

NORMA
BRASILEIRA

ABNT NBR
10151

Segunda edição
31.05.2019

Versão corrigida
31.03.2020

**Acústica — Medição e avaliação de níveis de
pressão sonora em áreas habitadas — Aplicação
de uso geral**

*Acoustics — Measurement and evaluation of sound pressure levels in
inhabited environments — Application for general use*

ICS 17.140

ISBN 978-85-07-07969-9



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS

Número de referência
ABNT NBR 10151:2019
25 páginas

© ABNT 2019

ABNT NBR 10151:2019



© ABNT 2019

Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou utilizada por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito da ABNT.

ABNT

Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar

20031-901 - Rio de Janeiro - RJ

Tel.: + 55 21 3974-2300

Fax: + 55 21 3974-2346

abnt@abnt.org.br

www.abnt.org.br

Sumário	Página
Prefácio	v
Introdução	vii
1 Escopo	1
2 Referências normativas	1
3 Termos e definições	2
4 Símbolos	3
5 Instrumentação	3
5.1 Sonômetro (medidor integrador de nível sonoro)	3
5.2 Calibrador de nível sonoro	4
5.3 Microfone	4
6 Calibração	4
7 Descritores e procedimento de medição	5
7.1 Descritores de níveis sonoros	5
7.1.1 Nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A – $L_{Aeq,T}$	5
7.1.2 Nível máximo de pressão sonora ponderada em A e em F – L_{AFmax}	5
7.1.3 Nível de pressão sonora contínuo equivalente em bandas proporcionais de 1/1 de oitava – $L_{Zeq,T,fHz(1/1)}$	5
7.1.4 Nível de pressão sonora contínuo equivalente em bandas proporcionais de 1/3 de oitava – $L_{Zeq,T,fHz(1/3)}$	6
7.1.5 Níveis de pressão sonora representativos de períodos completos – L_d, L_n e L_{dn}	6
7.2 Ajuste do sonômetro	6
7.3 Requisitos ambientais	7
7.4 Tempo de medição e tempo de integração	7
7.5 Locais e pontos de medição	8
7.5.1 Medições em locais externos aos empreendimentos, instalações, eventos e edificações	8
7.5.2 Medições em locais externos às fachadas de edificações	9
7.5.3 Medições em ambientes internos a edificações	9
8 Métodos de medição	9
8.1 Método simplificado	10
8.2 Método detalhado	10
8.3 Método de monitoramento de longa duração	11
9 Avaliação sonora	11
9.1 Períodos/horários	11
9.2 Determinação de nível de pressão sonora de sons contínuos e intermitentes	11
9.2.1 Determinação do nível de pressão sonora total	11
9.2.2 Determinação do nível de pressão sonora residual	11
9.2.3 Determinação do nível de pressão sonora de um som específico	12
9.3 Caracterização de som impulsivo	12
9.4 Caracterização de som tonal	12
9.5 Avaliação sonora em ambientes externos	13

ABNT NBR 10151:2019

9.5.1	Avaliação pelo método simplificado	13
9.5.2	Avaliação pelo método detalhado	14
9.5.3	Avaliação pelo método de monitoramento de longa duração	15
9.6	Determinação de níveis de pressão sonora em ambientes internos às edificações	15
9.6.1	Determinação do nível de pressão sonora global representativo de um ambiente interno – L_{int}	15
9.6.2	Determinação do nível de pressão sonora global corrigido para o ambiente externo – L_{ext}	16
9.6.3	Determinação dos níveis de pressão sonora equivalentes em bandas proporcionais de 1/1 de oitavas representativos de um ambiente interno – $L_{Zeq, fHz(1/1)}$	16
9.7	Avaliação sonora em ambientes internos às edificações	17
10	Relatório de medição e avaliação	18
Anexo A (normativo) Certificados de calibração		20
Anexo B (informativo) Exemplos de localização de pontos de medição.....		22
Anexo C (informativo) Cálculo do L_{den}		23
Bibliografia.....		24
Figura		
Figura B.1 – Exemplos de correlação entre a localização de fontes sonoras, receptores sonoros e pontos de medição		22
Tabelas		
Tabela 1 – Símbolos para níveis de pressão sonora		3
Tabela 2 – Caracterização de som tonal.....		13
Tabela 3 – Limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período		14
Tabela 4 – Níveis de pressão sonora contínuos equivalentes correspondentes às curvas NC por bandas proporcionais de 1/1 de oitava, em decibels.....		18

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 ABNT Diretiva 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).

Os Documentos Técnicos ABNT, assim como as Normas Internacionais (ISO e IEC), são voluntários e não incluem requisitos contratuais, legais ou estatutários. Os Documentos Técnicos ABNT não substituem Leis, Decretos ou Regulamentos, aos quais os usuários devem atender, tendo precedência sobre qualquer Documento Técnico ABNT.

Ressalta-se que os Documentos Técnicos ABNT podem ser objeto de citação em Regulamentos Técnicos. Nestes casos, os órgãos responsáveis pelos Regulamentos Técnicos podem determinar as datas para exigência dos requisitos de quaisquer Documentos Técnicos ABNT.

A ABNT NBR 10151 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 de Revisão circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 10, de 11.10.2012 a 10.12.2012. O seu 2º Projeto de Revisão circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 12, de 05.12.2017 a 11.02.2018.

A ABNT NBR 10151:2019 cancela e substitui a ABNT NBR 10151:2000 Versão corrigida:2003, a qual foi tecnicamente revisada.

Esta versão corrigida da ABNT NBR 10151:2019 incorpora a Errata 1, de 31.03.2020.

O Escopo em inglês da ABNT NBR 10151 é o seguinte:

Scope

This Standard establishes:

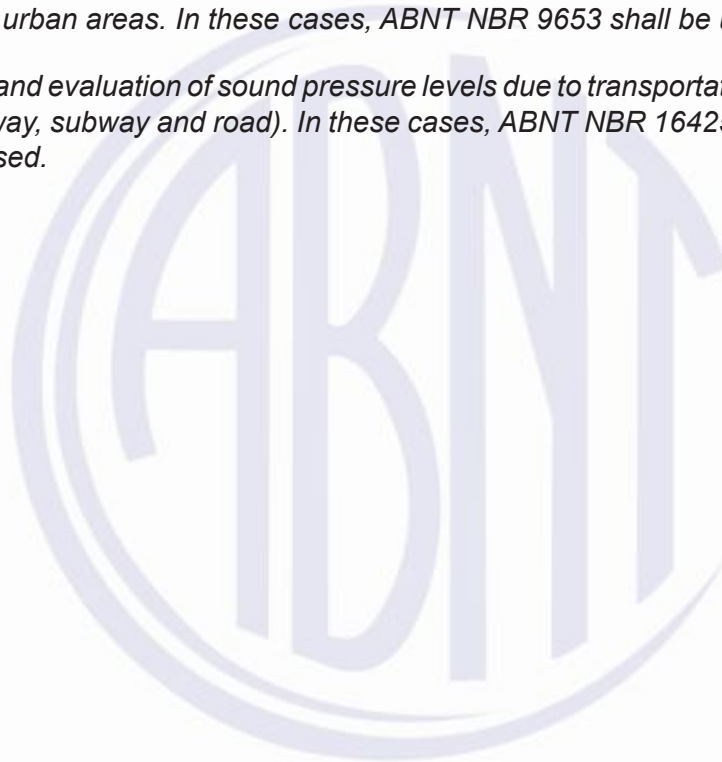
- *procedure for measurement and evaluation of sound pressure levels in environments outside buildings, in areas intended for human occupation, as a function of land use and occupation;*
- *procedure for the measurement and evaluation of sound pressure levels in internal environments of buildings arising from airborne and/or structural sound transmission;*
- *procedure for evaluating of total, specific and residual sound;*
- *procedure for evaluating of tonal, impulsive, intermittent and continuous sounds;*

ABNT NBR 10151:2019

- *limits for sound pressure levels for environments external to buildings, in areas intended for human occupation, as a function of land use and occupation and requirements for the evaluation of sound pressure levels obtained in indoor environments;*

This Standard does not apply to:

- *assessment of occupational noise exposure;*
- *building systems (machinery, hydraulic installations etc.). In these cases, ABNT NBR 10152 and ABNT NBR 15575 (parts 1 and 6) shall be used;*
- *measurement and evaluation of the environmental impact arising from the use of explosives at mining sites in urban areas. In these cases, ABNT NBR 9653 shall be used;*
- *measurement and evaluation of sound pressure levels due to transportation systems (aeronautical, waterway, railway, subway and road). In these cases, ABNT NBR 16425-1 plus the corresponding part shall be used.*



Introdução

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

Os limites de avaliação e planejamento apresentados nesta Norma são estabelecidos de acordo com a finalidade de uso e ocupação do solo no local onde a medição for executada, visando à saúde humana e ao sossego público.

Recomenda-se ao poder público a adoção destes limites de níveis sonoros para a regulamentação do parcelamento e uso do solo, de modo a caracterizar os ambientes sonoros em áreas habitadas, compatíveis com as diferentes atividades e a sadia qualidade de vida da população.

Para fins de aplicação desta Norma, entende-se por áreas habitadas as áreas destinadas a abrigar qualquer atividade humana, ou seja, qualquer espaço destinado à moradia, trabalho, estudo, lazer, recreação, atividade cultural, administração pública, atividades de saúde entre outras.

Até que sejam publicadas Normas Brasileiras específicas, recomenda-se ao poder público municipal a aplicação dos procedimentos de medição de níveis de pressão sonora estabelecidos nesta Norma para fins de medição e monitoramento sonoro de ruídos de obras de construção civil, bem como o estabelecimento de um regulamento municipal e os limites de horários e de avaliação dos níveis de pressão sonora de acordo com as etapas e prazos de construção de cada obra.

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

- medições dos níveis de pressão sonora em ambientes externos às edificações, independentemente das fontes sonoras contribuintes;
- medições de níveis de pressão sonora em ambientes internos às edificações decorrentes de reclamações de fontes sonoras;
- avaliação sonora ambiental de empreendimentos, instalações e eventos em áreas habitadas, independentemente da existência de reclamações;
- apoio ao poder público no processo de gestão e fiscalização de poluição sonora;
- elaboração de estudo e projeto acústico de empreendimento, instalação e evento a ser implantado em uma delimitada área, compatibilizando sua inserção na paisagem sonora do local;
- orientação ao planejamento urbano de uso e ocupação do solo para efeito de controle da poluição sonora;
- orientação para classificação sonora de áreas destinadas a empreendimentos residenciais face aos requisitos da ABNT NBR 15575-4.

A Constituição Federal de 1988 atribui competência aos municípios para promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano. No planejamento e ordenamento de uso e ocupação do solo urbano, recomenda-se que não sejam estabelecidas áreas industriais contíguas a áreas residenciais, de modo a assegurar a saúde, o bem-estar e a sadia qualidade de vida da população (ver, Bibliografia [12]).

ABNT NBR 10151:2019

Espera-se que o poder público considere os requisitos e recomendações desta Norma para harmonização dos regulamentos de medição e avaliação sonora.

Emissões sonoras ao ar livre, de interesse social, comuns em eventos religiosos, culturais e desportivos, entre outros, como por exemplo o disparo de fogos de artifício emissores de ruídos, shows com torres de alto-falantes, trios elétricos, desfiles e ensaios carnavalescos em praças e vias públicas, podem não atender aos limites de níveis de pressão sonora recomendados nesta Norma. Nestes casos, recomenda-se que acordos devam ser alcançados junto ao poder concedente.



Acústica — Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas — Aplicação de uso geral

1 Escopo

Esta Norma estabelece:

- procedimento para medição e avaliação de níveis de pressão sonora em ambientes externos às edificações, em áreas destinadas à ocupação humana, em função da finalidade de uso e ocupação do solo;
- procedimento para medição e avaliação de níveis de pressão sonora em ambientes internos às edificações provenientes de transmissão sonora aérea ou de vibração da edificação, ou ambos;
- procedimento para avaliação de som total, específico e residual;
- procedimento para avaliação de som tonal, impulsivo, intermitente e contínuo;
- limites de níveis de pressão sonora para ambientes externos às edificações, em áreas destinadas à ocupação humana, em função da finalidade de uso e ocupação do solo e requisitos para avaliação em ambientes internos.

NOTA Compete aos municípios estabelecerem o ordenamento e a ocupação do solo e sua compatibilização com esta Norma. Na ausência desta regulamentação legal, recomenda-se realizar levantamento das características predominantes de ocupação do solo para aplicação desta Norma.

Esta Norma não se aplica a:

- avaliação do nível de exposição ocupacional;
- equipamentos prediais e hidrossanitários de uma edificação. Nestes casos devem ser aplicadas a ABNT NBR 10152 e ABNT NBR 15575 (partes 1 e 6);
- medição e avaliação de impacto ambiental decorrente do uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas, as quais são executadas conforme a ABNT NBR 9653;
- medição e avaliação de níveis de pressão sonora decorrentes de sistemas de transporte (aeroviário, aquaviário, ferroviário, metroviário e rodoviário), nas aplicações especificadas na ABNT NBR 16425-1 e demais partes correspondentes.

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 16313, *Acústica – Terminologia*

ABNT NBR 16425-1, *Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora provenientes de sistemas de transportes – Parte 1: Aspectos gerais*

ABNT NBR 10151:2019

IEC 60942, *Electroacoustics – Sound calibrators*

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

IEC 61094-5, *Electroacoustics – 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 61094-8, *Measurement microphones – Part 8: Methods for determining the free-field sensitivity of working standard microphones by comparison*

IEC 61260-1, *Electroacoustics – Octave-band and fractional-octave-band filters – Part 1: Specifications*

IEC 61260-2, *Electroacoustics – Octave-band and fractional-octave-band filters – Part 2: Pattern evaluation tests*

IEC 61260-3, *Electroacoustics – Octave-band and fractional-octave-band filters – Part 3: Periodic tests*

NOTA 1 Na data da publicação desta Norma, a edição vigente da IEC 61260 é dividida em três partes (IEC 61260-1:2014, IEC 61260-2:2016 e IEC 61260-3:2016). A edição anterior desta Norma é parte única (IEC 61260:1995). Independente do ano e da edição, as normas IEC são requisitos pois cada instrumento é fabricado de acordo com a norma IEC vigente no ano de sua fabricação

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*

NOTA 2 Sonômetros fabricados antes de 2002 atendem à IEC 60651 e IEC 60804, embora estas Normas tenham sido canceladas e substituídas pelas IEC 61672 (Partes 1, 2 e 3).

ISO 1996-2, *Acoustics – Description, measurement and assessment of environmental noise – Part 2: Determination of sound pressure levels*

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

OIML International Recommendation R 58:1998, *Sound level meters*

OIML International Recommendation R 88:1998, *Integrating-averaging sound level meters*

3 Termos e definições

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

3.1 ajuste

conjunto de operações efetuadas no sistema de medição, de modo que ele forneça indicações prescritas correspondentes aos valores da grandeza a ser medida

3.2

verificação

confirmação de que as propriedades relativas ao desempenho ou aos requisitos legais são satisfeitas pelo sistema de medição

NOTA 1 Não confundir a calibração com o ajuste de um sistema de medição nem com a verificação da calibração.

NOTA 2 Definições adaptadas do vocabulário internacional de metrologia (ver, Bibliografia [7]).

4 Símbolos

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

O nível de pressão sonora é expresso em dB (referência 20 μ Pa).

NOTA 1 Segundo a ISO 80000-8:2007, o acréscimo de um pós-escrito após o dB para indicar a ponderação em frequência, por exemplo, dB(A), é incorreto. Esta informação está incluída no símbolo de grandeza, por exemplo, L_{Aeq} e o seu resultado expresso em decibels (dB) (ver, Bibliografia [17]).

NOTA 2 Esta representação está conforme o Quadro Geral de Unidades (ver, Bibliografia [13]).

Tabela 1 – Símbolos para níveis de pressão sonora

Grandeza	Símbolo
Nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A e integrado em um intervalo de tempo T	$L_{Aeq,T}$
Nível máximo de pressão sonora ponderada em A e em F	L_{AFmax}
Nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em Z, em banda proporcional de frequência nominal f Hz, de oitava e integrado em um intervalo de tempo T	$L_{Zeq,T,fHz(1/1)}$
Nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em Z, em banda proporcional de frequência nominal f Hz, de 1/3 de oitava e integrado em um intervalo de tempo T	$L_{Zeq,T,fHz(1/3)}$
EXEMPLOS DE NOTAÇÃO	
$L_{Aeq,30s} = 45,6$ dB, quando $T = 30$ s.	
$L_{AFmax} = 45,6$ dB.	
$L_{Zeq,30s,8kHz(1/1)} = 45,6$ dB, onde $f = 8$ kHz em banda de 1/1 de oitava e $T = 30$ s.	
$L_{Zeq,30s,8kHz(1/3)} = 45,6$ dB, onde $f = 8$ kHz em banda de 1/3 de oitava e $T = 30$ s.	

5 Instrumentação

5.1 Sonômetro (medidor integrador de nível sonoro)

Para aplicação desta Norma, o sonômetro (medidor integrador de nível sonoro ou sistema de medição de nível de pressão sonora) deve atender aos critérios da IEC 61672 (todas as partes), para a classe 1 ou classe 2.

Pode ser utilizado sonômetro integrador fabricado antes da publicação da IEC 61672 (todas as partes), desde que aprovado e calibrado conforme as IEC 60651 e IEC 60804 para Tipo 0 ou Tipo 1.

ABNT NBR 10151:2019

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 (todas as partes), para a classe 1 ou classe 2.

Os filtros de 1/1 de oitava devem abranger pelo menos as bandas de 63 Hz a 8 kHz.

Os filtros de 1/3 de oitava devem abranger pelo menos as bandas de 50 Hz a 10 kHz.

Em medições em ambientes externos, ao ar livre, é obrigatório o uso do protetor de vento acoplado ao microfone.

Recomenda-se executar 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.

Resultados de medição com valores de nível de pressão sonora fora da faixa dinâmica útil do sonômetro devem ser descartados.

Especificações do sonômetro apresentadas no manual do fabricante e resultados da calibração do instrumento de medição devem ser utilizados para determinação dos níveis mínimo e máximo que podem ser medidos.

O ruído autogerado, a linearidade de nível e o nível de sobrecarga devem ser particularmente verificados no manual e no certificado de calibração para determinação da faixa dinâmica útil do sonômetro.

NOTA 1 A IEC 61672 denomina o instrumento como *Sound Level Meter*, na língua inglesa, e *Sonomètre*, na língua francesa. A NP ISO 1996 (Todas as partes) utiliza a denominação *Sonómetro* (ver, Bibliografia [18] e [19]).

NOTA 2 Na publicação desta Norma, a edição vigente da IEC 61672 é dividida três partes (IEC 61672-1:2013, IEC 61672-2:2013 e IEC 61672-3:2013). As IEC 60651 e IEC 60804 são partes únicas.

NOTA 3 Na publicação desta Norma, a edição vigente da IEC 61260 é dividida em três partes (IEC 61260-1:2014, IEC 61260-2:2016 e IEC 61260-3:2016). A edição anterior desta Norma é a IEC 61260:1995.

5.2 Calibrador de nível sonoro

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

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

5.3 Microfone

O microfone de medição deve ser especificado para atender à IEC 61672-1 ou 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 por organismos signatários de acordos oficiais de reconhecimento mútuo.

A calibração deve ser realizada de acordo com a edição da IEC declarada pelo fabricante.

O sonômetro e o microfone devem ser calibrados para operação em campo livre.

As informações que devem constar nos certificados de calibração são apresentadas no Anexo A.

A periodicidade de calibração deve ser estabelecida com base na especificação do fabricante. A extensão do prazo especificado pelo fabricante pode ser efetuada desde que justificada pela análise do histórico de resultados de calibrações anteriores e dos resultados de verificações intermediárias realizadas. O prazo entre duas calibrações consecutivas não pode ultrapassar 24 meses.

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 IEC, o instrumento não pode ser utilizado. Caso seja realizada manutenção corretiva, o instrumento pode ser novamente utilizado, desde que comprovada sua eficiência após nova calibração de todos os parâmetros.

NOTA Recomenda-se consultar a ABNT NBR ISO 10012 (ver, Bibliografia [8]).

7 Descritores e procedimento de medição

7.1 Descritores de níveis sonoros

7.1.1 Nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A – $L_{Aeq,T}$

O nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A no espectro global, obtido por integração no tempo T ($L_{Aeq,T}$), deve ser medido diretamente ou calculado pela média logarítmica ponderada no tempo de resultados integrados em intervalos de tempo parciais, sendo o resultado expresso por meio do descritor $L_{Aeq,T}$, em decibels (dB).

Este descritor é necessário para a avaliação de sons contínuos e intermitentes, conforme descrito em 9.2, de som impulsivo, conforme descrito em 9.3 e para a avaliação sonora ambiental em ambientes externos e internos a edificações, conforme descrito em 9.5, 9.6 e 9.7.

NOTA Conforme IEC 61672-1, as ponderações temporais e em frequência são aplicadas sobre a pressão sonora.

7.1.2 Nível máximo de pressão sonora ponderada em A e em F – L_{AFmax}

O nível máximo de pressão sonora ponderada em A e em F no espectro global, obtido durante a medição do $L_{Aeq,T}$, deve ser expresso pelo descritor L_{AFmax} , em decibels.

Este descritor é necessário para a avaliação de som impulsivo, conforme descrito em 9.3.

7.1.3 Nível de pressão sonora contínuo equivalente em bandas proporcionais de 1/1 de oitava – $L_{Zeq,T,Hz(1/1)}$

Os níveis de pressão sonora contínuos equivalentes nas bandas proporcionais de 1/1 de oitava devem ser medidos na ponderação Z em frequência, conforme a IEC 61672-1, pelo menos nas bandas de frequências centrais nominais de: 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz e 8 kHz.

Estes descritores são necessários para a avaliação em ambientes internos às edificações, quando a propagação sonora se dá pela estrutura da edificação, conforme 9.6.

ABNT NBR 10151:2019

7.1.4 Nível de pressão sonora contínuo equivalente em bandas proporcionais de 1/3 de oitava – $L_{Zeq,T,fHz(1/3)}$

Os níveis de pressão sonora contínuos equivalentes nas bandas proporcionais de 1/3 de oitava devem ser medidos na ponderação Z em frequência, conforme a IEC 61672-1, pelo menos nas bandas de frequências centrais nominais de: 50 Hz, 63 Hz, 80 Hz, 100 Hz, 125 Hz, 160 Hz, 200 Hz, 250 Hz, 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.

Estes descritores são necessários à avaliação de som tonal, conforme descrito em 9.4.

7.1.5 Níveis de pressão sonora representativos de períodos completos – L_d , L_n e L_{dn}

O L_d caracteriza o nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A, no espectro global, (L_{Aeq}) para o período diurno.

NOTA Os períodos diurno e noturno são definidos em 9.1.

O L_n caracteriza o nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A, no espectro global, (L_{Aeq}) para o período noturno.

O L_{dn} caracteriza o nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A, no espectro global, (L_{Aeq}) para um período de 24 h.

O L_d e o L_n são determinados pelos resultados de medições do $L_{Aeq,T}$ medido ao longo dos períodos diurno e noturno, respectivamente, ou medido em intervalos de tempo em condições sonoras representativas desses períodos.

O L_{dn} é determinado pelo resultado da média logarítmica ponderada dos resultados de L_d e L_n , conforme Equação 1:

$$L_{dn} = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{d}{24} \cdot 10^{\frac{L_d}{10}} + \frac{n}{24} \cdot 10^{\frac{L_n + \Delta}{10}} \right) \quad (1)$$

onde

d é o número de horas do período diurno;

n é o número de horas do período noturno;

$d + n = 24$ h;

Δ é a diferença aritmética entre o RL_{Aeq} diurno e o RL_{Aeq} noturno, descritos na Tabela 3.

Estes descritores são necessários para a avaliação pelo método de monitoramento de longa duração, conforme descrito em 9.5.3.

7.2 Ajuste do sonômetro

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, aplicando-se a devida correção do tipo de microfone, conforme orientações do fabricante.

O ajuste do sonômetro deve ser realizado nas condições ambientais do local da medição, desde que isento 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 Dependendo do conjunto de instrumentos utilizado e do tempo de medição, recomenda-se realizar ajustes intermediários, por exemplo, a cada 1 h.

Em monitoramento de período completo ou de longa duração, verificações elétricas podem ser utilizadas para extensão do intervalo entre ajustes com o uso do calibrador sonoro, desde que essa tecnologia esteja incorporada no sonômetro ou sistema de medição e as orientações do fabricante sejam atendidas.

As verificações elétricas devem ser realizadas pelo menos duas vezes ao dia em intervalos regulares. As verificações elétricas e sua contribuição na incerteza do resultado da medição sonora devem ser validadas por meio do ajuste com calibrador sonoro e do monitoramento da pressão atmosférica e temperatura ambiente.

NOTA Recomenda-se que, no monitoramento de período completo ou de longa duração, o ajuste com o calibrador sonoro acoplado ao microfone seja realizado no máximo a cada 30 dias.

7.3 Requisitos ambientais

As medições não podem ser realizadas durante precipitações pluviométricas, trovoadas ou sob condições ambientais de vento, temperatura e umidade relativa do ar em desacordo com as 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.

Para monitoramento sonoro de período completo ou de longa duração, as condições ambientais (temperatura, umidade relativa do ar, ventos e precipitação pluviométrica) devem ser monitoradas no local do monitoramento sonoro e consideradas na análise e tratamento dos resultados. Devem ser descartados os resultados medidos sob precipitação pluviométrica, ventos, temperatura ou umidade relativa do ar fora das faixas das condições de operação da instrumentação especificadas pelo fabricante.

NOTA 1 A influência do vento sobre o microfone, mesmo com o uso do protetor de vento, pode ser significativa quando a velocidade for superior a 5 m/s.

NOTA 2 A IEC 61672-1:2002 especifica que sonômetros de classe 2 devem ser operados na faixa de temperatura entre 0 °C e 40 °C.

7.4 Tempo de medição e tempo de integração

O tempo de medição em cada ponto deve ser definido de modo a permitir a caracterização sonora do objeto de medição, abrangendo as variações sonoras durante o seu funcionamento ou operação, no ambiente avaliado.

ABNT NBR 10151:2019

Caso não seja possível medir o conjunto de eventos, devem ser efetuadas medições parciais que o represente.

Devem ser descartados resultados de medição de nível sonoro afetados por sons intrusivos.

NOTA A ABNT NBR 16313:2014 define som intrusivo como interferência sonora alheia ao objeto de medição.

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

NOTA 1 A ABNT NBR 16313 define tempo de medição e tempo de integração.

NOTA 2 O tempo de medição pode ser igual ao tempo de integração, por exemplo, em medições contínuas sem a ocorrência de sons intrusivos.

7.5 Locais e pontos de medição

Esta Norma estabelece procedimento para medição em diferentes localizações de pontos de medição, conforme 7.5.1, 7.5.2 e 7.5.3.

Para fins de avaliação sonora ambiental de empreendimentos, instalações e eventos, independentemente da existência de reclamações, as medições devem ser realizadas obrigatoriamente em áreas habitadas vizinhas ao empreendimento. Quando não houver áreas habitadas, as medições podem ser realizadas apenas nas áreas mais próximas ao empreendimento, conforme 7.5.1.

Para fins de planejamento urbano, as medições devem ser realizadas preferencialmente em áreas e vias públicas, como praças, calçadas e margem dos sistemas viários, conforme 7.5.1.

Para fins de avaliação de incidência sonora na fachada de edificações, as medições devem ser realizadas conforme 7.5.2.

NOTA 1 Não havendo edificação no local, utilizar os requisitos apresentados em 7.5.1.

NOTA 2 Até o momento da elaboração desta Norma não existe Norma Brasileira que oriente na elaboração de cálculos ou mapa acústico ambiental. Até que sejam publicadas normas específicas, recomenda-se adoção da ISO 9613 (Partes 1 e 2) (ver [15] e [16]).

Para fins de avaliação de incidência sonora, no interior de edificações, advinda de fontes externas às mesmas, as medições devem ser realizadas preferencialmente conforme 7.5.2. Caso não seja possível executar conforme 7.5.2, deve-se realizar as medições conforme 7.5.3 e 9.6.

7.5.1 Medições em locais externos aos empreendimentos, instalações, eventos e edificações

Nas medições executadas no nível do solo, o microfone deve ser posicionado preferencialmente entre 1,2 m e 1,5 m do solo.

Nas medições executadas em alturas superiores a 1,5 m do solo, a altura onde a medição for executada deve ser declarada no relatório.

O microfone deve ser posicionado distante pelo menos 2 m de paredes, muros, veículos ou outros objetos que possam refletir as ondas sonoras.

No monitoramento sonoro de longa duração ou de período completo e nas medições para fins de planejamento de controle da poluição sonora urbana, com o uso de estações de monitoramento sonoro, recomenda-se que o microfone seja posicionado a pelo menos 4 m do solo.

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

7.5.2 Medições em locais externos às fachadas de edificações

Se a edificação for térrea, ou a medição for realizada no pavimento térreo, a medição deve ser realizada conforme 7.5.1.

A distância de referência para medição externa à fachada de uma edificação é de pelo menos 1 m.

A altura ou o pavimento de uma edificação onde a medição for executada deve ser declarada no relatório.

A execução de medição na posição externa à fachada da edificação pode ser realizada com uma haste acessória ou um dispositivo de fixação ou com o braço estendido. Deve-se assegurar que o microfone não sofra vibrações durante a medição para não influenciar os resultados.

A medição com uso do cabo de extensão entre o microfone e o sonômetro somente pode ser realizada quando, no certificado de calibração do sonômetro, constar que ele atende à IEC 61672-1 para esta condição de uso. Neste caso, o ajuste do sonômetro deve ser realizado com o cabo de extensão.

NOTA Quando o objetivo for medir o nível de pressão sonora ponderada em A, da onda sonora incidente à fachada, não sendo possível realizar a medição a uma distância igual ou superior a 1 m, recomenda-se adotar os procedimentos da ISO 1996-2.

7.5.3 Medições em ambientes internos a edificações

As medições de níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações devem ser realizadas para o descritor $L_{Aeq,T}$ ou para o descritor $L_{zeq,Hz(1/1)}$ em bandas de 1/1 de oitavas, ou para ambos, em função do meio de transmissão sonora, conforme descrito em 9.6.

Os pontos de medição devem ser distribuídos no recinto de forma a se obter uma amostra representativa do campo sonoro do ambiente em avaliação.

Os pontos de medição devem se situar a pelo menos 0,5 m de paredes, teto e piso, e a pelo menos 1 m 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.

As medições devem ser realizadas em pelo menos três pontos uniformemente distribuídos, preferencialmente, em alturas diferentes e nos ambientes onde geralmente as pessoas permanecem.

Quando a área do ambiente a ser avaliado for superior a 30 m², deve-se acrescentar um ponto de medição a cada 30 m² adicionais da área do ambiente.

Nos casos de transmissão sonora aérea, os resultados de medições em ambientes internos dependem das características acústicas da fachada e do ambiente interno. Correções devem ser aplicadas conforme 9.6.2.

8 Métodos de medição

O método simplificado é utilizado para medição do nível de pressão sonora global, em ambientes externos ou internos às edificações, para identificação e caracterização de sons contínuos ou intermitentes, conforme descrito em 9.2.

ABNT NBR 10151:2019

O método detalhado é utilizado na medição do nível de pressão sonora global e espectral em ambientes externos ou internos às edificações, para identificação e caracterização de sons contínuos, intermitentes, impulsivos e tonais, conforme descrito em 9.2, 9.3 e 9.4. O método detalhado pode ser aplicado também com o registro da variação dos níveis de pressão sonora ao longo do tempo de medição.

O método de monitoramento de longa duração é aplicável para fins de planejamento urbano e para monitoramento por 24 h.

Na ocorrência de som intrusivo, os níveis de pressão sonora decorrentes de sua contribuição devem ser excluídos. Este requisito deve ser considerado nas medições de som total, específico e residual.

NOTA Nesta Norma, adotam-se as definições de som intrusivo, som total, som específico e som residual estabelecidas na ABNT NBR 16313. Estas definições estão aplicadas em 9.2.

8.1 Método simplificado

Antes de iniciar a medição, recomenda-se identificar se as fontes sonoras objeto de medição podem apresentar características de sons tonais e impulsivos. Caso apresentem tais características, deve-se aplicar o método detalhado. Não apresentando, pode-se aplicar o método simplificado.

NOTA Para esta caracterização, recomenda-se consultar a ABNT NBR 16313.

O ajuste do sonômetro deve ser realizado conforme 7.2.

As condições ambientais devem atender ao descrito em 7.3.

O tempo de medição deve ser definido conforme descrito em 7.4.

As medições de níveis de pressão sonora devem ser realizadas para o descritor $L_{Aeq,T}$, previsto em 7.1.1.

Observadas as características do local a ser avaliado, os pontos de medição devem ser distribuídos conforme descrito em 7.5.

NOTA 1 As medições por integração direta podem ser realizadas com o recurso da tecla de pausa do sonômetro de modo a assegurar que não ocorra contribuição de sons intrusivos no resultado da medição.

NOTA 2 As medições com registro do $L_{Aeq,1s}$ na memória do sonômetro possibilitam o posterior tratamento dos dados, de modo a assegurar que não ocorra contribuição de sons intrusivos no resultado da medição.

8.2 Método detalhado

O ajuste do sonômetro deve ser realizado conforme 7.2.

As condições ambientais devem atender ao descrito em 7.3.

O tempo de medição deve ser definido conforme descrito em 7.4.

As medições de níveis de pressão sonora devem ser realizadas para os descritores especificados em 7.1.1, 7.1.2, e, conforme o caso, 7.1.3 ou 7.1.4. Para o caso de registro de variação de níveis de pressão sonora ao longo do tempo de medição, recomenda-se o tempo de integração de 1 s.

Observadas as características do local a ser avaliado, os pontos de medição devem ser distribuídos conforme descrito em 7.5.

8.3 Método de monitoramento de longa duração

Este método é aplicável ao monitoramento sonoro de longa duração ou de período completo, recomendável para fins de planejamento urbano e monitoramento por 24 h.

O ajuste deve ser realizado conforme 7.2.

As condições ambientais devem atender ao descrito em 7.3.

Os descritores L_d , L_n ou L_{dn} previstos em 7.1.5 devem ser considerados.

Podem ser registrados, em intervalos regulares de tempo, os resultados dos níveis de pressão sonora para outros descritores, como os previstos em 7.1.1, 7.1.2, 7.1.3 e 7.1.4.

A instalação do microfone no ponto de monitoramento deve ser realizada conforme descrito em 7.5.

Recomenda-se a gravação de áudio para a identificação, durante análise dos dados, de sons específicos e sons intrusivos que se destacarem do som residual e no som total.

9 Avaliação sonora

A avaliação sonora é realizada pela comparação dos níveis de pressão sonora medidos ou calculados, caracterizados previamente, com os respectivos limites de avaliação apresentados nesta Seção, conforme o tipo de área habitada e os períodos/horários.

9.1 Períodos/horários

Nesta Norma são estabelecidos os períodos/horários diurno e noturno.

Os limites de horário para o período diurno e noturno da Tabela 3 podem ser definidos pelas autoridades de acordo com os hábitos da população. Porém, o período noturno não deve começar depois das 22 h e não deve terminar antes das 7 h do dia seguinte. Se o dia seguinte for domingo ou feriado, o término do período noturno não deve ser antes das 9 h.

9.2 Determinação de nível de pressão sonora de sons contínuos e intermitentes

Para som contínuo ou intermitente, a avaliação é realizada por meio da determinação do $L_{Aeq,T}$ do som proveniente da(s) fonte(s) sonora(s) objeto de avaliação, chamado de nível de pressão sonora específico, conforme a seguir.

9.2.1 Determinação do nível de pressão sonora total

A medição do nível de pressão sonora total deve ser realizada considerando os sons de todas as fontes sonoras contribuintes, sejam elas específicas ou residuais.

Na ocorrência de som intrusivo, os níveis de pressão sonora decorrentes de sua contribuição devem ser excluídos.

9.2.2 Determinação do nível de pressão sonora residual

A medição do nível de pressão sonora de um som residual deve ser realizada assegurando que não ocorram contribuições das fontes sonoras específicas do objeto da avaliação.

ABNT NBR 10151:2019

Quando não for possível cessar a fonte sonora objeto de medição, desde que seja possível demonstrar que outro ambiente apresente características sonoras semelhantes, o nível sonoro residual pode ser medido neste outro ambiente. Esta condição deve ser justificada no relatório.

Na ocorrência de som intrusivo, os níveis de pressão sonora decorrentes de sua contribuição devem ser excluídos.

9.2.3 Determinação do nível de pressão sonora de um som específico

O nível de pressão sonora de som específico referente às fontes sonoras contribuintes pode ser medido diretamente, quando este for predominante sobre as fontes sonoras residuais ou calculado indiretamente, subtraindo-se do som total a influência do som residual, conforme a Equação 2.

$$L_{esp} = 10 \cdot \log_{10} \left(10^{\frac{L_{tot}}{10}} - 10^{\frac{L_{res}}{10}} \right) \quad (2)$$

onde

L_{esp} é o nível de pressão sonora do som específico;

L_{tot} é o nível de pressão sonora do som total;

L_{res} é o nível de pressão sonora do som residual.

NOTA 1 Quando a diferença aritmética entre o nível de pressão sonora do som total e o nível de pressão sonora do som residual for superior a 15 dB, assume-se que o nível de pressão sonora do som específico é igual ao nível de pressão sonora do som total. Neste caso, considera-se que o som específico é completamente predominante.

NOTA 2 Quando a diferença aritmética entre o nível de pressão sonora do som total e o nível de pressão sonora do som residual for inferior a 3 dB, não é possível determinar com alta exatidão o nível de pressão sonora do som específico. Nestes casos, recomenda-se informar no relatório que o nível de pressão sonora do som específico é próximo ao nível de pressão sonora residual.

9.3 Caracterização de som impulsivo

Nesta Norma, adota-se a definição de som impulsivo estabelecida na ABNT NBR 16313.

A caracterização de som impulsivo, decorrente da(s) fonte(s) sonora(s) objeto de medição, se dá quando o resultado da subtração aritmética entre L_{AFmax} e o $L_{Aeq,T}$, medido durante a ocorrência do som impulsivo, for igual ou superior a 6 dB ($L_{AFmax} - L_{Aeq,T} \geq 6$ dB). Deve constar no relatório o tempo de integração T e a justificativa de sua escolha.

NOTA Recomenda-se que o tempo de integração T adotado na medição de $L_{Aeq,T}$ contemple pelo menos dois ou mais eventos de sons impulsivos.

9.4 Caracterização de som tonal

A caracterização de som tonal se dá quando o nível de pressão sonora contínuo equivalente na banda de 1/3 de oitava de interesse exceder os níveis de pressão sonora contínuos equivalentes em ambas as bandas de 1/3 de oitava adjacentes, conforme a Tabela 2.

NOTA Este procedimento não se aplica ao método simplificado.

Nesta Norma, adota-se a definição de som tonal estabelecida na ABNT NBR 16313.

Tabela 2 – Caracterização de som tonal

Banda de 1/3 de oitava de interesse	Diferença aritmética entre o $L_{Zeq,T,fHz(1/3)}$ da banda de interesse e o $L_{Zeq,T,fHz(1/3)}$ de cada banda adjacente
25 Hz a 125 Hz	≥ 15 dB
160 Hz a 400 Hz	≥ 8 dB
500 Hz a 10 000 Hz	≥ 5 dB

NOTA Em alguns casos, este método pode não ser suficiente para identificar o som tonal quando este situar-se entre duas bandas adjacentes ou quando houver som tonal em mais de uma banda adjacente. Até que sejam publicadas Normas específicas, recomenda-se análise por transformada rápida de Fourier FFT.

9.5 Avaliação sonora em ambientes externos

A avaliação sonora ambiental, em ambientes externos às edificações, para fins de estudo ou fiscalização de poluição sonora de empreendimentos, instalações e eventos (culturais, desportivos, sociais ou recreativos) em áreas habitadas, independentemente da existência de reclamações, deve ser realizada de acordo com as características da(s) fonte(s) sonora(s) objeto de avaliação.

São considerados aceitáveis, os níveis de pressão sonora do som específico que não ultrapassem os respectivos valores apresentados na Tabela 3, aplicadas as devidas correções para som tonal e som impulsivo.

Deve constar no relatório a(s) fonte(s) de ruído consideradas como fonte sonora objeto de avaliação na determinação do nível de pressão sonora específico.

Havendo diferentes fontes sonoras contribuintes, recomenda-se ao poder público que estabeleça medidas mitigadoras das emissões sonoras das diferentes fontes, a fim de assegurar que os níveis de pressão sonora do conjunto das fontes não ultrapassem o estabelecido na Tabela 3.

Para fins de planejamento urbano, recomenda-se aos municípios a adoção de políticas que assegurem que os níveis de pressão sonora não ultrapassem o estabelecido na Tabela 3.

9.5.1 Avaliação pelo método simplificado

A avaliação pelo método simplificado é aplicada apenas para avaliação sonora decorrente de fontes de sons contínuos ou intermitentes, desde que não contenham contribuições de som tonal e impulsivo.

Ao adotar o método simplificado, deve-se informar no relatório se há ou não percepção de som tonal ou impulsivo. No caso de suspeita de ocorrência de som tonal ou impulsivo, deve-se aplicar o método detalhado.

A avaliação é realizada pela comparação do $L_{Aeq,T(total)}$ medido com a contribuição do(s) som(ns) proveniente(s) da(s) fonte(s) objeto de avaliação, no respectivo período-horário, com os limites de RL_{Aeq} em função do uso e ocupação do solo no local da medição. Considera-se aceitável o resultado quando este for menor ou igual ao estabelecido na Tabela 3.

Quando o $L_{Aeq,T(total)}$ medido for superior ao limite de RL_{Aeq} para a área e o horário em questão, estabelecido na Tabela 3, deve-se calcular o nível de pressão sonora específico $L_{Aeq(especifico)}$ da fonte sonora objeto de avaliação, conforme 9.2.3. Considera-se aceitável o resultado do $L_{Aeq(especifico)}$ quando este for menor ou igual ao estabelecido na Tabela 3.

ABNT NBR 10151:2019

Tabela 3 – Limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período

Tipos de áreas habitadas	RL_{Aeq} Limites de níveis de pressão sonora (dB)	
	Período diurno	Período noturno
Área de residências rurais	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista predominantemente residencial	55	50
Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativa	60	55
Área mista com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

NOTA 1 Para aplicação desta Norma, entende-se por área mista aquelas ocupadas por dois ou mais tipos de uso, sejam eles residencial, comercial, de lazer, de turismo, industrial e outros.

NOTA 2 Na introdução desta Norma constam consideração de emissões sonoras de interesse social que podem não atender aos requisitos da Tabela 3, bem como recomendação para esta situação.

9.5.2 Avaliação pelo método detalhado

Avaliação pelo método detalhado é aplicada para avaliação sonora decorrente de fontes de sons contínuos, intermitentes, impulsivos ou tonais.

A avaliação é realizada pela comparação do nível corrigido L_R calculado a partir do $L_{Aeq,T(total)}$ medido com a contribuição do(s) som(ns) proveniente(s) da(s) fonte(s) objeto de avaliação, no respectivo período/horário, com os limites de RL_{Aeq} em função do uso e ocupação do solo no local da medição. Considera-se aceitável o resultado do L_R quando este for menor ou igual ao estabelecido na Tabela 3.

Quando o L_R calculado a partir do $L_{Aeq,T(total)}$ for superior ao limite de RL_{Aeq} , para a área e o horário em questão, estabelecido na Tabela 3, a avaliação deve ser realizada pela comparação do nível corrigido L_R calculado a partir do nível de pressão sonora específico $L_{Aeq(especifico)}$ da(s) fonte(s) sonora(s) objeto de avaliação, conforme 9.2.3. Considera-se aceitável o resultado do L_R quando este for menor ou igual ao estabelecido na Tabela 3.

O L_R é calculado conforme Equação 3:

$$L_R = L_{Aeq} + K_I + K_T \quad (3)$$

onde

L_{Aeq} é o nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A associado à(s) fonte(s) sonora(s) objeto de avaliação conforme descrito em 9.2 para sons contínuos ou intermitentes;

K_I é igual a 5 quando for caracterizado som impulsivo, conforme descrito em 9.3;

K_T é igual a 5 quando for caracterizado som tonal, conforme descrito em 9.4.

9.5.3 Avaliação pelo método de monitoramento de longa duração

A avaliação pelo método de monitoramento de longa duração é recomendada para fins de planejamento urbano e para monitoramento por 24 h. Este método não é aplicado para avaliação de sons tonais ou impulsivos. Para estes casos deve ser aplicado o método detalhado.

Pelo método de monitoramento de longa duração, a avaliação é realizada pela comparação dos resultados de L_d e L_n com os limites de RL_{Aeq} correspondentes aos períodos apresentados na Tabela 3 desta Norma. Considera-se aceitável o resultado quando o L_d e o L_n forem menores ou iguais aos limites de RL_{Aeq} , apresentados na Tabela 3, para a área e o horário em questão.

9.6 Determinação de níveis de pressão sonora em ambientes internos às edificações

A avaliação sonora em ambientes internos a edificações deve ser realizada em função dos resultados representativos do ambiente interno à edificação.

Em situações de transmissão sonora por via aérea, as medições de níveis de pressão sonora em ambientes internos à edificação devem ser realizadas com as esquadrias abertas. Os resultados devem ser determinados conforme 9.6.1, 9.6.2 e avaliados conforme 9.7.

Na impossibilidade de abertura das esquadrias, a medição deve ser realizada conforme 9.6.3 e o resultado avaliado conforme a condição de transmissão sonora pelas vibrações na estrutura da edificação, descrita em 9.7.

Em situações de transmissão sonora por vibrações, via estrutura de uma mesma edificação ou entre edificações vizinhas, as medições de níveis de pressão sonora em ambientes internos à edificação devem ser realizadas, com as esquadrias fechadas, para os descritores $L_{Zeq,T,fHz(1/1)}$, conforme 7.1.3. Os resultados devem ser determinados conforme 9.6.3 e avaliados conforme 9.7.

NOTA A transmissão sonora via estrutura pode ser dar, por exemplo, nos casos de vibrações de máquinas e equipamentos, uso de *pilotis* para fins comerciais ou de serviços em edificação com torres de apartamentos ou salas comerciais, execução de música amplificada em imóvel geminado, dentre outros exemplos.

9.6.1 Determinação do nível de pressão sonora global representativo de um ambiente interno – L_{int}

O nível de pressão sonora global representativo de um ambiente interno (L_{int}) é obtido pela média logarítmica dos níveis de pressão sonora contínuos equivalentes ponderados em A, no espectro global, ($L_{Aeq,T}$), medidos no ambiente interno, em uma mesma condição, conforme 8.1 ou 8.2.

O L_{int} é calculado conforme Equação 4:

$$L_{int} = 10 \cdot \log_{10} \left[\frac{1}{n} \cdot \left(10^{\frac{L_{Aeq,T1,p1}}{10}} + 10^{\frac{L_{Aeq,T2,p2}}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_{Aeq,Tn,pn}}{10}} \right) \right] \text{dB} \quad (4)$$

onde

n é o número de pontos de medição distribuídos no ambiente;

$T1, T2 \dots Tn$ representam os tempos de integração;

$p1, p2 \dots pn$ representam os n pontos de medição.

ABNT NBR 10151:2019

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

9.6.2 Determinação do nível de pressão sonora global corrigido para o ambiente externo – L_{ext}

O nível de pressão sonora global corrigido para o ambiente externo (L_{ext}) é calculado a partir do nível de pressão sonora global, representativo de um ambiente interno (L_{int}), corrigido pelas características do ambiente, conforme Equação 5:

$$L_{ext} = L_{int} - k + 10 \quad \text{dB} \quad (5)$$

onde

L_{int} é o nível de pressão sonora global, representativo de um ambiente interno (L_{int}), expresso em decibels (dB);

k é o índice de reverberação, expresso em decibels (dB);

Para avaliação em ambiente interno pelo método simplificado, conforme 9.5.1, considerar $L_{Aeq} = L_{ext}$.

Para avaliação em ambiente interno pelo método detalhado, conforme 9.5.2, considerar $L_R = L_{ext} + K_I + K_T$.

O L_{int} deve ser determinado conforme 9.6.1.

Quando aplicado o método de medição simplificado, conforme 8.1, pode ser adotado $k = 0$ quando o ambiente interno estiver mobiliado e $k = 3$ quando não estiver mobiliado.

Quando aplicado o método de medição detalhado, conforme 8.2, deve ser determinado o índice de reverberação k conforme ISO 10052.

NOTA 1 Os valores de $k = 0$ e $k = 3$ foram extraídos das Tabelas 2 e 3 da ISO 10052:2004 e ajustados para a condição de janela aberta.

NOTA 2 Estudos demonstram que a correção de 10 dB na Equação 5 corresponde ao valor médio medido de fachadas com esquadrias abertas (ver [11], [20] e [21]).

NOTA 3 Quando aplicado o método detalhado e o valor da correção do nível interno para o nível externo puder ser determinado, por exemplo, por meio de medição em outra unidade da mesma edificação, com as mesmas características e elementos de fachada, é possível a substituição da constante 10 dB na Equação 5 pelo valor determinado.

9.6.3 Determinação dos níveis de pressão sonora equivalentes em bandas proporcionais de 1/1 de oitavas representativos de um ambiente interno – $L_{Zeq,Hz(1/1)}$

Para determinação dos níveis de pressão sonora equivalentes em bandas proporcionais de 1/1 de oitavas, deve-se efetuar as medições conforme 7.1.3 e 7.5.3.

Os níveis de pressão sonora equivalentes ponderados em Z em bandas proporcionais de 1/1 de oitava, representativos de um ambiente interno de uma edificação, são obtidos pelas médias logarítmicas dos níveis de pressão sonora contínuos equivalentes a cada banda de 1/1 de oitava, em diferentes pontos do ambiente, em uma mesma condição.

O cálculo do $L_{Zeq, fHz(1/1)}$ para cada banda de 1/1 oitava deve ser calculado conforme exemplificado para a banda de 1 kHz no seguinte exemplo:

Exemplo

$$L_{Zeq, 1kHz(1/1)} = 10 \cdot \log_{10} \left[\frac{1}{3} \cdot \left(10^{\frac{L_{Zeq, 30s, 1kHz(1/1), p1}}{10}} + 10^{\frac{L_{Zeq, 30s, 1kHz(1/1), p2}}{10}} + 10^{\frac{L_{Zeq, 30s, 1kHz(1/1), p3}}{10}} \right) \right] \text{dB}$$

onde

$f = 1 \text{ kHz};$

$T = 30 \text{ s};$

n é igual a três pontos de medição distribuídos no ambiente interno.

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 para a comparação com os limites de avaliação das curvas NC, estabelecidos para cada banda de 1/1 de oitava.

O nível NC representativo interno de uma edificação é determinado pela comparação entre os níveis sonoros em bandas de 1/1 oitava representativos de um ambiente, $L_{Zeq, fHz(1/1)}$, e os níveis de pressão sonora correspondentes às curvas NC apresentados na Tabela 4.

O nível NC representativo de um ambiente (L_{NC}) é o menor valor da curva NC cujos níveis de pressão sonora correspondentes não são ultrapassados pelos valores dos níveis sonoros em bandas de 1/1 de oitava representativos do ambiente, $L_{Zeq, fHz(1/1)}$, para as bandas de 1/1 de oitava com frequências centrais de 63 Hz a 8 kHz.

9.7 Avaliação sonora em ambientes internos às edificações

A avaliação sonora em ambientes internos às edificações deve ser realizada em função do meio de propagação sonora.

Nos casos de transmissão sonora aérea, a avaliação sonora deve ser realizada pela comparação do L_{Aeq} ou do L_R , determinado conforme 9.5.1 ou 9.5.2, corrigido para o ambiente externo conforme 9.6.2 e comparado com os limites de RL_{Aeq} da Tabela 3.

Considera-se aceitável para um ambiente interno de uma edificação quando o L_{Aeq} ou o L_R , corrigido para o ambiente externo, for igual ou menor aos limites estabelecidos na Tabela 3.

Nos casos de transmissão sonora pelas vibrações na estrutura da edificação, deve-se avaliar os níveis de pressão sonora contínuos equivalentes, nas bandas proporcionais de 1/1 de oitavas, representativos do ambiente interno e identificar a curva NC correspondente ao som residual e a curva NC correspondente ao som específico associado à fonte sonora objeto de avaliação, conforme 9.6.3.

Considera-se aceitável para um ambiente interno de uma edificação, quando a curva NC correspondente ao som específico for igual ou inferior à curva NC correspondente ao som residual.

As curvas NC estão especificadas na Tabela 4.

ABNT NBR 10151:2019

Tabela 4 – Níveis de pressão sonora contínuos equivalentes correspondentes às curvas NC por bandas proporcionais de 1/1 de oitava, em decibels

Curva NC	Níveis correspondentes às frequências centrais das bandas de oitava, em decibels									
	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, [10]).

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

NOTA 3 A ABNT NBR 10152:2017 apresenta as curvas NC de 1 dB em 1dB. Em algumas situações, para adoção de ações, pode ser necessária a consulta a essa Tabela.

10 Relatório de medição e avaliação

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

- a) características das fontes sonoras e o seu funcionamento durante as medições;
- b) ilustração, imagem ou descrição detalhada do ambiente de medição e posição dos pontos de medição, salvo nos casos de exigência legal que assegura o sigilo na identificação do denunciante;
- c) informações sobre a instrumentação e respectiva calibração:
 - i- fabricante e modelo;
 - ii- identificação unívoca com número de série;
 - iii- IEC atendidas;
 - iv- número e data dos certificados de calibração;
- d) limites de avaliação dos resultados;
- e) local, data e horário das medições;
- f) método de medição utilizado;

- g) objetivo da medição;
- h) parâmetros ambientais registrados quando em condições ambientais adversas;
- i) referência a esta Norma;
- j) resultados das medições, para os descritores sonoros adotados e níveis calculados e corrigidos, quando aplicáveis, conforme o caso;
- k) tempo das medições e integrações.



Anexo A (normativo)

Certificados de calibração

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

NOTA O conteúdo deste anexo se refere às Normas IEC citadas em A.1 a A.4, respeitada a edição da Norma IEC declarada pelo fabricante.

A.1 Sonômetro (ver IEC 61672-3):

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

A.2 Analisadores de 1/1 e de 1/3 de oitava (ver IEC 61260):

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

A.3 Microfone (ver IEC 61094-5, IEC 61094-6 e IEC 61094-8):

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 e os dados constam no próprio certificado do sonômetro. Nestes casos, a calibração do microfone pode ser considerada válida apenas para o seu uso com o sonômetro para o qual foi calibrado.

A.4 Calibrador de nível sonoro (ver IEC 60942):

- a) amplitude em decibels (Ref. 20 μ Pa);

- b) frequência em Hertz;
- c) distorção harmônica.

NOTA Na data de elaboração desta Norma, não há acreditação de calibração da medida da distorção, porém convém que seja incluída esta informação, em documento à parte do certificado, para a avaliação da qualidade do sinal acústico fornecido pelo calibrador de nível sonoro.



Anexo B (informativo)

Exemplos de localização de pontos de medição

A Figura B.1 ilustra três exemplos de correlação entre a localização de fontes sonoras e de receptores sonoros. Em seguida são apresentadas recomendações para a locação dos pontos de medição.

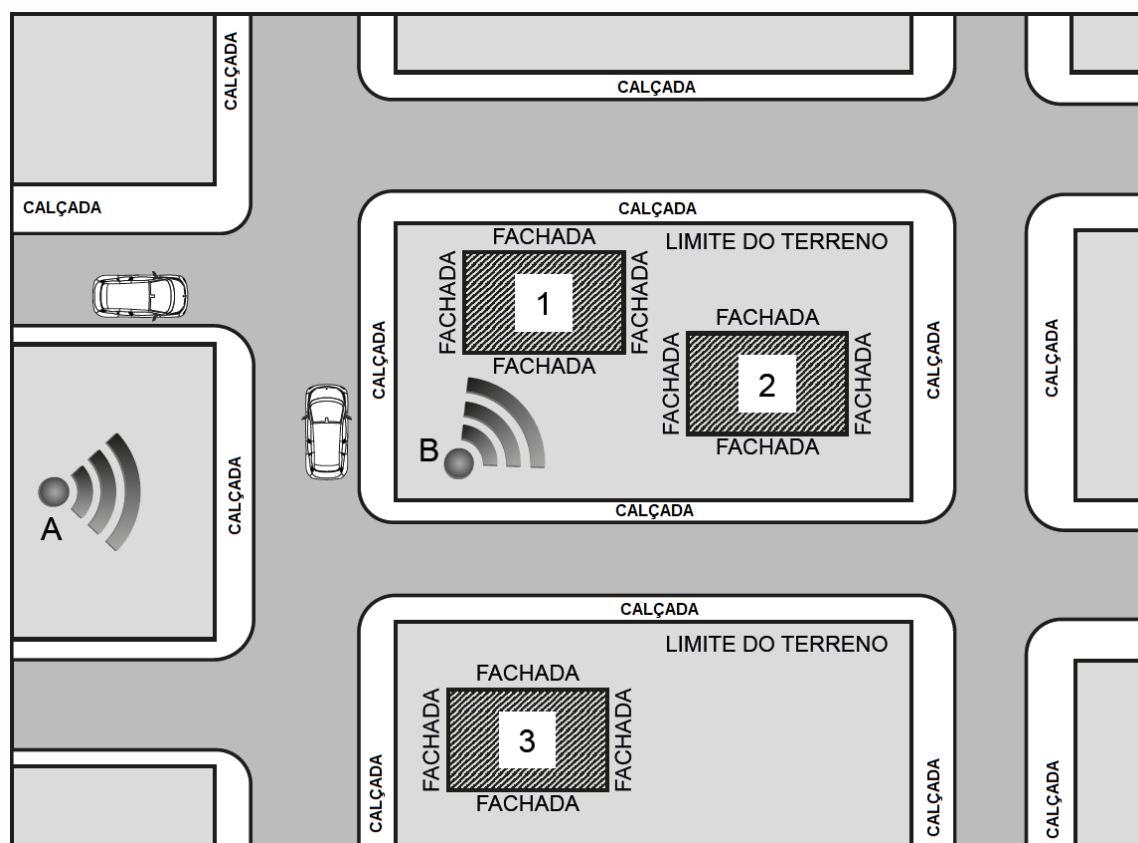


Figura B.1 – Exemplos de correlação entre a localização de fontes sonoras, receptores sonoros e pontos de medição

Caso 1 – Fonte sonora A e receptores 1, 2 e 3:

Medir, conforme 7.5.1, sobre as calçadas dos terrenos dos receptores 1, 2 e 3, preferencialmente em locais onde é possível visualizar a fonte sonora A ou a edificação que contém a fonte ou o seu terreno. Havendo reclamação, recomenda-se medir conforme 7.5.2 ou 7.5.3, externo à(s) fachada(s) ou interno à(s) edificação(ões) do(s) receptor(es) 1, 2 ou 3 reclamantes, conforme o caso.

Caso 2 – Fonte sonora B e receptores 1 e 2:

Medir, conforme 7.5.2 ou 7.5.3, externo à fachada ou no interior do imóvel do(s) receptor(es) 1 e 2.

Caso 3 – Fonte sonora B e receptor 3:

Medir, conforme 7.5.1, sobre a calçada do terreno do receptor 3 ou, conforme 7.5.2 ou 7.5.3, externo à fachada ou no interior da edificação do receptor 3.

Anexo C (informativo)

Cálculo do L_{den}

Quando a legislação local prever um período intermediário, normalmente denominado vespertino ou entardecer, o descritor de 24 h adotado pode ser o L_{den} em substituição ao L_{dn} . Neste caso, o L_{den} deve ser calculado conforme a Equação C1:

$$L_{den} = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{d}{24} \cdot 10^{\frac{L_d}{10}} + \frac{e}{24} \cdot 10^{\frac{L_e + k_e}{10}} + \frac{n}{24} \cdot 10^{\frac{L_n + k_n}{10}} \right) \text{dB} \quad (C1)$$

onde

d é o número de horas do período diurno;

e é o número de horas do período vespertino (ou entardecer);

n é o número de horas do período noturno;

$d + e + n = 24$ h;

L_d é o nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A (L_{Aeq}) para o período diurno;

L_e é o nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A (L_{Aeq}) para o período vespertino (ou entardecer);

L_n é o nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A (L_{Aeq}) para o período noturno;

k_e é a constante de ponderação para o período vespertino (ou entardecer), normalmente fixada em 5 dB;

k_n é a constante de ponderação para o período noturno, normalmente fixada em 10 dB.

Bibliografia

- [1] ABNT NBR 9653, *Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas*
- [2] ABNT NBR 10152, *Acústica – Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações*
- [3] ABNT NBR 15575-1, *Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais*
- [4] ABNT NBR 15575-4, *Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE*
- [5] ABNT NBR 15575-6, *Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários*
- [6] ABNT ISO/IEC GUIA 98-3:2014, *Incerteza de medição – Parte 3: Guia para a expressão de incerteza de medição (GUM:1995)*
- [7] ABNT ISO/IEC GUIA 99:2014, *Vocabulário Internacional de Metrologia – Conceitos fundamentais e gerais e termos associados*
- [8] ABNT NBR ISO 10012, *Sistemas de gestão de medição – Requisitos para os processos de medição e equipamentos de medição*
- [9] ABNT NBR ISO/IEC 17025, *Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração*
- [10] ANSI/ASA S12.2:2008 *Criteria for evaluating room noise*
- [11] Barry, P. J., Ikeda, C. Y. K. – *Desempenho acústico em edificações: análise comparativa dos resultados das normas ISO 140 e ISO 10052 – Anais XXIV Encontro de SOBRAC, Belém, 2012.*
- [12] BRASIL. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF: Senado, 1988.
- [13] INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA – INMETRO, *Portaria nº 590, de 02 de dezembro de 2013.*
- [14] ISO 389-7, *Acoustics – Reference zero for the calibration of audiometric equipment v Part 7: Reference threshold of hearing under free-field and diffuse-field listening conditions*
- [15] ISO 9613-1 *Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere*
- [16] ISO 9613-2 *Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 2: General method of calculation*
- [17] ISO 80000-8:2007, *Quantities and units – Part 8: Acoustics*

- [18] NP ISO 1996-1:2011, *Acústica – Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente – Parte 1: Grandezas fundamentais e métodos de avaliação*
- [19] NP ISO 1996-2:2011, *Acústica – Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente – Parte 2: Determinação dos níveis de pressão sonora do ruído ambiente*
- [20] Ryan, M., Lanchester, M. Pugh, S. – *Noise Reduction through Facades with Open Windows – Proceedings of ACOUSTICS, Gold Coast, 2011.*
- [21] Vecci, M. A., Ferraz, R. M., Horta, F. S. – *Considerações sobre correções dos níveis critérios de avaliação (NCA) para ambientes internos, de acordo com a NBR 10151:2000 – Anais XXV Encontro de SOBRAC, Campinas, 2014.*
- [22] IEC 61260:1995, *Electroacoustics – Octave-band and fractional-octave -band filters*

