

**Estes adendos e notas explicativas tem a finalidade de facilitar o entendimento e aperfeiçoar os critérios a seguir.**

Este documento tem efeito imediato, portanto, ele é aplicável a partir do dia 28 de outubro de 2013, no entanto, empreendimentos que já tenham sido analisados previamente a este documento podem manter esta demonstração até o final do empreendimento.

**Adendo ao Referencial técnico de certificação "Edifícios do setor de serviços - Processo AQUA"  
Escritórios e Edifícios escolares v0 de outubro de 2007**

**A categoria 9 passa a ter a seguinte redação**



9

# CONFORTO ACÚSTICO



# INTRODUÇÃO

A noção de "conforto acústico", como a de "qualidade do meio sonoro" de um local, pode ser caracterizada fazendo-se uso de duas dimensões ou facetas complementares. A qualidade e quantidade da energia emitida pelas fontes e a qualidade e quantidade dos eventos sonoros do ponto de vista do receptor. Tal ponto de vista depende não somente da história individual, mas também dos valores próprios do grupo social a que ele pertence.

Esta qualidade e o conforto que ele almeja podem ter uma influência sobre a qualidade do trabalho, do sono e sobre as relações entre os usuários do edifício. Quando a qualidade do meio sonoro se deteriora e o conforto se degrada, os efeitos observados podem se revelar rapidamente muito negativos, como a queda de produtividade, conflitos de vizinhança e mesmo problemas de saúde.

As expectativas do usuário a respeito do conforto acústico consistem geralmente em querer conciliar duas necessidades:

- De um lado, não ser prejudicado ou perturbado em suas atividades cotidianas por ruídos aéreos (provenientes de outros ambientes vizinhos), por ruídos de impacto ou de equipamentos (provenientes de diferentes partes do edifício) e por ruídos do espaço exterior (transporte, transeuntes, canteiro de obras, etc.);
- Mas, por outro lado, de preservar o contato auditivo com o ambiente interno (habitação, sala de aula, escritório) e exterior, percebendo os sinais que lhe são úteis ou que julga interessantes.

Para obter as condições técnicas mais favoráveis, é conveniente assegurar:

- O isolamento acústico dos ambientes;
- A atenuação dos ruídos de impactos e equipamentos;
- O zoneamento acústico para determinados ambientes, para responder à diversidade de atividades dos usuários para os quais os ambientes foram concebidos;
- A adaptação da acústica interna dos locais e a redução dos ruídos perturbadores produzidos no próprio interior do ambiente.

O conforto acústico depende igualmente das condições locais, da implantação do empreendimento no terreno e das características do edifício propriamente dito.

Na concepção de um edifício, as preocupações de conforto acústico devem ser tratadas em diferentes níveis e se estruturam do modo seguinte:

- Elementos arquitetônicos espaciais, incluindo a organização do plano de massas, atribuindo responsabilidades aos agentes que intervêm nas primeiras fases da concepção;
- Isolamento acústico do edifício em relação aos ruídos do espaço exterior;
- Isolamento acústico dos ambientes face aos ruídos interiores (aéreos, de impacto, de equipamentos e de origem vibratória);
- Acústica interna dos ambientes em função de suas destinações;
- Criação de um meio acústico exterior satisfatório: este tópico é tratado na Categoria 1 "Relação do edifício com o seu entorno" no §1.2.2. "Criar um conforto acústico exterior satisfatório";
- Proteção dos vizinhos contra os ruídos gerados pelo edifício (atividades e equipamentos técnicos): este tópico é tratado na Categoria 1 "Relação do edifício com o seu entorno" no §1.3.5 "Assegurar à vizinhança o direito à tranquilidade".



## 9.1. Otimização dos elementos arquitetônicos para proteger os usuários do edifício de incômodos acústicos

## 9.2. Criação de uma qualidade do meio acústico

Na continuação do texto, a tipologia dos ambientes utilizados é a seguinte:

- Ambiente muito sensível: vocação para repouso;
- Ambiente sensível: sala de aula, internato, escritório, sala de música, sala de conferência, sala de reunião, refeitório;
- Ambiente ruidoso: ambiente técnico, atelier, zona de circulação comum, equipamentos (ventilação mecânica, evacuação de água, etc.), sala de esportes, etc.

## AVALIAÇÃO DA CATEGORIA 9

CATEGORIA 9	AVALIAÇÃO
BOM	Todas as preocupações nível B satisfeitas
SUPERIOR	Todas as preocupações níveis B e S satisfeitas
EXCELENTE	<p>Todas as preocupações níveis B e S satisfeitas + ≥75% das preocupações nível E satisfeitas por espaço na subcategoria 9.2 E ≥50% das preocupações nível E satisfeitas nos espaços associados na subcategoria 9.2</p>

## INTERAÇÕES COM AS OUTRAS CATEGORIAS

- **Categoria 1 "Relação do edifício com seu entorno"**  
Meio acústico exterior para os usuários do terreno – Direito dos vizinhos à tranquilidade
- **Categoria 2 "Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos"**  
Desempenho acústico dos produtos
- **Categoria 3 "Canteiro de obras com baixo impacto ambiental"**  
Ruído de canteiro de obras sobre os vizinhos e trabalhadores da obra
- **Categoria 8 "Conforto higrotérmico"**  
Ruído dos equipamentos para assegurar conforto de verão ou inverno
- **Categoria 13 "Qualidade sanitária do ar"**  
Ruído dos equipamentos de ventilação

## INTERAÇÕES COM O SGE

- **Anexo A.1 – Análise do local do empreendimento**  
Fornece, entre outros, os dados sobre as fontes de ruído presentes no entorno (classificação das infraestruturas de transporte, por exemplo).
- No caso de imóveis de escritórios entregues sem compartimentalizações internas ("andar livre"), precauções devem ser tomadas pelos responsáveis pelos arranjos dos ambientes. O empreendedor deverá transmitir ao proprietário do empreendimento todos os dados necessários sobre a construção entregue e as condições de arranjo para obter os desempenhos acústicos visados.

## REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES

- [A] ABNT (1987). NBR 10152 – Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 1987.
- [B] ABNT (2000). NBR 10151 – Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento. Rio de Janeiro, 2000.
- [C] Bistafa, Sylvio R. Acústica aplicada ao controle de ruído. Ed. Edgard Blücher. São Paulo, 2006.
- [D] Fundacentro. Ministério do Trabalho e do Emprego, Norma de Higiene Ocupacional NHO 01, Avaliação da exposição ocupacional ao ruído, 2001.
- [E] Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), Norma Regulamentadora NR-15, capítulo V, Título II, relativa à Segurança e Medicina do Trabalho, 17 ; Lei n. 6.514, de 22/12/1977, Portaria n. 3.214, de 8/6/1978.
- [F] ABNT (1992). NBR 12179. Norma para tratamento acústico em recintos fechados, 1992.
- [G] ABNT (1984). NBR 8572 – Fixação de valores de redução de nível de ruído para tratamento acústico de edificações expostas ao ruído aeronáutico. Rio de Janeiro, 1984.
- [H] ABNT (1992). NBR 12540 - Grandezas e unidades de acústica. Rio de Janeiro, 1992.
- [I] ABNT (2013). NBR 15575 – Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.
- [J] ABNT (2013). NBR 15575 – Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos. Rio de Janeiro, 2013.
- [K] ABNT (2013). NBR 15575 – Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE. Rio de Janeiro, 2013.

## REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES DO REFERENCIAL ORIGINAL FRANCÊS

- [I] Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignement. (Decreto de 25 de abril 2003 relativo à limitação de ruído interno em estabelecimentos de ensino.)
- [J] Arrêtés du 30 juin 1999 relatifs aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation. (Decretos de 30 junho 1999 relativos às características acústicas dos edifícios residenciais.)
- [K] Textes législatifs relatifs au classement des infrastructures de transport. (Textos legislativos relativos à classificação das infraestruturas de transporte.)
- [L] Loi n°92-1444 du 31/12/92 relative à la lutte contre le bruit. (Lei nº 92-1444 de 31/12/92 relativa à luta contra o ruído.)
- [M] Décret du 18 avril 1995 relatif à la lutte contre le bruit de voisinage. (Decreto de 18 abril 1995 relativo à luta contra o ruído de vizinhança.)
- [N] Circulaire du 25 avril 2003 relative à l'application de la réglementation acoustique des bâtiments autres que d'habitation. (Circular de 25 de abril 2003 relativa à aplicação da regulamentação acústica para edifícios não residenciais.)
- [O] Cahier des charges acoustiques - bâtiments à haute qualité environnementale. Enseignement – Bureaux – Sports – Loisirs. ADEME, GIAC - Groupement de l'Ingénierie Acoustique, 31 janvier 2000. (Caderno de cargas acústicas – edifícios de alta qualidade ambiental. Ensino – Escritórios – Esportes – Lazer. ADEME, GIAC – Grupo de Engenharia Acústica, 31 janeiro 2000)
- [P] Cahier des charges acoustiques - bâtiments à haute qualité environnementale. Ecoles de musique, salles polyvalentes. ADEME, GIAC - Groupement de l'Ingénierie Acoustique, 30 mai 2003. (Caderno de cargas acústicas – edifícios de alta qualidade ambiental. Escolas de música, salas polivalentes -

ADEME, GIAC – Grupo de Engenharia Acústica, 30 maio 2003.)

- [Q]** Méthode Qualitel, rubriques "Protection contre les bruits émis à l'intérieur du bâtiment", "Protection contre les bruits émis à l'extérieur du bâtiment" et "Confort acoustique". (Método Qualitel, rúbricas "Proteção contra ruídos emitidos no interior do edifício", "Proteção contra os ruídos emitidos externamente ao edifício" e "Conforto acústico".)
- [R]** AFNOR - Norme NF S31-080 "Acoustique – Bureaux et espaces associés – Niveaux et critères de performances acoustiques par type d'espace" – Janvier 2006. (AFNOR – Norma NF S31-080 « Acústica – Escritório e espaços associados – Níveis e critérios de desempenho acústico por tipo de espaço » - Janeiro 2006.)
- [S]** Arrêté du 30 mai 1996 relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit. (Decreto de 30 maio 1996 relativo às modalidades de classificação das infraestruturas de transportes terrestres e ao isolamento acústico dos edifícios residenciais nos setores afetados por ruído.)

## 9.1

**O**PTIMIZAÇÃO DOS ELEMENTOS ARQUITETÔNICOS PARA PROTEGER OS USUÁRIOS DO EDIFÍCIO DE INCÔMODOS ACÚSTICOS**Introdução**

A consideração exclusiva das exigências regulamentares, quando existem, em termos de desempenho técnico, parece insuficiente para determinar a qualidade do conforto acústico de um empreendimento. Esta qualidade depende também de aspectos de organização espacial:

- dos ambientes entre si mesmos,
- dos ambientes em relação aos incômodos acústicos do espaço exterior,
- dos ambientes propriamente ditos, em termos de forma e volumetria, face à propagação do som no seu interior.

No que diz respeito à otimização do posicionamento dos ambientes entre si, o princípio geral é de avaliar qualitativamente cada ambiente "receptor" em relação aos ambientes "emissores" vizinhos.

Esta avaliação se faz nos seguintes termos:

- de contigüidade (posicionamento de um ambiente de um edifício em relação ao tipo de ambiente contíguo de uma entidade diferente),
- de superposição (posicionamento de um ambiente do edifício em relação ao tipo de ambiente acima),
- e de disposição interior dos ambientes (posicionamento de um ambiente de um edifício em relação ao tipo de ambiente contíguo da mesma entidade).

A otimização do posicionamento dos ambientes em vista dos incômodos acústicos exteriores ao edifício decorre da análise do local do empreendimento. É, com efeito, à luz dos resultados desta análise que a organização do plano de massas e as disposições interiores dos ambientes poderão ser otimizadas, de modo a limitar a exposição ao ruído, notadamente para os ambientes sensíveis.

A otimização espacial e volumétrica dos ambientes nos quais uma boa qualidade acústica interna é visada (auditório, ginásio, sala de música,...) é essencial e necessita, como para a otimização do posicionamento, de um estudo especial, desde o início da concepção, na fase de estudos preliminares.



## Quadro de avaliação

Critérios de avaliação	Nível
<p><b>9.1.1. Otimizar a posição dos ambientes entre si<sup>1</sup></b></p> <p>Classificação dos espaços do edifício em função de sua sensibilidade e de sua agressividade, conforme o método definido.</p> <hr/> <p>Medidas justificadas e satisfatórias para otimizar a posição dos espaços sensíveis e muito sensíveis em relação aos espaços agressivos e muito agressivos, em especial as áreas de entregas</p> <p><b>E</b></p> <p>Disposições internas entre os espaços sensíveis e muito sensíveis de contiguidade vertical ou horizontal, de mesma entidade ou não.</p>	<b>B</b>
<p><b>9.1.2. Otimizar a posição dos ambientes sensíveis em relação aos ruídos externos<sup>2</sup></b></p> <p>Medidas justificadas e satisfatórias que considerem os incômodos acústicos externos ao edifício, inclusive os provenientes dos acessos de veículos de entregas e dos clientes, no que se refere às disposições arquitetônicas relativas aos espaços sensíveis e muito sensíveis.</p>	<b>B</b>
<p><b>9.1.3. Otimizar a forma e o volume dos espaços para os quais a acústica interna é uma preocupação<sup>3</sup></b></p> <p>Nos espaços em que a acústica interna seja prioridade, disposições justificadas e satisfatórias para otimizar o volume e a forma destes ambientes conforme finalidade acústica.</p>	<b>S</b>

<sup>1</sup> Esta preocupação de nível **BOM** único tem o objetivo considerar a posição dos espaços sensíveis e muito sensíveis em relação aos espaços agressivos e muito agressivos durante a concepção do empreendimento.

Para tanto, é preciso classificar os espaços do edifício em função de sua sensibilidade e agressividade, segundo o método definido no texto introdutório desta subcategoria.

Em seguida, é requerida a otimização do posicionamento entre os espaços sensíveis e muito sensíveis de contigüidade vertical ou horizontal, de mesma entidade ou não.

Diversas aproximações podem ser desejadas para tratar estas preocupações:

- Agrupamento dos espaços sensíveis e muito sensíveis entre eles;
- Distanciamento dos espaços sensíveis e muito sensíveis dos espaços agressivos e muito agressivos;
- Otimização da separação dos espaços sensíveis e muito sensíveis por meio de paredes pesadas e/ou de planos de divisórias intermediários.

As medidas tomadas podem ser as seguintes, por exemplo:

- Refletir sobre o posicionamento dos espaços muito agressivos: solucionar especialmente as áreas de entregas, refletir sobre a concepção arquitetônica dos espaços comuns de circulação de clientes para que eles impactem o menos possível sobre os espaços sensíveis, etc.
- Favorecer o tanto quanto possível a separação dos espaços sensíveis e muito sensíveis por meio de paredes isolantes.
- Etc.

Para os espaços sensíveis e muito sensíveis, trata-se ainda da adoção de medidas internas de contigüidade vertical ou horizontal, de mesma entidade ou não. Devendo considerar também o posicionamento dos espaços sensíveis e muito sensíveis uns em relação aos outros, quer seja no interior de uma mesma entidade (por exemplo, formando um conjunto de escritórios) ou não (por exemplo, evitando o posicionamento de sanitários verticalmente aos espaços de escritório).

<sup>2</sup> Esta preocupação de nível **BOM** único tem o objetivo considerar os incômodos acústicos externos durante a concepção do empreendimento para os espaços sensíveis e muito sensíveis.

São requeridas disposições arquitetônicas que considerem, para os espaços sensíveis e muito sensíveis, os possíveis incômodos acústicos provenientes dos espaços externos, inclusive os provenientes dos acessos de veículos de entregas e dos clientes.

Devem ser tomadas as seguintes medidas:

- identificar tão exaustivamente quanto possível os incômodos acústicos e vibratórios exteriores ao edifício (atividades dos edifícios contíguos ou vizinhos, ventos dominantes, equipamentos, vibrações de infra-estruturas vizinhas, etc.);
- organizar o plano de massas para distanciar tanto quanto possível os ambientes sensíveis dos incômodos acústicos e vibratórios exteriores.

*Exemplos de disposições:*

- *Refletir sobre a posição das áreas de entregas e de resíduos; afastá-las o máximo possível dos espaços sensíveis (devido aos ruídos provenientes dos motores dos caminhões);*
- *Afastar os espaços sensíveis das fontes externas de ruído identificadas;*
- *Etc.*

<sup>3</sup> Esta preocupação de nível **SUPERIOR** único tem o objetivo de otimizar a forma e o volume dos espaços em função de sua destinação acústica. Devem ser considerados os espaços para os quais a acústica interna seja prioridade, ou seja, os espaços que tenham forma e/ou volume particulares (espaços de forma e volumes padrão não são considerados neste requisito), são eles:

- Espaços comuns de circulação de clientes;
- Espaços que necessitem de boa inteligibilidade das comunicações (auditórios, salas de reunião, etc.)

As medidas tomadas podem ser as seguintes, por exemplo:

- Definir o volume do ambiente conforme destinação acústica (volume mínimo por pessoa em um auditório)
- Evitar paredes paralelas nas salas de música, auditório, ...
- Evitar as formas focalizantes nos locais de audição;
- Etc.

### **Princípio do método geral de otimização das disposições arquitetônicas**

Os desafios acústicos para o edifício dependem dos diferentes tipos de ambientes encontrados. O critério acústico de um espaço e suas interações com os espaços vizinhos se quantificam por meio de dois conceitos:

- a sensibilidade do espaço
- a agressividade do espaço

**SENSIBILIDADE DOS ESPAÇOS**

É o ambiente acústico esperado por seus usuários. Quanto mais sensível for o espaço, mais as emissões audíveis (provenientes dos espaços vizinhos ou do próprio espaço) são incômodas. São distinguíveis:

- Espaços muito sensíveis – nestes espaços os usuários necessitam de concentração ou de calma, o mínimo ruído pode se tornar muito incômodo. As atividades que se desenvolvem nestes locais são o sono, o estudo, a leitura. Exemplos: áreas de repouso, enfermaria, apartamentos de hotéis, etc.
- Espaços sensíveis – nestes espaços o ruído pode se tornar incômodo. As atividades que se desenvolvem nestes locais são o trabalho, o descanso, conversas. Exemplos: escritórios, algumas áreas de vendas, salas de reunião, áreas de descanso, refeitório.
- Espaços pouco sensíveis – nestes espaços o ruído praticamente não incomoda, seus usuários não esperam um ambiente acústico específico (ou pelo contrário, fortes níveis de ruído ambiente caracterizam justamente o funcionamento destes espaços). Exemplos: halls, algumas áreas de vendas, espaços comuns de circulação de clientes, área de resíduos, banheiros, áreas de entregas.

**AGRESSIVIDADE DOS ESPAÇOS**

A agressividade quantifica o impacto de um espaço sobre o espaço vizinho. Quanto mais agressivo for o espaço, mais o nível sonoro médio do espaço se eleva e mais este espaço impactará sobre os espaços vizinhos. São distinguíveis:

- Espaços muito agressivos – o nível sonoro desses espaços pode se tornar muito elevado em função das atividades nele desenvolvidas (música, alta ocupação de pessoas, ruído ambiente, etc.). Exemplos: áreas de entregas, áreas comuns de circulação de clientes, áreas de vendas, espaços de alimentação, auditórios, discoteca, sala de jogos, galpões (indústria e logística).
- Espaços agressivos – menos impactantes que os anteriores, estes espaços podem apresentar, sob certas condições, um nível sonoro elevado suscetível de impactar os espaços vizinhos. Exemplos: áreas de vendas, escritórios, salas de reunião.
- Espaços pouco agressivos – estes espaços não impactam, ou praticamente não impactam, os espaços vizinhos, pois as atividades neles desenvolvidas tem baixo nível sonoro. Exemplos: enfermarias, espaços de repouso, bibliotecas, etc.

Assim, relacionando a noção de sensibilidade com a noção de agressividade, os diferentes espaços encontrados nos edifícios podem ser classificados em nove categorias.

**Escritórios**

Sensibilidade / agressividade dos espaços	Espaços pouco agressivos	Espaços agressivos	Espaços muito agressivos
<b>Espaços pouco sensíveis</b>	Pequenos depósitos sem meios de manutenção	Sanitários, circulações	Área resíduos, Áreas técnicas, Halls
<b>Espaços sensíveis</b>		Escritórios coletivos, Espaços de trabalho abertos, Salas de reunião, Áreas de descanso de funcionários	Áreas de alimentação
<b>Espaços muito sensíveis</b>	Áreas de repouso, Escritórios individuais, Enfermaria		Auditórios

**Escolas**

<b>Sensibilidade / agressividade dos espaços</b>	<b>Espaços pouco agressivos</b>	<b>Espaços agressivos</b>	<b>Espaços muito agressivos</b>
<b>Espaços pouco sensíveis</b>	Pequenos depósitos sem meios de manutenção	Sanitários, Circulações	Área resíduos, Áreas técnicas, Halls
<b>Espaços sensíveis</b>		Escritórios coletivos, Espaços de trabalho abertos, Salas de reunião, Áreas de descanso	Áreas de alimentação, Ginásio, Área de recreação
<b>Espaços muito sensíveis</b>	Salas de aula, Bibliotecas, Escritórios individuais, Áreas de repouso, Enfermaria		Auditórios

**O empreendedor deverá relacionar, no início do desenvolvimento do empreendimento, os diferentes espaços do edifício, inclusive considerando eventuais espaços não descritos na matriz precedente, e classificá-los desta maneira. Esta classificação deve ser justificada.**

**Esta classificação dos diferentes espaços é o principal dado de entrada do tratamento da subcategoria 9.1. As diferentes preocupações desta subcategoria se referem a esta classificação.**

**Observação:** Em caso de configuração particular em função do projeto, a matriz anterior pode ser modificada, alguns espaços podem eventualmente ser classificados de modo diferente do aqui proposto. Por exemplo, um restaurante relativamente pouco ruidoso, dimensionado para receber poucas pessoas pode ser classificado como "pouco agressivo" ao invés de "muito agressivo". E, ao contrário, um escritório particular que abriga atividades ruidosas poderá ser classificado "espaço muito agressivo". **A classificação deve ser justificada em função do projeto e dos usos previstos para os espaços.**

## 9.2

## CRIAÇÃO DE UMA QUALIDADE DO MEIO ACÚSTICO ADAPTADO AOS DIFERENTES AMBIENTES

### Introdução

A qualidade do meio acústico no interior de um ambiente é função da natureza deste local, de seu contexto e da atividade que ele vai acolher. Para atingir um bom conforto acústico, o empreendedor deve explicitar as exigências relativas à proteção contra ruídos indesejáveis e à audibilidade das emissões sonoras úteis.

As preocupações em termos de conforto acústico são diferentes conforme os tipos de ambientes existentes.

#### Edifícios escolares

O trabalho sobre a proteção contra ruídos aéreos deve ser realizado segundo uma lógica global de conforto acústico adaptada ao ambiente e a seus futuros ocupantes. Os ambientes que acolhem atividades humanas sensíveis aos ruídos são agrupados sob a designação de "ambientes sensíveis" (ver Introdução desta Categoria).

O referencial destaca, particularmente, a importância da investigação do melhor equilíbrio entre isolamento aos ruídos exteriores e aos ruídos internos nas zonas ruidosas.

A definição dos objetivos acústicos referentes à proteção contra os ruídos aéreos ou os que se propagam por meios sólidos se baseia nas grandezas e valores da NBR 10152, ABNT (1987). [A]

Para uma dada preocupação, as porcentagens superiores ou iguais a 75 % ou 90 % dos ambientes sensíveis ao ruído, apresentando desempenhos superiores ao nível "Bom", permitem respectivamente obter os níveis "Superior" e "Excelente". Decorre disso que os outros ambientes devem corresponder no mínimo ao nível "Bom". As porcentagens são entendidas como ponderadas pelas áreas.

Para os ambientes que recebem grande número de pessoas com tendência ao diálogo, a qualidade do meio acústico é condicionada ao nível de inteligibilidade da frase. Para isto, é particularmente importante controlar os fenômenos de reverberação (acústica interna).

#### Escritórios

Para uma dada preocupação, o nível de desempenho é obtido desde que 100% dos ambientes satisfaçam à exigência.

Os edifícios de escritórios acolhem uma grande diversidade de espaços de atividade "escritório", mas também de espaços associados a esta atividade (salas de reunião, *halls*, etc.). O presente referencial leva então em consideração vários tipos de espaços, definidos conforme a terminologia adotada na norma NBR 10152. [A]

##### Espaços de atividade "escritório"

- **Escritório Individual (escritório em células de trabalho, sala de uso geral, sala para funcionário designado)**

Volume inteiramente enclausurado e destinado a uma pessoa, concebido para tarefas individuais prolongadas (trabalho administrativo, ligações telefônicas, leitura e escrita). O escritório individual pode também ser utilizado para reuniões de 2 ou 3 pessoas.

- **Escritório coletivo**

Volume inteiramente enclausurado acolhendo de 2 a 5 pessoas, concebido para pessoas trabalhando simultaneamente em tarefas individuais distintas (trabalho administrativo, ligações telefônicas, etc.). Pode ter ou não separações parciais entre as estações de trabalho (biombos, painéis).

- **Espaço aberto (áreas de trabalho livres de grandes dimensões, *open space*, grandes escritórios abertos)**  
Espaço concebido para acolher mais de 5 pessoas sem separações completas entre estações de trabalho. As atividades exercidas em um espaço aberto podem ser diversas: telefone, trabalho administrativo, etc.
- **Espaço flexível (planta livre)**  
Espaço de escritório não dirigido para um usuário particular e, por isto, sem qualquer mobiliário ou atividade definida. Tipicamente, um espaço flexível é caracterizado:
  - pela envoltória externa do edifício ou ainda paredes autoportantes,
  - pelo piso,
  - pelo forro suspenso,
  - pelos equipamentos necessários ao uso no imóvel (climatização, acesso, redes, iluminação,...).

### Espaços associados

- **Sala de reunião/sala de treinamento**  
Local fechado permitindo várias pessoas conversar e trabalhar juntas, essencialmente em torno de uma mesa.
- **Espaços internos de convivência**  
Lugar de descanso onde pode haver poltronas, máquina de café, máquina de bebidas, etc. Um espaço de convivência é um local informal de encontro.
- **Espaços de alimentação**  
Espaço onde se reúnem mais de 5 pessoas para fazerem refeições. Este espaço comporta os restaurantes internos, cafeteria, copas e restaurantes privados da diretoria.
- **Circulação**  
Todo local de passagem definido por vedações verticais destinado principalmente aos deslocamentos das pessoas.

No que diz respeito aos espaços associados, o presente referencial define uma quinta categoria de espaços, denominada **espaços acústicos**. Estes espaços agrupam os seguintes ambientes:

- ambientes que necessitam de uma boa compreensão da comunicação oral: auditório, sala de conferência, etc. ; as salas de treinamento com ocupação similar à das salas de reunião estão associadas a esta categoria no presente referencial;
- ambientes que acolham uma atividade ruidosa;
- ambientes para difusão sonora;
- ambientes com necessidade de confidencialidade da conversação.

### Configurações de entrega da construção

Em relação a estas tipologias de espaços, duas configurações de entrega da construção são consideradas no presente referencial:

- **Construção entregue "livre"**  
Até o final da fase de concepção, o empreendedor não conhece o arranjo interior da construção. Ele entrega então um edifício parcialmente composto de espaço flexível em termos de espaços para a atividade "escritório" e outra parte de espaços associados de diferentes naturezas.
- **Construção entregue "compartimentada"**  
O empreendedor conhece o arranjo dos espaços de atividade "escritório" desde o início do empreendimento, ou, ainda, antes do final da concepção. Ele entrega então os espaços de atividade "escritório" compostos de escritórios individuais e/ou de escritórios coletivos e/ou de espaços abertos, como também os espaços associados de diferentes naturezas.

O caso no qual o empreendedor se posiciona deve ser definido desde o início do empreendimento, e revisto se o arranjo interior se torna conhecido antes do final da concepção (ligação com o SGE).

### Princípio de desempenho acústico

No presente referencial, os espaços de atividade "escritório" são considerados como os espaços dominantes. Em outras palavras, as variações do desempenho acústico dos edifícios de escritório dependem exclusivamente dos esforços feitos com relação a estes espaços.

No que diz respeito aos espaços associados, a orientação é que não seja definido um só nível que, embora denominado Bom, vá ligeiramente além da prática corrente dos imóveis de escritório, a fim de assegurar condições de conforto acústico aceitáveis em todas as situações.

## Quadro de avaliação

EDIFÍCIOS ESCOLARES	
Critérios de avaliação	Nível
<p><b>9.2.1. Isolar os espaços em relação ao ambiente externo<sup>1</sup></b></p> <p>Medidas arquitetônicas e dispositivos adequados para garantir isolamento acústico padrão dos espaços em relação aos ruídos externos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrição e adequação dos sistemas de vedação externa (fachadas e cobertura), incluindo a apresentação de seus <math>R_w</math> nominais <math>&gt; 30</math></li> <li>• Descrição e adequação dos sistemas de vedação externa (fachadas e cobertura), considerando os limites de <math>R_w</math> nominal <math>&gt; 35</math> dB.</li> <li>• Descrição e adequação dos sistemas de vedação externa (fachadas e cobertura), considerando os limites de <math>R_w</math> nominal <math>&gt; 39</math> dB. Medição, ao término da obra, do isolamento sonoro global da vedação externa <math>D_{2m,nT,W} &gt; 35</math> dB.</li> </ul> <p>*parâmetros baseados na NBR 15575-4. **caso o empreendimento esteja situado próximo a vias de tráfego intenso (rodoviário, ferroviário ou aéreo) deve-se acrescentar + 5 dB aos valores mínimos exigidos de <math>R_w</math> e <math>D_{2m,nT,W}</math>.</p>	<p><b>B</b></p> <p><b>S</b></p> <p><b>E</b></p>
<p><b>9.2.2. Limitar o nível de ruído de impactos transmitidos aos espaços<sup>2</sup></b></p> <p>Nível de pressão ponderado do ruído de impacto padronizado <math>L'_{nT,w}</math> transmitido:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>L'_{nT,w} \leq 80</math> dB , obtido por meio de dispositivos atenuadores (boas práticas correntes)</li> <li>• <math>L'_{nT,w} \leq 70</math> dB, obtido por meio de dispositivos atenuadores e comprovado por meio de equação matemática e/ou estudos específicos de acústica</li> <li>• <math>L'_{nT,w} \leq 60</math> dB, obtido por meio de dispositivos atenuadores, comprovado por meio de equação matemática e/ou estudos específicos de acústica e efetuadas as medições in loco ao término do empreendimento</li> </ul>	<p><b>B</b></p> <p><b>S</b></p> <p><b>E</b></p>
<p><b>9.2.3. Limitar o nível de ruído dos equipamentos nos espaços<sup>3</sup></b></p> <p>Apresentação dos níveis de ruído nominais declarados pelos fabricantes dos equipamentos instalados.</p> <p><b>Salas de aula</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\leq 45</math> dB(A)</li> </ul> <p>Medição dos níveis de pressão sonora equivalente ponderada (<math>L_{ra}</math>) nos ambientes, com os equipamentos em funcionamento</p> <p><b>Salas de aula</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\leq 45</math> dB(A)</li> </ul>	<p><b>B</b></p> <p><b>S</b></p>

<p><b>9.2.4. Controlar a acústica interna nos espaços<sup>4</sup></b></p> <p><b>Salas de aula, ambientes em que é necessária uma boa inteligibilidade da fala (auditório, sala de conferência, etc) e ambientes com volume &gt; 500m<sup>3</sup></b></p> <p>Duração de reverberação Tr (s) em função do volume V (m<sup>3</sup>) e respeito à Tr da NBR 12.179</p> <p><b>E</b></p> <p>Respeito às exigências de duração de reverberação média resultantes do estudo acústico</p> <hr/> <p>Respeito às exigências baseadas em indicadores específicos resultantes de um estudo acústico detalhado</p> <p><b>E</b></p> <p><b>Salas de aula e de trabalhos práticos</b></p> <p>Tempo de reverberação <math>0,4 \leq Tr \leq 0,8</math> s para volumes <math>\leq 250m^3</math></p> <p>Tempo de reverberação <math>0,6 \leq Tr \leq 1,2</math> s para volumes <math>&gt; 250m^3</math></p>	<p><b>B</b></p> <p><b>E</b></p>
<p><b>9.2.5. Prover isolamento ao ruído aéreo nos espaços (recepção) em relação aos outros espaços (emissão)<sup>5</sup></b></p> <p>Medidas arquitetônicas e dispositivos adequados para garantir isolamento acústico padrão dos espaços (recepção) em relação aos outros espaços (emissão), exceto circulações.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrição e adequação dos sistemas de vedação interna, incluindo a apresentação de seus Rw nominais &gt;35 dB</li> <li>• Descrição e adequação dos sistemas de vedação interna, considerando os limites de Rw nominal &gt; 40 dB</li> <li>• Descrição e adequação dos sistemas de vedação interna, considerando os limites de Rw nominal &gt; 45 dB</li> </ul> <p>Medição, ao término da obra, do isolamento sonoro global da vedação interna <math>D_{nT,W} &gt; 40</math> dB.</p>	<p><b>B</b></p> <p><b>S</b></p> <p><b>E</b></p>

<b>ESCRITÓRIOS</b>	
<b>Critérios de avaliação</b>	<b>Nível</b>
<p><b>9.2.1. Isolar os espaços em relação ao ambiente externo<sup>1</sup></b></p> <p>Medidas arquitetônicas e dispositivos adequados para garantir isolamento acústico padrão dos espaços em relação aos ruídos externos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrição e adequação dos sistemas de vedação externa (fachadas e cobertura), incluindo a apresentação de seus Rw nominais &gt; 30 dB</li> <li>• Descrição e adequação dos sistemas de vedação externa (fachadas e cobertura), considerando os limites de Rw nominal &gt; 35 dB.</li> <li>• Descrição e adequação dos sistemas de vedação externa (fachadas e cobertura), considerando os limites de Rw nominal &gt; 39 dB.</li> </ul> <p>Medição, ao término da obra, do isolamento sonoro global da vedação externa <math>D_{2m,nT,W} &gt; 35</math> dB.</p> <p>*parâmetros baseados na NBR 15575-4.</p>	<p><b>B</b></p> <p><b>S</b></p> <p><b>E</b></p>



<p>**caso o empreendimento esteja situado próximo a vias de tráfego intenso (rodoviário, ferroviário ou aéreo) deve-se acrescentar + 5 dB aos valores mínimos exigidos de <math>R_w</math> e <math>D_{2m,nT,W}</math>.</p>	
<p><b>9.2.2. Limitar o nível de ruído de impactos transmitido aos espaços <sup>2</sup></b></p> <p>Nível de pressão ponderado do ruído de impacto padronizado <math>L'_{nT,w}</math> transmitido aos espaços:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>L'_{nT,w} \leq 80</math> dB , obtido por meio de dispositivos atenuadores (boas práticas correntes)</li> <li>• <math>L'_{nT,w} \leq 70</math> dB, obtido por meio de dispositivos atenuadores e comprovado por meio de equação matemática e/ou estudos específicos de acústica</li> <li>• <math>L'_{nT,w} \leq 60</math> dB, obtido por meio de dispositivos atenuadores, comprovado por meio de equação matemática e/ou estudos específicos de acústica e efetuadas as medições in loco ao término do empreendimento</li> </ul>	<p><b>B</b></p> <p><b>S</b></p> <p><b>E</b></p>
<p><b>9.2.3. Limitar o nível de ruído dos equipamentos nos espaços<sup>3</sup></b></p> <p>Apresentação dos níveis de ruído nominais declarados pelos fabricantes dos equipamentos instalados.</p> <p><b>Escritórios individuais, coletivos, abertos e flexíveis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\leq 45</math> dB(A)</li> </ul> <p>Medição dos níveis de pressão sonora equivalente ponderada (<math>L_{ra}</math>), respeitando os seguintes valores:</p> <p><b>Escritórios individuais, coletivos, abertos e flexíveis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\leq 45</math> dB(A)</li> </ul>	<p><b>B</b></p> <p><b>S</b></p>
<p><b>9.2.4. Controlar a acústica interna nos espaços<sup>4</sup></b></p> <p><b>Área de absorção equivalente (AAE) do teto dos escritórios coletivos. Estudo acústico específico.</b></p> <p><b>Escritórios individuais, coletivos e espaços abertos e flexíveis</b>  <math>AAE_{teto} \geq 0,4 S</math> (superfície do piso)                  Justificativa da homogeneidade da AAE em todos os locais</p> <hr/> <p><b>Escritórios individuais, coletivos</b>  <math>AAE_{teto} \geq 0,6 S</math> (superfície do piso)                  Justificativa da homogeneidade da AAE em todos os locais</p> <p><b>Escritórios abertos</b>  <math>AAE_{(superfície\ do\ piso+ \ teto)} \geq 0,6 S_{(superfície\ do\ piso)}</math>                  Justificativa da homogeneidade da AAE em todos os locais</p> <p><b>OU</b></p> <p>Tempo de reverberação <math>0,6 &lt; Tr &lt; 0,8</math> s para volumes <math>\leq 250m^3</math>                  Tempo de reverberação <math>Tr \leq 1</math> s para volumes <math>&gt; 250m^3</math></p> <p><b>Espaços flexíveis</b>  <math>AAE_{(superfície\ do\ piso+ \ teto)} \geq 0,6 S_{(superfície\ do\ piso)}</math></p> <p><b>Ou</b></p> <p>Tempo de reverberação <math>Tr \leq 0.9</math> s para volumes <math>\leq 250m^3</math></p>	<p><b>B</b></p> <p><b>S</b></p>

<p>Tempo de reverberação <math>Tr \leq 1</math> s para volumes <math>&gt; 250m^3</math></p> <hr/> <p><b>Escritórios coletivos e espaços abertos e flexíveis</b></p> <p>Realização de um estudo acústico específico e implementação das soluções identificadas como tendo desempenho mais elevado por este estudo. Elaboração de um documento precisando as opções de arranjos físicos que conduzam ao alcance deste desempenho.</p>	<b>E</b>
<p><b>9.2.5. Prover isolamento ao ruído aéreo nos espaços (recepção) em relação aos outros espaços (emissão)<sup>5</sup></b></p> <p>Medidas arquitetônicas e dispositivos adequados para garantir isolamento acústico padrão dos <b>Escritórios individuais, coletivos, abertos, flexíveis</b> (recepção) em relação aos outros espaços (emissão), exceto circulações.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrição e adequação dos sistemas de vedação interna, incluindo a apresentação de seus <math>R_w</math> nominais <math>&gt; 35</math> dB</li> <li>• Descrição e adequação dos sistemas de vedação interna, considerando os limites de <math>R_w</math> nominal <math>&gt; 40</math> dB</li> <li>• Descrição e adequação dos sistemas de vedação interna, considerando os limites de <math>R_w</math> nominal <math>&gt; 45</math> dB</li> </ul> <p>Medição, ao término da obra, do isolamento sonoro global da vedação interna <math>D_{nT,W} &gt; 40</math> dB.</p>	<b>B</b> <b>S</b> <b>E</b>

<b>ESPAÇOS ASSOCIADOS</b>	
Critérios de avaliação	Nível
<p><b>9.2.1. Isolar os espaços em relação ao ambiente externo<sup>1</sup></b></p> <p>Medidas arquitetônicas e dispositivos adequados para garantir isolamento acústico padrão dos espaços em relação aos ruídos externos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrição e adequação dos sistemas de vedação externa (fachadas e cobertura), incluindo a apresentação de seus <math>R_w</math> nominais <math>&gt; 30</math> dB</li> <li>• Descrição e adequação dos sistemas de vedação externa (fachadas e cobertura), considerando os limites de <math>R_w</math> nominal <math>&gt; 35</math> dB.</li> <li>• Descrição e adequação dos sistemas de vedação externa (fachadas e cobertura), considerando os limites de <math>R_w</math> nominal <math>&gt; 39</math> dB.</li> </ul> <p>Medição, ao término da obra, do isolamento sonoro global da vedação externa <math>D_{2m,nT,W} &gt; 35</math> dB.</p> <p>*parâmetros baseados na NBR 15575-4.</p> <p>**caso o empreendimento esteja situado próximo a vias de tráfego intenso (rodoviário, ferroviário ou aéreo) deve-se acrescentar + 5 dB aos valores mínimos exigidos de <math>R_w</math> e <math>D_{2m,nT,W}</math>.</p>	<b>B</b> <b>S</b> <b>E</b>

<p><b>9.2.2. Limitar o nível de ruído de impactos transmitido aos espaços<sup>2</sup></b></p> <p>Nível de pressão ponderado do ruído de impacto padronizado <math>L'_{nT,w}</math> transmitido aos espaços:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>L'_{nT,w} \leq 80</math> dB , obtido por meio de dispositivos atenuadores (boas práticas correntes)</li> <li>• <math>L'_{nT,w} \leq 70</math> dB, obtido por meio de dispositivos atenuadores e comprovado por meio de equação matemática e/ou estudos específicos de acústica</li> <li>• <math>L'_{nT,w} \leq 60</math> dB, obtido por meio de dispositivos atenuadores, comprovado por meio de equação matemática e/ou estudos específicos de acústica e efetuadas as medições in loco ao término do empreendimento</li> </ul>	<p><b>B</b></p> <p><b>S</b></p> <p><b>E</b></p>
<p><b>9.2.3. Limitar o nível de ruído dos equipamentos nos espaços<sup>3</sup></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Salas de reunião / Espaços internos de convivência fechados: Sem exigência</li> <li>• Circulações / Espaços de convivência abertos: Sem exigência</li> <li>• Halls: Sem exigência</li> <li>• Espaços de alimentação: Realização de um estudo acústico específico e respeito às exigências deste estudo</li> <li>• Espaços acústicos: Sem exigência</li> </ul>	<p><b>B</b></p>
<p><b>9.2.4. Controlar a acústica interna nos espaços<sup>4</sup></b></p> <p>Área de absorção equivalente (AAE) do teto dos espaços associados.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Salas de reunião / Espaços internos de convivência fechados: <math>AAE_{teto} \geq 0,4 S</math>(superfície do piso)</li> <li>• Circulações / Espaços de convivência abertos: <math>AAE_{total} \geq 0,4 S</math>(superfície do piso)</li> <li>• Halls: <math>AAE \geq 0,33 S</math>(superfície do piso) + Realização de um estudo acústico específico e respeito às exigências deste estudo</li> <li>• Espaços de alimentação: Realização de um estudo acústico específico e respeito às exigências deste estudo</li> <li>• Espaços acústicos: Realização de um estudo acústico específico e respeito às exigências deste estudo.</li> </ul>	<p><b>B</b></p>
<p><b>9.2.5. Prover isolamento ao ruído aéreo nos espaços (recepção) em relação aos outros espaços (emissão)<sup>4</sup></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Salas de reunião / Espaços internos de convivência fechados fechados: <math>R_w</math> nominal &gt; 35 dB</li> <li>• Circulações / Espaços de convivência abertos: sem exigência</li> <li>• Halls: Sem exigência</li> <li>• Espaços de alimentação: Realização de um estudo acústico específico e respeito às exigências deste estudo</li> <li>• Espaços acústicos: Realização de um estudo acústico específico e respeito às exigências deste estudo</li> </ul>	<p><b>B</b></p>

<sup>1</sup> Os parâmetros requeridos,  $R_w$  e  $D_{2m,nT,w}$ , baseiam-se na NBR 15575-4 [G].

- $R_w$  é o índice de redução sonora ponderado obtido a partir de valores de índice de isolamento sonora e determinado pelo procedimento detalhado na norma ISO 717-1:1996 [L]. O índice de redução sonora global pode ser obtido conforme NBR 15575-3 e NBR 15575- 4 [G].
- $D_{2m,nT,w}$  é um valor medido conforme o procedimento detalhado na norma ISO 717-1:1996 [L].

Para empreendimentos situados nas proximidades de vias de tráfego intenso (rodoviário, ferroviário ou aéreo) deve-se acrescentar + 5 dB aos valores mínimos exigidos de  $R_w$  e  $D_{2m,nT,w}$ .

<sup>2</sup> **Importante:** no caso de um edifício entregue "livre" para uma ou mais "organizações", esta exigência se verifica por meio das prescrições contidas no Caderno de Encargos da "Organização".

**<sup>3</sup> Observações importantes:** Os níveis de ruídos de equipamentos representam exclusivamente o acréscimo devido ao funcionamento dos equipamentos técnicos. Os aportes das fachadas, os quais podem aumentar o ruído de fundo nos espaços, não deveriam ser considerados aqui. No referencial francês, são estabelecidos limites para os níveis de ruído de equipamentos, logo diferentes do ruído de fundo efetivo nos espaços. Por exemplo, um nível de ruído de equipamento de 45dB(A) não significa um ruído de fundo de 45dB(A), pois o aporte das fachadas poderia ser de 40dB(A) e o ruído de fundo resultante de 46dB(A).

Entretanto, para esta versão do referencial, devido à dificuldade no Brasil de padronização no modo de apresentação dos níveis de ruído emitidos pelos equipamentos e suas partes, devem ser apresentados os valores do nível de pressão sonora equivalente ponderada ( $L_{ra}$ ) medido ao final da realização do empreendimento com os equipamentos em funcionamento.

A filosofia desta preocupação é considerar os ruídos dos equipamentos do edifício cuja intermitência é suficientemente freqüente para ocasionar incômodos recorrentes.

**Importante:** no caso de um edifício entregue "livre" para uma ou mais "organizações", esta exigência se verifica por meio das prescrições contidas no Caderno de Encargos da "Organização".

**<sup>4</sup>** Deve-se calcular a área de absorção equivalente (AAE) dos revestimentos internos destes espaços, onde esta área absorvente é calculada pela fórmula  $A = S \times w$ , sendo  $S$  a superfície do revestimento absorvente e  $w$  o seu índice de absorção.

A área de absorção equivalente de uma superfície é o valor da área de uma superfície que possua um fator de absorção acústica igual a 1, absorvendo a mesma energia acústica que a superfície considerada. O fator de absorção acústica é a relação entre a energia acústica absorvida e a energia acústica incidente (NBR 12540 [D]). Uma superfície pouco absorvente possui um fator de absorção acústica próximo de 0; uma bastante absorvente próximo de 1.

Exemplos de indicadores específicos mensuráveis:

Critérios temporais:

- Duração da reverberação ótima com as restrições em função da frequência  $Tr(f)$
- Decréscimo temporal precoce EDT(f)

Critérios energéticos:

- Força sonora
- Decréscimo espacial em função da distância a uma fonte: DL
- Cobertura do auditório

Critérios de inteligibilidade:

- RASTI – *Rapide Speech Transmission Index*

Na ausência de documentação específica brasileira, os indicadores e os métodos de medição são definidos nas normas AFNOR, CEN e ISO.

**Importante:** no caso de um edifício entregue "livre" para uma ou mais "organizações", esta exigência se verifica por meio das prescrições contidas no Caderno de Encargos da "Organização".

**<sup>5</sup>** Os parâmetros requeridos,  $R_w$  e  $D_{nT,w}$ , baseiam-se na NBR 15575-4 [G].

- $R_w$  é o índice de redução sonora ponderado obtido a partir de valores de índice de isolamento sonora e determinado pelo procedimento detalhado na norma ISO 717-1:1996 [L]. O índice de redução sonora global pode ser obtido conforme NBR 15575-3 e NBR 15575-4 [G].
- $D_{nT,w}$  é um valor medido conforme o procedimento detalhado na norma ISO 717-1:1996 [L].