



## Acústica — Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações

### APRESENTAÇÃO

1) Este Projeto de Revisão foi elaborado pela Comissão de Estudo de Desempenho Acústico de Edificações (CE-002:135.001) do Comitê Brasileiro de Construção Civil (ABNT/CB-002), nas reuniões de:

13.06.2012	12.07.2012	13.07.2012
02.08.2012	03.08.2012	13.08.2012
14.08.2012	30.08.2012	31.08.2012
17.09.2012	18.09.2012	19.12.2012
20.12.2012	05.02.2013	06.02.2013
09.05.2013	10.05.2013	05.05.2013
06.05.2013	28.06.2013	23.09.2013
21.11.2013	12.12.2013	13.12.2013
24.10.2014	–	–

a) É previsto para cancelar e substituir a edição anterior (ABNT NBR 10152:1987), quando aprovado, sendo que nesse ínterim a referida norma continua em vigor;

b) Não tem valor normativo.

2) Aqueles que tiverem conhecimento de qualquer direito de patente devem apresentar esta informação em seus comentários, com documentação comprobatória;

3) Tomaram parte na sua elaboração:

#### Participante

ABCR – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE  
CONCESSIONÁRIAS DE RODOVIAS

#### Representante

Fabio A. Amaral Filho

© ABNT 2015

Todos os direitos reservados. Salvo disposição em contrário, nenhuma parte desta publicação pode ser modificada ou utilizada de outra forma que altere seu conteúdo. Esta publicação não é um documento normativo e tem apenas a incumbência de permitir uma consulta prévia ao assunto tratado. Não é autorizado postar na internet ou intranet sem prévia permissão por escrito. A permissão pode ser solicitada aos meios de comunicação da ABNT.



ABCR – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONCESSIONÁRIAS DE RODOVIAS	Nilo Horn
ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS	Álvaro Luiz Borges de Almeida
ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS	Paulo Eduardo Fonseca de Campos
ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS	Rose de Lima
ABRAVIDRO	Clelia E. Bassetto
ACITAL ACÚSTICA	Victor Zimmermann Junior
ACOEM/PROACÚSTICA	Kevin Jacques Yves Cormier
ACÚSTICA ENGENHARIA	Schaia Akkerman
AFAÇO – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE ESQUADRIA DE AÇO	Robson Campos de Souza
ALL – AMÉRICA LATINA LOGÍSTICA	Evandro Abreu de Souza
ANTF – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE FERROVIÁRIO	Ellen Regina G. Martins
ANTF – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE FERROVIÁRIO	Mário Machado Barcellos
AUDIUM	Débora Miranda Barretto
CEBRACE	Carolina Antonucci Pimenta
CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO	João Luiz do Nascimento
CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO	Jozemar Barreto Oliveira
CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO	Maria Cristina Poli
CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO	Regina Celeste Martini
CIA AMBIENTAL LTDA	Giacomo Gustavo Wosniacki
CLB ENGENHARIA	Maria Luiza R. Belderrain
CPTM – COMPANHIA PAULISTA DE TRANSPORTE METROPOLITANO	Raul Merino Vicentini
DB LABORATÓRIO DE ENGENHARIA ACÚSTICA LTDA.	Saulo de Freitas Gonçalves
DOCOL	PLINIO GRISOLIA
FCA – FERROVIA CENTRO ATLÂNTICA	Bárbara Moreno



FHAIDAR ENGENHARIA	Fernando Henrique Aidar
FIESP – FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO	Gabriel Assef Fernandes
GINER	José Carlos Giner
GROM	Gilberto Fuchs de Jesus
HARMONIA ACÚSTICA LTDA.	Davi Akkerman
IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE	Silvania M. Gonsalves
INFRAERO – EMPRESA BRASILEIRA DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA	Ivone N. Silva
INMETRO – INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA	Marco Nabuco
INMETRO – INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA	Paulo Massarani
INMETRO – INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA	Ricardo Luis D’avila Villela
INMETRO – INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA	Zemar M. D. Soares
IPT – INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA/SP	Peter Joseph Barry
ISOVER	Fernando Neves Caffaro
ITEC	Michele Gleice da Silva
JUNSEAL ESP.	Francisco Stribl
KNAUF AMF	Paula Epíscopo Onizzolo
METRÔ – SP	Helder José Ribeiro Soares
METRÔ – SP	Luiz Augusto Santos Taqueda
MINISTÉRIO PÚBLICO DO RIO DE JANEIRO	Robson Spinelli Gomes
MRS LOGÍSTICA	Rosana P. Rezende
PARTICULAR/AUTÔNOMA	Maria de Fátima F. Neto
PARTICULAR/AUTÔNOMA	Ranny L. X. N. Michalski
PARTICULAR/AUTÔNOMO	Leonardo Cardoso
PMSA-SEMASA – SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE DE SANTO ANDRÉ	Luiz Fernando Belettato
PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO	Miriam Fontana



PROACÚSTICA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA A QUALIDADE ACÚSTICA	Juan Frias
SECOVI/SP – SINDICATO DA HABITAÇÃO DE SÃO PAULO	Ronaldo Sá
SINDUSCON-PR – SINDICATO DA CONSTRUÇÃO/PR	Ivanor Fantin Jr.
SINDUSCON-SP – SINDICATO DA CONSTRUÇÃO/SP	Alexandre Scola
SÍNTESE ARQUITETURA E CONTRUÇÃO LTDA.	Fabiana Curado Coelho
SOBRAC – SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA / DB LABORATÓRIO DE ENGENHARIA ACÚSTICA	Krisdany Vinícius S. M. Cavalcante
SOBRAC – SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA / UFSM – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA	Dinara Xavier da Paixão
TECNISA	Luiz H. LUIZ
TOTAL SAFETY LTDA.	Daniel F. Bondarenco Zajarkiewicch
TOTAL SAFETY LTDA.	Enrique Bondarenco
UNICAMP – UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS	Stelamaris R. Bertoli
UFMG – UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAL	Marco Antônio M. Vecci
UFPA – UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ	Elcione M. Lobato de Moraes
UFPA – UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ	Gustavo da Silva Vieira de Melo
UFPA – UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ	Newton Sure Soeiro
UFRJ – UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO	Ricardo E. Musafir
USP – UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO	Eliseu de Souza Genari
USP – UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO	João Gualberto de A. Baring
VALE S.A.	Claudio Zillig Godtsfriedt



## Acústica — Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações

*Acoustics — Sound pressure levels of indoor environments*

### Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas pelas partes interessadas no tema objeto da normalização.

Os Documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras da Diretiva ABNT, Parte 2.

A ABNT chama a atenção para que, apesar de ter sido solicitada manifestação sobre eventuais direitos de patentes durante a Consulta Nacional, estes podem ocorrer e devem ser comunicados à ABNT a qualquer momento (Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996).

Ressalta-se que Normas Brasileiras podem ser objeto de citação em Regulamentos Técnicos. Nestes casos, os Órgãos responsáveis pelos Regulamentos Técnicos podem determinar outras datas para exigência dos requisitos desta Norma, independentemente de sua data de entrada em vigor.

A ABNT NBR 10152 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Construção Civil (ABNT/CB-002) pela Comissão de Estudo de Desempenho Acústico de Edificações (CE-002:135.001). O seu 1º Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 06, de 06.06.2008 a 04.08.2008. O seu 2º Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 05, de 30.04.2010 a 28.06.2010. O seu 3º Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 10, de 11.10.2012 a 10.12.2012. O seu 4º Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº XX, de XX.XX.XXXX a XX.XX.XXXX com o número de Projeto ABNT NBR 10152.

Esta segunda edição cancela e substitui a edição anterior (ABNT NBR 10152:1987), a qual foi tecnicamente revisada.

O Escopo desta Norma Brasileira em inglês é o seguinte:

### Scope

*This Standard establishes:*

- *procedure for measuring indoor sound pressure levels;*
- *procedure for determining representative sound level indoors;*
- *procedure for evaluating indoor sounds according to the intended use of a room;*
- *guidelines for acoustic design of indoor environments*



*This Standard does not apply to:*

- *Evaluation of acoustic performance of building systems;*
- *Assessment of occupational noise.*

*The measurement and evaluation of outdoor sound pressure levels should be conducted according to ABNT NBR 10151*



## Introdução

Esta Norma estabelece os procedimentos técnicos a serem adotados na execução de medições de níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações, bem como os limites para avaliação dos resultados em função da finalidade de uso do ambiente.

O ruído em ambientes internos a edificações deve ser avaliado conforme prescrito nesta Norma.

Os limites apresentados nesta Norma são estabelecidos de acordo com a finalidade de uso do ambiente no local onde a medição for executada, visando a preservação da saúde e do bem-estar humano.

Recomenda-se aos construtores, empreendedores, incorporadores, projetistas, usuários e ao poder público a adoção de tais limites para o adequado uso dos diferentes ambientes internos de uma edificação.

A revisão desta Norma foi motivada pela necessidade de harmonizar os procedimentos técnicos a serem adotados nas seguintes aplicações:

- medições dos níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações, independentemente das fontes sonoras contribuintes;
- determinação do nível sonoro representativo de um ambiente interno de uma edificação;
- avaliação de um ambiente interno de uma edificação, em função de sua finalidade de uso, sem ocupação;
- orientação à elaboração de projetos acústicos de ambientes internos de uma edificação.



## Acústica — Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações

### 1 Escopo

Esta Norma estabelece:

- procedimento para execução de medições de níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações;
- procedimento para determinação do nível de pressão sonora representativo de um ambiente interno a uma edificação;
- procedimento e limites para avaliação sonora de ambientes internos a edificações, em função de sua finalidade de uso;
- limites de níveis sonoros para estudos e projetos acústicos de ambientes internos a edificações, em função de sua finalidade de uso.

Esta Norma não se aplica à:

- avaliação de desempenho acústico de sistemas construtivos de edificações. Para esta finalidade, aplicam-se as normas específicas;
- avaliação do nível de exposição ocupacional de trabalhadores, bem como questões ergonômicas relacionadas às atividades laborais dos ambientes em uso.

As medições e avaliações de níveis de pressão sonora em ambientes externos a edificações devem ser executadas conforme a ABNT NBR 10151.

### 2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

ABNT NBR 10151, *Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento*

ABNT NBR 16313, *Acústica – Terminologia*

ISO 10052, *Acoustics – Field measurements of airborne and impact sound insulation and of service equipment sound – Survey method*

ISO 16032, *Acoustics – Measurement of sound pressure level from service equipment in buildings – Engineering method*

IEC 60651, *Sound level meter*

IEC 60804, *Integrating – averaging sound level meters*

IEC 60942, *Electroacoustics – Sound calibrators*

IEC 61094-4, *Measurement microphones – Part 4: Specification for working standard microphones*





IEC 61094-5, *Measurement microphones – Part 5: Methods for pressure calibration of working standard microphones by comparison*

IEC 61094-6, *Measurement microphones – Part 6: Electrostatic actuators for determination of frequency response*

IEC 61260, *Electroacoustics – Octave-band and fractional-octave-band filters*

IEC 61672-1, *Electroacoustics – Sound level meters – Part 1: Specifications*

IEC 61672-2, *Electroacoustics – Sound level meters – Part 2: Pattern evaluation tests*

IEC 61672-3, *Electroacoustics – Sound level meters – Part 3: Periodic tests*

JCGM 100:2008 GUM 1995, *Avaliação de dados de medição – Guia para a expressão de incerteza de medição*

### 3 Termos e definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os termos e definições da ABNT NBR 16313.

NOTA Esta Norma foi elaborada em conformidade com o Vocabulário Internacional de Metrologia – VIM [1].

### 4 Símbolos

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os símbolos da Tabela 1.

O nível de pressão sonora é expresso em decibels.

O acréscimo de um pós-escrito para indicar a ponderação em frequência, por exemplo, dB(A), é incorreto. Esta informação deve ser incluída no símbolo de grandeza, por exemplo,  $L_{Aeq}$ , e o seu resultado expresso em decibels.

Tabela 1 – Símbolos para níveis de pressão sonora

Grandeza	Símbolo
Nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderado “A” e integrado em um tempo “T”	$L_{Aeq,T}$
Nível máximo de pressão sonora ponderado na frequência “A” e no tempo “S”	$L_{ASmax}$
Nível de pressão sonora contínuo equivalente na banda de 1/1 de oitava de frequência nominal “f” Hz	$L_{eq}(f \text{ Hz})$
EXEMPLOS	
$L_{Aeq,30s} = 45,6 \text{ dB}$ , onde $T = 30 \text{ s}$ .	
$L_{ASmax} = 45,6 \text{ dB}$ .	
$L_{eq}(8 \text{ kHz}) = 45,6 \text{ dB}$ , onde $f = 8 \text{ kHz}$ .	
NOTA Conforme os símbolos, $L$ se refere ao termo em inglês <i>level</i> , $T$ se refere ao termo em inglês <i>time</i> , $max$ se refere ao termo em inglês <i>maximum</i>	

NOTA 1 Esta orientação está em conformidade com a ISO 80000-8:2007 (8-22a) – “NOTE: The addition of a postscript to indicate the frequency weighting, e.g. dB(A), is incorrect. This information should be carried by quantity symbol”. [2]



NOTA 2 Esta representação está conforme ao Quadro Geral de Unidades (QGU), publicado no anexo da Portaria nº 590, de 02 de dezembro de 2013 do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO.

## 5 Instrumentação

Para aplicação desta Norma, o microfone e o sonômetro devem atender aos critérios das IEC 61094 (partes 4, 5 e 6), IEC 61260 e IEC 61672 (todas as partes), para faixa de medição dos níveis de pressão sonora compatíveis com os valores da Tabela 3. Os filtros de 1/1 de oitava devem abranger pelo menos as bandas de 63 Hz a 8 kHz.

Para medição e avaliação de ambientes especiais, por exemplo, em estúdios, a instrumentação deve ser compatível com a medição de níveis de pressão sonora inferiores a 20 dB e de bandas inferiores a 63 Hz.

O conjunto de instrumentos (sonômetro, microfone e calibrador sonoro) deve ser aquele indicado pelo fabricante, de acordo com a aprovação de modelo, em conformidade com a IEC 61672-2.

### 5.1 Sonômetro (medidor integrador de nível sonoro)

O sonômetro deve atender à IEC 61672 (todas as partes), para a classe 1 ou classe 2.

Para medição e caracterização de som tonal, o sonômetro deve possuir filtros de 1/3 de oitava.

Os filtros de 1/1 de oitava e de 1/3 de oitava devem atender à IEC 61260 para a classe 0 ou classe 1.

Quando utilizado o protetor de vento junto ao microfone do sonômetro, deve ser executada a correção da influência dos efeitos do protetor de vento na resposta em frequência do microfone, conforme instrução do fabricante para o modelo do protetor de vento utilizado.

NOTA 1 A IEC 61672-1 denomina o instrumento como *Sound Level Meter*, na língua inglesa, e *Sonomètre*, na língua francesa. A NP ISO 1996-1 utiliza a denominação *Sonómetro* (ver Bibliografia [3], [4]).

NOTA 2 Recomenda-se a utilização de sonômetro cujo modelo tenha sido comprovadamente aprovado, conforme a IEC 61672-2.

NOTA 3 Opcionalmente ao uso de um sonômetro, pode-se utilizar um sistema de medição de nível de pressão sonora, constituído por microfone, cabos e conectores, placa de aquisição de dados, *hardware* e *software*, desde que o sistema de medição de nível de pressão sonora atenda às especificações da IEC 61672 (Partes 2 e 3).

### 5.2 Calibrador sonoro

O calibrador sonoro deve atender à IEC 60942, para a classe 1.

Quando o sonômetro utilizado for de classe 2, o calibrador sonoro pode ser de classe 2.

### 5.3 Microfone

O microfone de medição deve atender à IEC 61094-4.



## 6 Calibração

O conjunto de instrumentos referidos em 5.1, 5.2 e 5.3 deve ser calibrado por laboratório acreditado, membro da Rede Brasileira de Calibração (RBC), ou pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro, ou por laboratório de calibração, em outros países, acreditado em rede reconhecida por acordo oficial brasileiro de reconhecimento mútuo (Ilac).

Pode ser utilizado sonômetro cujo modelo tenha sido aprovado pelas IEC 60651 e IEC 60804 para Tipo 0 ou Tipo 1.

As informações mínimas que devem constar nos certificados de calibração são aquelas apresentadas no Anexo B.

A periodicidade de calibração deve ser estabelecida com base nas recomendações do fabricante, podendo ser estendida até 24 meses, desde que justificado com base no histórico de dados de calibrações anteriores ou verificações intermediárias.

Calibrações devem ser realizadas após qualquer evento que possa produzir dano aos instrumentos, sempre que o instrumento sofrer manutenção corretiva e sempre que a variação entre ajustes indicar instabilidade.

Quando o resultado de algum parâmetro, apresentado no certificado de calibração, não atender aos requisitos da respectiva norma IEC, o instrumento não pode ser utilizado. Caso seja realizada manutenção corretiva, o instrumento poderá ser novamente utilizado, desde que comprovada sua eficiência após nova calibração de todos os parâmetros.

NOTA 1 Recomenda-se consultar a ABNT NBR ISO 10012 (ver Bibliografia [5]).

NOTA 2 A periodicidade de calibração inferior a 24 meses pode ser necessária em função da frequência de uso ou das condições ambientais de operação dos instrumentos.

## 7 Procedimento de medição

### 7.1 Ajuste em campo

O sonômetro deve ser ajustado, com o calibrador sonoro acoplado ao microfone, imediatamente antes de cada série de medições.

NOTA O sistema de calibração elétrica interno do sonômetro, disponível em alguns modelos, não substitui o uso do calibrador sonoro.

O ajuste do sonômetro deve ser realizado com o valor indicado no certificado de calibração mais recente do calibrador sonoro, aplicada a correção devida ao tipo de microfone, conforme orientação do fabricante.

O microfone, o sonômetro e o calibrador sonoro devem ser compatíveis, conforme especificação do fabricante.

O ajuste do sonômetro deve ser realizado no ambiente a ser avaliado, exceto quando da ocorrência de interferências sonoras que possam influenciar o ajuste.



Ao final de uma série de medições, no ambiente avaliado, deve ser lido o nível de pressão sonora com o calibrador sonoro ligado e acoplado ao microfone. Se a diferença entre a leitura e o valor ajustado inicialmente for superior a 0,5 dB ou inferior a - 0,5 dB, os resultados devem ser descartados e novas medições devem ser realizadas.

NOTA A depender do conjunto de instrumentos a ser utilizado e do tempo de medição, recomenda-se a realização de ajustes intermediários, como, por exemplo, a cada 1 h.

## 7.2 Condições ambientais

As medições não podem ser realizadas quando condições ambientais adversas de vento, temperatura, umidade relativa do ar, precipitações pluviométricas ou trovoadas interferirem nos resultados ou não atenderem às especificações das condições de operação dos instrumentos de medição estabelecidas pelos fabricantes.

Caso seja necessário executar as medições sob condições ambientais adversas, devem constar no relatório os parâmetros ambientais registrados durante a medição.

NOTA A influência do vento sobre o microfone, mesmo com o uso do protetor de vento, é significativa quando a velocidade for superior a 5 m/s.

Sonômetros de classe 2, conforme a IEC 61672-1:2002, devem ser operados na faixa de temperatura entre 0 °C e + 40 °C.

## 7.3 Posição dos pontos de medição

Os pontos de medição devem ser distribuídos de modo a possibilitar a representação do campo sonoro do ambiente em avaliação.

As medições devem ser executadas em pelo menos três pontos de medição distribuídos pelo ambiente interno a ser avaliado, preferencialmente em alturas diferentes.

Os pontos de medição devem se situar pelo menos a 1 m das paredes, teto, piso, mobiliários e de elementos com significativa transmissão sonora, como janelas, portas ou entradas de ar.

A distância entre os pontos deve ser de pelo menos 0,7 m.

NOTA Quando a área do ambiente a ser avaliado for superior a 30 m<sup>2</sup>, recomenda-se aumentar um ponto de medição a cada 30 m<sup>2</sup> adicionais da área do ambiente.

Quando não for possível assegurar as distâncias mínimas previstas nesta Norma, deve-se informar no relatório as condições de execução das medições.

## 7.4 Seleção do tempo

O tempo de medição em cada ponto deve ser definido de modo a abranger as variações sonoras significativas ao ambiente interno objeto de avaliação.

Quando a fonte sonora gerar um som contínuo ou intermitente, o tempo de medição em cada um dos pontos deve ser de pelo menos 30 s e contemplar um ou mais ciclos inteiros de funcionamento da fonte sonora.



O tempo de integração  $T$  pode variar de 1 s até o próprio tempo de medição.

Quando o objetivo da medição for avaliar uma fonte sonora contribuinte a um ambiente interno de uma edificação e a fonte sonora objeto de avaliação se tratar de equipamentos e/ou instalações prediais, deve-se seguir as recomendações da ISO 16032, sendo que o tempo de medição deve contemplar um ou mais ciclos inteiros de funcionamento.

**EXEMPLO** O resultado de uma medição do  $L_{Aeq}$  com o tempo de medição de 30 s pode ser obtido por medição direta do  $L_{Aeq,30s}$ , integrado continuamente durante 30 s, ou pela média logarítmica de 30 resultados de  $L_{Aeq,1s}$ , integrados e registrados pelo sonômetro a cada 1 s.

**NOTA** No primeiro caso, o resultado é apresentado por um valor único do  $L_{Aeq,30s}$ , em decibels (dB). No segundo, o resultado é apresentado por um valor único, pode ser demonstrada graficamente a variação do nível de pressão sonora ao longo do tempo de medição, neste caso, contendo 30 s de medição com resolução gráfica de 1 s em 1 s de integração.

A integração contínua durante 30 s ou mais, bem como o cálculo da média logarítmica de resultados de  $L_{Aeq,1s}$ , não podem contemplar a contribuição de sons intrusivos.

O tempo de medição e o tempo de integração devem ser informados no relatório.

## 7.5 Descritores de níveis sonoros

### 7.5.1 Nível de pressão sonora equivalente, global, ponderado em “A”, medido durante um tempo “T” no ponto “X” – $L_{Aeq,T,X}$

O nível de pressão sonora equivalente, global, ponderado em “A”, medido no ponto “X” de um ambiente interno de uma edificação pode ser obtido diretamente por integração no tempo “T”,  $L_{Aeq,T(X)}$  onde  $T \geq 30s$ , ou pela soma logarítmica do  $L_{Aeq,1s,X}$ , com pelo menos 30 s de amostragem.

Ao utilizar o descritor  $L_{AeqX}$ , o termo “X” deve ser substituído por letras e/ou números que identifiquem inequivocamente o ponto de medição a que se refere esta representação.

**EXEMPLO**  $L_{Aeq,30s(p1)}$ ,  $L_{Aeq,30s(p2)}$  e  $L_{Aeq,30s(p3)}$  respectivamente representativos dos pontos 1, 2 e 3, distribuídos no interior de um ambiente, medidos durante 30 s em cada ponto.

### 7.5.2 Nível sonoro global representativo de um ambiente – $L_{Aeq}$

O nível sonoro global representativo de um ambiente é obtido pela média logarítmica dos níveis de pressão sonora equivalentes, globais, ponderados em “A”, medidos durante um tempo “T”, em diferentes pontos do ambiente, em uma mesma condição.

O cálculo do  $L_{Aeq}$  representativo de um ambiente deve ser realizado para um mesmo tempo “T” de medição a cada ponto “X” do ambiente.

**EXEMPLO**

$$L_{Aeq} = 10 \times \log_{10} \left[ \frac{1}{n} \times \left( 10^{\frac{L_{Aeq,30s,p1}}{10}} + 10^{\frac{L_{Aeq,30s,p2}}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_{Aeq,30s,pn}}{10}} \right) \right] \text{dB}$$

onde

$n$  é o número de pontos de medição distribuídos no ambiente. O tempo  $T$  de integração em cada ponto foi de 30 s.

Na impossibilidade de efetuar as medições na configuração normal de uso, por exemplo, ambiente sem o mobiliário, deve-se efetuar a correção em função do tempo de reverberação, conforme estabelecido na ISO 16032 ou na ISO 10052. Os resultados medidos e calculados devem ser apresentados no relatório.

### 7.5.3 Nível máximo de pressão sonora, global, ponderado em “A” e em “S”, medido no ponto “X” – $L_{ASmax,(X)}$

O nível máximo de pressão sonora, global, com ponderação na frequência “A” e ponderação temporal “S”, medido no ponto “X” de um ambiente interno de uma edificação, é o maior valor registrado de  $L_{ASmax}$ , durante a integração no tempo “T” do  $L_{Aeq,T,X}$ .

Ao utilizar o descritor  $L_{ASmax,(X)}$  o termo “X” deve ser substituído por letras e/ou números que identifiquem inequivocamente o ponto de medição a que se refere esta representação.

EXEMPLO  $L_{ASmax(p1)}$ ,  $L_{ASmax(p2)}$  e  $L_{ASmax(p3)}$  respectivamente representativos dos pontos 1, 2 e 3, distribuídos no interior de um ambiente.

### 7.5.4 Nível sonoro global máximo representativo de um ambiente – $L_{ASmax}$

O nível sonoro global máximo representativo de um ambiente é obtido pelo maior resultado entre os níveis máximos de pressão sonora, globais, ponderados em “A” e em “S”, medidos nos diferentes pontos, em uma mesma condição de medição.

O nível máximo representativo deve desconsiderar todos os sons intrusivos, por não serem objetos da medição.

NOTA Durante uma medição, o registro do nível máximo pelo sonômetro pode ocorrer por interferências do próprio operador ou de outras fontes de sons intrusivos.

Na impossibilidade de efetuar as medições na configuração normal de uso, por exemplo, ambiente sem o mobiliário, deve-se efetuar a correção em função do tempo de reverberação, conforme estabelecido na ISO 16032 ou na ISO 10052. Os resultados medidos e calculados devem ser apresentados no relatório.

### 7.5.5 Níveis de pressão sonora equivalentes, em bandas de 1/1 de oitava, medidos no ponto “X” – $L_{eq,T(f\text{ Hz}), (X)}$

Os níveis de pressão sonora equivalentes, em bandas de 1/1 de oitava, sem ponderação em frequência (linear “Z”), medidos no ponto “X” de um ambiente interno de uma edificação, podem ser obtidos diretamente por integração no tempo “T”,  $L_{eq,T(f\text{ Hz})}$ , onde  $T \geq 30$  s, ou pela soma logarítmica do  $L_{eq,1s(f\text{ Hz})}$ , com pelo menos 30 s de amostragem.

Para caracterizar os níveis de pressão sonora em função do espectro, deve-se efetuar as medições dos níveis de pressão sonora equivalentes utilizando filtros em bandas de 1/1 de oitava nas seguintes frequências centrais (f): 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz e 8 kHz.

NOTA O nível de pressão sonora equivalente, em uma banda proporcional de 1/1 de oitava, pode ser obtido por medição direta do nível de pressão sonora na banda de 1/1 de oitava correspondente ou pela soma logarítmica dos níveis de pressão sonora medidos nas três bandas de 1/3 de oitava que compõem a banda de 1/1 de oitava em questão. Esta transposição é necessária à comparação com os limites de avaliação das curvas NC, estabelecidos para cada banda de 1/1 de oitava.



Medições efetuadas com filtros em bandas de 1/3 de oitava devem ser realizadas nas frequências centrais de: 50 Hz, 63 Hz e 80 Hz, 100 Hz, 125 Hz e 160 Hz; 200 Hz, 250 Hz e 315 Hz; 400 Hz, 500 Hz, 630 Hz, 800 Hz, 1 kHz, 1,25 kHz; 1,6 kHz, 2 kHz, 2,5 kHz, 3,15 kHz, 4 kHz, 5 kHz, 6,3 kHz, 8 kHz e 10 kHz.

EXEMPLO Para o cálculo do nível de pressão sonora equivalente na banda de 500 Hz, em 1/1 de oitava, tem-se a seguinte equação:

$$L_{eq,30s}(500 \text{ Hz}) = 10 \times \log_{10} \left( 10^{\frac{L_{eq,30s}(400\text{Hz})}{10}} + 10^{\frac{L_{eq,30s}(500\text{Hz})}{10}} + 10^{\frac{L_{eq,30s}(630\text{Hz})}{10}} \right) \text{dB}$$

### 7.5.6 Níveis sonoros em bandas de 1/1 de oitava, representativos de um ambiente – $L_{eq}$ (f Hz)

Os níveis de pressão sonora equivalentes, em bandas de 1/1 de oitava, sem ponderação em frequência (linear “Z”), representativos de um ambiente, são obtidos pelas médias logarítmicas dos níveis de pressão sonora equivalentes, em bandas de 1/1 de oitava, em “Z”, durante um tempo “T”, em diferentes pontos do ambiente, em uma mesma condição.

EXEMPLO

$$L_{eq}(1\text{kHz}) = 10 \times \log_{10} \left[ \frac{1}{n} \times \left( 10^{\frac{L_{eq,30s}(1\text{kHz}),p1}}{10}} + 10^{\frac{L_{eq,30s}(1\text{kHz}),p2}}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_{eq,30s}(1\text{kHz}),pn}}{10}} \right) \right] \text{dB}$$

onde

$n$  é o número de pontos de medição distribuídos no ambiente.

Na impossibilidade de efetuar as medições na configuração normal de uso, por exemplo, ambiente sem o mobiliário, deve-se efetuar a correção em função do tempo de reverberação, conforme estabelecido na ISO 16032 ou na ISO 10052. Os resultados medidos e calculados devem ser apresentados no relatório.

### 7.5.7 Determinação do nível NC representativo de um ambiente – $L_{NC}$

O nível NC representativo de um ambiente interno de uma edificação é determinado pela comparação, para cada banda de 1/1 de oitava, dos níveis de pressão sonora equivalentes representativos de um ambiente –  $L_{eq}$  (f Hz), com os níveis de pressão sonora das curvas NC, apresentadas na Tabela 2.

NOTA A Tabela D.1 apresenta as curvas NC interpoladas de 1 dB em 1 dB.

O nível NC representativo de um ambiente ( $L_{NC}$ ) deve ser determinado pelo maior valor NC identificado entre a comparação de todos os níveis representativos de  $L_{eq}$  (f Hz) a cada banda de 1/1 de oitava.

Tabela 2 – Níveis de pressão sonora, em decibels, correspondentes às curvas NC por bandas de frequências de 1/1 de oitava

Curva NC	Frequências centrais das bandas de oitava									
	16 Hz	31,5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
70	90	90	84	79	75	72	71	70	68	68
65	90	88	80	75	71	68	65	64	63	62
60	90	85	77	71	66	63	60	59	58	57
55	89	82	74	67	62	58	56	54	53	52
50	87	79	71	64	58	54	51	49	48	47
45	85	76	67	60	54	49	46	44	43	42
40	84	74	64	56	50	44	41	39	38	37
35	82	71	60	52	45	40	36	34	33	32
30	81	68	57	48	41	35	32	29	28	27
25	80	65	54	44	37	31	27	24	22	22
20	79	63	50	40	33	26	22	20	17	16
15	78	61	47	36	28	22	18	14	12	11

NOTA 1 Os valores apresentados nesta tabela correspondem aos valores da ANSI/ASA S12.2-2008, Tabela 1 (ver Bibliografia, [6]).

NOTA 2 Os níveis apresentados para as bandas de 16 Hz e 31,5 Hz são apenas de caráter informativo.

## 7.6 Medições de níveis de pressão sonora

As medições de níveis de pressão sonora devem ser realizadas no ambiente objeto de avaliação, na sua configuração normal de uso, ausência de seus usuários e presença apenas do técnico responsável pela medição.

Deve constar no relatório a descrição da condição do ambiente durante a medição.

Havendo necessidade de presença de outras pessoas, além do técnico responsável pela medição, esta informação deve constar no relatório.

NOTA A presença de pessoas no local da medição pode interferir na propagação das ondas sonoras. Assim, é recomendável a presença do menor número de pessoas no local durante a medição.

### 7.6.1 Método simplificado

O método simplificado é utilizado para avaliações com base na análise dos níveis globais de pressão sonora.

O ajuste do sonômetro deve ser realizado conforme prescrito em 7.1.





As condições ambientais devem ser observadas conforme prescrito em 7.2.

Observadas as características do ambiente interno a ser avaliado, os pontos de medição devem ser distribuídos conforme prescrito em 7.3.

O tempo de medição em cada ponto deve ser definido conforme prescrito em 7.4, devendo ser o mesmo tempo  $T$  considerado para todos os pontos internos de um mesmo ambiente.

As medições de níveis de pressão sonora devem ser realizadas para os descritores previstos em 7.5.1 e 7.5.3.

#### **7.6.2 Método detalhado**

O método detalhado é utilizado para avaliações, com base na análise dos níveis de pressão sonora global e espectrais nas bandas de 1/1 de oitava.

O método detalhado pode ser aplicado também com a análise da variação dos níveis de pressão sonora ao longo do tempo de amostragem. Neste caso, o tempo de integração deve ser de 1 s para registro ao longo da medição.

O ajuste do sonômetro deve ser realizado conforme prescrito em 7.1.

As condições ambientais devem ser observadas conforme prescrito em 7.2.

Observadas as características do ambiente interno a ser avaliado, os pontos de medição devem ser distribuídos conforme prescrito em 7.3.

O tempo de medição em cada ponto deve ser definido conforme prescrito em 7.4, deve ser o mesmo tempo  $T$  considerado para todos os pontos internos de um mesmo ambiente.

As medições de níveis de pressão sonora devem ser realizadas para os descritores previstos em 7.5.1, 7.5.3 e 7.5.5.

### **7.7 Determinação dos níveis sonoros representativos de um ambiente interno de uma edificação**

#### **7.7.1 Método simplificado**

Quando as medições de níveis de pressão sonora forem executadas conforme o método simplificado, previsto em 7.6.1, os níveis sonoros representativos do ambiente avaliado devem ser calculados conforme 7.5.2 e 7.5.4.

#### **7.7.2 Método detalhado**

Quando as medições de níveis de pressão sonora forem executadas conforme o método detalhado, previsto em 7.6.2, os níveis sonoros representativos do ambiente avaliado devem ser calculados conforme 7.5.2, 7.5.4, 7.5.6 e 7.5.7.

Neste método, os resultados devem ser graficamente apresentados no relatório.

NOTA 1 Recomenda-se que os níveis de pressão sonora no domínio da frequência sejam representados em gráficos de barras verticais.

NOTA 2 Recomenda-se que a variação dos níveis de pressão sonora no domínio do tempo seja representada em gráficos de linhas horizontais.

## 8 Incerteza de medição

Para aplicação desta Norma, a incerteza de medição deve ser expressa conforme o Guia para Expressão da Incerteza de Medição.

A incerteza expandida de medição ( $U$ ) deve ser expressa para cada descritor de resultado.

O Anexo C apresenta um método simplificado para a expressão da incerteza expandida de medição.

## 9 Procedimento de avaliação

A avaliação sonora de um ambiente interno de uma edificação é realizada pela comparação de seus níveis sonoros representativos com os respectivos valores para avaliação em função da finalidade de uso do ambiente.

O método simplificado não pode ser utilizado quando houver ocorrências de som tonal ou sons predominantes nas bandas de frequências sonoras inferiores a 250 Hz.

### 9.1 Avaliação pelo método simplificado

Quando as medições forem realizadas pelo método simplificado, a avaliação é realizada pela comparação dos níveis de pressão sonora, equivalente ( $L_{Aeq}$ ) e máximo ( $L_{ASmax}$ ), representativos do ambiente, com os valores apresentados na Tabela 3, respectivamente para  $RL_{Aeq}$  e  $RL_{ASmax}$ .

Considera-se adequado para uso o ambiente cujos níveis sonoros representativos sejam iguais ou inferiores aos valores apresentados na Tabela 3.

### 9.2 Avaliação pelo método detalhado

Quando as medições forem realizadas pelo método detalhado, a avaliação é realizada pela comparação dos níveis de pressão sonora, equivalente ( $L_{Aeq}$ ), máximo ( $L_{ASmax}$ ) e espectral ( $L_{NC}$ ), representativos do ambiente com os valores apresentados na Tabela 3, respectivamente para  $RL_{Aeq}$ ,  $RL_{ASmax}$  e  $RL_{NC}$ .

Considera-se adequado para uso o ambiente cujos níveis sonoros representativos forem iguais ou inferiores aos valores apresentados na Tabela 3.

### 9.3 Avaliação de um som específico

Quando um som específico não é predominante sobre os demais sons em um dado ambiente, o nível de pressão sonora de um som específico pode ser obtido subtraindo-se, logaritmicamente, o nível sonoro residual do nível de pressão sonora total, conforme equação a seguir:

$$L_{esp} = 10 \times \log_{10} \left( 10^{\frac{L_{total}}{10}} - 10^{\frac{L_{resid}}{10}} \right)$$

Para caracterização de um som específico, o tempo de medição deve ser igual ou menor que o tempo de duração deste som específico.

Quando não for possível determinar o nível sonoro residual, também não é possível determinar o nível de pressão sonora de uma fonte específica.

Opcionalmente, desde que seja possível demonstrar que outro ambiente apresenta características sonoras semelhantes, o nível sonoro residual pode ser medido neste outro ambiente.

## 9.4 Valores para avaliação

Para fins de avaliação sonora, na Tabela 3 são apresentados valores de referência para diferentes finalidades de uso de ambientes internos de uma edificação.

Considera-se adequado para uso o ambiente cujos níveis sonoros representativos sejam iguais ou inferiores aos valores de referência apresentados na Tabela 3.

Considera-se tolerável para uso o ambiente cujos níveis sonoros representativos sejam iguais ou inferiores aos valores de referência apresentados na Tabela 3, acrescidos de até 5 dB para  $RL_{Aeq}$  e  $RL_{ASmax}$  e até 5 dB para  $RL_{NC}$ .

**Tabela 3 – Valores de referência para ambientes internos de uma edificação de acordo com suas finalidades de uso**

Finalidade de uso	Valores de referência		
	$RL_{Aeq}$ (dB)	$RL_{ASmax}$ (dB)	$RL_{NC}$
<b>Aeroportos, estações rodoviárias e ferroviárias</b>			
Áreas de <i>check-in</i> , bilheterias	45	50	40
Salas de embarque e circulações	50	55	45
<b>Centros comerciais (<i>shopping centers</i>)</b>			
Circulações	50	55	45
Lojas	45	50	40
Praças de alimentação	50	55	45
Garagens	55	60	50
<b>Clínicas e hospitais</b>			
Berçários	35	40	30
Centros cirúrgicos	35	40	30
Consultórios	35	40	30
Enfermarias	40	45	35
<b>Clínicas e hospitais</b>			
Laboratórios	45	50	40
Quartos coletivos	40	45	35
Quartos individuais	35	40	30
Salas de espera	45	50	40
<b>Culturais e lazer</b>			
Salões de festa	40	45	35
Restaurantes	45	50	40



Tabela 3 (continuação)

Finalidade de uso	Valores de referência		
	$RL_{Aeq}$ (dB)	$RL_{ASmáx}$ (dB)	$RL_{NC}$
Cinemas	35	50	40
Salas de concertos	30	35	25
Teatros	30	35	25
Templos religiosos pequenos (< 600 m <sup>3</sup> )	40	45	35
Templos religiosos grandes (> 600 m <sup>3</sup> )	35	40	30
Bibliotecas	40	45	35
Museus (exposições)	40	45	35
Estúdios de gravação audiovisual	25	30	20
<b>Educacionais</b>			
Circulações	50	55	45
Berçário	40	45	35
Salas de aula	35	40	30
Salas de música	35	40	30
<b>Escritórios</b>			
Centrais de telefonia ( <i>call centers</i> )	50	55	45
Circulações	50	55	45
Escritórios privativos (gerência, diretoria etc.)	40	45	35
Escritórios coletivos ( <i>open plan</i> )	45	50	40
Recepções	45	50	40
Salas de espera	45	50	40
Salas de reunião	35	40	30
Salas de videoconferência	40	45	35
<b>Esportes</b>			
Ginásios de esportes e academias de ginástica	45	50	40
<b>Hotéis</b>			
Quartos individuais ou suítes	40	45	35
Salões de convenções	40	45	35
Áreas de serviço	50	55	45
Circulações	45	50	40



Tabela 3 (continuação)

Finalidade de uso	Valores de referência		
	$RL_{Aeq}$ (dB)	$RL_{ASmáx}$ (dB)	$RL_{NC}$
<b>Residências</b>			
Dormitórios	35	40	30
Salas de estar	40	45	35
Salas de cinema em casa ( <i>home theaters</i> )	40	45	35
<b>Outros</b>			
Auditórios grandes (> 600 m <sup>3</sup> )	30	35	25
Auditórios pequenos (< 600 m <sup>3</sup> )	35	40	30
Cozinhas e lavanderias	50	55	45
Tribunais	40	45	35

## 10 Limites de níveis sonoros para estudos e projetos acústicos

Os limites de níveis sonoros para estudos e projetos acústicos de ambientes internos a edificações, em função de sua finalidade de uso, são aqueles estabelecidos na Tabela 3.

## 11 Relatório de medição e avaliação

O relatório de medição e avaliação deve conter no mínimo as seguintes informações:

- características das fontes sonoras e seu funcionamento durante as medições;
- descrição do ambiente durante a medição: mobiliário, revestimento do ambiente e quantidade de pessoas presentes;
- ilustração ou descrição detalhada do local de medição, sua área, volume e posição dos pontos de medição;
- incerteza expandida de medição ( $U$ ). Caso o método de expressão da incerteza utilizado não seja o apresentado no Anexo C, o seu detalhamento deve constar no relatório;
- informações sobre a instrumentação e respectiva calibração:
  - fabricante e modelo;
  - identificação unívoca com número de série;
  - IEC atendidas;
  - número e data dos certificados de calibração;



- f) limites de avaliação dos resultados;
- g) local, data e horário das medições;
- h) método de medição utilizado;
- i) objetivo da medição;
- j) parâmetros ambientais registrados quando em condições ambientais adversas;
- k) referência a esta Norma;
- l) resultados das medições e correções (quando aplicáveis);
- m) tempo das medições e integrações.



## **Anexo A** (normativo)

### **Método objetivo para a avaliação da ocorrência de som tonal**

**A.1** A avaliação da ocorrência de som tonal é realizada pela comparação do nível de pressão sonora equivalente de uma banda de 1/3 de oitava com os níveis de pressão sonora equivalentes nas duas bandas de 1/3 de oitava adjacentes.

**A.2** Para identificar a presença de um som tonal é necessário que o nível de pressão sonora equivalente na banda de 1/3 de oitava de interesse exceda os níveis de pressão sonora equivalentes em ambas as bandas de 1/3 de oitava adjacentes em:

- a) 15 dB nas bandas de 1/3 de oitava com frequências centrais de 16 Hz a 125 Hz;
- b) 8 dB nas bandas de 1/3 de oitava com frequências centrais de 160 Hz a 400 Hz;
- c) 5 dB nas bandas de 1/3 de oitava com frequências centrais de 500 Hz a 10 000 Hz.



## Anexo B (normativo)

### Certificados de calibração

As informações mínimas que devem constar nos certificados de calibração são as descritas em B.1 a B.4.

#### **B.1** Sonômetro (ver IEC 61672-3):

- a) ruído autogerado (elétrico e acústico);
- b) teste acústico da resposta em frequência do medidor com o microfone;
- c) calibração das ponderações em frequência, utilizando-se sinais elétricos;
- d) ponderações no tempo e na frequência em 1 kHz;
- e) linearidade de nível na faixa de níveis de referência (8 kHz);
- f) linearidade de nível incluindo o controle da faixa de níveis (se aplicável);
- g) resposta a trens tonais;
- h) indicação de sobrecarga;
- i) teste de estabilidade.

#### **B.2** Analisadores de 1/1 e de 1/3 de oitava (ver IEC 61260):

- a) curva de atenuação relativa à frequência central para cada um dos filtros necessários ao atendimento ao escopo desta Norma;
- b) atenuação das frequências centrais relativas à frequência central do filtro de referência.

#### **B.3** Microfone (ver IEC 61094-4, IEC 61094-5 e IEC 61094-6):

Sensibilidade absoluta em toda a faixa de frequências da aplicação desta Norma.

NOTA Pela IEC 61672-3, a calibração do microfone fica implícita no teste acústico.

#### **B.4** Calibrador sonoro (ver IEC 60942):

- a) amplitude, em decibels (Ref. 20  $\mu$ Pa);
- b) frequência, em hertz;
- c) distorção harmônica.

NOTA Na data de elaboração desta Norma, não há laboratório acreditado à Rede Brasileira de Calibração (RBC), para medida da distorção harmônica. Porém recomenda-se que seja incluída esta informação no certificado de calibração, para a avaliação da qualidade do sinal acústico fornecido pelo calibrador sonoro.



## Anexo C (informativo)

### Expressão da incerteza expandida de medição

**C.1** Orientações sobre como estimar a incerteza expandida de medição são apresentadas na Tabela C.1, onde a incerteza de medição é expressa como uma incerteza expandida com base em uma incerteza-padrão combinada, multiplicada por um fator de abrangência de 2 ( $k = 2$ ), para uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95 %.

**NOTA** A Tabela C.1 é uma simplificação. Na fase de preparação desta Norma, as informações disponíveis eram insuficientes. Em muitos casos, é apropriado adicionar mais contribuições à incerteza, por exemplo, a que está associada às condições ambientais.

**C.2** Nos relatórios de medição, o nível de confiança ou probabilidade de abrangência, associado a um determinado fator de abrangência ( $k$ ), é indicado em conjunto com a incerteza expandida de medição ( $U_k = 2$ ).

**C.3** A incerteza expandida de medição é expressa individualmente, para cada descritor sonoro, a cada resultado de medição.

**Tabela C.1 – Incerteza expandida de medição**

Incerteza-padrão			Incerteza-padrão combinada $u =$ $\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$	Incerteza expandida de medição  $U = \pm k \times u$
Devida aos instrumentos de medição <sup>a</sup>	Devida à repetibilidade e representatividade <sup>b</sup>	Devida ao som residual <sup>c</sup>		
$a$	$b$	$c$		
dB	dB	dB	dB	dB

<sup>a</sup> Para sonômetro e calibrador sonoro classe 1, pode-se assumir  $a = 1$ . Para sonômetro e calibrador sonoro classe 2, pode-se assumir  $a = 2$ . A incerteza devida aos instrumentos (sonômetro, microfone e calibrador de nível sonoro) pode também ser calculada a partir dos resultados extraídos do último certificado de calibração periódica de cada instrumento, com base nos parâmetros apresentados no Anexo B, dentre outras variáveis.

<sup>b</sup> Valor determinado pela razão do desvio-padrão ( $s$ ), obtido entre os valores medidos dos níveis de pressão sonora, pela raiz quadrada do número ( $n$ ) de medições, onde:  $b = \frac{s}{\sqrt{n}}$ .  
Para o cálculo da incerteza do nível de pressão sonora medido em um único ponto,  $n$  corresponde ao tempo de integração de medição, expresso em segundos.  
Para o cálculo da incerteza do nível representativo de um ambiente, o  $s$  abrange todos os resultados de integração obtidos em todos os pontos de medição.

Esta equação é válida para os casos em que é realizada apenas uma medição em cada ponto.

<sup>c</sup> O valor varia dependendo da diferença entre os valores dos níveis sonoros total e residual, quando aplicável.



**Anexo D**  
(informativo)

**Curvas NC interpoladas de 1 dB em 1 dB**

Tabela D.1 – Curvas NC interpoladas de 1 dB em 1 dB

Curva NC	Frequências centrais das bandas de oitava em Hz									
	16	31,5	63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
<b>15</b>	<b>78</b>	<b>61</b>	<b>47</b>	<b>36</b>	<b>28</b>	<b>22</b>	<b>18</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>11</b>
16	78	61	48	37	29	23	19	15	13	12
17	78	62	48	38	30	24	20	16	14	13
18	79	62	49	38	31	24	20	18	15	14
19	79	63	49	39	32	25	21	19	16	15
<b>20</b>	<b>79</b>	<b>63</b>	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>33</b>	<b>26</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>17</b>	<b>16</b>
21	79	63	51	41	34	27	23	21	18	17
22	79	64	52	42	35	28	24	22	19	18
23	80	64	52	42	35	29	25	22	20	20
24	80	65	53	43	36	30	26	23	21	21
<b>25</b>	<b>80</b>	<b>65</b>	<b>54</b>	<b>44</b>	<b>37</b>	<b>31</b>	<b>27</b>	<b>24</b>	<b>22</b>	<b>22</b>
26	80	66	55	45	38	32	28	25	23	23
27	80	66	55	46	39	33	29	26	24	24
28	81	67	56	46	39	33	30	27	26	25
29	81	67	56	47	40	34	31	28	27	26
<b>30</b>	<b>81</b>	<b>68</b>	<b>57</b>	<b>48</b>	<b>41</b>	<b>35</b>	<b>32</b>	<b>29</b>	<b>28</b>	<b>27</b>
31	81	69	58	49	42	36	33	30	29	28
32	81	69	58	50	43	37	34	31	30	29
33	82	70	59	50	43	38	34	32	31	30
34	82	70	59	51	44	39	35	33	32	31
<b>35</b>	<b>82</b>	<b>71</b>	<b>60</b>	<b>52</b>	<b>45</b>	<b>40</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>33</b>	<b>32</b>
36	82	72	61	53	46	41	37	35	34	33
37	83	72	62	54	47	42	38	36	35	34
38	83	73	62	54	48	42	39	37	36	35
39	84	73	63	55	49	43	40	38	37	36
<b>40</b>	<b>84</b>	<b>74</b>	<b>64</b>	<b>56</b>	<b>50</b>	<b>44</b>	<b>41</b>	<b>39</b>	<b>38</b>	<b>37</b>
41	84	74	65	57	51	45	42	40	39	38
42	84	75	65	58	52	46	43	41	40	39
43	85	75	66	58	52	47	44	42	41	40
44	85	76	66	59	53	48	45	43	42	41
<b>45</b>	<b>85</b>	<b>76</b>	<b>67</b>	<b>60</b>	<b>54</b>	<b>49</b>	<b>46</b>	<b>44</b>	<b>43</b>	<b>42</b>
46	85	77	68	61	55	50	47	45	44	43
47	86	77	69	62	56	51	48	46	45	44



Tabela D.1 (continuação)

Curva NC	Frequências centrais das bandas de oitava em Hz									
	16	31,5	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
48	86	78	69	62	56	52	49	47	46	45
49	87	78	70	63	57	53	50	48	47	46
<b>50</b>	<b>87</b>	<b>79</b>	<b>71</b>	<b>64</b>	<b>58</b>	<b>54</b>	<b>51</b>	<b>49</b>	<b>48</b>	<b>47</b>
51	87	80	72	65	59	55	52	50	49	48
52	88	80	72	65	60	56	53	51	50	49
53	88	81	73	66	60	56	54	52	51	50
54	89	81	73	66	61	57	55	53	52	51
<b>55</b>	<b>89</b>	<b>82</b>	<b>74</b>	<b>67</b>	<b>62</b>	<b>58</b>	<b>56</b>	<b>54</b>	<b>53</b>	<b>52</b>
56	89	83	75	68	63	59	57	55	54	53
57	89	83	75	69	64	60	58	56	55	54
58	90	84	76	69	64	61	58	57	56	55
59	90	84	76	70	65	62	59	58	57	56
<b>60</b>	<b>90</b>	<b>85</b>	<b>77</b>	<b>71</b>	<b>66</b>	<b>63</b>	<b>60</b>	<b>59</b>	<b>58</b>	<b>57</b>
61	90	86	78	72	67	64	61	60	59	58
62	90	86	78	73	68	65	62	61	60	59
63	90	87	79	73	69	66	63	62	61	60
64	90	87	79	74	70	67	64	63	62	61
<b>65</b>	<b>90</b>	<b>88</b>	<b>80</b>	<b>75</b>	<b>71</b>	<b>68</b>	<b>65</b>	<b>64</b>	<b>63</b>	<b>62</b>
66	90	88	81	76	72	69	66	65	64	63
67	90	89	82	77	73	70	67	66	65	64
68	90	89	82	77	73	70	69	68	66	66
69	90	90	83	78	74	71	70	69	67	67
<b>70</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>84</b>	<b>79</b>	<b>75</b>	<b>72</b>	<b>71</b>	<b>70</b>	<b>68</b>	<b>68</b>



## Bibliografia

- [1] *Vocabulário Internacional de Metrologia (VIM) – Conceitos fundamentais e gerais e termos associados, 1ª Edição Luso – Brasileira, 2012.*
- [2] ISO 80000-8:2007, *Quantities and units – Part 8: Acoustics.*
- [3] NP ISO 1996-1:2011, *Acústica – Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente – Parte 1: Grandezas fundamentais e métodos de avaliação.*
- [4] NP ISO 1996-2:2011, *Acústica – Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente – Parte 2: Determinação dos níveis de pressão sonora do ruído ambiente.*
- [5] ABNT NBR ISO 10012, *Sistemas de gestão de medição – Requisitos para os processos de medição e equipamentos de medição.*
- [6] ANSI/ASA S12.2:2008 *Criteria for evaluating room noise.*