

O RUÍDO E A CIDADE





Começa a haver meia-noite, e a haver sossego,
Por toda a parte das coisas sobrepostas,
Os andares vários da acumulação da vida...
Calaram o piano no terceiro andar...
Não ouço já os passos no segundo-andar...
No rés-do-chão o rádio está em silêncio...

Vai tudo dormir...

Fico sozinho com o universo inteiro.
Não quero ir à janela:
Se eu olhar, que de estrelas!
Que grandes silêncios maiores há no alto!
Que céu anticidadino! -
Antes, recluso,
Num desejo de não ser recluso,
Escuto ansiosamente os ruídos da rua...
Um automóvel! - demasiado rápido!
Os duplos passos em conversa falam-me...
O som de um portão que se fecha brusco dói-me...

Vai tudo dormir...

Só eu velo, sonolentemente escutando,
Esperando
Qualquer coisa antes que durma...
Qualquer coisa.

Álvaro de Campos

ÍNDICE

1- O RUÍDO	6
2- A INCOMODIDADE	14
3- O CONTROLO DO RUÍDO	18
3.1- AS INFRA-ESTRUTURAS DE TRANSPORTE	18
3.2- OS EDIFÍCIOS	22
3.3- AS FORMAS URBANAS	22
4- A LEGISLAÇÃO	32
5- AS AUTORIDADES COMPETENTES	32



O RUÍDO



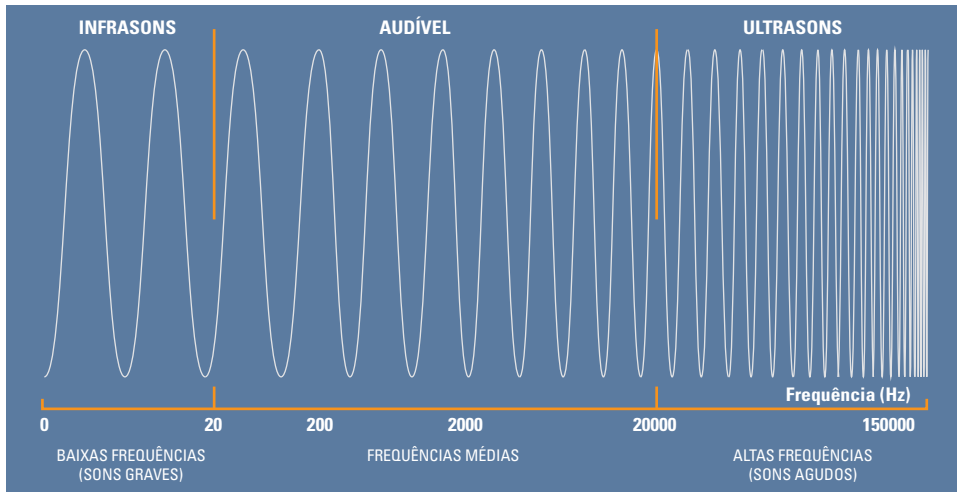
1.0 RUÍDO

O RUÍDO

Pode definir-se som como qualquer variação da pressão atmosférica que o ouvido humano pode detectar, seja no ar, na água ou em qualquer outro meio de propagação.

O Ruído é definido como um som desagradável ou indesejável para o ser humano.

A caracterização do Ruído pode ser efectuada através da sua frequência (baixa – sons graves, média, alta – sons agudos) e da sua amplitude medida em termos do “Nível de Pressão Sonora”.



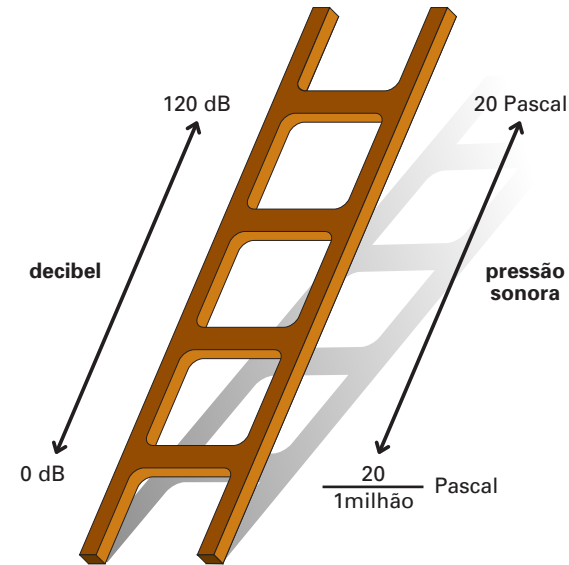
A pressão sonora não é mais do que a diferença entre a pressão ambiente instantânea relativamente à pressão atmosférica a partir da qual o ouvido humano é sensível.

O ouvido humano possui uma sensibilidade muito elevada uma vez que a relação entre a pressão sonora característica de um som que cause dor e de um som que seja audível é da ordem de 1 000 000.



O DECIBEL

A gama de pressões sonoras a que o ouvido humano é sensível é, como se referiu, muito alargada, tornando-se portanto pouco prática quando utilizada na sua unidade de referência – o Pascal (Pa). É pois vantajoso recorrer a um artifício matemático, convertendo a escala linear de pressão sonora em Pascal (Pa), numa escala logarítmica de nível de pressão sonora em decibel (dB). Nesta nova escala, a relação entre um som correspondente ao limiar da audição humana e um som doloroso, abrange apenas 120 unidades.



$$L_p = 10 \times \log_{10} \left(\frac{p}{p_0} \right)^2 = 20 \times \log_{10} \frac{p}{p_0}$$

em que,

L_p é o nível de pressão sonora expresso em dB

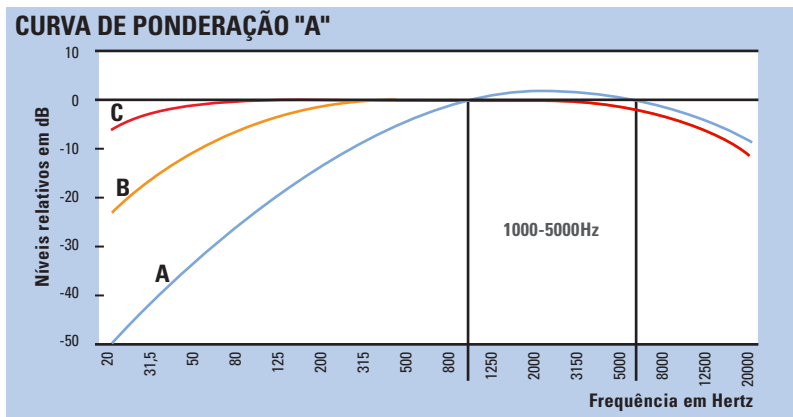
p é a pressão sonora expressa em Pa

p_0 é a pressão sonora de referência ($p_0 = 20 \times 10^{-6}$ Pa) e que corresponde ao limiar mínimo da audição humana

O DECIBEL "A"

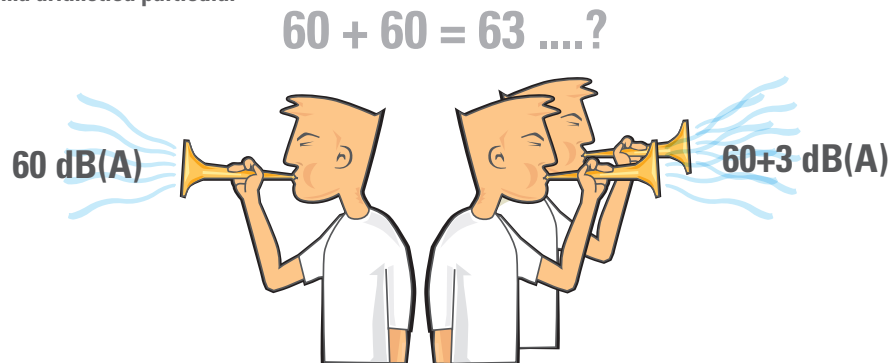
Um nível de pressão sonora, expresso em decibel (dB), não é verdadeiramente representativo da sensação auditiva humana devido ao facto do ouvido humano ser pouco sensível às frequências muito baixas (infra-sons, abaixo dos 20 Hertz) bem como às muito altas (ultra-sons, acima dos 20 000 Hertz).

O nível de pressão sonora expresso em dB deve, então, ser ponderado por um coeficiente dependente da frequência, por forma a ter em linha de conta a diferente sensibilidade auditiva humana à frequência. Deve, nomeadamente, penalizar as componentes graves e agudas do som emitido relativamente às médias.



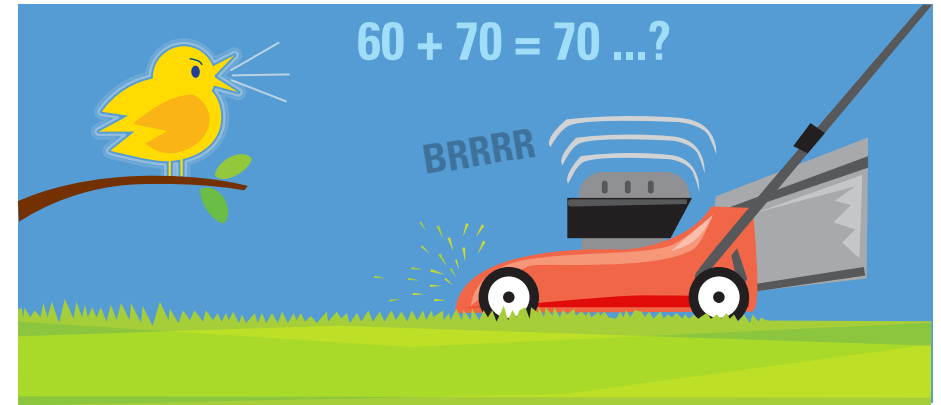
Obtém-se assim um nível de pressão sonora expresso em dB(A) – Nível de Pressão Sonora Ponderado A, que descreve a sensação com que efectivamente o Ser Humano percebe determinado ruído. Foram estabelecidas outras curvas de ponderação mas para utilizações muito específicas.

Uma aritmética particular



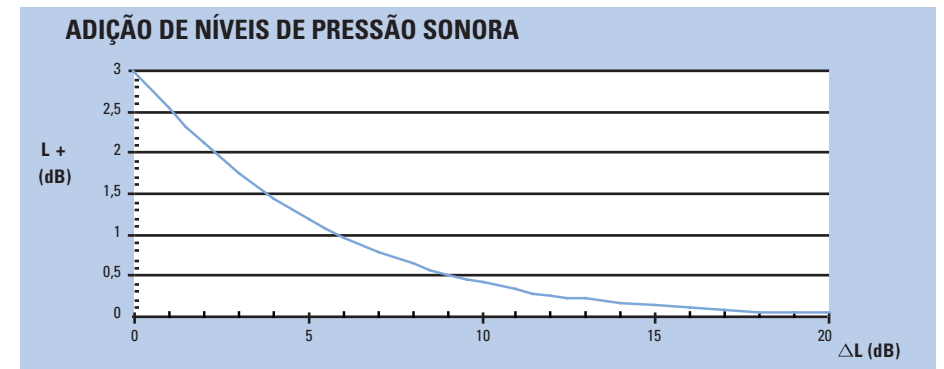
Tal significa, por exemplo, que a duplicação do volume de tráfego rodoviário se traduz por um aumento de 3 dB(A) no correspondente nível de pressão sonora ponderado A.

$$10x \log_{10} \left[2x \left(\frac{p_A}{p_0} \right)^2 \right] = 10x \left[\log_{10} 2 + \log_{10} \left(\frac{p_A}{p_0} \right)^2 \right] = 10x \log_{10} 2 + 10x \log_{10} \left(\frac{p_A}{p_0} \right)^2 = 3 + Lp_A$$



Se duas fontes sonoras emitem simultaneamente ruídos cujos correspondentes níveis de pressão sonora ponderado A diferem em 10 dB(A) ou mais, o ruído resultante do funcionamento das duas fontes terá um nível de pressão sonora ponderado A igual ao do mais elevado dos dois ruídos. O ruído de menor amplitude é, portanto, mascarado pelo de maior amplitude.

Num determinado ponto, a soma de dois níveis de pressão sonora, L_{p1} e L_{p2} , resultantes do ruído emitido por duas fontes distintas em funcionamento simultâneo, pode ser obtida recorrendo ao gráfico seguinte.



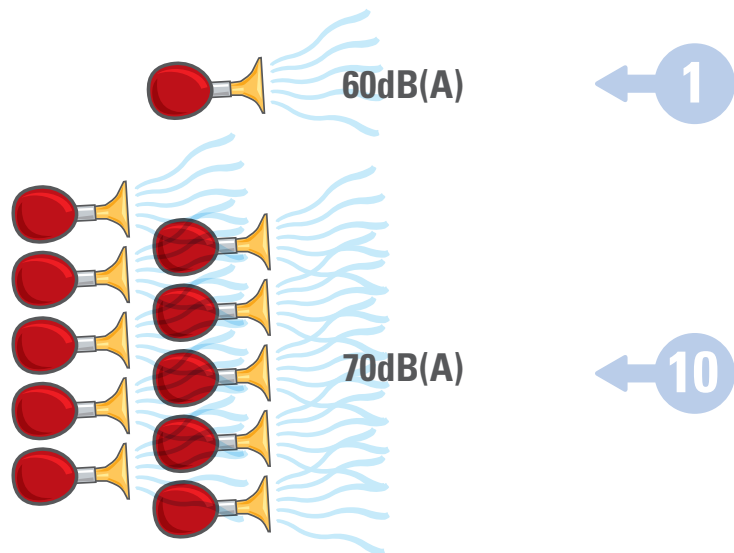
A metodologia a utilizar é:

- 1 - calcular a diferença, ΔL , entre os dois níveis de pressão sonora que se pretende adicionar;
- 2 - para esse valor de ΔL , ler no gráfico o correspondente valor de L_+ ;
- 3 - adicionar esse valor de L_+ ao nível de pressão sonora mais elevado;
- 4 - o resultado obtido em 3 corresponde ao nível de pressão sonora global das duas fontes em funcionamento simultâneo;
- 5 - no caso de se pretender somar mais do que dois níveis de pressão sonora, o procedimento é análogo, devendo ser somados dois a dois por ordem crescente do respectivo valor.

Também se pode efectuar a soma de níveis de pressão sonora recorrendo a uma calculadora e utilizando a seguinte expressão geral:

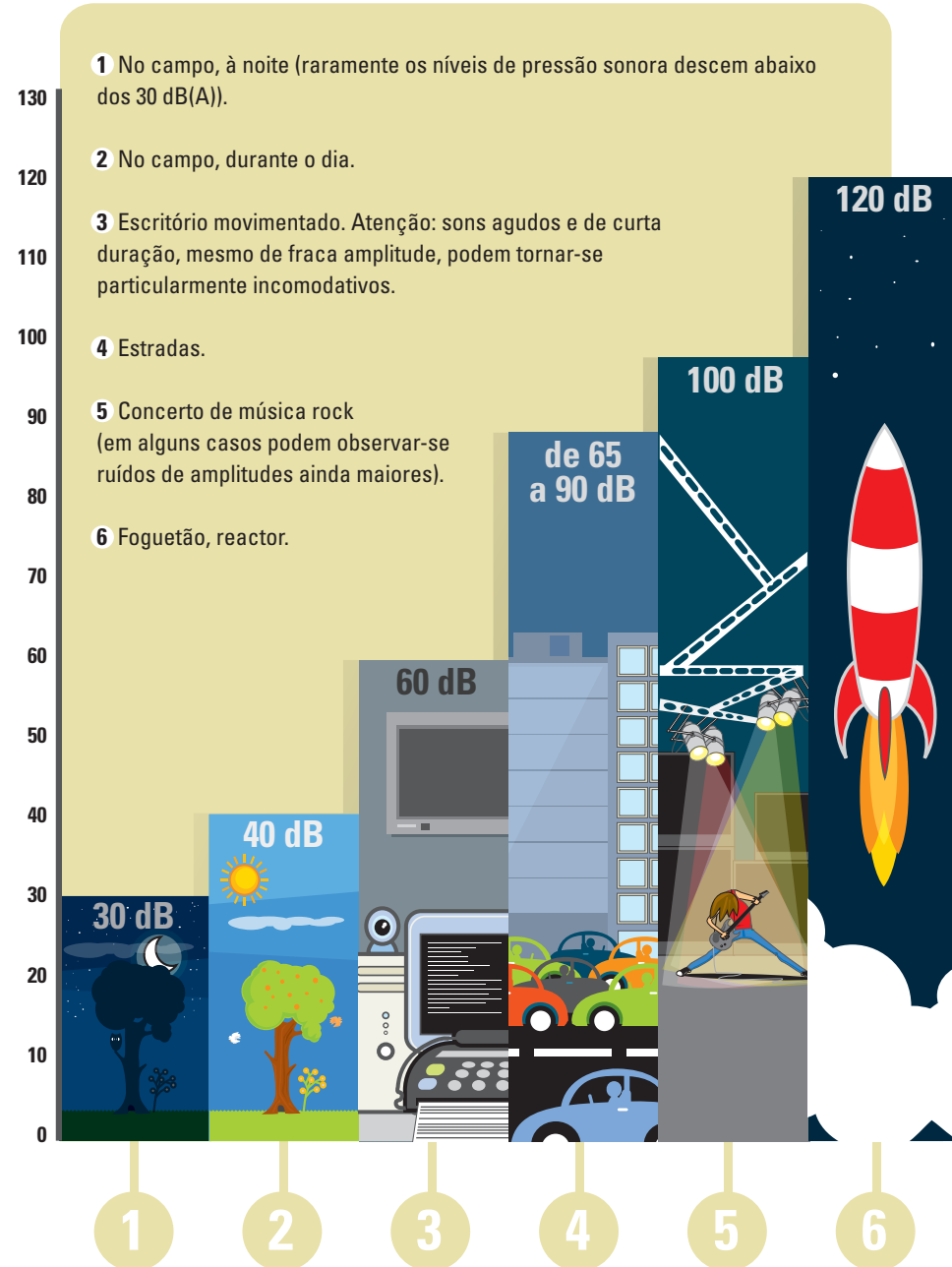
$$L_{p_1} + L_{p_2} = 10 \times \log_{10} \left(10^{\frac{L_{p_1}}{10}} + 10^{\frac{L_{p_2}}{10}} \right)$$

10 x 60 = 70?
em termos de energia sonora



As experiências que têm vindo a ser efectuadas neste domínio mostram que o Ser Humano interpreta um acréscimo de 10 dB(A) como se se tratasse de um aumento do ruído apenas para o dobro.

A ESCALA DO DECIBEL



MEDIR O RUÍDO

O Ruído não é estacionário, variando ao longo do tempo. Assim sendo, quando se pretende, por exemplo, caracterizar o ruído de tráfego rodoviário, uma medição instantânea do seu valor não é suficiente. Apenas uma média, obtida após um tempo de medição adequado, será efectivamente representativa.

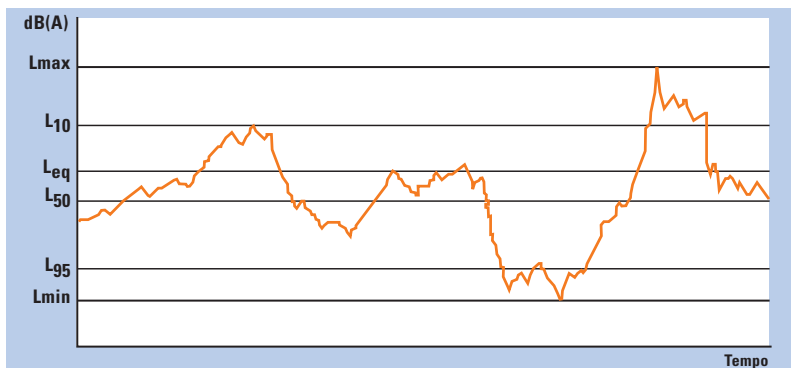
Actualmente, o equipamento mais utilizado na caracterização de um ruído é o Sonómetro com análise em frequência. O Sonómetro mede o nível de pressão sonora ponderado A, permitindo assim a obtenção de um valor que corresponde à sensação com que o Ser Humano percebeu o ruído em análise. Quando o Sonómetro possibilita a realização de análises em frequência, a avaliação do ruído é ainda mais precisa, já que para além da respectiva amplitude, também a sua “qualidade” fica determinada.

O Sonómetro permite a obtenção de diversos indicadores de ruído:

- instantâneos (SPL);
- médios (L_{Aeq});
- estatísticos ou níveis percentis¹ (por exemplo: L_{95} , L_{50} , L_{10});
- máximos, mínimos (L_{max} , L_{min}).

¹Nível percentil, representado por L_N , é o nível de pressão sonora que foi excedido em N% do tempo de medição.

À PROCURA DE UM BOM INDICADOR



Lmax - Nível de pressão sonora máximo registado no intervalo de tempo de medição.

Lmin - Nível de pressão sonora mínimo registado no intervalo de tempo de medição.

L10 - Nível de pressão sonora que foi excedido durante 10% do tempo de medição. Bom indicador (juntamente com L_1) da ocorrência dos níveis de pressão sonora mais elevados.

L50 - Nível de pressão sonora que foi excedido durante 50% do tempo de medição. Parâmetro de grande utilidade prática, mas que é normalmente preterido face a um indicador mais seguro (L_{Aeq}).

L95 - Nível de pressão sonora que foi excedido durante 95% do tempo de medição. Bom indicador do “ruído de fundo” existente em determinado local.

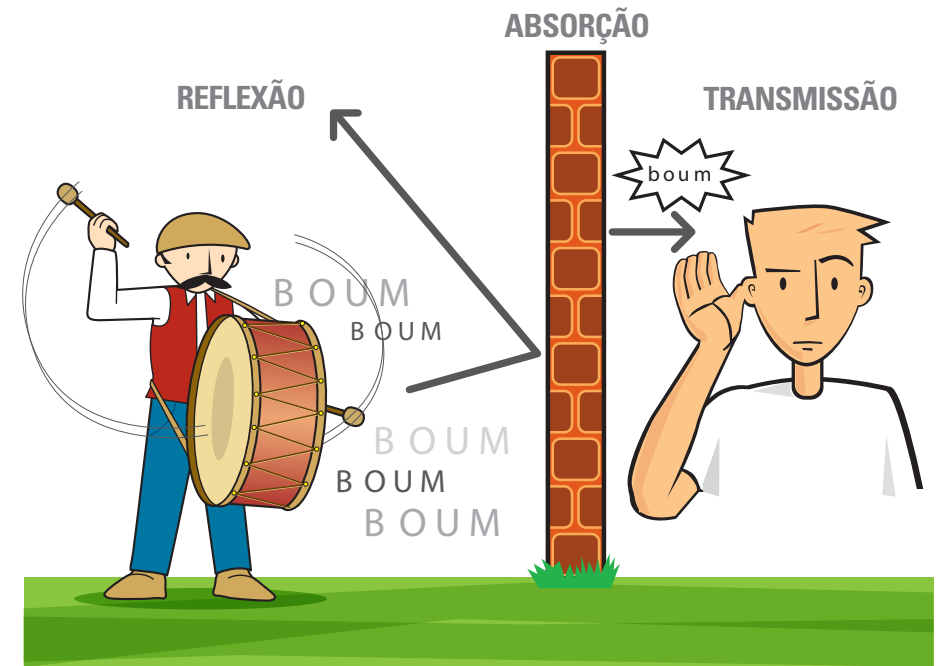
L_{eq} - Indicador aceite e utilizado internacionalmente como o mais representativo do ruído observado num determinado local e durante um certo intervalo de tempo; denomina-se por nível sonoro contínuo equivalente que é sempre reportado a um intervalo de tempo.

A avaliação do ruído é, em geral, efectuada em termos do indicador L_{Aeq} , podendo no entanto, em situações particulares, ser conveniente a utilização do L_{Aeq} em conjunto com outros indicadores.

COMO SE PROPAGA O RUÍDO?

O ruído diminui com a distância do receptor à fonte sonora, propagando-se até atingir um obstáculo. Perto de um solo absorvente (por exemplo: solo cultivado, floresta) o ruído propaga-se com dificuldade; pelo contrário um solo reflector (por exemplo: calçada, piso asfaltado) facilita a propagação.

Quando o ruído atinge um obstáculo, uma parte é reflectida e a restante é absorvida, dissipando-se sob a forma de calor, sendo, eventualmente, transmitida através do obstáculo.

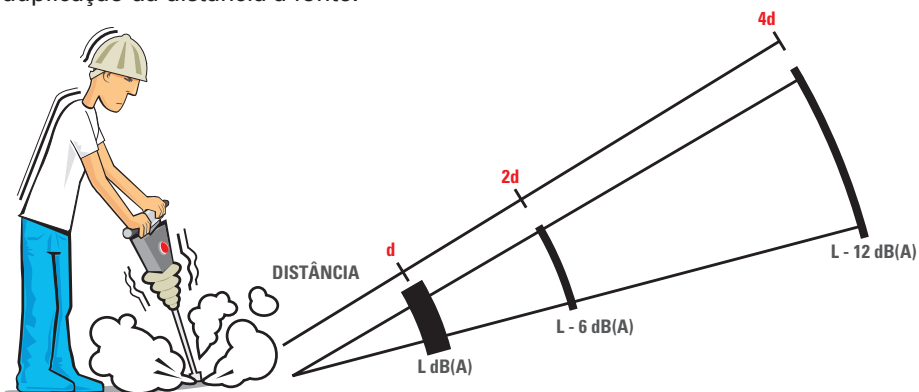


Para além da distância e do tipo de solo, os outros factores que condicionam a propagação do ruído, contribuindo para a sua atenuação, são:

- a absorção atmosférica;
- a morfologia e a altimetria do terreno;
- a existência de obstáculos (por exemplo: muros, edifícios);
- as condições meteorológicas (por exemplo: direcção e velocidade do vento, variações de temperatura e humidade relativa do ar).

Caso de uma fonte pontual

Numa fonte sonora pontual a atenuação do ruído é da ordem dos 6 dB(A) por duplicação da distância à fonte.

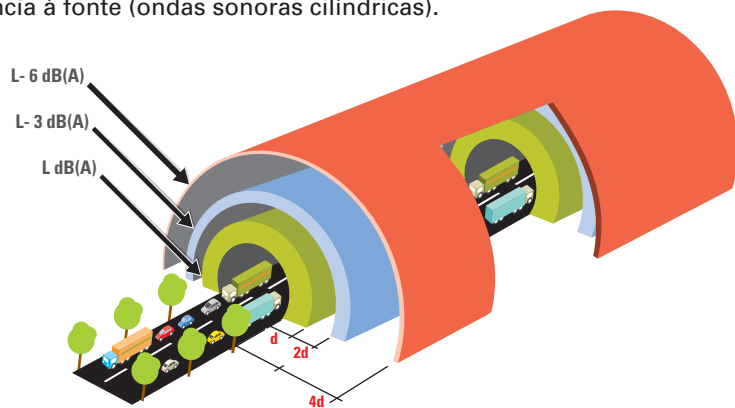


Uma fonte sonora pontual radia energia sonora de forma mais ou menos idêntica em todas as direcções (ondas sonoras esféricas). Em termos de ruído de tráfego rodoviário, admitimos que um veículo que se comporta como uma fonte pontual, emite ondas sonoras em todas as direcções com a mesma amplitude.

Caso de uma fonte linear

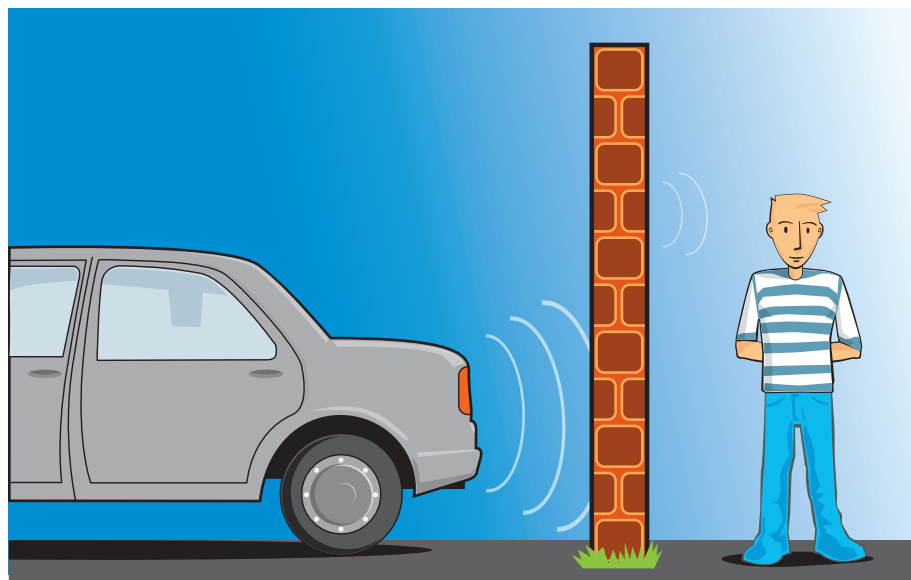
Uma estrada pode ser considerada como uma fonte sonora linear se nela circular um grande número de veículos em fila contínua.

Neste caso, o ruído propaga-se em superfícies hemi-cilíndricas que envolvem a estrada e que se caracterizam por um igual nível de pressão sonora. Assim sendo, a atenuação do ruído passa a ser da ordem dos 3 dB(A) por duplicação da distância à fonte (ondas sonoras cilíndricas).



OBSTÁCULOS À PROPAGAÇÃO DO RUÍDO

Para que um ruído não seja audível é necessário impedir a sua propagação. Tal pode ser conseguido através da colocação de obstáculos (os já existentes e/ou os especialmente construídos para o efeito) entre a fonte e o receptor.

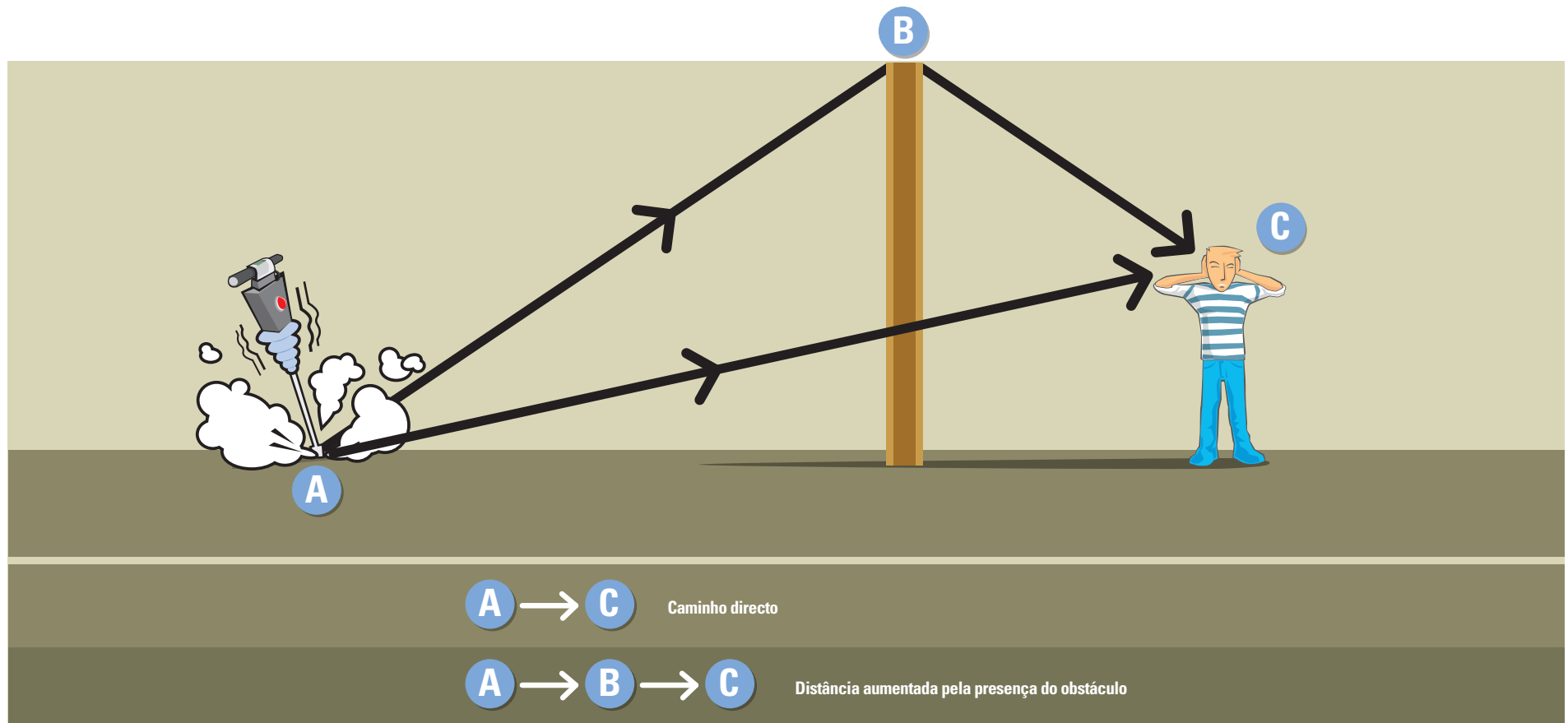


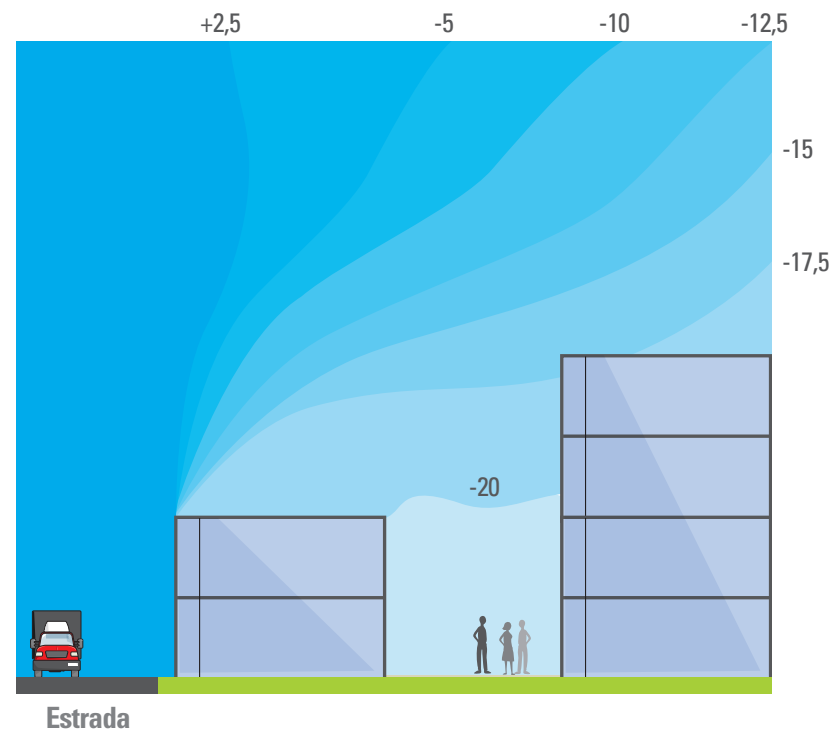
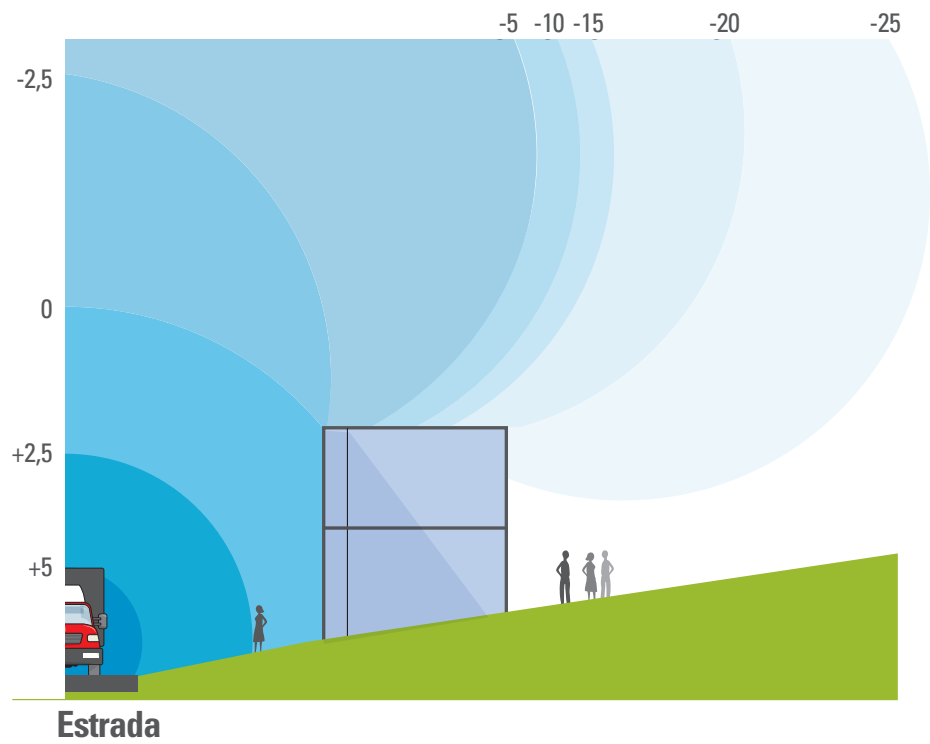
O fenómeno de difracção

Quando se interpõe uma barreira acústica entre uma fonte sonora e um receptor, o ruído recebido por este é fortemente atenuado, desde que a barreira impeça a existência de uma "linha de vista desimpedida" entre a fonte e o receptor.

Mas atenção! O ruído pode não ser totalmente atenuado, pois pode chegar ao receptor de uma forma indirecta devido ao fenómeno de difracção nos bordos (superior e laterais) da barreira.

A atenuação aumenta com a distância percorrida pelo ruído.







A INCOMODIDADE



2. A INCOMODIDADE

O DIREITO AO SOSSEGO

Vivemos numa paisagem sonora.

Cada um dos sons que a compõe pode ser o suporte de uma informação necessária à nossa vida quotidiana: o rumor dos passos de quem se espera, os gritos das crianças que brincam...

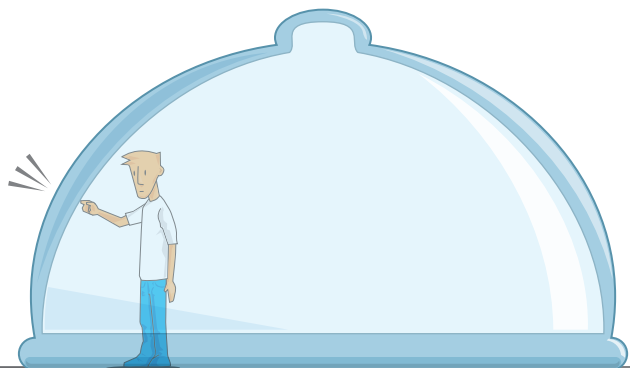
O som pode tranquilizar: testemunha uma presença, reforça a proximidade.

Pode distrair: a música, o vento, os pássaros que cantam...

O som faz parte da vida.

O silêncio por si só não é um objectivo desejável.

Por oposição ao ruído que nos incomoda, o que queremos na nossa vida em sociedade é um ambiente sonoro equilibrado. Uma paisagem sonora à escala humana, que nos permita usufruir do direito ao sossego.



O RUÍDO INCOMODA

São muitas as situações que podem estar na origem da sensação de incomodidade devido aos efeitos do ruído: ruído da circulação rodoviária, dos aeroportos, ruído proveniente de uma indústria, de obras na via pública, música alta na casa de um vizinho, etc..

De entre todas as fontes de ruído, é o ruído da circulação rodoviária que mais frequentemente é apontado como aquele que provoca incomodidade num maior número de pessoas. Tal facto tem determinado, em algumas situações, que uma parte significativa da população exija restrições ao tráfego rodoviário, chegando mesmo a opor-se à construção de novas (grandes) vias.

No entanto, o ruído proveniente de uma estrada com tráfego médio pode equivaler ao ruído gerado por uma conversa num café ou ao ruído da

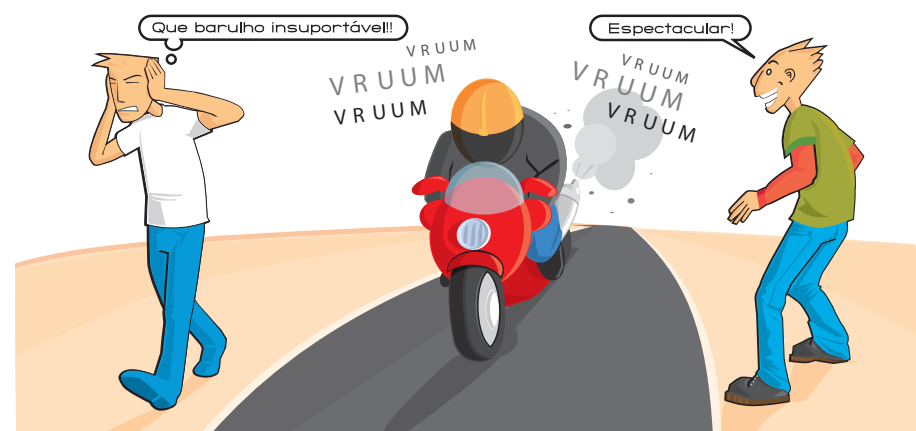
televisão em nossas casas. É apenas ao longo dos grandes eixos de circulação rodoviária que o ruído se torna mais elevado. Os níveis de pressão sonora em causa não são susceptíveis de deteriorar o sistema auditivo humano ... mas as consequências ao nível da saúde são indiscutíveis.

As queixas sobre ruído não são novidade em meio urbano, mas a dimensão das cidades e o crescimento não sustentável das mesmas têm vindo a determinar o agravamento dos problemas.

UM RUÍDO INCOMODA SE...

- ... **mascarar uma informação desejada, dificultando a sua comunicação e/ou entendimento.**
 - é, frequentemente, o caso do ruído de tráfego rodoviário.
 - é também, o caso extremo de uma situação de perigo em que recorremos ao grito como "dispositivo" de alerta. Quando o grito não surte efeito como por exemplo, num cenário de algazarra, cria-se um sentimento de insegurança.
 - um ambiente ruidoso constitui um problema suplementar para os invisuais, pois sendo o seu meio essencial de comunicação o acústico, passam a ter uma maior dificuldade em se relacionar com o Mundo.
- ... **lhe estão associadas circunstâncias desagradáveis.**
 - o fenómeno é bem conhecido no mundo visual, mas verifica-se igualmente no universo do audível: uma presença sonora indesejável pode gerar um conflito.
- ... **é muito forte:** pode, por exemplo, acordar o adormecido perturbando o seu descanso.
- ... **é incompreensível.**
- ... **fornece muitas informações inúteis, podendo, por exemplo, criar situações de perda de vigilância.**

A noção de incomodidade devido ao ruído, varia com as pessoas, com os costumes e, naturalmente, também com as circunstâncias em que ocorre.



EFEITOS DO RUÍDO NA SAÚDE HUMANA

Foram efectuados vários estudos que revelaram a existência de fenómenos de habituação ou de adaptação ao ruído* pelo Ser Humano. Estes fenómenos ocorrem, no entanto, à custa de alterações fisiológicas e psicológicas de cada indivíduo.

Os efeitos do ruído na saúde humana podem agrupar-se em:

- **Efeitos físicos** - quando se observam alterações nas propriedades físicas do sistema auditivo (perdas auditivas).

As perdas auditivas podem ser temporárias ou permanentes. Estas últimas resultam da exposição a níveis sonoros elevados ao longo de vários anos e verificam-se principalmente em trabalhadores do ramo industrial.

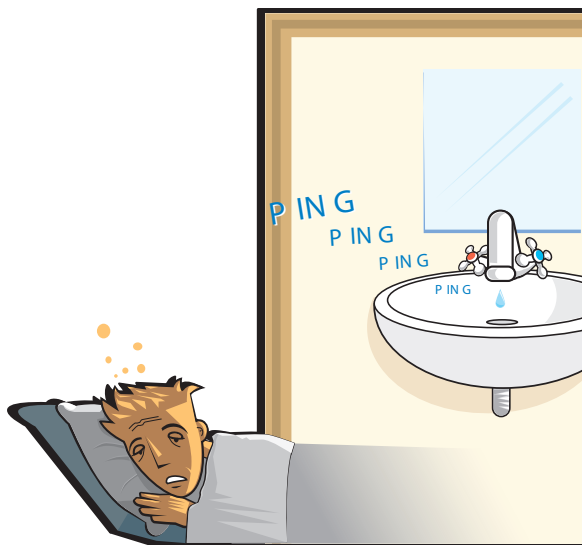
- **Efeitos fisiológicos** - quando se observam alterações na actividade do corpo humano (por exemplo: alterações da pressão sanguínea, do ritmo cardíaco e respiratório, e tensões musculares).

- **Efeitos psicológicos** - quando se observam alterações no comportamento (por exemplo: irritabilidade, stress, fadiga, diminuição da capacidade de concentração).

* diminuição da resposta a um estímulo continuado.

O SILÊNCIO TAMBÉM PODE INCOMODAR

Quando o ruído que nos envolve diminui, surgem nos nossos ouvidos sons que podem tornar-se deveras incomodativos. É o exemplo típico da torneira que pinga durante a noite.



É usual responder a esses estímulos sonoros, que se tornam incomodativos, mascarando-os. Por exemplo, acrescentando música de fundo em lugares públicos e privados, ou uma fonte no meio de uma pequena praça.



RUÍDO DE TRANSPORTES

A Comissão Europeia, no seu Livro Verde "Futura Política de Ruído", publicado em 1996, apresenta a seguinte estimativa:

- na União Europeia, 80 milhões de pessoas encontram-se expostas, durante o dia e no exterior, a níveis de pressão sonora provenientes dos meios de transporte que são superiores aos valores de ruído geralmente considerados como aceitáveis - acima dos 65 dB(A);

- outros 170 milhões de habitantes encontram-se expostos a níveis de pressão sonora compreendidos entre os 55 e os 65 dB(A), que é o valor a partir do qual, durante o dia, as pessoas começam, normalmente, a sentir-se seriamente incomodadas;

- o ruído proveniente do tráfego rodoviário é responsável pelo facto de nove décimos da população da União Europeia se encontrar exposta a níveis de pressão sonora superiores a 65 dB(A).

Também em 1996, a ex-DGA publicou o documento "Ruído Ambiente em Portugal", onde é apresentado um primeiro estudo global sobre a exposição ao ruído da população portuguesa. Estimava-se então, que apenas 43% da população usufruía de conforto acústico nos seus locais de residência e que 19% justificava alguma preocupação já que residia em locais cujos níveis de pressão sonora, durante o dia, eram superiores a 65 dB(A). As situações mais gravosas surgiam nas imediações das principais vias de tráfego rodoviário ou nos grandes centros urbanos e respectivas periferias e em particular na região de Lisboa.





O CONTROLO DO RUÍDO

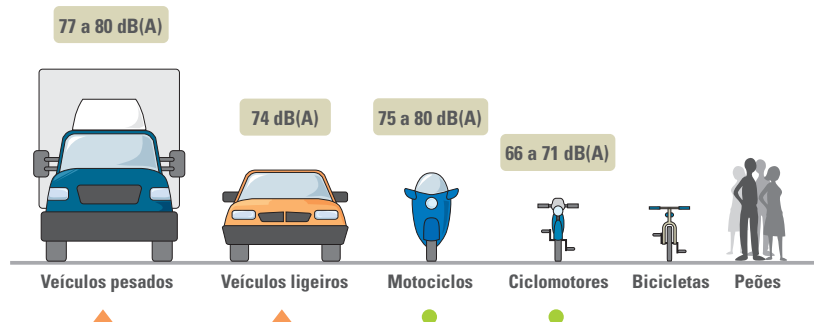
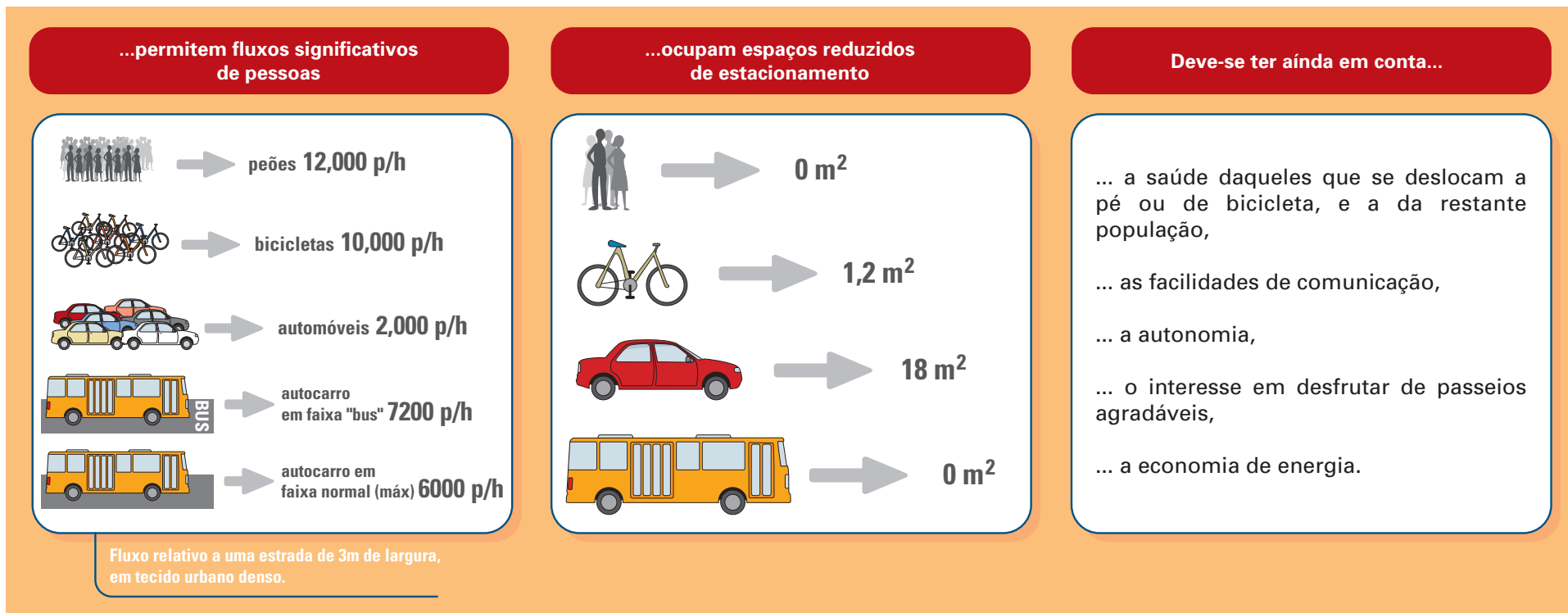


3. O CONTROLO DO RUÍDO

3.1. AS INFRA-ESTRUTURAS DE TRANSPORTE

Em meio urbano, as Autarquias têm um papel fundamental na gestão do tráfego rodoviário, podendo tomar medidas que favoreçam as deslocações em transportes públicos colectivos e em veículos não motorizados, em detrimento da utilização do automóvel particular ou de outros veículos a motor.

Alguns números interessantes sobre as deslocações não motorizadas...



- ▲ Níveis sonoros máximos admissíveis à saída da fábrica (Decreto-lei nº 49/2001, de 13 de Fevereiro)
- Níveis sonoros máximos admissíveis à saída da fábrica (Decreto-lei nº 267-B/2000, de 20 de Outubro)

MOBILIDADE URBANA

Para agir em favor da mobilidade urbana é necessário repensar o lugar da bicicleta e do peão na cidade.

PODE, POR EXEMPLO, FOMENTAR-SE:

- O transporte não motorizado nas estruturas actuais, interditando o trânsito em certas zonas, limitando as velocidades de circulação noutras e criando corredores exclusivos para velocípedes;
- A libertação da cidade de veículos ligeiros de particulares, garantindo estacionamento adequados nos edifícios habitacionais, nos locais de trabalho, bem como nas zonas comerciais;
- A disponibilização de áreas de estacionamento público para velocípedes, sobretudo nas zonas planas.



TRANSPORTES PÚBLICOS

O reforço dos transportes públicos favorece a redução do ruído de tráfego rodoviário. De facto, e apesar de um veículo de transporte colectivo ser mais ruidoso do que um veículo ligeiro, os transportes públicos colectivos apresentam características que os tornam eficazes na luta contra o ruído:

- são necessários menos veículos de transporte colectivo do que veículos ligeiros de particulares para transportar o mesmo número de pessoas;

- os veículos de transporte colectivo afectam uma menor área já que circulam em eixos bem definidos, ao contrário dos veículos ligeiros de particulares que circulam em todas as vias ocupando, consequentemente, uma maior área de emissão de ruído.

GESTÃO DE TRÁFEGO

Coordenação de semáforos

A coordenação dos semáforos por forma a criar uma “onda verde” e deste modo melhorar a fluidez da circulação, pode permitir uma redução dos níveis de pressão sonora até cerca de 5 dB(A). Adicionalmente, permite ainda um controlo eficaz da velocidade dos veículos.



Limitação da velocidade de circulação

Se uma frota de veículos circular a 120 km/h e gerar um nível de pressão sonora de cerca de 78 dB(A)...

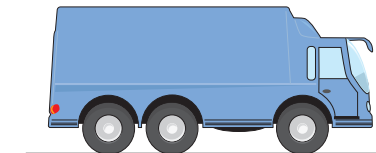
...a **90 km/h** observa-se uma redução para **74 dB(A)** e,

...a **60 km/h** o nível de pressão sonora fica reduzido a **70 dB(A)**.

A limitação da velocidade de circulação de veículos permite uma redução até cerca de **6 a 8 dB(A)** mantendo-se inalterado o volume de tráfego.

Restrições à circulação de veículos pesados

As restrições à circulação de veículos pesados, a certas horas e/ou em certas zonas, constitui igualmente uma medida de grande eficácia no controlo do ruído de tráfego rodoviário.



Adopção de um plano de circulação

Um plano de circulação tem por objectivo encontrar soluções que permitam facilitar a circulação rodoviária, mantendo inalteradas as rodovias existentes. Consiste, essencialmente, em estabelecer desvios de tráfego em ruas que não oferecem condições adequadas de circulação. No entanto, é necessário ter uma atenção especial quando as alterações introduzidas determinam o aparecimento de vias de sentido único, pois podem causar um aumento considerável das zonas afectadas pelo ruído devido à transferência do tráfego rodoviário para vias secundárias.

É também possível actuar em termos da emissão de ruído:

- **Criando passagens desniveladas nos cruzamentos, desde que não implique grandes declives nos respectivos acessos**

A criação de uma passagem desnivelada num cruzamento com muito movimento rodoviário pode reduzir o ruído de tráfego sem que seja necessário diminuir o volume de veículos a circular. Esta acção tem como principal objectivo a eliminação do ruído gerado pelas acelerações e travagens junto aos semáforos.

- **Adoptando características geométricas homogéneas**

Um traçado plano com curvas homogéneas permite um fluxo fluido de veículos e, conseqüentemente, uma redução do ruído emitido. Naturalmente que esta acção determina o aumento do espaço de circulação automóvel e das distâncias percorridas.

- **Evitando declives acentuados**

O declive de uma via rodoviária tem igualmente uma forte influência na emissão de ruído. De facto, numa estrada com uma inclinação superior a 2%, por cada 1% de aumento do declive, o respectivo nível de pressão sonora aumenta cerca de 1 dB(A).

- **Utilizando barreiras acústicas naturais**

O traçado de uma estrada pode igualmente tirar partido de barreiras acústicas já existentes ou mesmo de barreiras naturais (por exemplo: aterros, taludes da própria estrada, armazéns que funcionem como obstáculos à propagação do ruído, etc.).

Atenção: a eficácia de uma barreira de vegetação natural é muito reduzida uma vez que são necessários pelo menos cerca de 10 metros de densa vegetação para que se observe uma redução de 1 dB(A).

- **Utilizar pisos com características de absorção acústica**

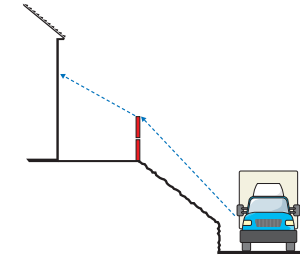
Face ao alcatrão convencional, a aplicação de pisos com características de elevada absorção acústica pode permitir uma redução na emissão do ruído de tráfego rodoviário entre os 3 e os 5 dB(A).

INSTALAR BARREIRAS ACÚSTICAS

EXEMPLO DE UMA MORADIA JUNTO A UMA AUTO-ESTRADA:

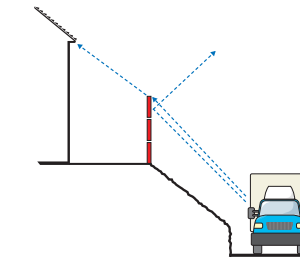
SOLUÇÃO 1: barreira implantada a meio caminho entre a fonte e o receptor, com duas unidades de altura.

RESULTADO: objectivo não alcançado.



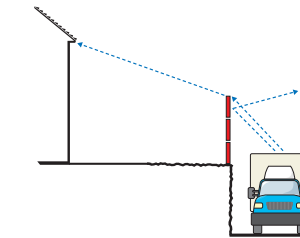
SOLUÇÃO 2: barreira semelhante à da Solução 1 mas com três unidades de altura.

RESULTADO: protecção insuficiente para o piso superior, existindo intrusão visual face ao espaço existente para a circulação dos moradores.



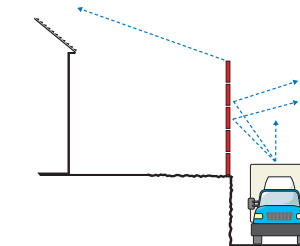
SOLUÇÃO 3: barreira semelhante à da Solução 2 mas colocada junto à berma da estrada.

RESULTADO: protecção idêntica à conseguida com a barreira anterior mas um pouco melhor para o piso superior. No entanto, a relocalização da barreira permitiu diminuir a intrusão visual para os moradores. O custo desta Solução é cerca de 1,7 vezes superior ao da Solução 2.



SOLUÇÃO 4: barreira semelhante à da Solução 3 mas com cinco unidades de altura.

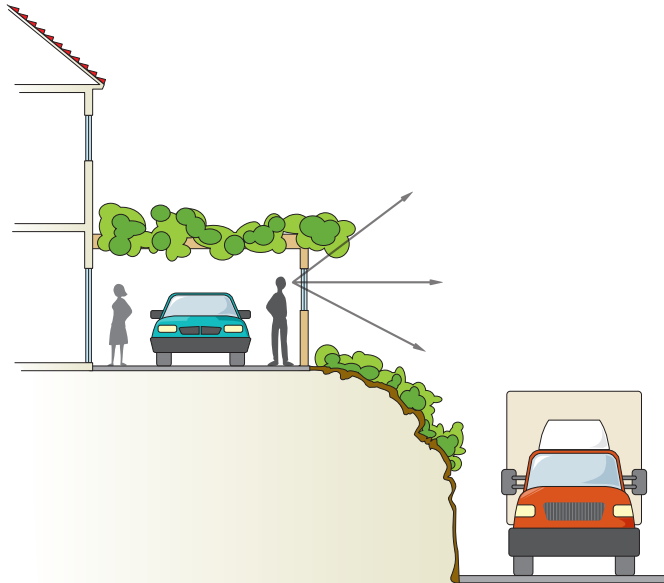
RESULTADO: maior eficácia, mas muito mais dispendiosa e claramente pouco integrada na paisagem. O custo desta Solução é cerca de 2,5 vezes superior ao da Solução 3.



Na presente situação dar-se-ia preferência à **solução 3**, mas este exemplo não é simples já que:

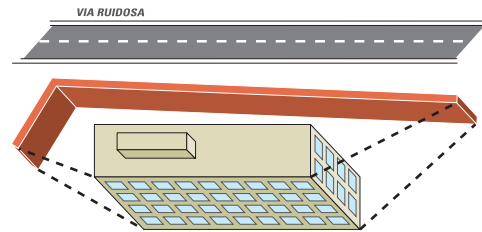
- a auto-estrada também é utilizada pelos condutores;
- os moradores desejam ver de onde provém o ruído e observar a paisagem.

Nestes casos e após eventuais negociações com os moradores, podem ser adoptadas outras soluções, como por exemplo, pérgolas, faixas envidraçadas na barreira, etc..

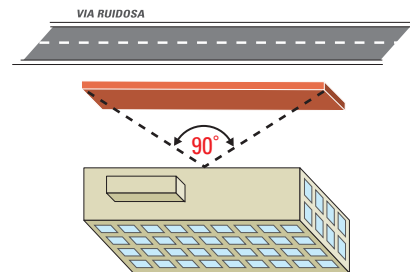


A barreira acústica deve proteger todas as fachadas expostas ao ruído.

Para ser realmente eficaz, uma barreira acústica deve encobrir cerca de 80 a 90% da fonte sonora cujo ruído se pretende atenuar. Na prática, deve estender-se em cerca de 150 metros para cada um dos lados do receptor/receptores a proteger.

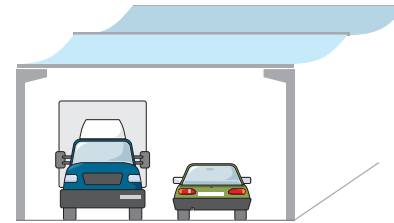


Por exemplo, uma barreira que "esconda" a fonte sonora somente em um ângulo de 90° oferece uma redução dos níveis de pressão sonora de apenas 3 dB(A).

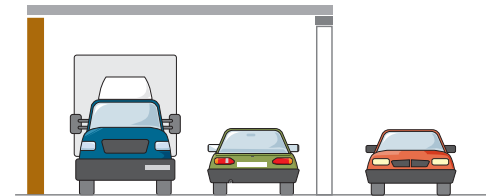


COBERTURAS

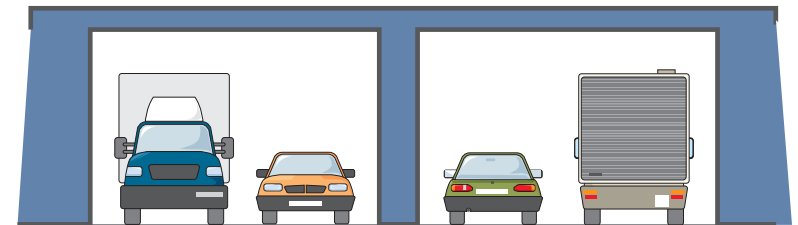
A construção de uma cobertura total (túnel) ou parcial de uma estrada contribui para uma redução significativa do nível de pressão sonora existente - cerca de 20 dB(A). As coberturas devem, no entanto, ser entendidas como medidas excepcionais pois só podem ser adoptadas em alguns casos particulares.



Cobertura ligeira com funções estritamente acústicas

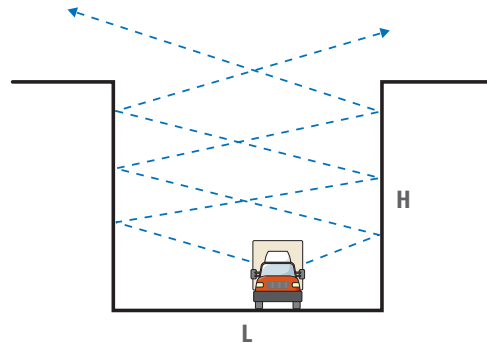


Cobertura parcial da estrada (muro, cobertura ligeira e apoios)



Cobertura pesada sobre a qual se pode circular (túnel)

Mas atenção às reflexões! Nos casos em que a largura (L) da estrada é muito inferior à altura média dos edifícios (H) que a ladeiam (estrada "em U"¹), deve ter-se em atenção as reflexões que serão necessariamente originadas, podendo também recorrer-se à utilização de materiais absorventes na constituição das fachadas dos edifícios. No entanto, este tipo de medidas tem uma eficácia limitada, estimada em cerca de 2 a 3 dB(A).



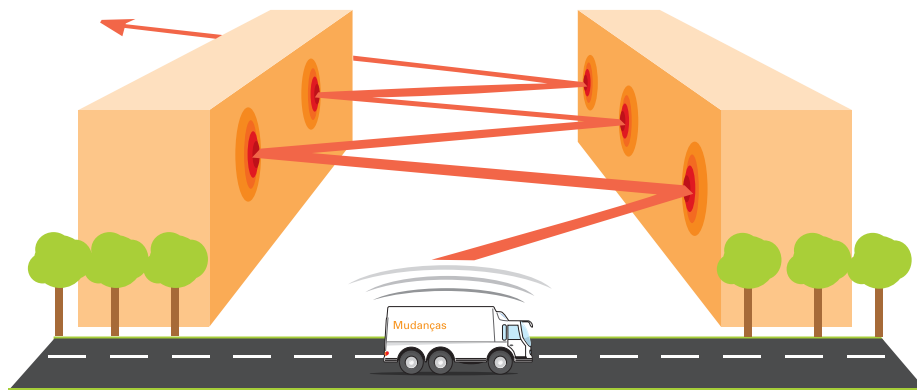
1 - Uma estrada em "U" não é mais do que uma estrada ladeada por edifícios quase contíguos com alturas mais ou menos homogêneas entre eles. Em termos acústicos, uma estrada é designada "em U" quando $H/L > 0.2$; caso a estrada tenha as cêrceas diferentes de um e do outro lado da via, o valor de H corresponde à altura média das cêrceas mais baixas.

3.2 OS EDIFÍCIOS

AGIR SOBRE OS EDIFÍCIOS

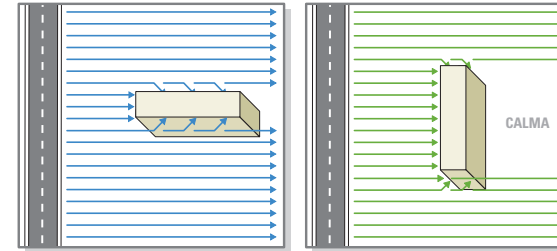
Existem vários métodos para minimizar os efeitos do ruído na fase de concepção de um edifício.

Neste contexto é importante evitar soluções ineficazes. No exemplo seguinte é ilustrada a forma como o ruído invade as fachadas e os espaços livres quando não encontra obstáculos à sua propagação.



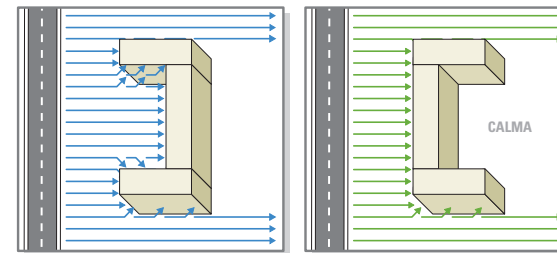
Limitar o número de fachadas expostas

Os edifícios devem ser concebidos tendo em consideração a presença e a respectiva localização de eventuais fontes sonoras. Nos exemplos que seguem verifica-se que é possível reduzir a superfície de fachada exposta a ruído (configurações 2) relativamente às configurações 1.



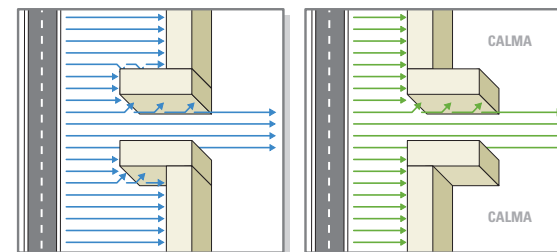
1. Todas as fachadas estão igualmente expostas

2. Foi criada uma fachada "calma"



1. Implantação mais desfavorável em termos de exposição ao ruído

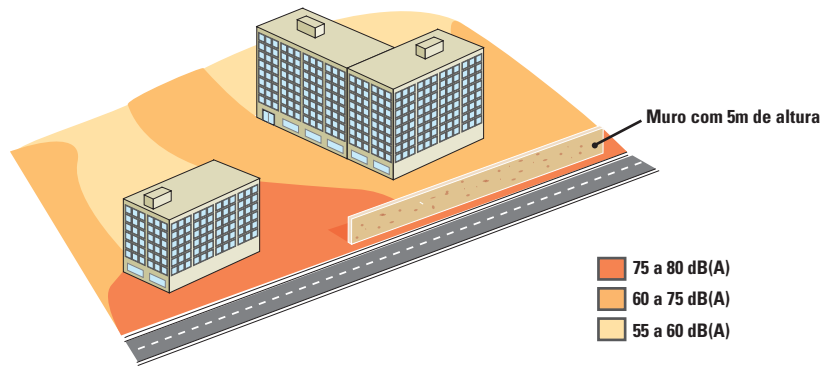
2. A superfície de fachada "calma" aumenta



CALMA

CALMA

A implantação de edifícios paralelos a uma estrada, se por um lado determina a existência de níveis de pressão sonora mais elevados na fachada confinante com a via, por outro permite que a fachada das traseiras e os espaços aí existentes permaneçam em ambiente menos ruidoso.



Organizar os edifícios em função do ruído

A disposição dos edifícios deve ser efectuada por forma a que as divisões menos sensíveis ao ruído (galerias de acesso, escadas, cozinhas, WC), fiquem viradas para a fachada mais exposta ao ruído, reservando a(s) restante(s) fachada(s) para os quartos de dormir, salas de estar, etc...



Actuar nas fachadas dos edifícios

O ruído exterior pode transmitir-se para o interior dos edifícios através das janelas (não esquecendo as caixas de estores) se os materiais que as constituem possuírem um baixo “índice de isolamento acústico à transmissão”. Considera-se que, na grande maioria dos casos, as paredes exteriores e cobertura (“parte opaca”) verificam as exigências de isolamento sonoro que lhes possam ser exigidas, pelo que, normalmente, não constituem o factor limitante no condicionamento acústico de um edifício.

Na construção de um edifício deve assegurar-se que todas as suas fachadas se encontram o mais isoladas possível relativamente ao ruído exterior. Mas se o reforço do isolamento é aceitável do ponto de vista acústico, devem igualmente tomar-se cuidados especiais na concepção do sistema de ventilação das habitações por forma a assegurar o respectivo conforto térmico nos meses de Verão e de Inverno. Este reforço do isolamento sonoro constitui um último recurso em planos de redução de ruído mas é por vezes a única protecção eficaz para edifícios implantados muito próximo das vias rodoviárias. Refira-se ainda que, naturalmente o isolamento acústico só é eficaz enquanto as janelas permanecerem fechadas.

Melhoramento das janelas

OS ISOLAMENTOS USUALMENTE CONFERIDOS POR JANELAS SÃO OS SEGUINTE
(valores meramente indicativos):

- Janela aberta — 7 dB(A)
- Janela convencional fechada — 22 dB(A)
- Janela convencional fechada e calafetada ou com vidro mais espesso e caixilharia de alta qualidade — 27 dB(A)
- Janela com vidros duplos e caixilharia de alta qualidade — 27 a 35 dB(A)
- Janela dupla com ou sem ventilação incorporada — 33 a 45 dB(A)

Tomadas de ar

No caso de existirem entradas de ar é necessário tratá-las - por aplicação de chicanas, ou rever inteiramente o sistema normal de ventilação - por instalação de ventilação mecânica controlada com condutas.

Caixas de estore

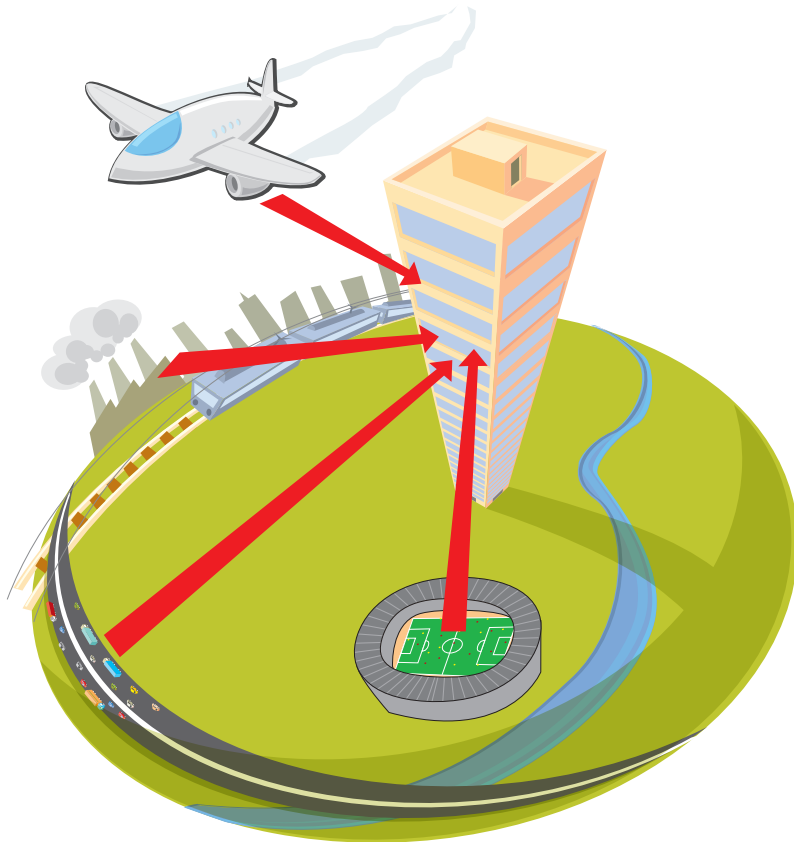
Considerações da mesma natureza podem também referir-se para as caixas de estore.

3.3. AS FORMAS URBANAS

AS FORMAS URBANAS DETERMINAM O RUÍDO AUDÍVEL

De um 14º andar, avistando de cima todos os telhados da cidade, o nosso ouvido desfruta de um vasto “panorama acústico”. Um residente diz ouvir o comboio que passa na ponte metálica a 5 quilómetros de distância, o avião a descolar da pista a 7 quilómetros e o ruído proveniente da auto-estrada que fica situada a 3 quilómetros.

Mas será que estes ruídos lhe interessam? Pode ouvir quilómetros quadrados de acontecimentos e actividades, mas será que ele consegue ouvir os seus filhos que brincam lá em baixo na rua, os pássaros a piar, a brisa nas folhas das árvores, ou um amigo que se aproxima? Às nossas habitações/residências chegam, regularmente durante o dia e a noite, sons com interesse claramente diminuto.



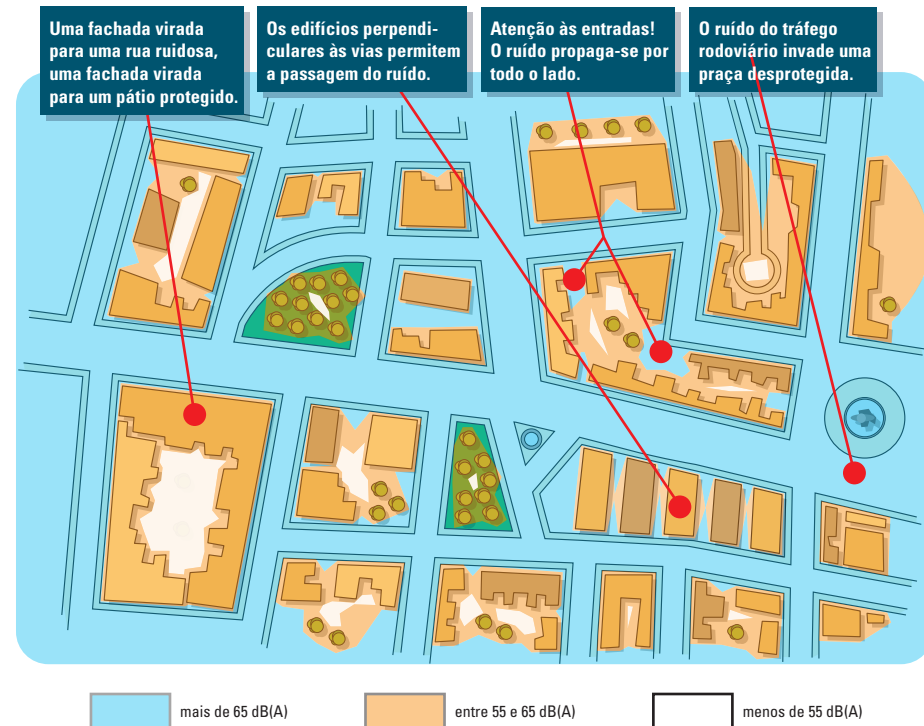
Se se designa habitualmente por “nevoeiro” o fenómeno que esconde a paisagem, será que também não está no “nevoeiro” uma pessoa que vive num 7º andar, com a janela fechada, num edifício localizado na proximidade de uma rodovia importante, e que diz ouvir apenas um rumor?

Certas pessoas pretendem que a sua casa seja concebida como uma “caixa estanque ao ruído, ficando assim preparada para ser mergulhada num meio ruidoso”. Outras pensam que as casas “mesmo com 20 andares, se forem enquadradas numa área verde, deixam de ser monstros arquitectónicos. Os andares médios e superiores ficam assim protegidos da algazarra que se pode eventualmente desencadear ao nível do rés-do-chão.”

Estas opiniões ignoram todas as relações do Ser Humano com o ambiente que o rodeia. Ora estas relações são-nos claramente úteis e em alguns casos até vitais. Cada um de nós já sonhou com uma casa, mas ninguém com uma sem portas nem janelas!...

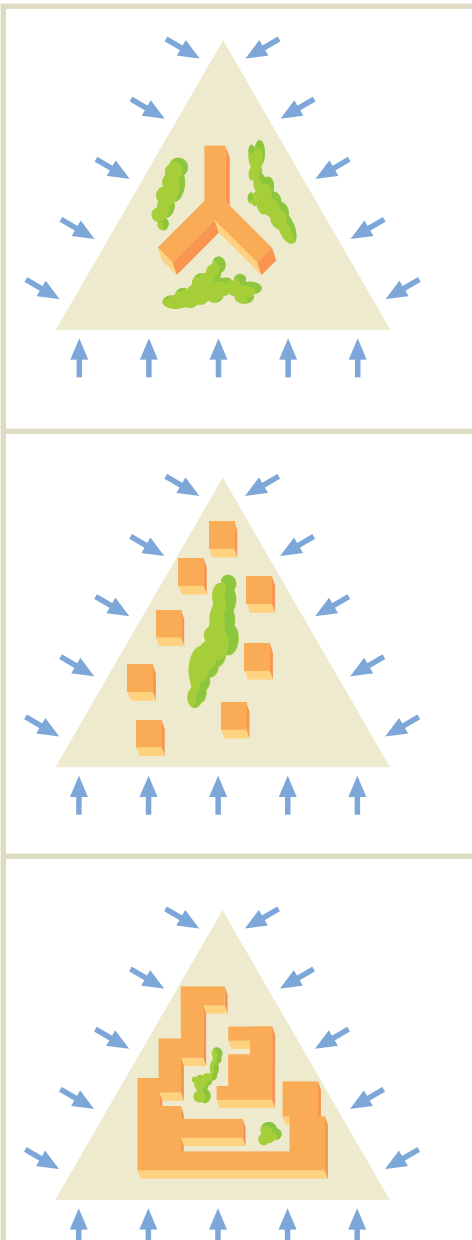
A ARTE DE CONSTRUIR OBSTÁCULOS

As formas urbanas podem favorecer ou dificultar a propagação do ruído.



OBSERVAÇÕES SOBRE ALGUMAS FORMAS URBANAS HABITUAIS

Consideremos um terreno envolvido por fontes ruidosas:



Todos os espaços exteriores estão expostos ao ruído da rua: todas as janelas estão expostas de forma idêntica. Não há um único espaço cujo sossego acústico permita a localização das divisões mais sensíveis. É o caso mais desfavorável.

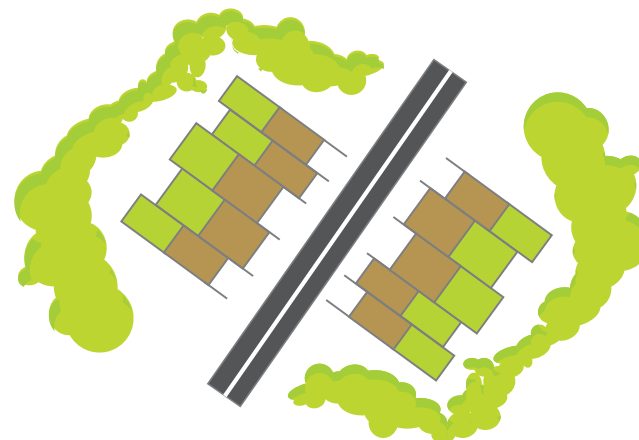
Os edifícios têm quase todos a mesma orientação relativamente ao ruído. Mas não só, pois verifica-se exactamente o mesmo em termos da exposição solar, do arejamento e até da vida social.

A construção de pátios interiores com edifícios "em recorte" é uma das melhores formas para se criarem espaços "quase imunes" ao ruído de tráfego rodoviário. Mas a forma e a dimensão desses pátios deve ser criteriosamente projectada, por forma a não se tornarem espaços residuais. Tanto o ambiente acústico como o ambiente visual que é criado por esses pátios, deve ser o desejado pelos respectivos moradores.

Alguns exemplos

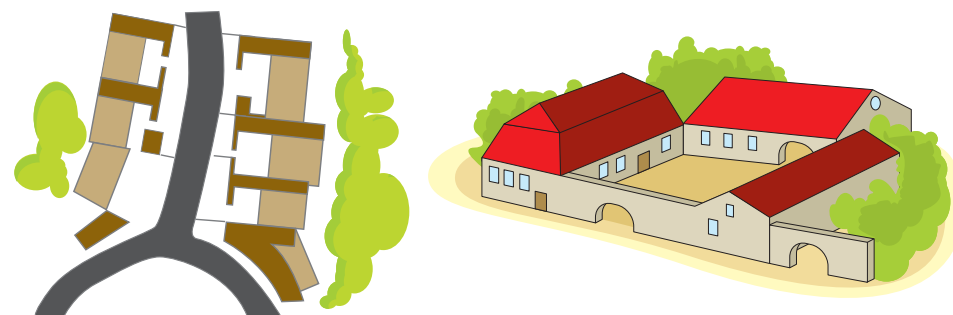
Separação bem definida entre o espaço público e o espaço semi-público

Devem ficar claramente separados os locais onde se registam ruídos provenientes de veículos motorizados e o espaço privado. Deve garantir-se que as divisões mais sensíveis das habitações, bem como os eventuais jardins, ficam localizados em zonas de maior sossego acústico (normalmente nas traseiras).



Decomposição e justaposição

O espaço público, o espaço semi-privado e o espaço privado devem ser justapostos, por forma a garantir uma correspondência entre os respectivos espaços visuais e acústicos. Um edifício de habitação pode ter as suas janelas viradas para um espaço público, mas deve apresentar igualmente uma fachada disponível para um espaço privado que eventualmente pode também ser um espaço de trabalho.

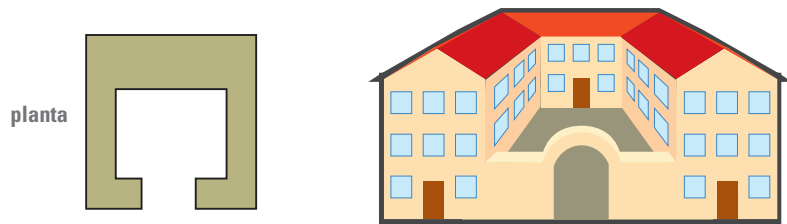


Edifícios de outros tempos

Edifício do século XVIII que não “volta as costas” à rua:

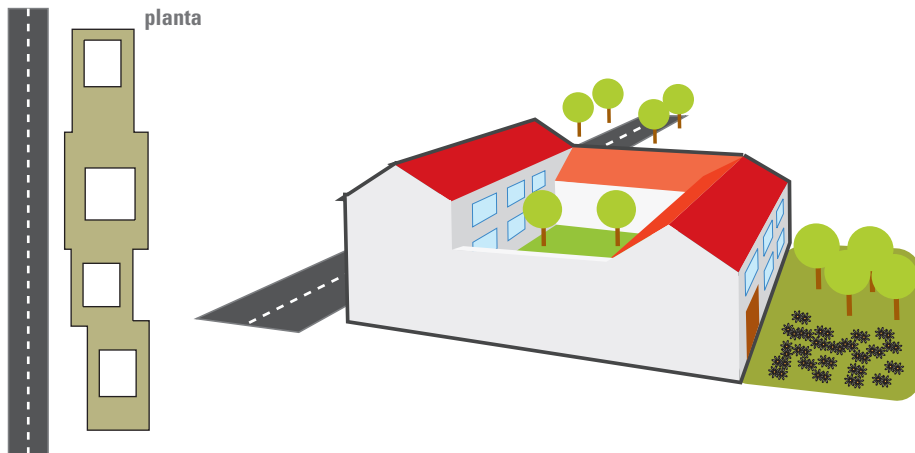
- » o espaço privado é orientado em direcção ao espaço público;
- » o muro, que funciona como barreira acústica, está implantado próximo da fonte sonora. Este muro é suficiente para atenuar o ruído proveniente do exterior permitindo que os “ruidos interiores” dominem o espaço privado, sem que tal determine um corte total com o exterior.

Esta ideia pode servir de inspiração na construção actual de qualquer tipo de edifício de habitação.



Construção tradicional em torno do pátio

A construção em profundidade com um pátio interior, apresenta a vantagem de possuir no máximo 15 a 25% de fachadas expostas ao ruído, algo que é excelente quando comparado com outras soluções em que 100% das fachadas se encontram expostas. Este tipo de construção protege ainda espaços exteriores, pátios e jardins.



O pátio deve permitir o convívio entre os moradores

O pátio interior, que se apresenta como uma solução acústica benéfica, tem as suas exigências próprias: o universo acústico criado entre os seus muros não pode ser deixado ao acaso, sendo indispensável definir adequadamente a sua localização, as suas dimensões, a sua forma e ainda as suas funções.

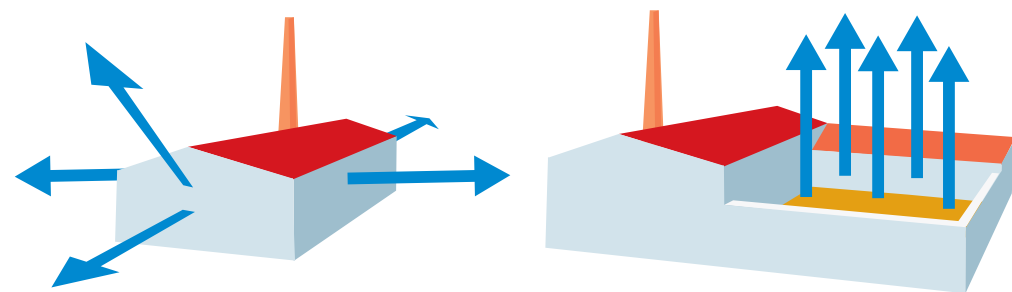
Por exemplo, uma área comum exterior (pátio) de um imóvel habitado por 400 pessoas terá de suportar todas as noites uma criança que chora, um casal em crise ou ainda uma festa algures. Trata-se de uma situação insuportável e inútil. Como é possível um entendimento cordial com os nossos vizinhos numa situação destas?

É necessário que o pátio ofereça aos moradores a possibilidade de verdadeiramente se encontrarem e comunicarem entre si. Tendo em consideração as condições climáticas e as características da população residente, o pátio poderá tornar-se um local de passagem, um local de descanso e de lazer ou até uma possibilidade de convívio entre os moradores.

EDIFÍCIOS NÃO RESIDENCIAIS

Pelas razões opostas, isto é, para evitar que o ruído de uma actividade se propague até às propriedades vizinhas, é vantajoso construir muros que delimitem o espaço exterior. Adicionalmente esta solução apresenta a vantagem de facilitar a integração urbana. Os problemas do crescimento de armazéns inestéticos e da vigilância específica das empresas, podem ser resolvidos de um modo muito simples.

Esta solução é igualmente interessante para a integração de equipamentos colectivos, como por exemplo, escolas e hospitais.



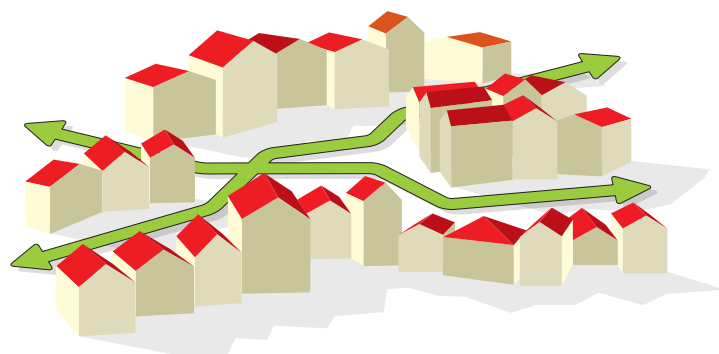
Aqui, as ondas sonoras propagam-se para as áreas adjacentes à unidade industrial...

... enquanto que aqui, as ondas sonoras ficam confinadas ao próprio espaço industrial

A RUA, COMO ESPAÇO PÚBLICO DE QUALIDADE, ESTÁ AINDA POR REDESCOBRIR.

Respeitando as funções primordiais da mobilidade e das acessibilidades, é imperioso conceber as ruas como novas vias em espaço urbano. Não é forçoso construir grandes eixos de circulação, que atravessam urbanizações que lhes voltam as costas e que desperdiçam superfícies importantes. Pode e deve conceber-se uma rede viária criativa...

A arte das praças é milenar: um local de passagem pode tornar-se num "recinto". As praças medievais constituem um excelente exemplo: o início das ruas estando dissimulado, induz em quem passa a ideia de praça ou de espaço fechado; e, o que é verdade para os olhos, também o será para os ouvidos!



AS NOVAS AVENIDAS URBANAS

As novas avenidas urbanas com a sua actividade e arquitectura apropriada permitem:

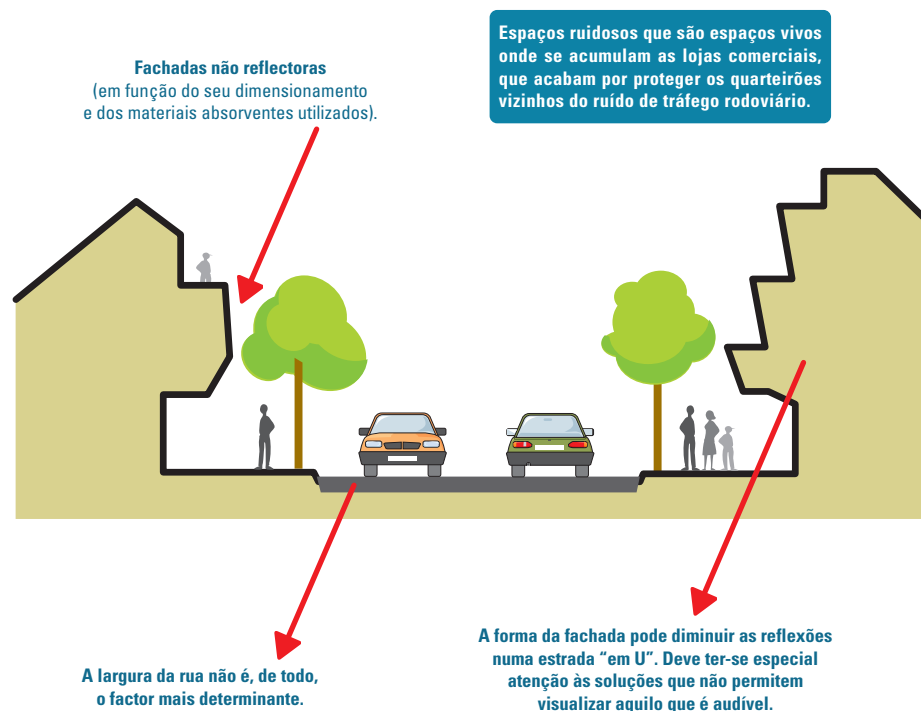
- a limitação do ruído proveniente de veículos motorizados no seu espaço;
- a referência e a orientação na cidade;
- a animação e a diversão;
- a economia de infra-estruturas, de terrenos e de deslocações;
- uma maior segurança na vida quotidiana.

As vias que favorecem a vida de cada bairro e suportam as actividades económicas necessárias ao seu equilíbrio, são espaços mais bem aceites.

As novas vias em meio urbano poderão ser concebidas, na sua maioria, como avenidas. O nosso património urbano apresenta numerosos exemplos bem conseguidos; mas também demonstra que o quadro regulamentar habitual não se encontra adaptado à concretização coerente de formas urbanas contínuas: é indispensável controlar, ao mesmo tempo, a via e a sua envolvente.

Existem diferentes formas de o conseguir:

- colocar em acção equipas interdisciplinares;
- promover uma política imobiliária que ultrapasse a influência da via;
- controlar a implantação de actividades através da definição, em regulamentos apropriados, da vocação dos solos;
- definir regras urbanísticas claras;
- promover acções de sensibilização das populações.





UM EXEMPLO DE INTERVENÇÃO URBANA

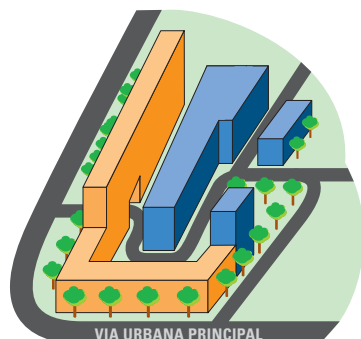
Zonamento

Uma cidade sustentável deve saber distribuir múltiplas funções de modo equilibrado. Não fazer coexistir usos conflituosos do solo é a chave para o sucesso na prevenção do ruído.

A ocupação do solo deve, então, ser estudada em função do ruído. Trata-se de, sempre que possível, localizar o comércio e os serviços na vizinhança imediata das rodovias, deixando as zonas residenciais ocupar áreas mais afastadas. Desta forma, os edifícios que albergam as actividades económicas constituem uma protecção acrescida para as habitações.

PLANO GERAL DE OCUPAÇÃO DO SOLO

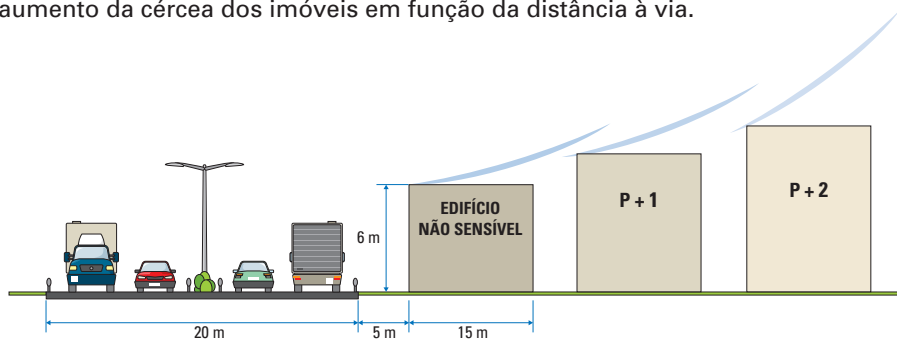
	habitação
	edifícios não sensíveis



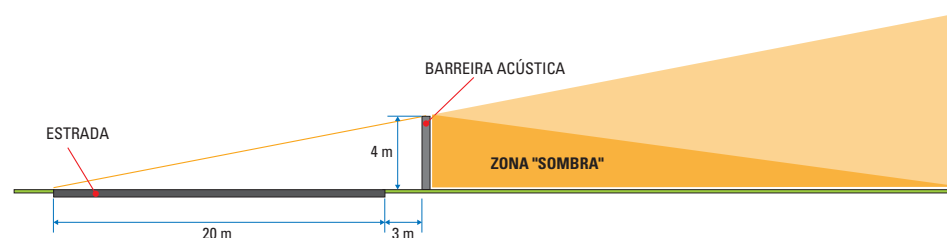
Se tal não for possível ou desejável – caso dos espaços mistos - as actividades compatíveis com ocupação sensível podem ser autorizadas mas sempre sob certas condições. É de evitar a estratificação vertical de fontes de ruído e receptores sensíveis.

Gradiente de cérceas

A altura dos edifícios foi determinada em função da sua localização relativamente às fontes sonoras existentes, bem como à respectiva exposição ao ruído por elas emitido. A zona protegida aumenta com a distância à fonte e com a "sombra" provocada pelos restantes edifícios. Tal facto permite o aumento da cércea dos imóveis em função da distância à via.



Protecção das zonas expostas por interposição de barreiras acústicas



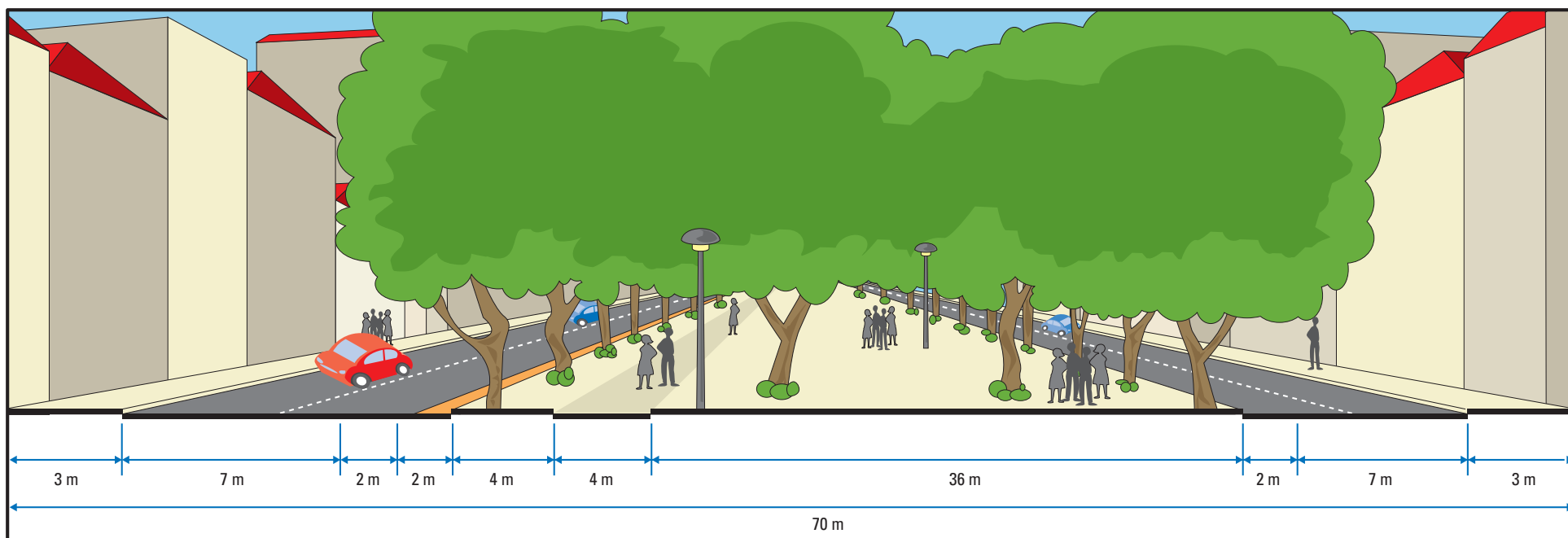
É de realçar que toda a descontinuidade numa barreira acústica deve ser compensada pela instalação de outras protecções afim de não serem criadas zonas de fuga para o ruído. Por outro lado, quando existe mais do que 10 metros de interrupção entre edifícios (de ocupação não sensível) que funcionem como protecção à zona residencial, é necessário construir uma barreira acústica ou um muro de terra.

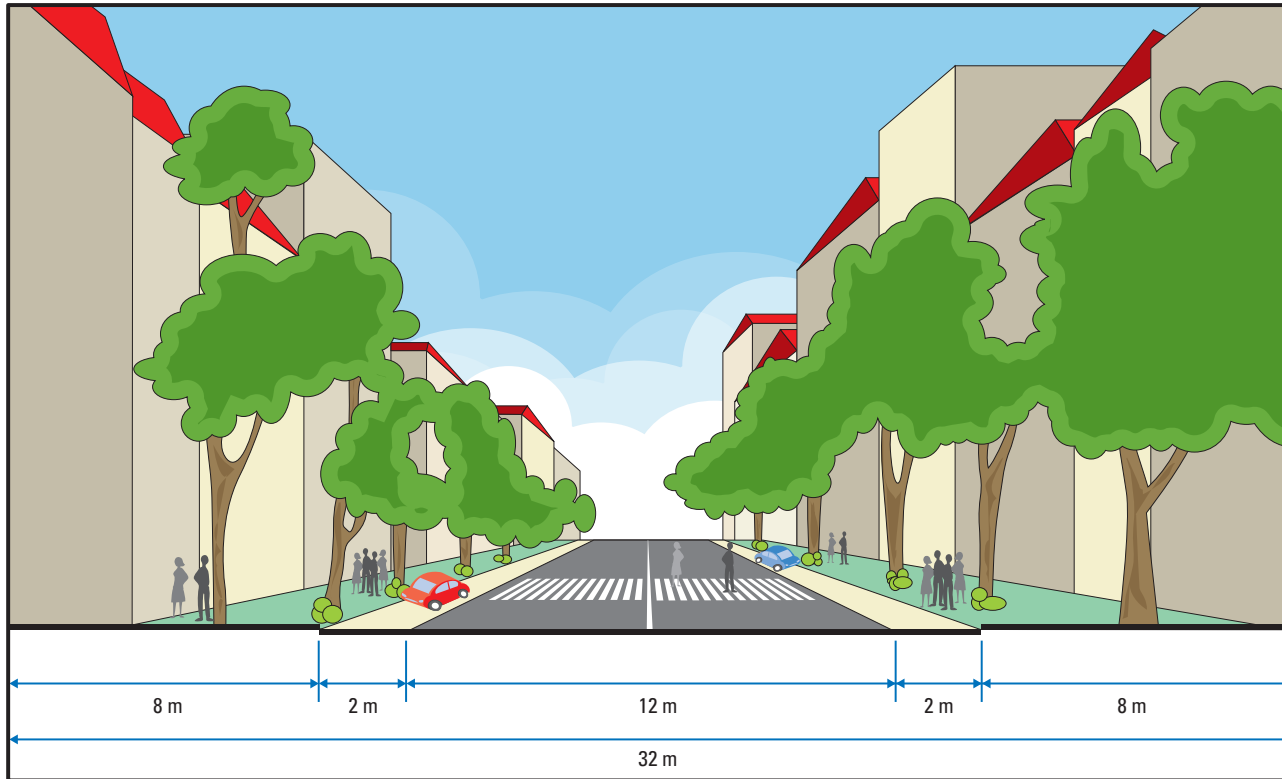


Imagem geral da intervenção



São muitos os exemplos de vias polivalentes agradáveis...!...





A LEGISLAÇÃO e AS AUTORIDADES COMPETENTES



4. A LEGISLAÇÃO

RUÍDO E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

O Regime Legal sobre Poluição Sonora (aprovado pelo Decreto-Lei nº292/2000, de 14 de Novembro, com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei nº259/2002, de 23 de Novembro) determina que na execução da política do ordenamento do território e urbanismo deve ser assegurada a qualidade do ambiente sonoro.

O documento "Elaboração de mapas de ruído - Princípios orientadores", da ex-DGA/DGOTDU, disponível em www.iambiente.pt, contém directrizes para a articulação entre o Ruído e o Ordenamento do Território.

A LEGISLAÇÃO CONTÉM:

Definições

- **Zonas sensíveis:** áreas vocacionadas para habitações, escolas, hospitais, espaços de recreio e lazer;
- **Zonas mistas:** incluem também comércio e serviços;

CrITÉrios

de exposição máxima:

- As zonas sensíveis não podem ficar expostas a um L_{Aeq} do ruído ambiente exterior, superior a 55 dB(A) no período diurno e 45 dB(A) no período nocturno;
- As zonas mistas não podem ficar expostas a um L_{Aeq} do ruído ambiente exterior, superior a 65 dB(A) no período diurno e 55 dB(A) no período nocturno;

de incomodidade:

A diferença entre o L_{Aeq} do ruído ambiente determinado durante a ocorrência do ruído particular da actividade em avaliação e o valor do L_{Aeq} do ruído ambiente a que se exclui aquele ruído ou ruídos particulares, não poderá exceder 5 dB(A) no período diurno e 3 dB(A) no período nocturno;

Regras

- Não são permitidas actividades ruidosas permanentes em zonas sensíveis;

Na proximidade de uma zona sensível ou numa zona mista as actividades ruidosas permanentes devem respeitar os critérios de exposição máxima e de incomodidade;

As infra-estruturas de transporte têm de respeitar o critério de exposição máxima.

Medidas curativas

Quando os níveis de pressão sonora existentes ultrapassam os valores estabelecidos há que adoptar planos de redução de ruído.

REQUISITOS ACÚSTICOS DOS EDIFÍCIOS

O Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios, aprovado pelo Decreto-Lei nº129/2002, de 11 de Maio, estabelece as normas a respeitar nos projectos de condicionamento acústico (projectos de especialidade) para:

- Edifícios habitacionais e mistos
- Edifícios comerciais, industriais ou de serviços
- Edifícios escolares e de investigação
- Edifícios hospitalares
- Recintos desportivos
- Estações de transporte de passageiros

O Laboratório Nacional de Engenharia Civil presta apoio técnico à boa aplicação deste Regulamento.

AS AUTORIDADES COMPETENTES

TEM UM PROBLEMA DE RUÍDO? ENTÃO DEVE CONTACTAR:

- As Câmaras Municipais (comércio e serviços, restaurantes, bares, discotecas, oficinas, ruído de tráfego rodoviário em estradas camarárias);
- As autoridades policiais (ruído de vizinhança, obras de construção civil, competições desportivas, festas e outros divertimentos, feiras e mercados, alarmes contra intrusão em veículos);
- O IEP ou as suas concessionárias (ruído de tráfego rodoviário em estradas nacionais, itinerários principais, complementares e auto-estradas);
- A REFER, o Metropolitano de Lisboa ou o Metro do Porto (ruído de tráfego ferroviário);
- A ANA ou os aeródromos (ruído de tráfego aéreo);
- As Direcções Regionais da Economia e as Direcções Regionais da Agricultura (estabelecimentos comerciais e industriais);
- As Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional ou a Inspeção Geral do Ambiente.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

FRANCE

Ministère de l'Équipement et de l'Aménagement du Territoire - Le bruit et la ville. - Paris : Ministère de l'Équipement et de l'Aménagement du Territoire, 1978.

PORTUGAL

Decreto-Lei nº292/2000, de 14 de Novembro, com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei nº 259/2002, de 23 de Novembro, que aprova o Regime Legal sobre Poluição Sonora.

Decreto-Lei nº129/2002, de 11 de Maio, que aprova o Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios.

Direcção Geral do Ambiente; Direcção Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano - Elaboração de mapas de ruído : princípios orientadores. - Alfragide : DGA ; Lisboa : DGOTDU, 2001.

O RUÍDO E A CIDADE

Este livro resulta da tradução e adaptação da publicação francesa intitulada "Le bruit et la ville" – Ministère de l'Équipement et de l'Aménagement du Territoire, Janvier 1978.

Tradução e Adaptação - Bertília Valadas; Maria João Leite

Revisão Técnica - Carlos César

Edição - Instituto do Ambiente

Design Gráfico e Ilustrações - Enclave / Fisga Design

Impressão - Gráfica...

Depósito Legal - 209101-04

ISBN - 972-8419-91-0

Tiragem - ... exemplares

Data de edição - Janeiro de 2004

FICHA TÉCNICA



Instituto do Ambiente
MINISTÉRIO DAS CIDADES, ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E AMBIENTE



Portugal em Acção

PROGRAMA AMBIENTE



Co-financiado pela
União Europeia - FEDER

