

# INDICADOR GLOBAL DE RUÍDO

**João de Quinhones Levy e Jacques Beaumont**

Instituto Superior Técnico  
Av<sup>a</sup> Rovisco Pais - 1049-001 LISBOA  
e-mail: jqlevy@cesur.civil.ist.utl.pt

LTE – INRETS  
69005 Lyon - France  
e-mail: beaumont@uranus.inrets.fr

**Palavras-chave:** Indicadores, Saúde e Ambiente, modelo DPSEEA, ruído, medidas de redução, indicador global.

**Resumo.** *No âmbito do projecto da Organização Mundial de Saúde para o desenvolvimento de indicadores de Saúde e Ambiente para os países da Comunidade Europeia foi proposto, pelos autores, um indicador global de ruído, “Noise Composed Indicator”.*

*Este indicador toma em conta o modelo DPSEEA (Driving Forces, Pressures, State, Exposure, Effects, Actions) e traduz-se por um número compreendido entre 1 e 100 a associar a cada país. Quanto mais elevado for o seu valor maior empenhamento terá o país no estabelecimento de medidas minimizadoras do ruído, melhor será o ordenamento do seu território e mais protegida estará a população.*

## 1. INTRODUÇÃO

O ruído é, hoje em dia, considerado como um problema grave de saúde pública. Alguns dos efeitos mais frequentes do ruído traduzem-se em perturbações psicológicas ou alterações fisiológicas associadas a stress e cansaço, dos quais resultam perturbações do sono e falta de concentração.

Têm sido realizados vários estudos no sentido de estabelecer uma relação entre o ruído e a incomodidade gerada na saúde pública. Verifica-se que é muito difícil determinar uma relação causa efeito, devido não só às diversas situações acústicas como, também, à resposta de cada indivíduo face aos níveis de ruído.

O incómodo causado pelo ruído varia consoante a sua frequência e as variações temporais, entre outros factores. Um ruído intermitente é mais incomodativo que um ruído contínuo, como também os sinais de banda estreita são mais incómodos, comparativamente aos de banda mais alargada.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) estipulou que o limiar de incómodo para o ruído contínuo é nos 50 dB(A), LAeq diurno. No período nocturno, os níveis sonoros devem situar-se entre os 5 e os 10 dB abaixo dos valores diurnos, para garantir um ambiente sonoro equilibrado. Os valores de referência para Portugal, estabelecidos no Decreto-Lei n.º 292/2000, são um pouco mais permissivos, comparativamente aos estabelecidos pela OMS.

No sentido de reduzir os níveis de ruído a que as populações estão sujeitas, os diversos países da comunidade têm transposto para a sua legislação nacional as Directivas Comunitárias. Paralelamente, têm desenvolvido uma série de acções, quer ao nível do planeamento urbano, quer através da instalação de medidas minimizadoras, como sejam a construção de barreiras de insonorização ou a instalação de janelas com vidros duplos.

Por forma a medir a eficácia destas medidas, assim como a avaliar o esforço e o sucesso dos países, tem a maior importância estabelecer indicadores de desempenho.

Estes indicadores deverão conseguir avaliar a eficácia das acções, dar indicações quanto ao resultado das políticas, nomeadamente, se estão a ir na direcção correcta e medir os riscos para a saúde pública dos diversos níveis sonoros.

Estabelecer a relação entre a saúde e o ambiente levou a OMS a desenvolver um programa para definir indicadores de saúde ambiental.

No âmbito deste programa, foram estabelecidos diversos indicadores que abrangem sectores tão distintos como as águas, as habitações, os esgotos ou o ruído.

No âmbito do ruído procurou-se, no presente artigo, dar a conhecer um indicador ainda em estudo que tem como objectivo avaliar globalmente o desempenho dos países em termos das medidas e das políticas com vista a reduzir os níveis sonoros a que estão sujeitas as populações.

## 2. METODOLOGIA PARA DEFINIÇÃO DE INDICADORES

Para a selecção dos indicadores de saúde ambiental seguiu-se a metodologia proposta pela OMS que se baseia no método DPSEEA - Driving forces, Pressure, State, Impact (Exposure and Effect), Response (Actions), que permite estabelecer uma relação causa / efeito.

Cada uma das letras significa o seguinte:

- Forças motrizes (D) – Factores que estimulam e impulsionam os processos ambientais em causa.
- Pressões (P) sobre o ambiente – Traduzem-se essencialmente na ocupação ou exploração humana do ambiente gerada por todos os sectores económicos.
- Estado do ambiente (S) – O ambiente modifica-se em resposta às pressões. As alterações são complexas e, conseqüentemente, difíceis de avaliar. As modificações são expressas em termos de frequência e extensão dos riscos naturais, a disponibilidade e qualidade dos recursos naturais e níveis de poluição. As alterações do ambiente têm também uma componente geográfica.
- Impacto (I) – Quando o estado do ambiente se altera e ocorrem danos ambientais, existe um impacto sobre a população exposta. Este impacto traduz-se no aumento de riscos sobre a saúde pública e no número de pessoas expostas. O efeito pode alterar-se consoante a exposição a que cada pessoa está sujeita, este pode variar consoante o tempo de exposição, níveis de exposição e a sensibilidade das pessoas expostas.
- Acções (A) – Correspondem à resposta da sociedade e dos organismos de Estado que tem o dever de regular as diferentes fontes de poluição.

### **3. LISTA PRELIMINAR DE INDICADORES DE SAÚDE E AMBIENTE SONORO**

Como lista preliminar de indicadores, foram avançados pelo Grupo de Estudo da OMS, os seguintes:

- População exposta a diversos níveis sonoros por fonte (aérea, rodoviária, ferroviária, industrial) – Indicador de exposição;
- Fracção de risco de mortalidade cardiovascular e/ou mortalidade devido à exposição ao ruído – Indicador de efeito;
- Incomodidade e perturbação do sono devido ao ruído – indicador de efeito;
- Existência de legislação nacional quanto a níveis sonoros máximos no exterior e interior devido a eventos lúdicos – Indicador de acção.
- Existência e eficácia de Planos urbanísticos ou nacionais para controlo do ruído – Indicador de acção;
- Transposição e implementação da Directiva Europeia para o ruído ambiente.

### **4. INDICADOR GLOBAL**

Para além daqueles indicadores, os autores consideram que é do maior interesse ter um indicador que, reunindo os anteriores, pudesse dar uma imagem da forma como cada País está a encarar os programas de controlo do ruído e como está a implementar as medidas com vista a reduzir os níveis sonoros a que a população está sujeita. Para além desta informação, o valor deste indicador global poderá, de ano para ano, permitir concluir se as medidas estão a ser eficazes e se o estado sonoro do País está a melhorar.

Este indicador – NCI (Noise Composed Indicator) tem em conta a metodologia DPSEEA, pelo que é composto por três parcelas, uma relativa ao risco a que as populações estão expostas, uma outra relativa à exposição e efeito e, finalmente, uma terceira que tem em conta

as acções tomadas.

$$NCI = 100 \times A_1 \times A_2 \times A_3 \quad (1)$$

em que:

$A_1$  é relativa ao risco (DPS)

$A_2$  é relativa à incomodidade (EE)

$A_3$  é relativa às Acções (A)

Cada uma destas parcelas é calculada através de:

$$A_1 = 1 - ((P_{exp} > L_{max}) / P_{exp}) \quad (2)$$

$$A_2 = 1 - (P_{exp} / P_{urb}) \quad (3)$$

$$A_3 = a_1 A_{31} + a_2 A_{32} + a_3 A_{33} \quad (4)$$

em que:

$P_{exp} > L_{max}$  – população residente em áreas cujo  $LA_{eq} > L_{max}$

$P_{exp}$  – população residente em áreas cujo  $LA_{eq} > 65 \text{ dB(A)}$

$P_{urb}$  – população residente em aglomerados com mais de 2 000 hab.

$A_{31}$  – quociente entre a população residente em lugares com mapas de ruído e a população urbana

$A_{32}$  – quociente entre a população residente em lugares com zonas classificadas em mistas e sensíveis e a população urbana

$A_{33}$  – quociente entre a população protegida e a população exposta antes das protecções

$a_{i=1,3}$  – pesos atribuídos a cada parcela

## 5. INTERPRETAÇÃO DE CADA UMA DAS PARCELAS

Referem-se, neste capítulo, as razões que levaram à escolha de cada uma das parcelas do indicador composto, NCI.

População exposta – considera-se que a população que reside em zonas urbanas ou em zonas sujeitas a níveis sonoros acima de 65 dB(A) em  $LA_{eq}$ , apresenta uma probabilidade superior à que reside em áreas com valores inferiores, para vir a acusar problemas de incomodidade, stress, dificuldade em dormir. É por estas razões uma população que deverá ser alvo de contínua observação.

População exposta acima de  $L_{max}$  – acima de 70 dB(A), o risco de problemas de saúde é muito elevado. Por esta razão há que procurar reduzir a percentagem de população que vive nesta faixa sonora.

População urbana – o tráfego é uma das fontes com maior responsabilidade nos níveis sonoros. Por este facto, é nas zonas urbanas que se encontram os níveis sonoros mais elevados. Sendo muito difícil estudar todos os aglomerados urbanos por carência de dados, considerou-se nesta fase inicial de implementação do NCI, os aglomerados com mais de 2 000 habitantes. Para Portugal tal corresponderá a 56% da população.

População residente em lugares com mapas de ruído – apesar da legislação comunitária referir que os lugares com mais de 250 000 hab devem ter um mapa de ruído, a legislação nacional impõe aos municípios a elaboração destes mapas em todo o seu território. O quociente entre a população que reside em lugares com mapas de ruído e a que reside em lugares com mais de 2 000 habitantes, traduzirá anualmente a dinâmica de elaboração destes mapas.

População que reside em lugares nos quais foi feito o zonamento em zonas sensíveis e zonas mistas – o quociente entre esta população e a total em lugares com mais de 2 000 habitantes traduzirá a preocupação dos municípios em associar os seus planos de urbanização aos níveis sonoros exteriores.

População protegida – é aquela que reside em áreas que se não fossem protegidas teriam níveis sonoros acima de 65 dB(A) em LAeq.

## 6. APLICAÇÃO DO INDICADOR COMPOSTO

Actualmente os autores estão a estudar a aplicabilidade deste indicador a França e a Portugal. Deste estudo resultarão ajustes à fórmula com vista a melhorar a sua aplicabilidade face aos dados disponíveis.

Como primeiro exercício de aplicação e usando dados meramente estimados calculam-se os valores deste indicador para o que poderá ser a situação e evolução Portuguesa.

Na Tabela 1 indicam-se os valores de base para 2004 e estimam-se os que será de esperar obter em 2006 e 2008, a serem postas em prática as políticas de redução de nível sonoro.

	2004	2006	2008
População com mapas de ruído	1 200 000	2 000 000	3 000 000
População urbana	8 000 000	8 200 000	8 500 000
População residente em lugares zonados	1 000 000	3 000 000	4 000 000
População protegida	800 000	1 500 000	1 800 000
População exposta	5 000 000	5 100 000	5 500 000
População exposta acima de $L_{max}$	300 000	200 000	150 000

Tabela 1. Base de dados

Na Figura 1, representa-se graficamente a base de dados para os anos de 2004, 2006 e 2008.

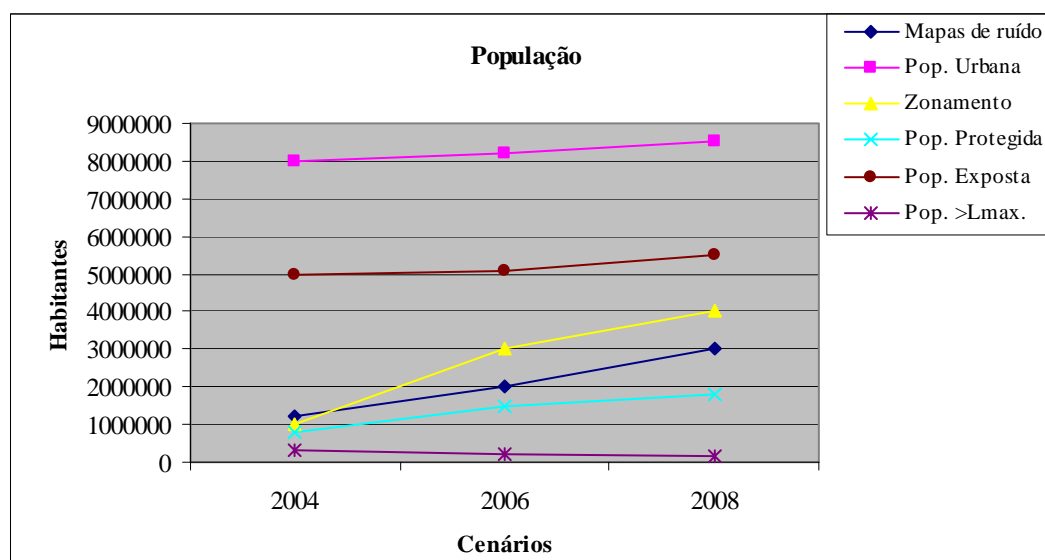


Figura 1. Base de dados para os anos de 2004, 2006 e 2008

A partir da base de dados, calcula-se primeiro o indicador  $A_{31}$ , que é um indicador de acção que toma em consideração as dinâmicas de elaboração de mapas de ruído e do zonamento das cidades, assim como a instalação de medidas de minimização de ruído.

Para o seu cálculo, admitiram-se os seguintes pesos,  $a_1 = 0,2$  ;  $a_2 = 0,3$  ;  $a_3 = 0,5$

Na Tabela 2 indicam-se os valores das parcelas que constituem o indicador parcial  $A_3$ .

$A_{31}$	$A_{32}$	$A_{33}$	$A_3$
0.15	0.13	0.16	0.15
0.24	0.37	0.29	0.30
0.35	0.47	0.33	0.36

Tabela 2. Indicador  $A_3$

Determinado  $A_3$ , calculam-se  $A_1$  e  $A_2$  para, finalmente, calcular NCI. Na Tabela 3, indicam-se os valores destes indicadores parciais.

$A_1$	$A_2$	$A_3$	NCI
0.94	0.38	0.15	5.32
0.96	0.38	0.30	10.84
0.97	0.35	0.36	12.40

Tabela 3. Cálculo de NCI

Para os valores de NCI, na Figura 2 representa-se o seu gráfico. No caso presente, o crescimento das barras traduzirá um resultado positivo dos esforços feitos pelo País, que tem uma leitura imediata e que será uma medida de desempenho.

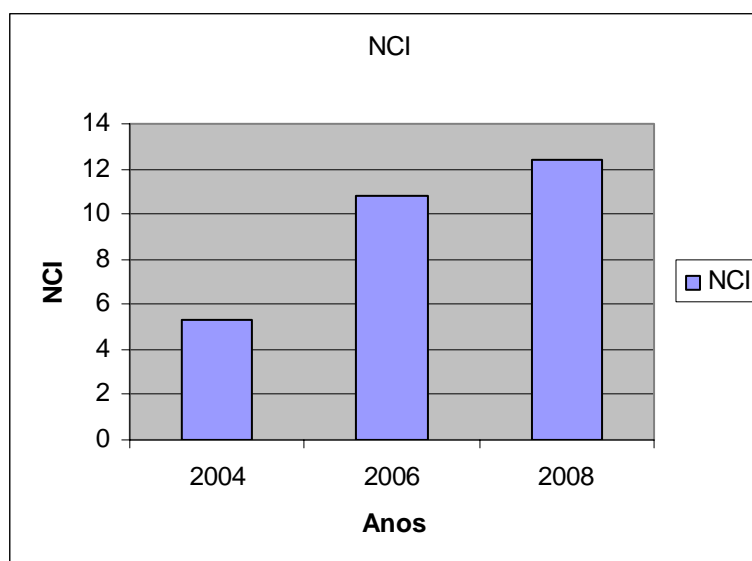


Figura 2. Valores de NCI

## CONCLUSÕES

A Organização Mundial de Saúde considera da maior utilidade o estabelecimento de indicadores de saúde ambiental, razão porque está em curso, na Europa, um programa com este fim que tem a cooperação de todos os Estados membros.

Na vertente ruído, este ano já foram estabelecidos os indicadores que deverão ser testados para verificação da sua aplicabilidade.

Os autores consideram que estes indicadores podem ser bem compreendidos pelos especialistas mas são de difícil interpretação pela população em geral, não sendo claro na sua análise ao longo dos anos, se as práticas de minimização estão a ter resultados positivos.

Por esta razão, os autores avançaram com um indicador global, NCI – Noise Composed Indicator, que reunindo os diversos indicadores de ruído, pretende traduzir através de um número compreendido entre 1 e 100, os avanços de cada País no controlo dos níveis sonoros a que a população está sujeita.

Este indicador está ainda em fase experimental considerando, os autores, que dos estudos da aplicabilidade resultarão benefícios na fórmula que a tornarão mais simples e aplicável.

## BIBLIOGRAFIA

C. Rodrigues, “*Analyse et Synthèse bibliographiques des différents systèmes d’indicateurs environnement et transports*”, rapport LTE (2002).

C. Rodrigues, J. Beaumont, M. Maurin, J. Levy, “*Noise indicators for the transport system*”, INRETS (2001).

WHO – Regional Office for Europe, “*Environmental health indicators: development of a*

*methodology for the WHO European Region”* (2002).

Rocha, D. F. Vieira, “*Ruído – Legislação, Contencioso contra-ordenacional, Jurisprudência*” (2001).

*WHO Technical Meeting on Noise and Health Indicators, summary report, first meeting, (2003), second meeting (2004).*

J. Q.Levy, A. Pinela, “*Noise Action Indicators*”, WHO (2003).