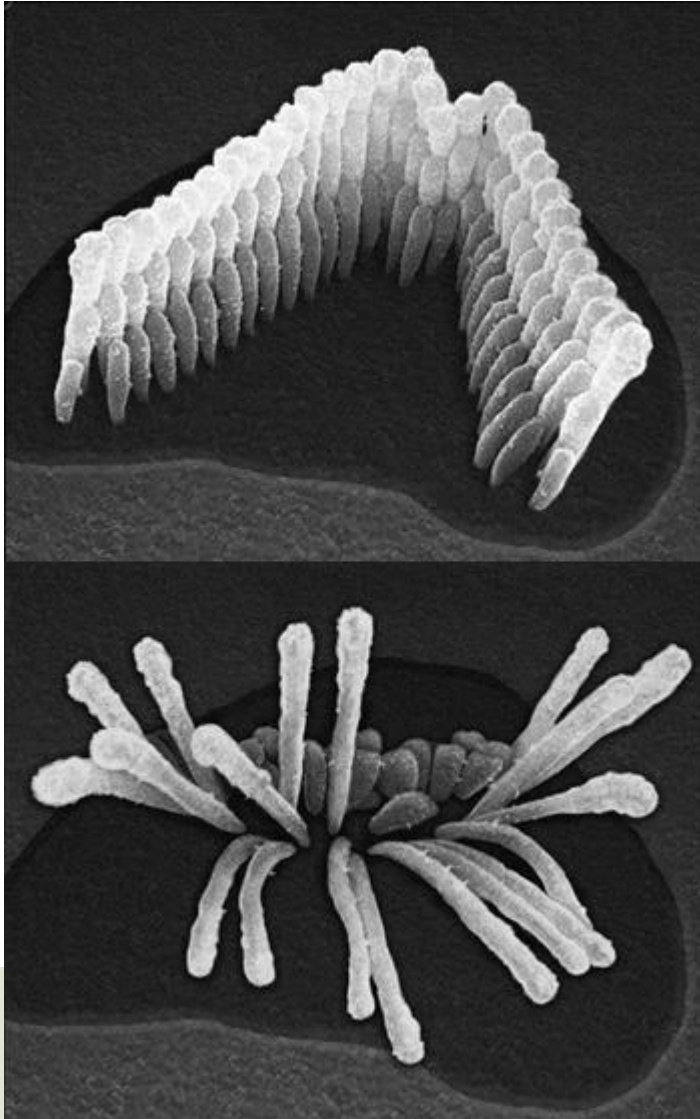


# Efeitos do ruído

- **Auditivos** – perda auditiva temporária ou permanente; zumbido (tinnitus).
- **Extra-auditivos** (prejuízos físicos e mentais).



# Efeitos auditivos - temporários

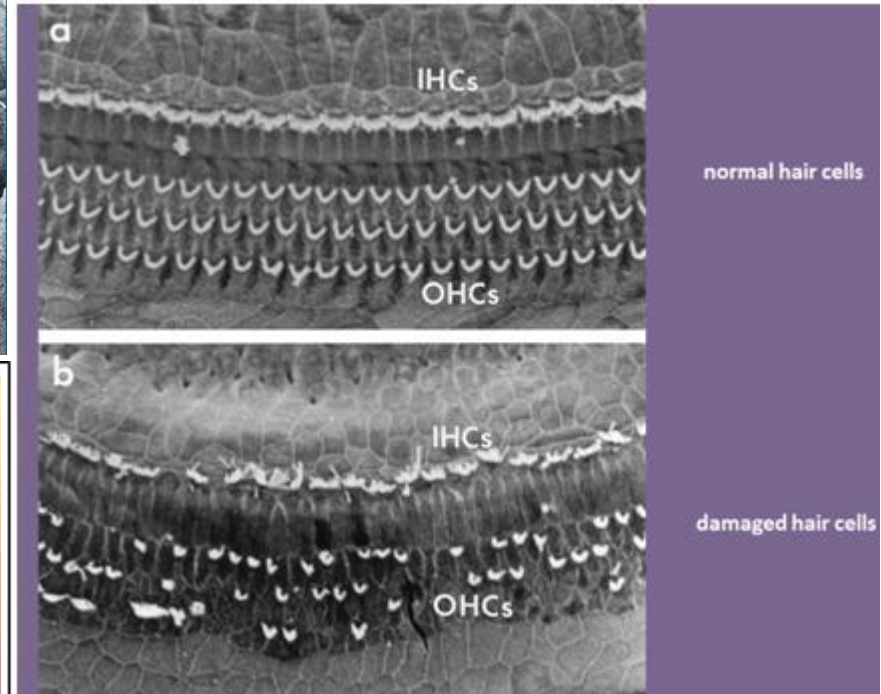
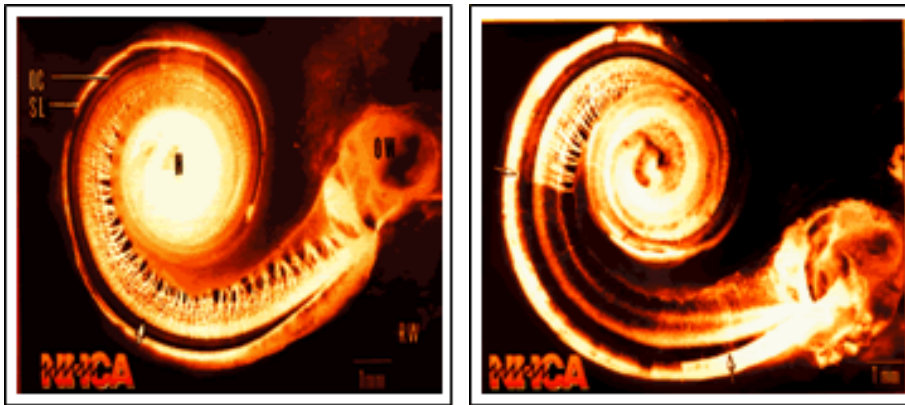
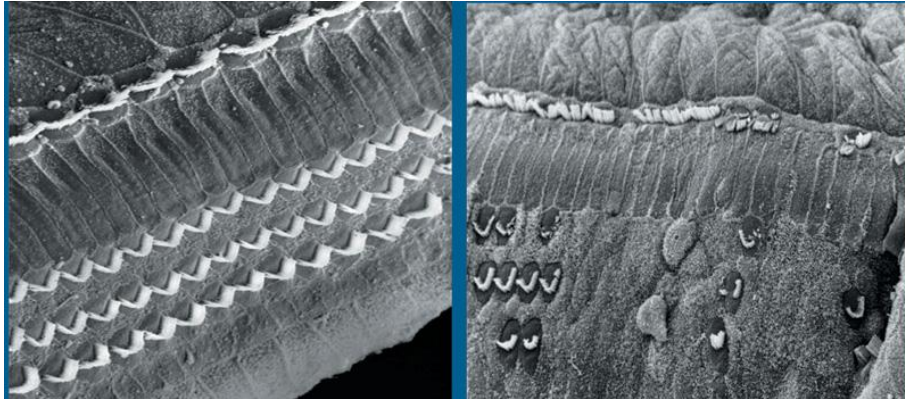


•A **perda auditiva temporária** pode ser causada pela exposição à ruído contínuo superior a 80 dB (STELLMAN & DAUM, 1975), ou exposição a níveis superiores a 85 dB por mais de oito horas (BRASIL, 1978), promovendo a fadiga e diminuindo a acuidade auditiva. Porém, os **limiares auditivos retornam a normalidade após um período de silêncio**, que normalmente varia de 11 a 14 horas (SALIBA, 2004).

Before and After Loud Sounds - The top electron microscope photo shows the tiny hair bundle on top of a healthy inner ear hair cell. Compare it to the bottom electron microscope photo of a sound-damaged hair bundle again on top of an inner ear hair cell.



# Efeitos auditivos - permanentes



- **Perda auditiva irreversível** – depende da intensidade do som, do tempo de exposição a este som, do tempo de repouso acústico, dos anos efetivos de exposição e da suscetibilidade do indivíduo.



# Efeitos auditivos - permanentes

- **Trauma acústico** – forma brusca, pela exposição de curta duração a um ruído muito intenso (Ex: explosão, arma de fogo, etc).
- **Perda auditiva induzida por ruído** - forma lenta, pela exposição prolongada a ruídos ambientais de risco.

(JERGER e JERGER, 1989; MELNICK, 1999; SALIBA, 2004)



# Limites de tolerância – NRI5 (CLT)

ANEXO I  
LIMITES DE TOLERÂNCIA PARA RUIDO CONTÍNUO OU INTERMITENTE

NÍVEL DE RUIDO DB (A)	MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos



17.5.2. Nos locais de trabalho onde são executadas atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constantes, tais como: salas de controle, laboratórios, escritórios, salas de desenvolvimento ou análise de projetos, dentre outros, são recomendadas as seguintes condições de conforto:

a) níveis de ruído de acordo com o estabelecido na NBR 10152, norma brasileira registrada no INMETRO;

(...)

17.5.2.1. Para as atividades que possuam as características definidas no subitem 17.5.2, mas não apresentam equivalência ou correlação com aquelas relacionadas na NBR 10152, o nível de ruído aceitável para efeito de conforto será de até 65 dB (A) e a curva de avaliação de ruído (NC) de valor não superior a 60 dB.





Locais	dB(A)	NC
<b>Hospitais</b>		
Apartamentos, Enfermarias, Berçários, Centros cirúrgicos	35 - 45	30 - 40
Laboratórios, Áreas para uso do público	40 - 50	35 - 45
Serviços	45 - 55	40 - 50
<b>Escolas</b>		
Bibliotecas, Salas de música, Salas de desenho	35 - 45	30 - 40
Salas de aula, Laboratórios	40 - 50	35 - 45
Circulação	45 - 55	40 - 50
<b>Hotéis</b>		
Apartamentos	35 - 45	30 - 40
Restaurantes, Salas de Estar	40 - 50	35 - 45
Portaria, Recepção, Circulação	45 - 55	40 - 50
<b>Residências</b>		
Dormitórios	35 - 45	30 - 40
Salas de estar	40 - 50	35 - 45
<b>Auditórios</b>		
Salas de concertos, Teatros	30 - 40	25 - 30
Salas de conferências, Cinemas, Salas de uso múltiplo	35 - 45	30 - 35
<b>Restaurantes</b>	40 - 50	35 - 45
<b>Escritórios</b>		
Salas de reunião	30 - 40	25 - 35
Salas de gerência, Salas de projetos e de administração	35 - 45	30 - 40
Salas de computadores	45 - 65	40 - 60
Salas de mecanografia	50 - 60	45 - 55
<b>Igrejas e Templos (Cultos meditativos)</b>	40 - 50	35 - 45
<b>Locais para esporte</b>		
Pavilhões fechados para espetáculos e atividades esportivas	45 - 60	40 - 55

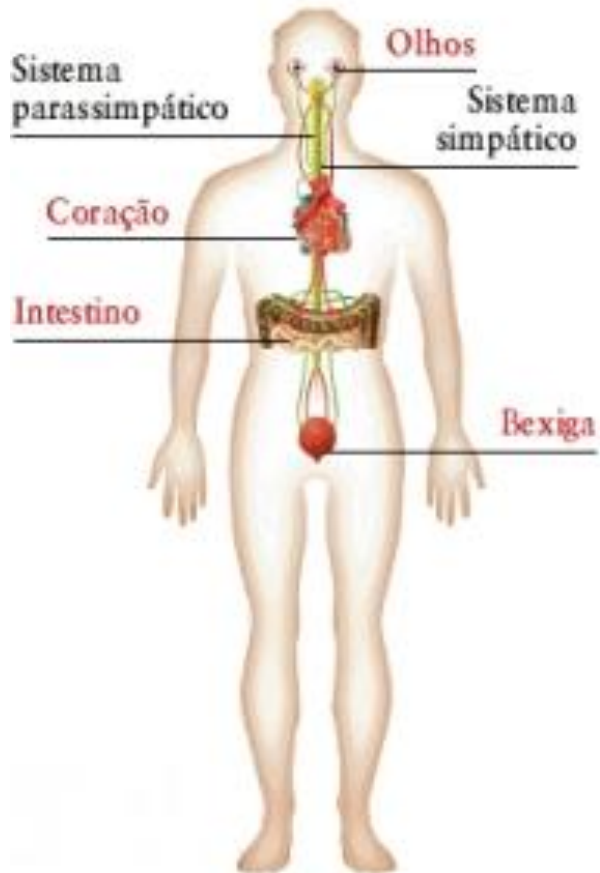
Notas: a) O valor inferior da faixa representa o nível sonoro para conforto, enquanto que o valor superior significa o nível sonoro aceitável para a finalidade.

b) Níveis superiores aos estabelecidos nesta Tabela são considerados de desconforto, sem necessariamente implicar risco de dano à saúde (ver Nota a do Capítulo 1).

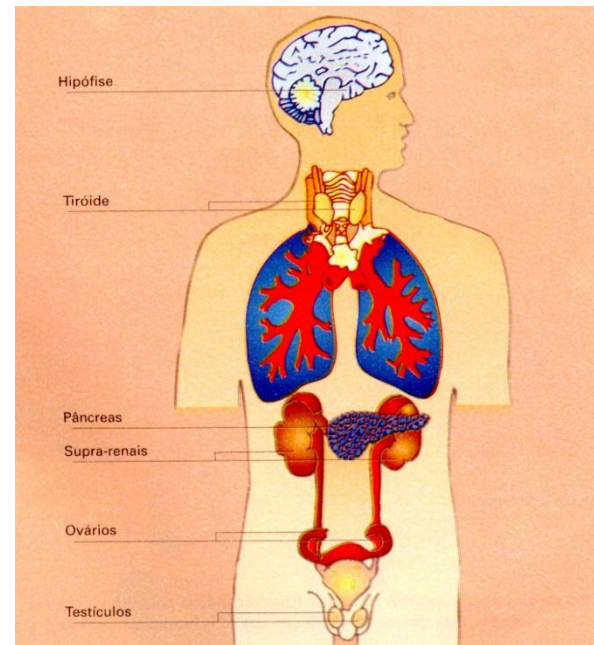


- O organismo humano não se desliga do ruído. A audição é um **processo permanente** que utiliza estruturas **corticais e subcorticais** para filtrar e interpretar as informações acústicas, que são essenciais para a sobrevivência / comunicação.





Ruído provoca reações no **sistema nervoso autônomo e endócrino** (INCONSCIENTES).



- Em virtude destas reações fisiológicas, o ruído torna-se prejudicial à saúde em vários aspectos:
  - ✓ **perturbações do sono,**
  - ✓ **doenças cardiovasculares,**
  - ✓ **sintomas psiquiátricos,**
  - ✓ **efeitos psicossociais generalizados, incluindo o incômodo com o ruído, redução no desempenho / atenção e aumento do comportamento agressivo,**
  - ✓ **Outros.**

(Academia Americana de Pediatria ,1997; Stansfeld et al., 2000; Organização Mundial da Saúde, 2001).



# Mecanismos básicos de ação do ruído

- **Ruído** - reações reflexas - reações primárias de defesa do organismo.
- **Exposição temporária** - organismo geralmente retorna ao normal ou ao estado de pré-exposição em poucos minutos (normalização dos hormônios).
- **Exposição mantida** ou alternada regularmente - mudanças persistentes.
- **Ruído** - estímulo para conexão com o arco-reflexo vegetativo do SNA. Há diferentes reações no eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, incluindo um aumento de liberação hormônios. Os órgãos alvos incluem: órgãos sexuais, sistema imune, coração, vasos sanguíneos, intestinos etc, que regulam os diferentes ritmos biológicos, incluindo a vigília-sono, secreções hormonais, etc.



# Mecanismos básicos de ação do ruído

- **Efeitos na circulação sistêmica** - constrição dos vasos sanguíneos, perturbações circulatórias, inclusive hipertensão arterial, dilatação da pupila, diminuição da motilidade gastro-intestinal, úlcera, etc. Muitos efeitos psicofisiológicos e fisiológicos podem ser considerados decorrentes desta atividade secundária a reação geral de estresse.
- **Primeira fase (estresse agudo)** - liberação de adrenalina.
- **Segunda fase (estresse crônico)** - período de resistência, quando o organismo habitua-se ao agente agressor, prepara-se para continuar se defendendo e passa a liberar mais adrenalina, que constitui os hormônios do medo, da raiva e da ansiedade. Nesta fase, há a liberação de cortisol, que é um hormônio anti-inflamatório.
- **Terceira fase (estresse de exaustão)** - permanência das secreções destes hormônios e queda das gonadotrofinas e oxitocinas, afetando a persistência, comportamentos sociais e sexuais, levando à depressão psicológica, à deficiência imunológica, à desintegração orgânica, óssea, muscular etc. O organismo não mais possui capacidade de adaptação frente a uma situação de estresse intenso ou muito prolongada.

(PIMENTEL-SOUZA, 2003)



# Mecanismos básicos de ação do ruído

- **Ruído - reações de estresse durante o sono** pode ser explicada por um efeito numa região especializada do tronco encefálico, a amígdala. Mesmo os sinais de ruído de baixa intensidade tem o potencial de desencadear reações de estresse com o aumento da liberação de **cortisol**.
- **Aprendizagem da amígdala** - identifica os sinais de ruído por suas propriedades acústicas que transportam a informação de um perigo iminente. Mesmo em pessoas dormindo, **reações de estresse são mais influenciados pela informação transmitida por um sinal de ruído do que pela sua intensidade**.



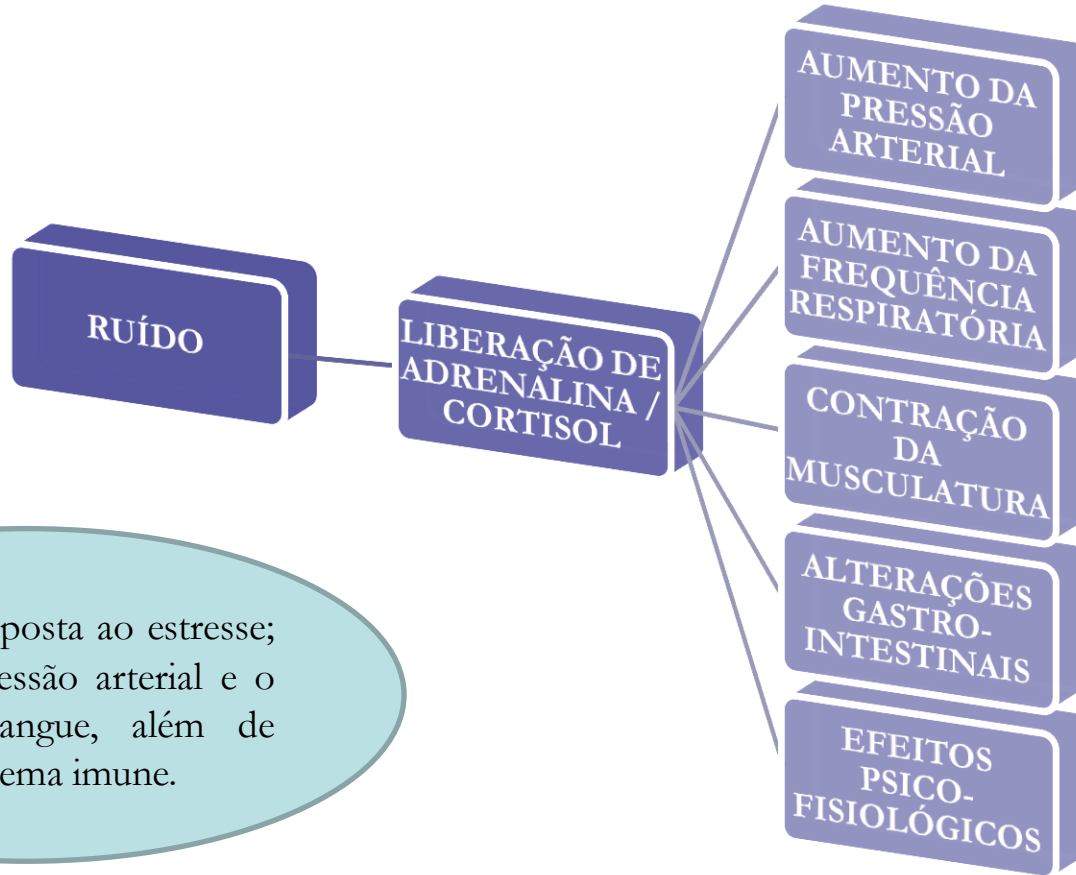
# Mecanismos básicos de ação do ruído

- A amígdala do homem moderno já aprendeu que é necessário para a sobrevivência, desencadear a reação de fuga, quando ouve o barulho de um caminhão se aproximando ao cruzar a estrada. No entanto, se ele vê o tráfego de uma sacada, o mesmo barulho não irá desencadear uma reação de fuga, porque **a amígdala é contrariada pelo córtex**.
- Em contraste, **um ruído inesperado** e repentino muito intenso, muito provavelmente irá causar uma reação de choque. Isto é causado **pela liberação de adrenalina** na reação de fuga. Neste caso, **o raciocínio é muito lento** para evitar a reação de fuga.
- Se, por outro lado, o homem moderno está dormindo perto de uma estrada movimentada, a sua **amígdala não tem outra opção a não ser reagir ao barulho de veículos pesados com a reação derrota**.
- Ruído do tráfego durante à noite - reações repetidas cronicamente com o aumento do cortisol vai tornar-se um problema generalizado.

(Ising e Prasher, 2000)

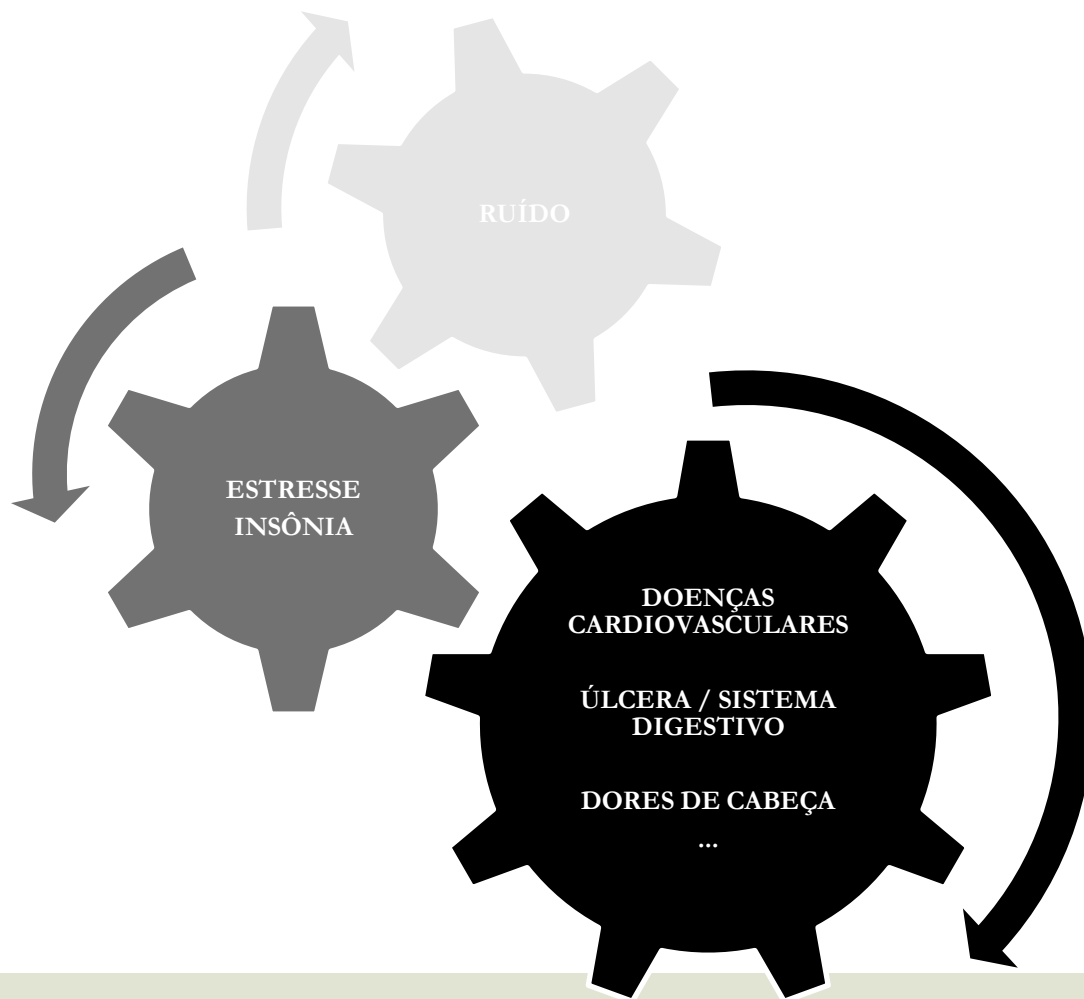






Cortisol: resposta ao estresse; aumenta a pressão arterial e o açúcar no sangue, além de suprimir o sistema imune.

**Mudanças repetidas nas respostas biológicas => estresse crônico ao ruído => a longo prazo, mudança no equilíbrio do organismo => provoca outras doenças**

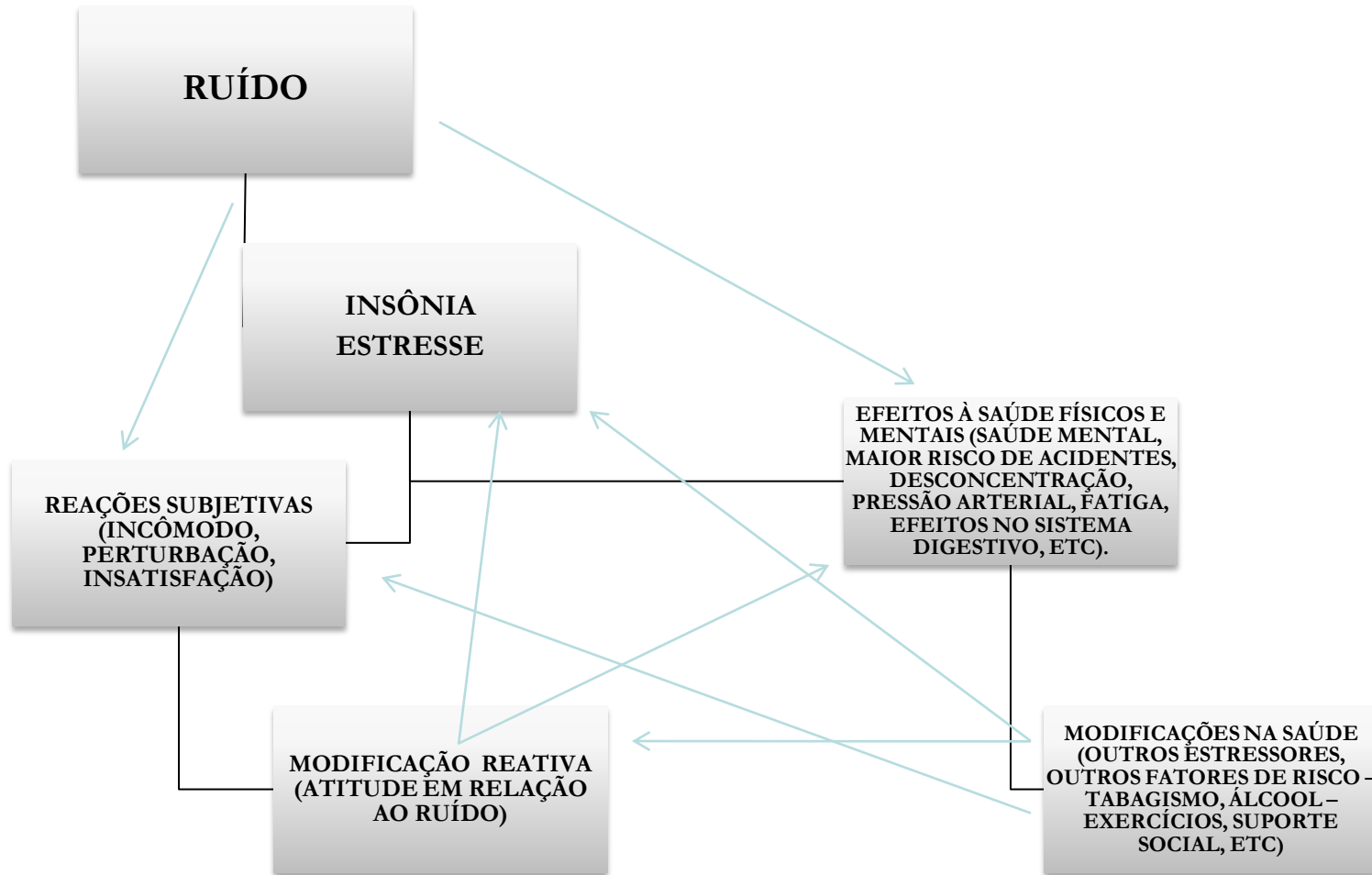


- O **estresse e a insônia**, fatores de risco para hipertensão, úlceras e outras doenças, são diretamente causados pelo ruído.
- O corpo nunca se ajusta ao barulho e o estresse continua.
- O ruído perturba **padrões de sono** (duração / despertares e profundidade).
- Doenças podem piorar devido à exposição ao ruído.

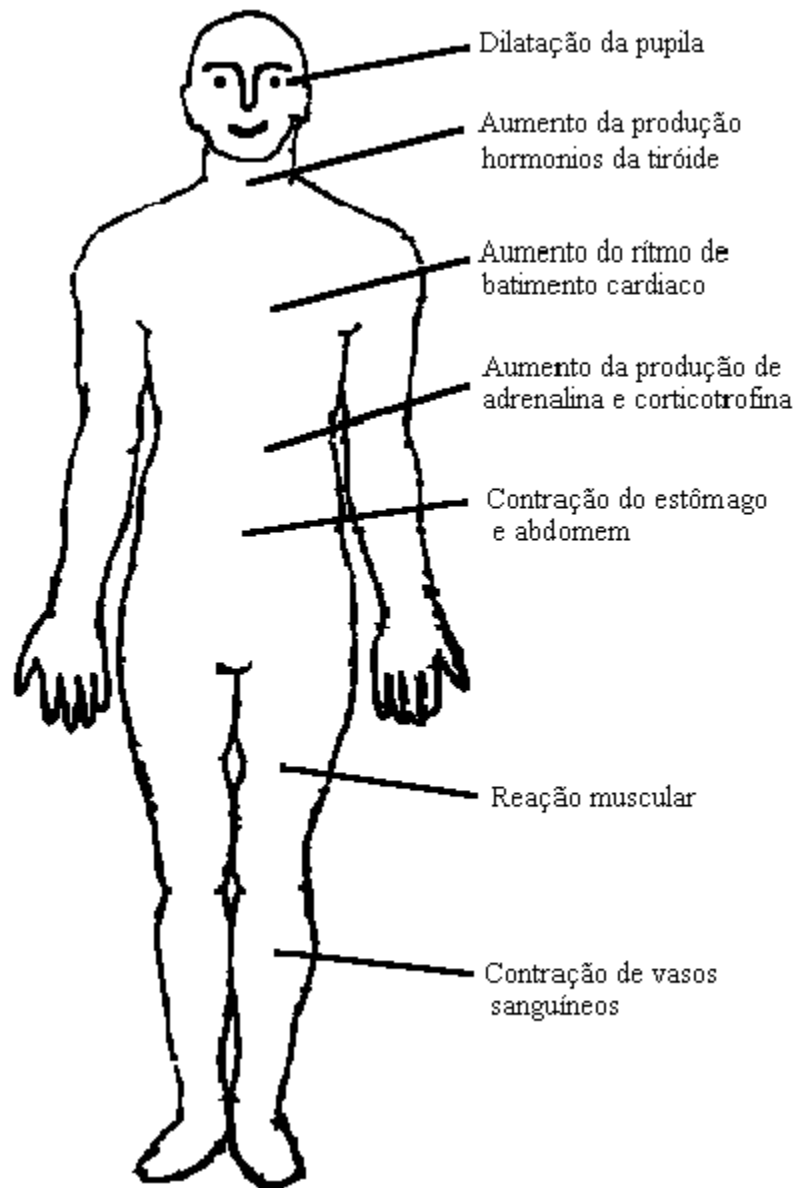
(WHO, 2011)



# Modelo das conexões causais



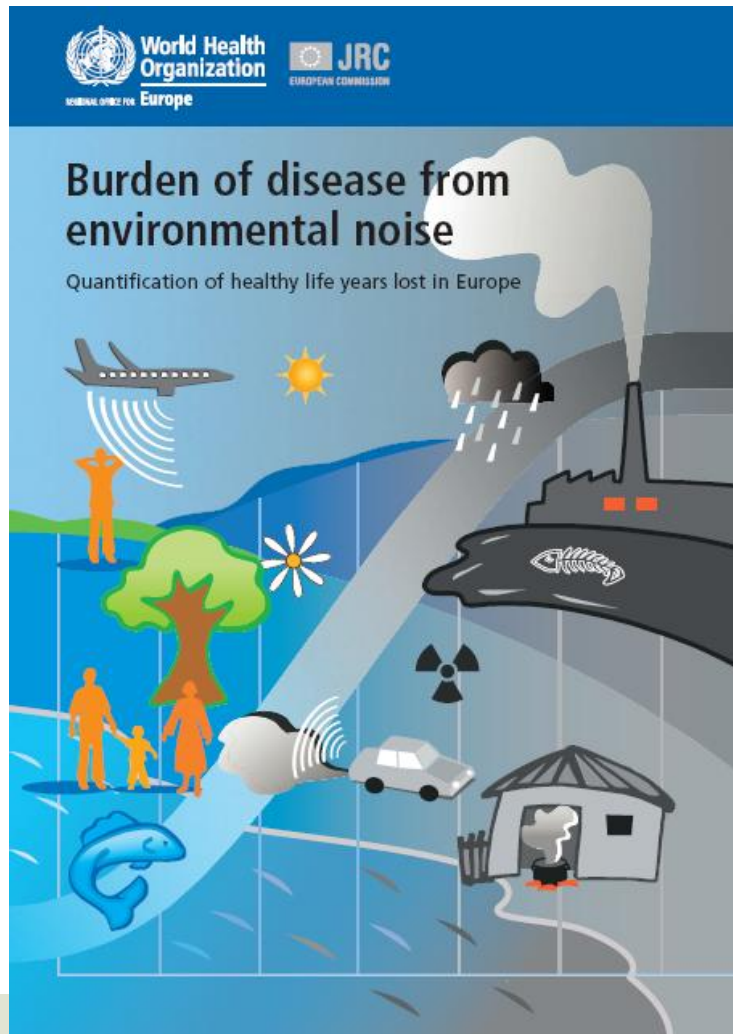
# Efeitos extra-auditivos



Fonte: GERGES (1992)



EFFECT	CLASSIFICATION OF EVIDENCE	SITUATION	EXPOSURE		
			VALUE IN dB(A)	DURATION	LOCATION
Hearing loss	Sufficient	Occ Env recr Occ unb	75 70 <85	Occupational exposure dB(A) Leq 24 hours Occupational exposure	Inside Inside Inside
Annoyance	Sufficient	Occ off Occ ind Env	<55 <85 42	Occupational exposure Occupational exposure Ldn	Inside Inside Outside
Hypertension	Sufficient	Occ ind Env road Env air	<85 70 70	Occupational exposure dB(A) Leq 06-22 hours dB(A) Leq 06-22hours	Inside Outside Outside
Ischaemic heart disease	Sufficient	Env road Env air	70 70	dB(A)Leq 06-22 hours	Outside Outside
Sleep disturbance, changes in:					
- Sleep pattern	Sufficient	Sleep			
- Awakening	Sufficient	Sleep	60	SEL	Inside
- Sleep stages	Sufficient	Sleep	35	SEL	Inside
- Subjective sleep quality	Sufficient	Sleep	40	Leq 11pm-7am	Outside
- Heart rate	Sufficient	Sleep	40	SEL	Inside
- Mood next day	Sufficient	Sleep	<60		Outside
Performance	Sufficient Limited	School Occ Env	70	Leq dB(A) school hours	Outside
Sleep disturbance, changes in hormones	Limited	Sleep			
Sleep disturbance, changes in performance next day	Limited	Sleep			
Immune effects	Limited	Occ Env			
Biochemical effects	Limited	Occ Env			
Birthweight	Limited	Occ Env air			
Psychiatric disorders	Limited	Env air			
Absentee rate	Limited	Occ ind Occ off			
Psycho-social well-being	Limited	Env			
Sleep disturbance, changes in immune system	Inadequate	Sleep			
Congenital effects	Lack	Occ Env			



ISBN: 978 92 890 0229 5

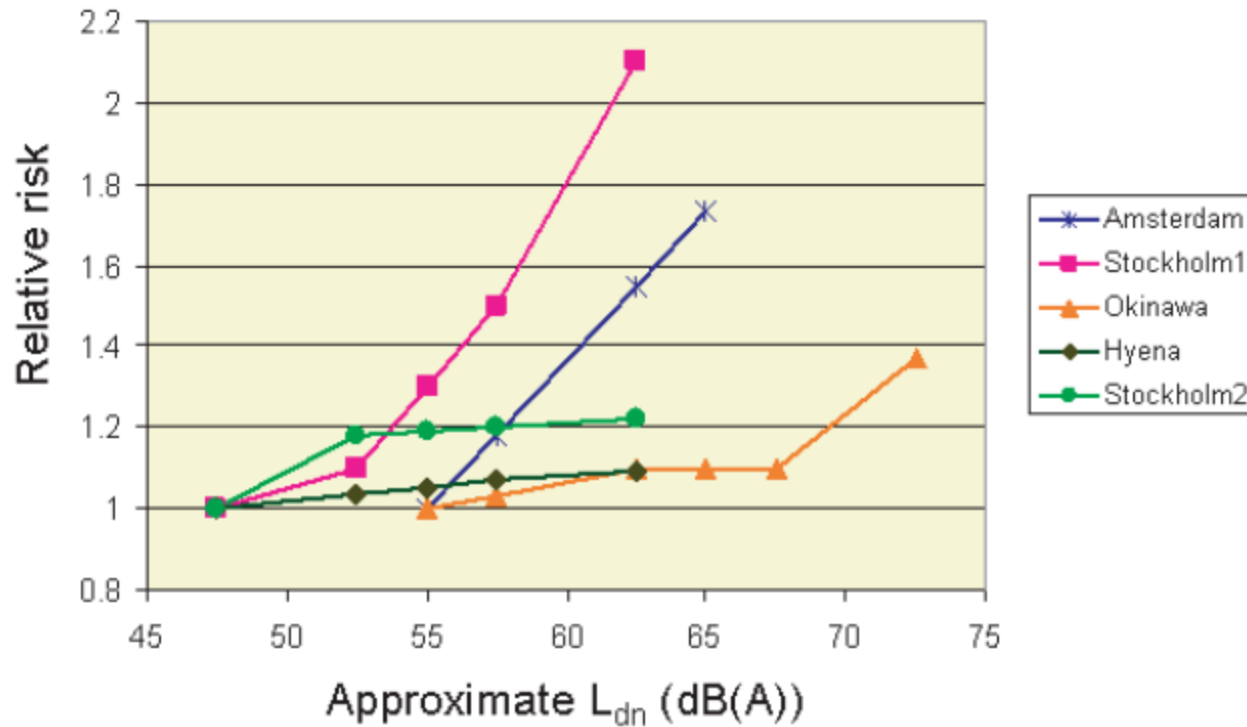
Address requests about publications of the WHO Regional Office for Europe to:  
Publications  
WHO Regional Office for Europe  
Scherfigsvej 8  
DK-2100 Copenhagen Ø, Denmark

Alternatively, complete an online request form for documentation, health information, or for permission to quote or translate, on the Regional Office web site (<http://www.euro.who.int/pubrequest>).

© World Health Organization 2011



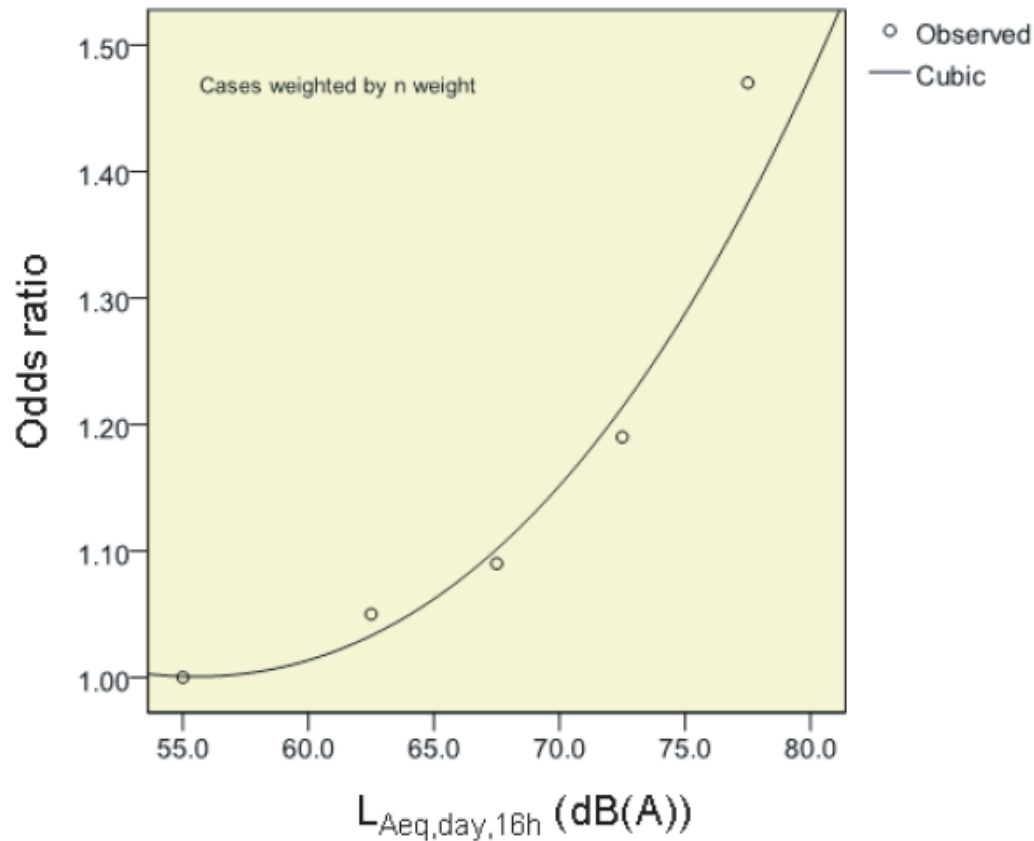
**Fig. 2.4. Association between aircraft noise and the prevalence or incidence of high blood pressure**



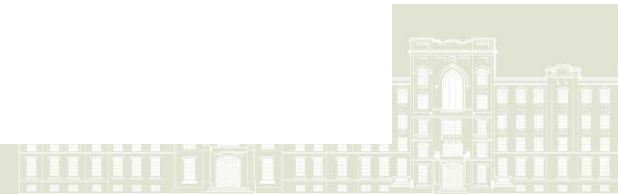
Source: Babisch & Van Kamp (136).



**Fig. 2.3. Polynomial fit of the exposure-response relationship for road traffic noise and the incidence of myocardial infarction**



Source: Babisch (21).





**Table 2.3. Estimated road traffic noise exposure for the city of Berlin**

<b>Average sound pressure level, <math>L_{den}</math> (dB(A))</b>	<b>Number of citizens exposed <sup>a</sup></b>	<b>Percentage exposed <sup>b</sup></b>	<b>Relative risk of myocardial infarction <sup>c</sup></b>
Approx. < 55	2 683 449	80.53	1.000
> 55–59	220 200	6.61	1.000
60–64	155 000	4.65	1.015
65–69	140 200	4.21	1.067
70–74	112 600	3.38	1.161
> 75	20 800	0.62	1.302

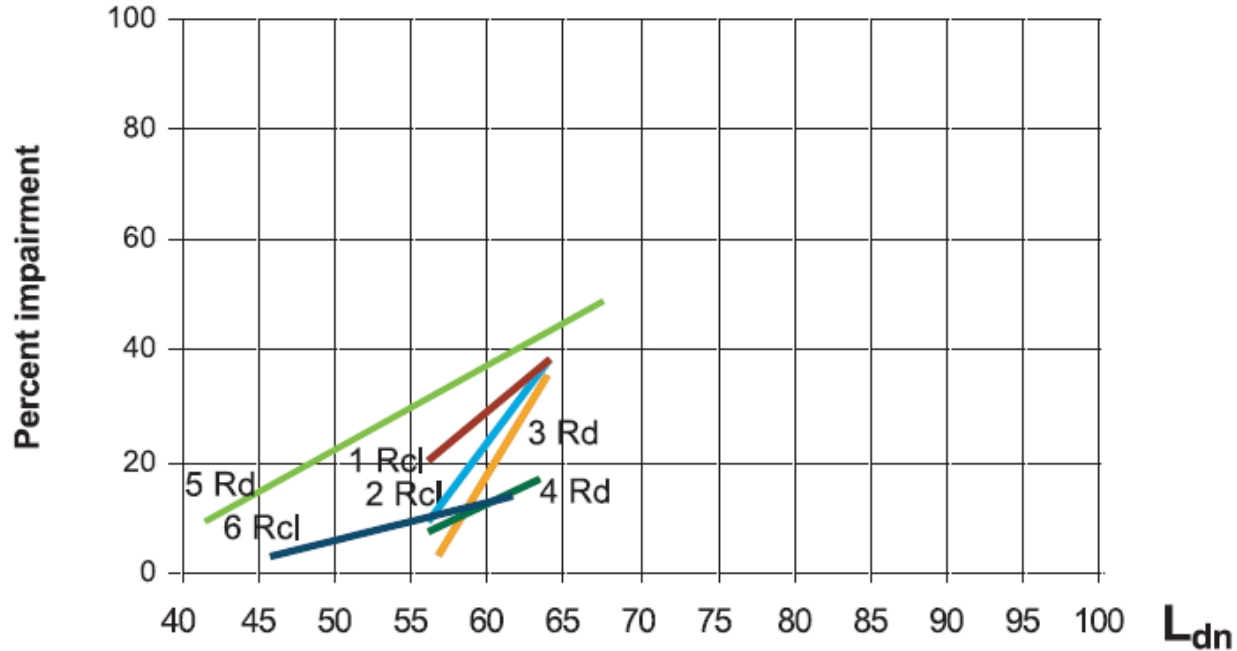
<sup>a</sup> Numbers refer to the primary road network of Berlin.

<sup>b</sup> Total population of Berlin: 3 332 249 (2005).

<sup>c</sup> Odds ratios are derived from the polynomial risk equation for  $L_{day,16h} = L_{den} - 2$  dB(A).



**Fig. 3.1. Exposure-response curves from different epidemiological studies**



- Notes. Rd = reading; Rcl = memory, recall
- 1 = recall, children, old airport (10).
  - 2 = recall, children, new airport (10).
  - 3 = reading, children, old airport (10).
  - 4 = reading, children, new airport (10).
  - 5 = reading, children (11).
  - 6 = free recall, children (17).



**Table 4.1. Ranges for the relationship between nocturnal noise exposure and health effects in the population**

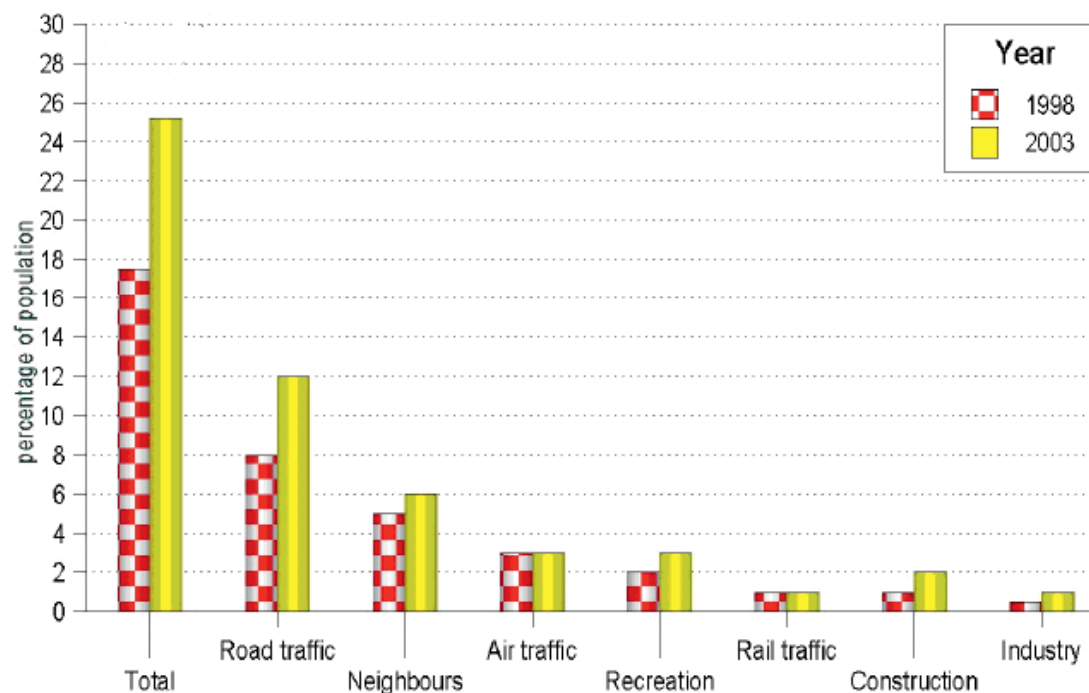
<b><math>L_{\text{night, outside}}</math></b>	<b>Health effects observed in the population</b>
< 30 dB(A)	Although individual sensitivities and circumstances differ, it appears that up to this level no substantial biological effects are observed.
30 – 40 dB(A)	A number of effects are observed to increase: body movements, awakenings, self-reported sleep disturbance and arousals. The intensity of the effect depends on the nature of the source and the number of events. Vulnerable groups (for example, children and chronically ill and elderly people) are more susceptible. However, even in the worst cases, the effects seem modest.
40 – 55 dB(A)	Adverse health effects are observed among the exposed population. Many people have to adapt their lives to cope with the noise at night. Vulnerable groups are more severely affected.
> 55 dB(A)	The situation is considered increasingly dangerous for public health. Adverse health effects occur frequently, and a sizable proportion of the population is highly annoyed and sleep-disturbed. There is evidence that the risk of cardiovascular disease increases.

*Source: Night noise guidelines for Europe (38).*

*Note.* The guidelines assume an average attenuation of 21 dB(A) between inside and outside noise levels.



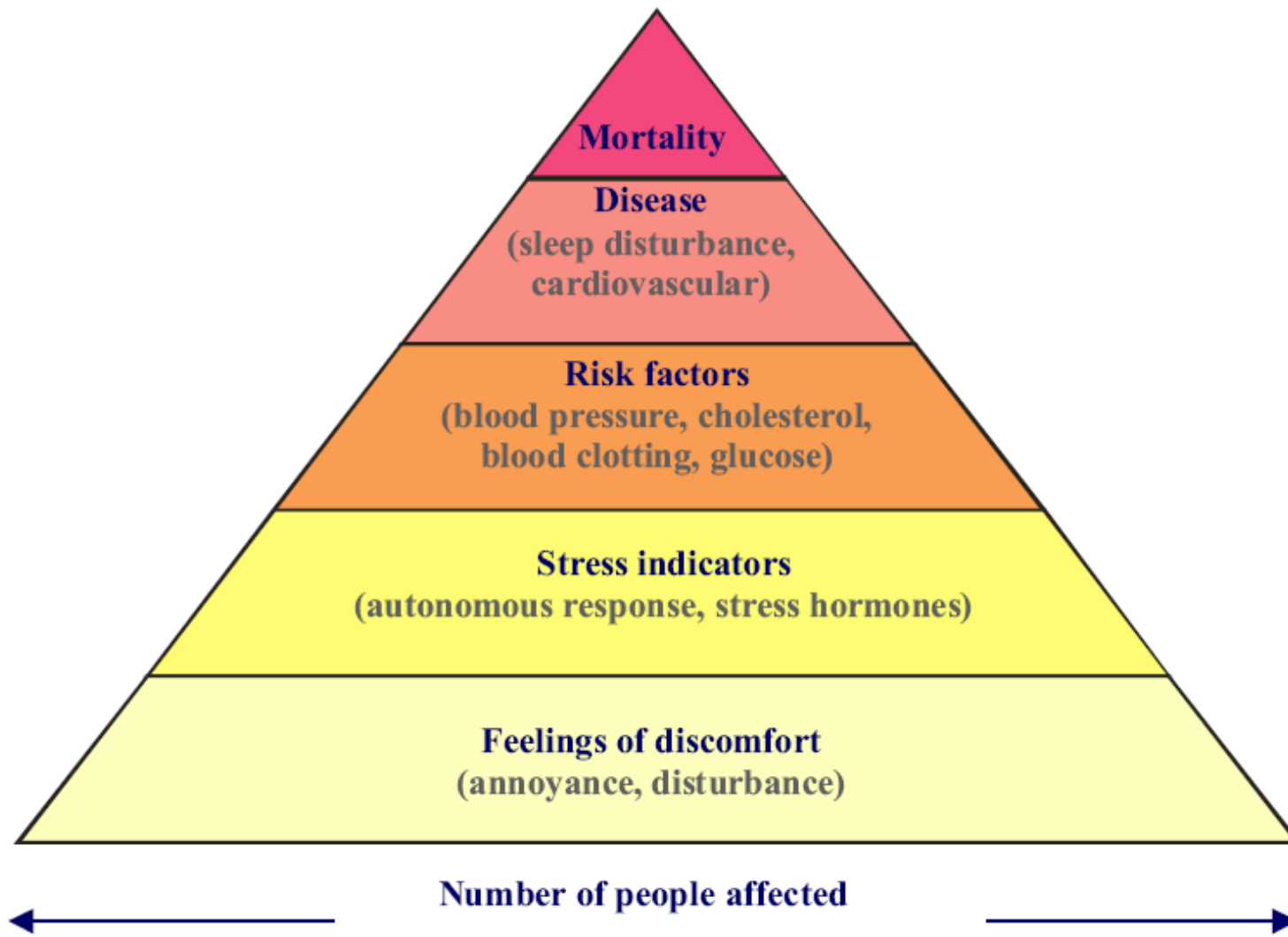
**Fig. 4.1. Percentages of the population claiming to be highly disturbed by noise during sleep from two surveys in the Netherlands**



Source: van den Berg et al. (36).



**Fig. 7.1. Severity of health effects of noise and number of people affected**



Source: Babisch (3).



Noise Health. 2010 Apr-Jun;12(47):110-9.

**The effects of railway noise on sleep medication intake: results from the ALPNAP-study.**

[Lercher P](#), [Brink M](#), [Rudisser J](#), [Van Renterghem T](#), [Botteldooren D](#), [Baulac M](#), [Defrance J](#).

**Railway noise** can have a significant impact on sleep medication intake and motility reactions under conditions that resemble those in the Inn-valley. The application of a railway bonus under these exposure conditions seems questionable. Whether this is due to the specific noise propagation situation in alpine valleys alone or only in combination with the high exposure load from freight trains during the night cannot be determined on the basis of the current study design. In Austria, the action-level for railway noise in the framework of the Environmental noise directive is set at  $70 \text{ dB(A), L}_{\text{den}}$ . The results of this study challenge this setting. A level of  $60 \text{ dB(A), L}_{\text{den}}$  would be more appropriate for railway lines with a high proportion of nightly freight trains in a valley slope configuration such as the Inntal. A  $L_{\text{night}}$ -level around **50 dB (A) would probably be needed to protect residents from sleep related health impacts.** Eventually, the type of the applied noise calculation method, its implementation, and its application can influence guideline setting and the interpretation of results. A harmonization should aim at setting a higher standard for specific sound propagation needs in difficult terrain.



**Noise Health. 2009 Apr-Jun;11(43):111-7.**

**Noise sensitivity and subjective health: questionnaire study conducted along trunk roads in Kusatsu, Japan.**

[Kishikawa H](#), [Matsui T](#), [Uchiyama I](#), [Miyakawa M](#), [Hiramatsu K](#), [Stansfeld SA](#).

A questionnaire study was conducted in a residential area along trunk roads in Kusatsu, Japan, in order to investigate the association between noise exposure, noise sensitivity, and subjective health. (...)

**These results suggest that the adverse health effects may exist especially in the sensitive group.**

**The results of the analysis indicated that the adverse health effects were mainly caused by the sleep disturbance and were not caused by hearing interference.**

In the sensitive group, the odds ratios of the **moderate/severe 'somatic symptoms' and 'anxiety and insomnia' were positively correlated with noise exposure.** In the insensitive group, there was a decreasing trend of the odds ratio on 'somatic symptoms' and 'social dysfunction' with noise exposure. And it was found that sleep disturbance was related to the psychiatric disorder.





**OBRIGADA!**

[alesamelli@usp.br](mailto:alesamelli@usp.br)

