



NORMA TÉCNICA

L11.034

Jul/1992
11 PÁGINAS

Critérios de ruído para recintos internos de edificações -
procedimentos

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Avenida Professor Frederico Hermann Jr., 345
Alto de Pinheiros CEP 05459-900 São Paulo SP
Tel.: (11) 3133 3000 Fax.: (11) 3133 3402

[http: // www . cetesb . sp . gov . br](http://www.cetesb.sp.gov.br)

CETESB	CRITÉRIOS DE RUÍDO PARA RECINTOS INTERNOS DE EDIFICAÇÕES Procedimento	L11.034 JUL/92
--------	---	-----------------------

SUMÁRIO	Pág.
1 Objetivo.....	1
2 Documentos Complementares.....	1
3 Definições.....	1
4 Classificação dos ruídos.....	3
5 Condições gerais.....	3
6 Condições específicas.....	8
Anexo - Diagrama para cálculo de LC.....	11

1 OBJETIVO

1.1 Esta Norma fixa o procedimento para medir, corrigir e analisar dados de níveis acústicos e estabelece níveis aceitáveis para diversos recintos internos visando compatibilizar as condições construtivas do local com as atividades nele desenvolvidas.

2 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Na aplicação desta Norma é necessário consultar:

a) As Normas internacionais:

- IEC 225 Octave, half octave and third octave band filters intended for the analysis of sound and vibrations.
- IEC 651 Sound level meters.

b) A Norma brasileira TB 389 - Ruído aeronáutico.

c) a Norma CETESB L11.033 - Processo prático para calcular o nível de ruído equivalente contínuo.

3 DEFINIÇÕES

Para os efeitos desta Norma são adotadas as definições de 3.1 a 3.10 e as que constam nos itens de 3.1 a 3.9 da TB 389.

3.1 Nível de pressão sonora

É definido pela expressão:

$$L_p = 10 \log\left(\frac{P}{P_0}\right)^2$$

onde:

L_p = nível de pressão sonora, em db

P = raiz média quadrática da pressão sonora, em Pa

P_0 = pressão sonora de referência, em Pa (20 μ Pa).

3.2 Pressão ponderada A (Pa)

Raiz média quadrática da pressão sonora, em Pa. É determinada pelo uso do critério de frequência ponderada A, conforme a IEC 651.

3.3 Nível de pressão sonora ponderada A

É definido pela expressão:

$$L_{pA} = 10 \log \left(\frac{PA}{P_0} \right)^2$$

onde:

L_{pA} = nível de pressão sonora ponderada A, em dB(A)

P_A = pressão ponderada A, em Pa

P_0 = Pressão sonora de referência, em Pa (20 μ Pa).

3.4 Nível pontual de ruído

Valor do nível de ruído medido uma única vez num instante qualquer. Também denominado ruído discreto. É medido em dB(A).

3.5 Nível sonoro de um ambiente (L_A)

Média aritmética de pelo menos 30 níveis pontuais de ruído medidos num período de no mínimo 5 minutos no mesmo ambiente.

3.6 Nível sonoro corrigido de um ambiente (L_C)

Resultado da soma de um fator de correção ao L_A , em dB(A).

3.7 Nível de ruído equivalente contínuo (L_{eq})

Ruído contínuo cuja energia num certo período é igual à energia total de uma sucessão de ruídos discretos ocorridos no mesmo período.

3.8 Ruído ambiente

Som global em um dado ambiente e período. Usualmente é composto por sons de muitas fontes, próximas e distantes.

3.9 Tom puro

Ruído constituído apenas por uma frequência.

3.10 Ruído impulsivo ou de impacto

Aquele que apresenta pico ou picos de energia acústica e cuja duração é inferior a um segundo (1s).

3.11 Curvas NCB ("Noise Criterion Balanced") de avaliação de Ruído

Curvas utilizadas em método de avaliação de ruído, em função de sua distribuição espectral.

4 CLASSIFICAÇÃO DOS RUÍDOS

Para fins desta Norma e de acordo com a variabilidade do ruído no decorrer do tempo, os ruídos são classificados como indicado em 4.1 a 4.3.

4.1 Ruído contínuo

Ruído que no período de 5 minutos apresenta uma variação menor ou igual a 6dB(A) entre seus valores máximo e mínimo.

4.2 Ruído descontínuo

Ruído que no período de 5 minutos apresenta uma variação maior que 6dB(A) entre seus valores máximo e mínimo.

4.3 Ruído constante

Ruído que no período de 5 minutos não apresenta qualquer variação de nível.

5 CONDIÇÕES GERAIS

5.1 Pontos de medição

5.1.1 O número de pontos de medição varia em função das dimensões do recinto a ser avaliado. Sempre que possível deve ser obedecida a seguinte fórmula:

$$N = \sqrt{\frac{S}{8}}$$

onde:

N = número de pontos de medição

S = área do recinto, em m².

5.1.1.1 O resultado deve ser arredondado para o inteiro imediatamente superior.

5.1.2 Os pontos devem ser criteriosamente distribuídos pela área do recinto em avaliação a fim de que sejam medidos os maiores níveis de ruído existentes no recinto.

5.1.3 Os pontos devem ser locados a uma distância de um metro das paredes ou outras superfícies refletoras do recinto.

5.2 Condições para a medição

5.2.1 As medições devem ser realizadas nas condições menos favoráveis às atividades desenvolvidas no recinto e com as janelas e portas nas condições normais de uso (abertas e/ou fechadas).

5.2.2 Todos os equipamentos internos que, por sua localização e ruído que geram, possam interferir no ruído a ser avaliado, devem encontrar-se em funcionamento normal durante as medições, ou desativados se for esta a condição preponderante e usual.

5.3 Aparelhagem

Os instrumentos utilizados nas medições devem atender às especificações da IEC 651 (tipos 0(zero), 1 e 2) e da IEC 225.

5.4 Execução da medição

5.4.1 Certificar-se de que o medidor de nível de som (MNS) esteja calibrado de acordo com as recomendações do fabricante.

5.4.2 Ajustar o MNS para que opere no circuito de ponderação A na condição de resposta rápida ("fast").

5.4.3 Posicionar o microfone a uma altura de 1,2 m a 1,5 m do piso e a uma distância frontal de 1,5 m das janelas e portas.

5.4.4 A cada intervalo de 10s fazer a leitura do nível de som até completar no mínimo 30 leituras. Se durante as leituras o nível de ruído for alterado por ruído transitório de alguma fonte passageira, desprezar o valor correspondente e fazer nova leitura.

5.4.4.1 Alternativamente, quando se dispuser de equipamento com indicação automática de Leq, fazer a medição durante um período mínimo de 5 minutos e anotar o valor do nível de ruído Leq.

5.4.5 Quando for necessário fazer análise da distribuição espectral, obter os níveis máximos de pressão sonora para cada banda de oitava compreendida entre 16Hz e 8kHz, em cada ponto de medição. A presença de ruído impulsivo deve ser quantificada.

5.5 Cálculos

5.5.1 Determinação do nível de ruído

5.5.1.1 Se o ruído for contínuo e se o número de impactos e/ou tons puros ocorridos durante a medição for menor ou igual a 5 calcular L_A da seguinte maneira:

$$L_A = \frac{\sum L_i}{n}$$

onde:

L_A = nível sonoro do ambiente, em dB(A)

L_i = nível pontual de ruído, em dB(A)

n = número de medições, desprezando os valores de ruídos de im

pactos e/ou tons puros.

5.5.1.2 Se o ruído for descontínuo, ou se for contínuo e o número de impactos e/ou tons puros for maior que 5, calcular o nível de ruído equivalente contínuo (L_{eq}) considerando todos os valores lidos, conforme a Norma L11.033 ou conforme a seguinte fórmula:

$$L_{eq} = 10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_i (10)^{0,1L_i} \right]$$

onde:

L_{eq} = nível de ruído equivalente contínuo, em Db(A)

n = número de medições válidas

F_i = freqüência de cada nível pontual L_i

L_i = nível pontual de ruído medido a cada 10s, em dB(A)

Nota: Se for utilizado equipamento com indicação automática do L_{eq} (ver 5.4.4.1) o cálculo naturalmente não será necessário.

5.5.2 Determinação do nível sonoro corrigido L_c

O diagrama de blocos do Anexo mostra esquematicamente quando usar ou não o fator de correção e quando usar o L_{eq} .

5.5.2.1 Nos casos de ruído constante e de ruído contínuo sem impactos e/ou tons puros, o fator de correção é nulo e portanto:

$$L_C = L_A$$

5.5.2.2 No caso de ruído contínuo com contribuição de até 5 ocorrências de ruído impulsivo (Martelagens ou rebitagens) ou que contêm tons puros audíveis (apitos, chiados, zumbidos) durante o período de medição, o fator de correção é de + 5 dB(A) e portanto:

$$L_C = L_A + 5$$

5.5.2.3 No caso de ruído contínuo com mais de 5 ocorrências de impactos e/ou tons puros e no caso de ruído descontínuo com impactos e/ou tons puros o fator de correção é + 5 dB(A) e portanto:

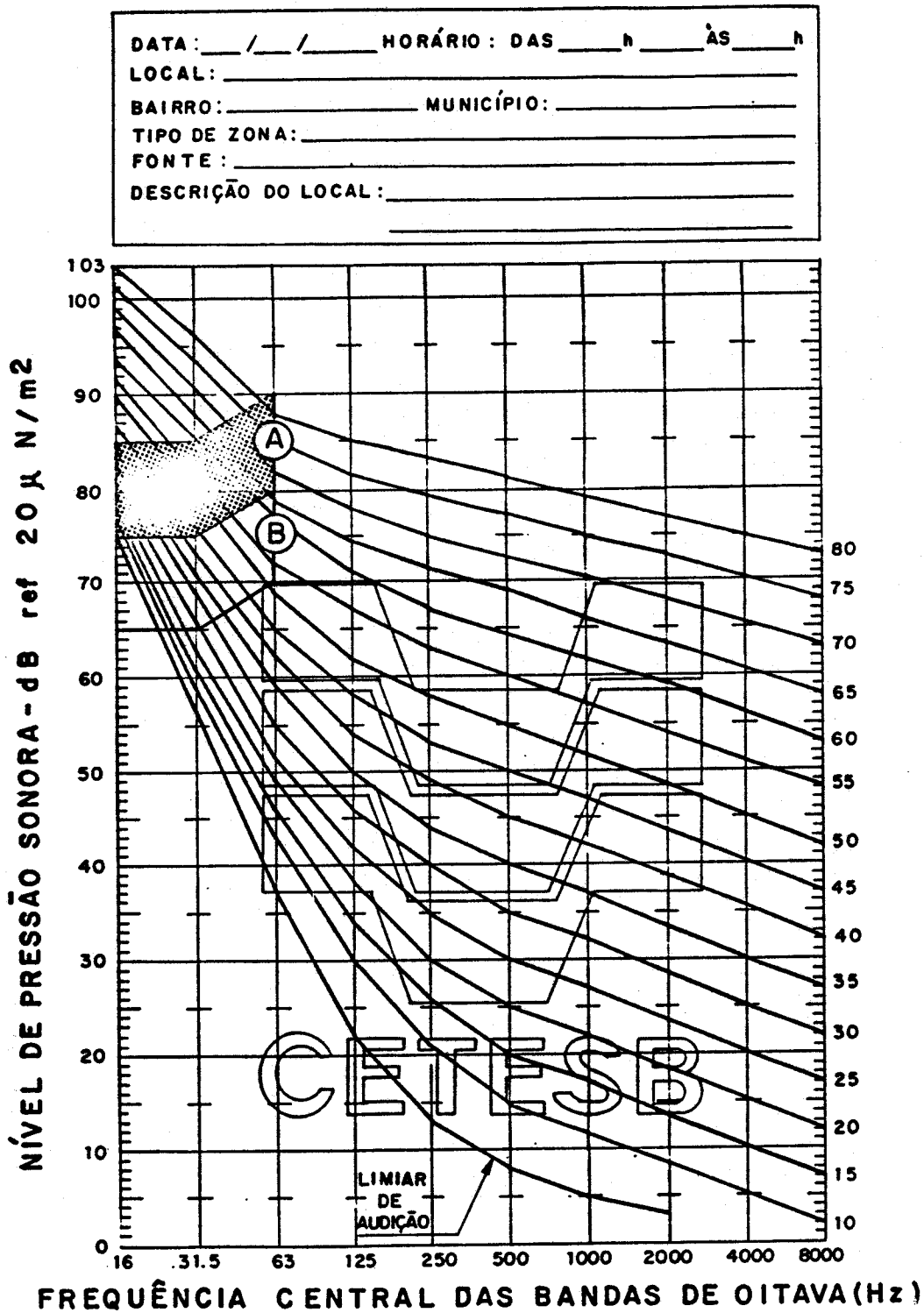
$$L_C = L_{eq} + 5$$

5.5.2.4 No caso de ruído descontínuo sem impactos ou tons puros o fator de correção é nulo e portanto:

$$L_C = L_{eq}$$

5.5.3 Determinação da curva NCB do recinto

5.5.3.1 Localizar num gráfico como o da Figura os pontos correspondentes



REGIÃO A: NÍVEIS EM ESTA REGIÃO OU PRÓXIMA, INDICAM PROBABILIDADE DE PERCEBER CLARAMENTE VIBRAÇÕES EM ELEMENTOS CONSTRUTIVOS.

REGIÃO B: VIBRAÇÕES MODERADAMENTE PERCEPTÍVEIS.

REF: L.L. BERANEK
W.E. BLAZIER JR.

FIGURA - Curva de avaliação de ruído - NCB

aos valores obtidos em 5.4.5 para um ponto de medição. Esse gráfico é obtido a partir dos valores da Tabela 1.

TABELA 1 - Níveis de pressão sonora por bandas de oitava (dB)

Curvas NCB	Frequências Hz									
	16	31,5	63	125	250	500	1 K	2 K	4 K	8 K
NCB-10	77	59	43	30	21	15	12	8,5	5	5
NCB-15	78	61	46	34	26	20	17	13,5	10	7
NCB-20	79,5	63	49	38	30	25	22	18,5	15	12
NCB-25	81	66	51,5	42	35	30	27	23,5	20	17
NCB-30	82,5	69	55	46	40	35	32	28,5	25	22
NCB-35	84	71	59	50	44	40	37	33,5	30	27
NCB-40	85	73,5	62	54	49	45	42	38,5	35,5	32
NCB-45	86,5	76	65	58	53	50	47	43,5	40,2	37
NCB-50	89,5	80	69	62	58	54,9	51,5	48,5	45,1	42
NCB-55	91,5	82	72	67	63	60	57	54	51	48
NCB-60	94	85	76	71	67	64,5	61,9	59	56	53
NCB-65	97	88	79	74,5	71,5	69	66	63,5	61	58
NCB-70	99	91	81,5	78	75	73	70,5	68	65,5	63
NCB-75	101	94	85	81,5	79,5	77,5	75	73	70,5	68
NCB-80	103	96,5	88	85	83,5	81,5	79,5	77	75	73
Limiar de Audição	75	56,5	37	22	13	8	5	3	-	-

Nota: Os níveis de pressão sonora para as NBC superiores a 65 foram obtidos por extrapolação.

5.5.3.2 Identificar a curva de maior valor que é ultrapassada por pelo menos um dos pontos locados. O simples tangeciamento é classificado como ultrapassagem. Anotar o valor dessa curva.

5.5.3.3 Repetir 5.5.3.1 e 5.5.3.2 para os demais pontos de medição.

5.5.3.4 Adotar como curva NBC do recinto a de maior valor.

6 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

6.1 Níveis de ruído permissíveis

6.1.2 Os níveis de ruído fixados para diversos recintos, em NCB e em dB(A) são os da Tabela 2, a qual considera o ambiente sem ocupação.

6.1.3 O nível de ruído de um recinto interno qualquer não deve ultrapassar os limites correspondentes fixados na Tabela 2, observando-se o estabelecido em 6.1.3.1 e 6.1.3.2.

6.1.3.1 Em determinadas situações especiais (hipersensibilidade, doença, idade. etc) e para o bem da saúde pública não deve ser excedido o limite inferior da faixa.

6.1.3.2 O limite inferior da faixa representa o nível sonoro para conforto e o limite superior representa o nível sonoro aceitável.

6.2 Laudo técnico

Os resultados devem ser apresentados na forma de um laudo técnico onde devem constar, no mínimo, os seguintes itens:

- a) local, data e horário de cada medição;
- b) identificação dos recintos;
- c) identificação do técnico responsável;
- d) número de pontos de medição em cada recinto;
- e) equipamentos utilizados;
- f) resultados das medições em forma tabular;
- g) nível sonoro corrigido do recinto (L_C), em dB(A);
- h) valor da curva NCB do recinto quando se fizer necessária a análise espectral;
- i) conclusão sobre a adequabilidade acústica do recinto para o fim a que se destina;
- j) qualquer observação que o técnico julgar importante.

/TABELA 2

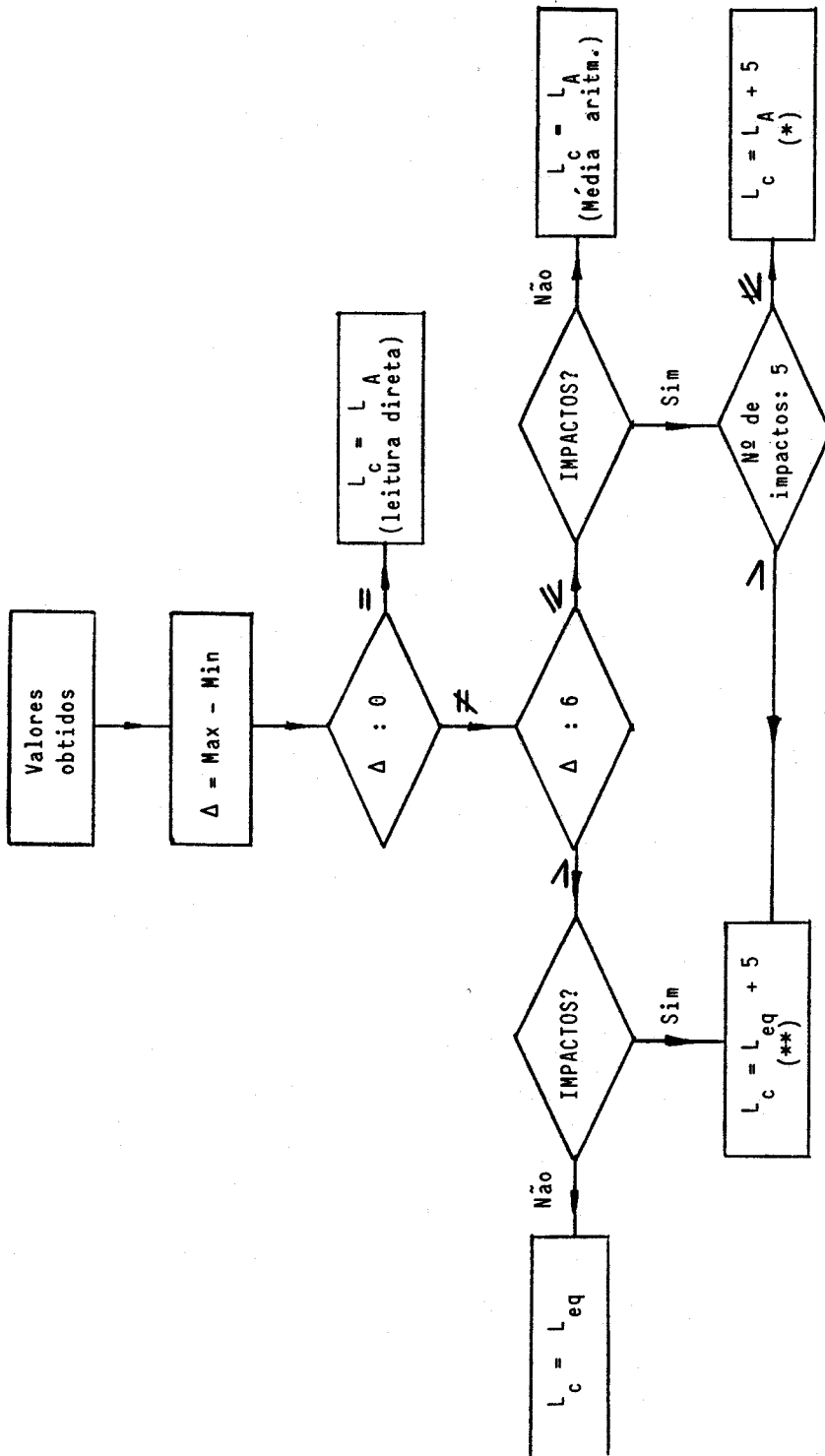
TABELA 2 - Critérios de ruído ambiente para recintos internos

RECINTOS	CURVA NBC	dB(A)
1 Auditórios e anfiteatros:		
a) sala de uso múltiplo	não exceder 30	não exceder 38
b) saguão - sala de espera	35 a 45	43 a 53
c) sala para concerto, teatro e recitais	10 a 15	18 a 23
d) igrejas, templos e capelas	não exceder 30	não exceder 38
2 Cinemas:		
a) sala de projeção	não exceder 30	não exceder 38
b) sala de espera	30 a 45	43 a 53
3 Consultórios médicos e dentários:		
a) sala de espera	35 a 45	43 a 53
b) sala de consulta	25 a 40	35 a 45
4 Escolas:		
a) biblioteca, salas de música e salas de desenho	30 a 40	38 a 48
b) circulação	35 a 45	43 a 53
c) ginásio e pavilhões para espetáculos e atividades esportivas	45 a 55	45 a 60
d) salas de aula e laboratórios	30 a 40	38 a 48
5 Escritórios:		
a) escritório executivo	30 a 40	38 a 48
b) saguão principal, sala de recepção, atendimento e espera	35 a 45	43 a 53
c) sala de datilografia, taquigrafia, escrituração e computadores	40 a 50	48 a 58
d) salas de diretorias, cálculos, projetos, administração, reunião, bibliotecas e laboratórios	30 a 40	38 a 48
6 Estúdios para radiofusão, televisão e gravação:		
a) profissionais	10	18
b) semi-profissionais	não exceder 25	não exceder 33
7 Hospitais:		
a) enfermaria, berçários, centros cirúrgicos e quartos	15 a 40	20 a 45
b) laboratórios, área para uso do público	40 a 50	48 a 58
c) recepção, sala de espera	35 a 45	43 a 53
8 Hotéis:		
a) dormitórios	15 a 40	20 a 45
b) sala de estar, restaurante	35 a 45	43 a 53
c) sala de leitura	30 a 40	38 a 48
d) anfiteatros	não exceder 30	não exceder 38
e) motéis	15 a 40	20 a 45
9 Residências:		
a) dormitórios	15 a 40	20 a 45
b) salas de estar e outras áreas da residência	30 a 40	38 a 48
10 Restaurantes, bares e confeitarias:		
a) copas e cozinhas	45 a 55	53 a 63

b) loja	35 a 45	43 a 53
c) refeitório	35 a 45	43 a 53
11 Teatros:		
a) sala de espera	35 a 45	43 a 53
b) sala de espetáculo	não exceder 30	não exceder 38
12 Outros recintos (em condições normais de funcionamento)		
a) locais para esporte	45 a 55	45 a 60
b) oficina para manutenção elétrica ou eletrônica	45 a 55	53 a 63
c) lavanderias	45 a 55	53 a 63
d) grandes lojas	50 a 60	58 a 68
e) salas de controle de casas de força, ar condicionado, sistemas hidráulicos e pneumáticos.	50 a 60	58 a 68
f) locais de trabalho onde a comunicação verbal ou telefônica não é requerida	55 a 70	63 a 78
g) salões de dança: dançeterias, discotecas, boates, clubes, academias, pistas de dança, etc (na pista de dança)	70 a 80	não exceder 90
h) locais de ginástica rítmicas, academias, clubes, etc.	70 a 80	não exceder 85

/ANEXO

ANEXO - DIAGRAMA PARA CÁLCULO DO LC



* Os valores dos ruídos de impactos e tons puros são desprezados

** Incluir no cálculo os níveis de ruídos de impacto ou tons puros.