



## **PLANO DE ZONEAMENTO DE RUÍDO - MEA**

Planos e Programas

PL - MEA 015/2020 - AMB – RB

(21/08/2020)

**Fevereiro de 2020**



## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	6
1.1. Localização .....	6
1.2. Características do aeroporto.....	7
2. CONTEXTO NORMATIVO .....	9
2.1. Ruído aeronáutico - ABNT NBR 13368:1995 .....	9
2.2. Ruído de fundo.....	10
2.3. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – ANAC RBAC 161:2011 .....	11
3. MODELAGEM MATEMÁTICA DAS CURVAS DE RUÍDO .....	12
3.1. Modelagem geométrica .....	13
3.2. Modelagem das fontes sonoras .....	13
3.2.1. Operações aéreas.....	14
3.2.2. Operações no solo.....	15
3.3. Parâmetros de cálculo.....	16
3.3.1. Número de reflexões.....	16
3.3.2. Coeficiente G de absorção do solo.....	17
3.3.3. Condições meteorológicas .....	18
3.3.4. Malha de cálculo .....	18
3.3.5. Nível Equivalente dia-noite - DNL .....	18
3.4. Resultados - PEZR.....	19
4. VALIDAÇÃO DAS CURVAS - MONITORAMENTO DE RUÍDO .....	27
4.1. Equipamentos .....	27
4.2. Localização dos pontos de monitoramento .....	29



4.3.	Codificação dos eventos Aeronáuticos .....	32
4.4.	Resultados - Monitoramento .....	33
4.4.1.	Resultados DNL .....	35
4.4.2.	Comparação com NBR 10.151 e NBR 13.368 .....	35
4.4.3.	Comparação com o PEZR.....	36
5.	CONCLUSÕES.....	38
6.	REFERÊNCIAS.....	39
7.	GLOSSÁRIO .....	40
8.	Anexo A – Certificados de calibração.....	42
9.	Anexo B – ART .....	76

## Índice de ilustrações

Figura 1:	Localização do Aeroporto de Macaé.....	6
Figura 2:	Localização da pista e do terminal do Aeroporto de Macaé.....	7
Figura 3 -	Modelo geométrico desenvolvido no software CadnaA.....	13
Figura 4 -	Rotas de pouso e decolagem definidas a partir das cartas de navegação aérea, configuradas no modelo CadnaA.....	14
Figura 5 –	Pontos de testes de motos no modelo CadnaA. ....	15
Figura 6 -	Propagação do som entre uma fonte F e um receptor R, com reflexão de primeira ordem.....	16
Figura 7 -	Propagação do som entre uma fonte F e um receptor R, com reflexões de primeira e segunda ordem.....	17
Figura 8 –	Curvas de ruído DNL conforme RBAC nº161 com imagens satélite – Cenário atual.....	22
Figura 9 –	Curvas de ruído DNL conforme RBAC nº161 com imagens satélite – Cenário futuro 2025. ....	23
Figura 10 –	Sonômetro utilizado durante o monitoramento.....	28
Figura 11 –	Fotografia dos equipamentos instalados. ....	30



Figura 12 - Localização dos 5 pontos de monitoramento. ....	31
Figura 13 – Parâmetros utilizados pela norma alemã DIN45643-2 para detecção de ruído aeronáutico. .....	32
Figura 14 – Exemplo de codificação de eventos aeronáuticos. ....	33
Figura 15 - Curvas do PZR em vigor com níveis de ruído aeroportuário DNL 24h em cada ponto. ....	37



## Apresentação

A ACOEM foi contratada pela Aeroportos do Sudeste do Brasil S.A. (ASEB), conforme contrato de prestação de serviços celebrado entre as partes, visando a execução de serviços técnicos especializados em monitoramento de ruído e simulação acústica computacional para elaboração do Plano Específico de Zoneamento de Ruído (PEZR) do Aeroporto de Macaé/RJ.



## 1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho é estudar o impacto sonoro gerado pelas atividades do Aeroporto de Macaé (RJ), operado pelo por Aeroportos do Sudeste do Brasil (ASEB).

O estudo é baseado em simulação computacional que permite calcular curvas de ruído representando o impacto do ruído no aeroporto e nas áreas do entorno em função da movimentação das aeronaves de asa fixa e de asa rotativa. A metodologia de simulação e avaliação segue as recomendações do Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) nº161 e os métodos de cálculo do Instruction for the Calculation of Aircraft Noise (ICAN).

Para validar as curvas atuais simuladas, foi realizado um monitoramento de ruído de 24 h, em 5 pontos pré-determinados, de acordo com as principais rotas e áreas de maior impacto do ruído aeronáutico.

### 1.1. Localização

O Aeroporto de Macaé está localizado na R. Tancredo Neves, 734 - Parque Aeroporto, Macaé - RJ, 27953-212. A figura abaixo, extraída do Google Earth©, representa a localização do aeroporto.

Figura 1: Localização do Aeroporto de Macaé.



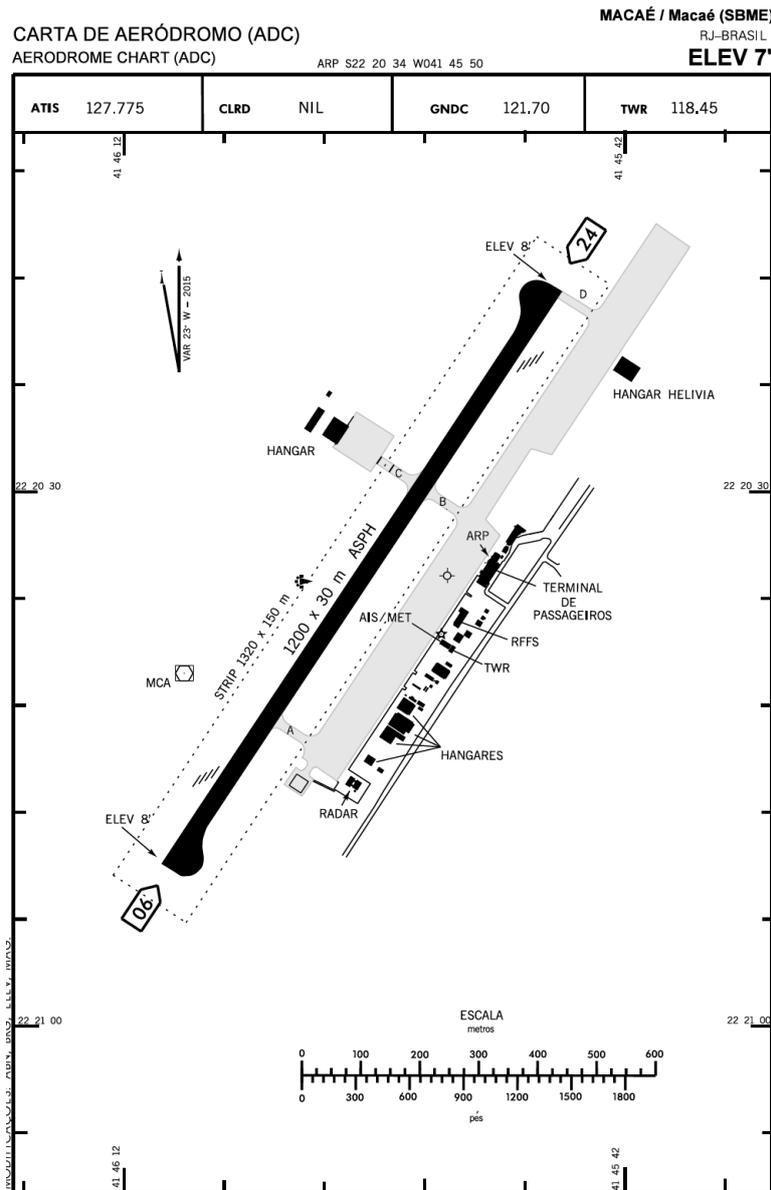
Fonte: Google Earth.



## 1.2. Características do aeroporto

O Aeroporto de Macaé (IATA: MEA, ICAO: SBME) atende a região de Macaé e principalmente voos de helicópteros de vindas de plataformas localizadas ao longo da Bacia de Campos . Possui apenas uma pista de 1.200 x 30 m (cabeceiras 06/24).

Figura 2: Localização da pista e do terminal do Aeroporto de Macaé.



Fonte: AISWEB.



A tabela a seguir indica as principais características físicas e operacionais do aeroporto.

Tabela 1 - Características físicas e operacionais do aeroporto.

Operador, endereço, telefone	ASEB – Aeroportos do Sudeste do Brasil Aeroporto de Macaé, Governador Eurico de Aguiar Salles R. Tancredo Neves, 734 - Parque Aeroporto, Macaé - RJ, 27953-212 TEL: (22) 2772-5178
Coordenadas	22°20'33.98"S / 41°45'56.73"O
Distância do centro	3,653 Km
Operação	VFR Diurno/Noturno, IFR Diurno/Noturno
Elevação/Temperatura de referência	2 m (7ft) / 31 °C
Dimensões das pistas existentes e planejadas	06/24 – 1.200 m
Coordenadas geográficas WGS84 das cabeceiras das pistas existentes e planejadas	22°20'50.79"S / 41°46'9.04"O 22°20'19.17"S / 41°45'46.45"O
Coordenadas geográficas WGS84 dos pontos de teste de motores e orientação da aeronave	22°20'46.44"S / 41°46'1.41"O 22°20'20.09"S / 41°45'45.08"O

Fontes: [www.redemet.aer.mil.br](http://www.redemet.aer.mil.br); [www.flightmarket.com.br](http://www.flightmarket.com.br); [aisweb.aer.mil.br](http://aisweb.aer.mil.br).



## 2. CONTEXTO NORMATIVO

No Brasil existe uma série de normas e textos regulamentadores que dizem respeito ao ruído ambiental e/ou ao monitoramento de ruído aeroportuário. De maneira a contextualizar este estudo, são apresentados a seguir os textos mais pertinentes.

- NBR 13.368 (1995) – Ruído Gerado por Aeronaves – Monitoração;
- NBR 10.151 (2019) – Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas – Aplicação de uso geral;
- RBAC nº161 e IS nº161.55-001.

A primeira norma, NBR 13.368, permite avaliar os níveis sonoros emitidos pelas aeronaves, quando a segunda, NBR 10.151 permite verificar a conformidade da situação.

### 2.1. Ruído aeronáutico - ABNT NBR 13368:1995

A norma técnica da ABNT NBR 13368:1995 estabelece o método para a monitoração de ruído gerado por aeronaves, além de avaliar o impacto sonoro e as possíveis reclamações esperadas pela comunidade atingida.

Para verificação da existência do impacto sonoro gerado pelo ruído aeronáutico (*Lra*) em relação ao ruído de fundo (*Lrf*), é realizada uma subtração entre o nível sonoro em dB(A) do ruído de fundo e o ruído de aeronaves. Sendo esta diferença maior que 3 dB(A), o impacto sonoro é classificado como significativo, ou seja, gera desconforto para o entorno. Para o caso da diferença ser menor que 3 dB(A), indica que o ruído de aeronaves é desprezível comparado com o ruído de fundo. Nota-se que uma diferença de 3 dB(A) corresponde à menor variação de nível sonoro perceptível por um ser humano à frequência de 1 kHz e condições normais.

A norma faz também a avaliação do incômodo gerado pelas operações aeroportuárias, apontando as atitudes que os reclamantes podem realizar.

- Comparação do ruído global com o nível de ruído ambiente no mesmo ponto, e caso o nível de ruído ambiente com aeronaves seja superior em 3 dB(A) ao nível de ruído ambiente sem aeronaves, tem-se um impacto significativo (vide Tabela 2);
- Caso o impacto seja significativo, considera-se um nível limite de aceitação – LAeq de 65 dB(A) para o período diurno e 55 dB(A) para o período noturno, e se esses limites não são respeitados, pode ocorrer determinada ação da comunidade (vide Tabela 3).



Tabela 2 - NBR 13.368 - Verificação da existência do impacto sonoro gerado pelo ruído aeronáutico em relação ao ruído de fundo.

Impacto sonoro	Lra - Lrf (dBA)
Desprezível	< 3
Significativo	> 3

Fontes: ABNT NBR 13368:1995.

Tabela 3 – NBR 13.368 - Avaliação do incômodo gerado pelas operações aeroportuárias

Código da reclamação	Reclamações esperadas	Diurno (dBA)	Noturno (dBA)
S.R	Sem reação ou queixas esporádicas	LAeq < 65	LAeq < 55
Q.G	Queixas generalizadas – Possíveis ações da comunidade	75 > LAeq > 65	65 > LAeq > 55
A.C	Ações comunitárias vigorosas	LAeq > 75	LAeq > 65

Fontes: ABNT NBR 13368:1995.

Segundo com o Mapa de Zoneamento do Município de Macaé, todos os pontos de monitoramento se encontram em zonas mistas, predominantemente residencial.

## 2.2. Ruído de fundo

A Associação Brasileira de Normas Técnicas é o órgão responsável pela normatização técnica no Brasil. Através da NBR 10.151:2019 *Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas – Aplicação de uso geral*, a ABNT estabelece os critérios aceitáveis de ruído em ambientes externos, e regula os métodos de aferição e tratamento dos dados relacionados ao ruído ambiental.

Todavia, esta norma foi desenvolvida para fontes fixas tais como indústrias, e não prevê a avaliação de ruído aeroviário ou aeroportuário.

Para a avaliação dos níveis de ruído, é comparado o LAeq corrigido ao RLAeq determinado para o local e o horário considerado. Caso não haja nenhuma característica especial do ruído, o LAeq não



necessita nenhuma correção. Caso contrário, as seguintes correções para ruídos com características especiais devem ser aplicadas:

- O nível corrigido  $L_R$  para ruído com características impulsivas é determinado pelo  $L_{Aeq}$  acrescido de 5 dB;
- O nível corrigido  $L_R$  para ruído com componentes tonais é determinado pelo  $L_{Aeq}$  acrescido de 5 dB;

A Tabela 4 apresenta os  $RL_{Aeq}$  definidos pela norma NBR 10.151:2019.

Tabela 4 – Limites de níveis de pressão sonora  $R_{LAeq}$  segundo NBR 10.151, em dB.

Tipo de área	Diurno	Noturno
Áreas 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

Fontes: ABNT NBR 10151:2019.

O período diurno está compreendido das 7h00 às 22h00, e o noturno das 22h00 às 7h00. Quando os níveis de ruído de fundo ultrapassam os limiares indicados na tabela acima, significa que as áreas estão acusticamente degradadas, mesmo na ausência de qualquer influência da operação do aeroporto.

### 2.3. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – ANAC RBAC 161:2011

O Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) 161 EMD01 que entrou em vigor em 2013 dispõe sobre Planos de Zoneamento de Ruído (PZR). O texto determina as condições para adotar um plano Básico ou Específico, e detalha a metodologia a seguir para elaborar os PZR. Uma das principais exigências é a necessidade de apresentar os resultados sob forma de curvas de 65 dB a 85 dB, usando a métrica DNL – Day Night Level integrada em 24h, internacionalmente conhecida como Ldn.



Essa métrica DNL 24h ou Ldn corresponde à média energética sonora em decibéis ponderação A (dBA) de todos os eventos sonoros gerados por aeronaves, durante um período de 24 horas, com um acréscimo de 10 dB(A) para os eventos que ocorrem no período noturno, das 22h às 7h.

Segue abaixo fórmula para cálculo do DNL.

$$DNL = 10 \log_{10} \left\{ \frac{1}{3600 \times 24} \left[ \int_7^{22} 10^{\frac{LA(t)}{10}} dt + \int_{22}^7 10^{\frac{LA(t)+10}{10}} dt \right] \right\}$$

Onde:

- $t$  é o tempo, em segundo;
- $LA(t)$  é o nível sonoro ponderado na escala A durante o intervalo de tempo.

No parágrafo 161.55, o texto comenta brevemente sobre a necessidade de elaborar um projeto de monitoramento de ruído, porém sem entrar em detalhes.

### 3. MODELAGEM MATEMÁTICA DAS CURVAS DE RUÍDO

A simulação acústica do Aeroporto de Macaé foi realizada através de modelagem acústica com software específico denominado CadnaA v.2019, desenvolvido pela empresa alemã Datakustik GmbH.

O modelo de avaliação de impacto de ruído CadnaA tem por base a norma ISO 9613:1993, Parte 1: “Cálculo da absorção do som pela atmosfera” e Parte 2: “Método de cálculo geral, para definição do modelo de propagação do ruído ao ar livre”. Nesta norma são descritos e equacionados os protocolos de cálculo utilizados no modelo. Foi usada a metodologia de cálculo Instruction for the Calculation of Aircraft Noise (ICAN) implantada no CadnaA para descrever a emissão sonora e os perfis de voo das aeronaves.

A modelagem do empreendimento é feita em duas etapas principais. A primeira delas é a recriação do terreno de implantação e de seu entorno tridimensionalmente, inserindo todos os obstáculos relevantes acusticamente ao modelo. A segunda etapa da modelagem é a inserção das fontes sonoras com suas respectivas potências sonoras e diretividades.





operação completa do mês de Janeiro de 2020. Todos os dados relativos às aeronaves (tipo, motorização, perfil de voo, emissões sonoras, etc.) foram obtidos a partir da base de dados da *Aircraft Noise and Performance (ANP)*<sup>1</sup>.

### 3.2.1. Operações aéreas

As operações aéreas incluem todas as fases de pouso e decolagem das aeronaves de asa fixa e asa rotativa, até uma distância de aproximadamente 15 km e/ou uma altitude de 5.000 pés, onde considera-se que o ruído aeroviário resultante no solo é nulo ou insignificativo em relação ao ruído ambiente. Em primeiro lugar são definidas as diversas rotas de pouso e decolagem do aeroporto. A geometria das rotas foi construída a partir das cartas de navegação aérea disponíveis no site do Serviço de Informação Aeronáutica<sup>2</sup> editado pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DCEA). Essas rotas são representadas em branco na figura abaixo.

Figura 4 - Rotas de pouso e decolagem definidas a partir das cartas de navegação aérea, configuradas no modelo CadnaA.



Fontes: CadnaA - Acoem.

A tabela a seguir indica o número total de operações consideradas para cada cenário de avaliação. Esses números incluem as atividades de transporte de passageiros, transporte de carga e aviação geral. Para o cenário atual foram utilizados os dados reais correspondendo à operação completa do

<sup>1</sup> <http://www.aircraftnoisemodel.org/>

<sup>2</sup> <http://www.aisweb.aer.mil.br/>



mês de Janeiro de 2020, e o cenário futuro de 2025, considera o aumento anual de 5% nas movimentações. Vale ressaltar que não é previsto mudança de operação ou alteração da pista existente.

Tabela 5 – Média diária de movimentações.

Tipo de aeronave	Cenário atual (2020)	Cenário Futuro (2025)
Asa fixa	4	5
Asa rotativa	63	80

Fontes: ASeB.

### 3.2.2. Operações no solo

As operações no solo compreendem as fases de taxiamento entre as cabeceiras de cada pista e os *slots* dos pátios de estacionamento, e os testes de motor (*run-ups*) efetuados pelas aeronaves antes de toda decolagem. Embora as operações no solo não contribuam significativamente no impacto sonoro do aeroporto a distâncias superiores a 2 km, as emissões sonoras geradas por essas atividades podem eventualmente impactar as comunidades mais próximas.

Figura 5 – Pontos de testes de motos no modelo CadnaA.



Fontes: CadnaA - Acoem.



Os pontos vermelhos na imagem acima indicam a posição dos testes de motores. Tanto para o taxiamento quanto para os testes de motor, foram configurados para as seguintes aeronaves: S76, S92, A139, EC5 e AT7.

### 3.3. Parâmetros de cálculo

Os parâmetros gerais de cálculo devem ser devidamente configurados para assegurar a representatividade do modelo. São os seguintes:

- Número de reflexões;
- Coeficiente G de absorção do solo;
- Condições meteorológicas;
- Malha de cálculo;
- Indicadores.

#### 3.3.1. Número de reflexões

A figura a seguir representa a propagação do som entre uma fonte F e um receptor R. Nesse caso, existe um obstáculo à proximidade. O nível de ruído calculado no receptor é constituído por dois caminhos de propagação:

- O caminho direto;
- O caminho refletido sobre o obstáculo.

Figura 6 - Propagação do som entre uma fonte F e um receptor R, com reflexão de primeira ordem.

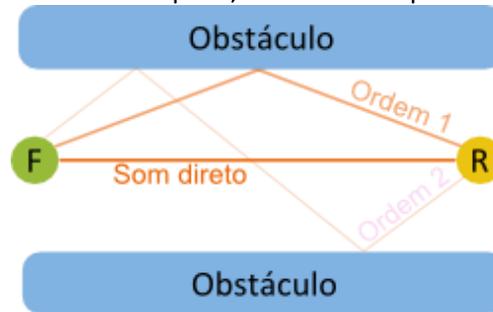


Fontes: Acoem.

O caminho refletido apresentado na figura acima é de primeira ordem. Existem reflexões de ordens superiores tais como mostrado na figura abaixo, quando outros obstáculos são inseridos no modelo.



Figura 7 - Propagação do som entre uma fonte F e um receptor R, com reflexões de primeira e segunda ordem.



Fontes: Acoem.

Quanto maior é a ordem de reflexão do caminho considerado, menor é sua contribuição no nível de ruído no ponto receptor. De fato, a cada reflexão existe uma perda de energia acústica devido às propriedades do obstáculo.

A ISO 9613-2:1996 – “Acoustics -- Attenuation of sound during propagation outdoors -- Part 2: General method of calculation”, norma internacional que legisla os softwares de modelagem computacional tais como CadnaA, considera nos seus modelos computacionais apenas as reflexões de primeira ordem. Desta forma, o modelo em questão também utiliza reflexões de primeira ordem.

### 3.3.2. Coeficiente G de absorção do solo

O coeficiente de absorção do solo G é um parâmetro adimensional cujo valor pode variar de 0 a 1. O parâmetro G permite levar em consideração a atenuação ou amplificação do ruído devido ao mecanismo de reflexões da onda sonora no solo.

- G = 0 corresponde a um solo completamente opaco do ponto de vista acústico, ou seja, a onda incidente é refletida no solo com a mesma intensidade e provoca uma amplificação do ruído no ponto receptor (exemplo: solo de concreto pintado).
- G = 1 corresponde a um solo poroso. A onda sonora incidente é totalmente absorvida (exemplo: solo de areia).

O terreno de implantação do aeroporto e suas redondezas é composto principalmente por áreas pavimentadas refletivas. Nos arredores do aeroporto existem algumas áreas de terra macia e vegetação. Foi então considerado um coeficiente de absorção médio igual a 0,5 no terreno e suas redondezas.



### 3.3.3. Condições meteorológicas

As condições meteorológicas são consideradas na norma ISO 9613-2:1996 como parâmetros de cálculo, já que influenciam na propagação do som. Os parâmetros de temperatura, umidade relativa e vento foram devidamente configurados no software CadnaA a partir da última média anual de operação do aeroporto conforme indicado a seguir:

- Temperatura de referência: 31°C
- Umidade relativa: 81,80%
- Direção do vento: 30° - 60° nordeste (14%)
- Velocidade do vento: 2,3m/s

### 3.3.4. Malha de cálculo

Os softwares de mapeamento acústico calculam os níveis de pressão sonora somente em alguns pontos e interpolam os demais pontos a partir das equações da norma ISO 9613:1993. Quanto maior o número de pontos da malha de cálculo, maior a precisão e o tempo de cálculo. Para esse projeto foi considerada uma malha de receptores de 20 por 20 metros garantindo a representatividade dos mapas de ruído, calculados a 4 metros de altura acima do nível do solo conforme padrões internacionais.

### 3.3.5. Nível Equivalente dia-noite - DNL

Maioria das normas relacionadas a ruído aeroviário utiliza os critérios Ldn/DNL (nível equivalente dia-noite) ou Lden (nível equivalente dia-entardecer-noite) para avaliar o impacto sonoro de um aeroporto. Esses indicadores permitem enxergar rapidamente as áreas de influência com um único número. O incômodo maior à noite devido ao ruído de fundo menor é levado em consideração aplicando uma penalidade de 10 dB no período noturno (vide §2.2). Nota-se que devido à essa penalidade, as curvas DNL são um excelente indicador do incômodo psicoacústico percebido pela população.

As curvas de ruído deste estudo representam então o critério DNL, considerando o período diurno das 07:00 às 22:00, e o período noturno das 22:00 às 07:00.



### 3.4. Resultados - PEZR

As curvas DNL foram calculadas para o cenário atual, considerando apenas dados completos do mês de Janeiro de 2020 para base de cálculo e o cenário futuro para o horizonte de 2025. De acordo com o item 161.33 do RBAC nº161, são apresentadas as curvas DNL de 85, 80, 75, 70 e 65 dBA, conforme imagem a seguir e mapa anexo.

Nota-se que os resultados apresentados no relatório são precisos com uma margem de erro da ordem de  $\pm 2$  dBA, inerente à metodologia de modelagem computacional utilizada para calcular as curvas.

Nos quadros abaixo são resumidos os dados de entrada considerados para o cálculo das curvas de ruído visando a elaboração do PEZR.

#### ▪ Localização e utilização das cabeceiras

Pista	Cabeceiras				
	Cabeceira	Longitude	Latitude	% Utilização	
				Pouso	Decolagem
06-24	6	22°20'50.79"S	41°46'9.04"O	40,23%	43,40%
	24	22°20'19.17"S	41°45'46.45"O	59,77%	56,60%

#### ▪ Movimentação anual

Tipo de aeronave	Cenário atual (Janeiro 2020)	Cenário Futuro (2025)
Asa fixa	1.436	1.832
Asa rotativa	23.136	29.521

#### ▪ Rotas das aeronaves

Rotas de pouso e decolagem	RNAV (GNSS) 056
	RNAV (GNSS) 236
	RNAV (GNSS) RWY 06
	RNAV (GNSS) RWY 24
	VOR/DME Y RWY 24
	VOR/DME Z RWY 24
	VOR RWY 06



- Distribuição entre dia e noite

% Diurno	% Noturno
97,75%	2,25%

- Aeronaves utilizadas no estudo

Aeronave	PESO (Kg)	% Utilização
CJ3	6291	0,05%
P2A	1054	0,05%
44R	1134	0,10%
A31	2948	0,10%
A34	2155	0,10%
B9L	4581	0,10%
C56	9163	0,10%
P46	2310	0,10%
R66	1225	0,10%
S22	1542	0,10%
AS55	2600	0,19%
B01	5670	0,19%
CN1	1043	0,19%
E35	2910	0,19%
B55	17400	0,38%
AS5	2250	0,67%
EC5	4850	0,81%
AT7	23000	4,41%
S92	12020	10,83%
S76	5307	36,61%
A139	6800	44,66%



▪ Teste de Motor

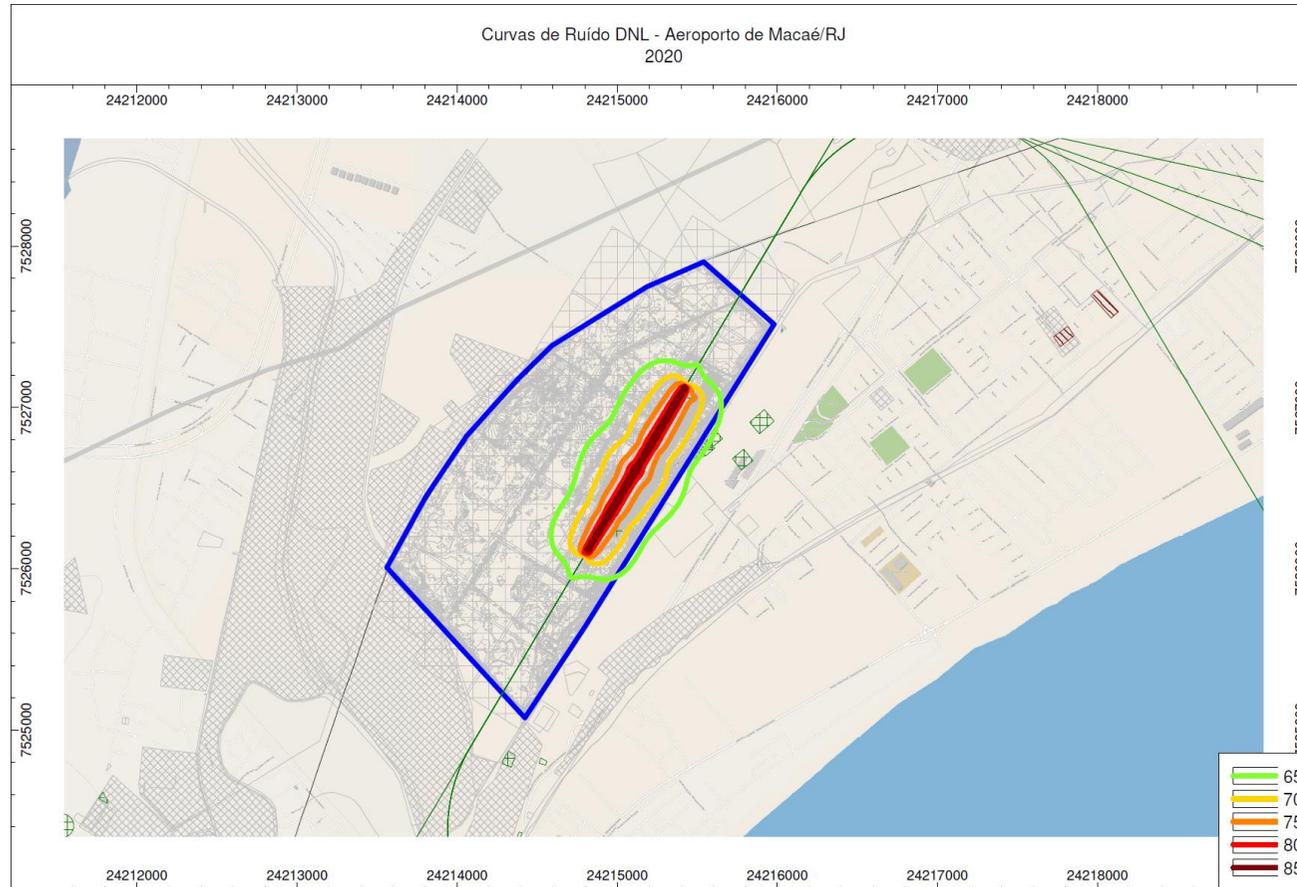
Teste de Motor	Tipo de Aeronave	Duração	Posição da Aeronave	Horários
TAKE OFF	Todas aeronaves	5 min	No sentido da Pista	Ocorrem entre 07h às 20h
IDLE	Asa Rotativa	7 a 20 min	Paralela à Pista, podendo estar direcionada à norte ou a sul	Ocorrem entre 07h às 20h

Frequência dos testes de motor		
Aeronaves	TAKE OFF	IDLE
AT7	Desde o início das operações ASeB não houve testes take off para ATR	1 por dia
S92	1 teste por semana	2 por dia
S76	2 testes por semana	2 por dia
A139	2 testes por semana	2 por dia

Nota: Para as demais aeronaves, devido à baixa operação, não há registro de dados.



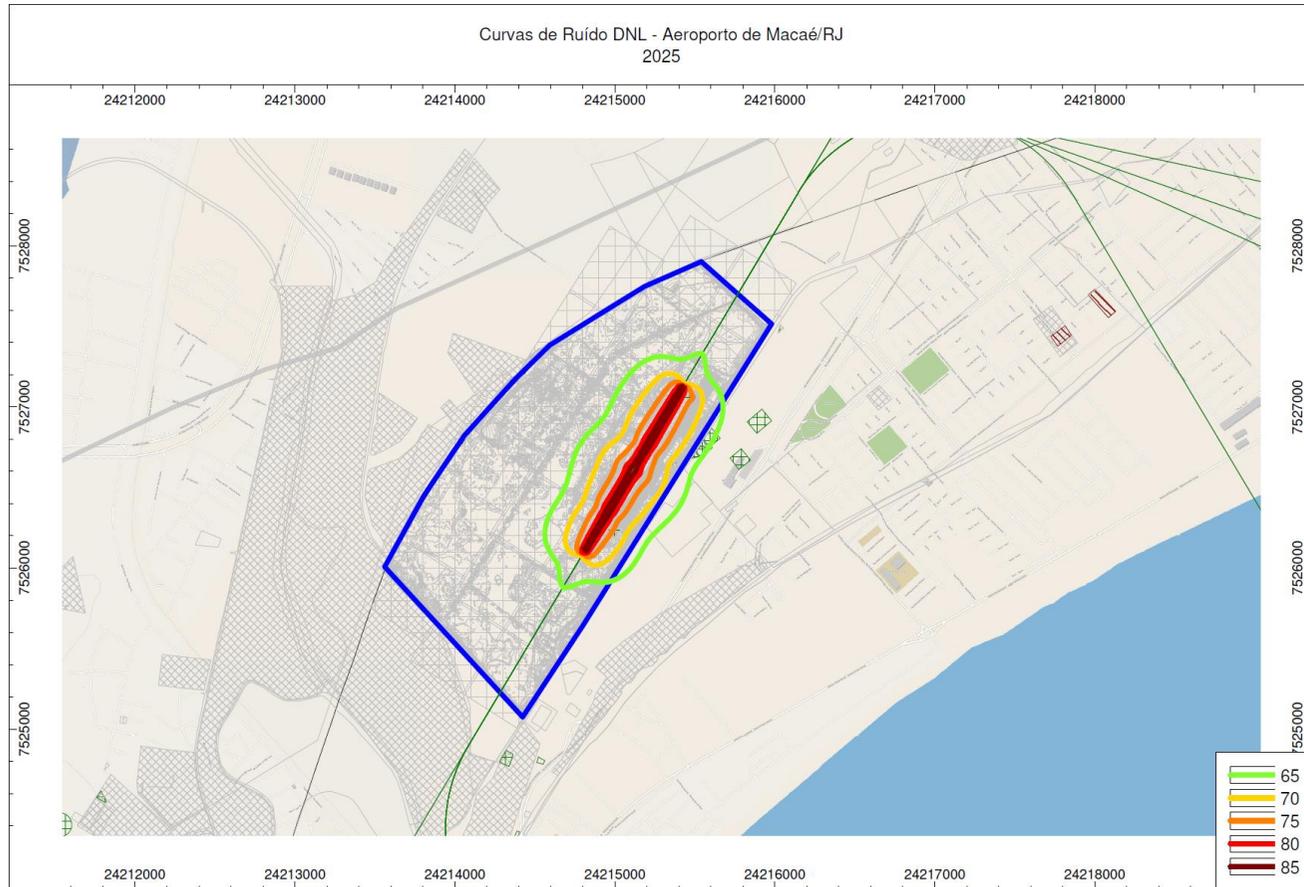
Figura 8 – Curvas de ruído DNL conforme RBAC n°161 com imagens satélite – Cenário atual.



Fontes: Acoem.



Figura 9 – Curvas de ruído DNL conforme RBAC n°161 com imagens satélite – Cenário futuro 2025.



Fontes: Acoem.



Os mapas de ruído e curvas DNL calculados de acordo com a metodologia ICAN e as recomendações da ANAC permitem avaliar graficamente o impacto sonoro gerado pelas operações aeroportuárias do Aeroporto de Macaé. De maneira geral, o impacto sonoro prevalece dentro da propriedade do aeroporto.

Devido à grande quantidade de aeronaves de asa rotativa, as curvas apresentam um padrão simétrico, além da propagação sonora ser reduzida em comparação com aeroportos onde a predominância de movimentações é de asa fixa.

Em fase de aproximação, as aeronaves emitem níveis de ruído relativamente baixos já que os motores estão na potência mínima, porém por mais tempo, pois a velocidade de aproximação final é bastante reduzida e o ângulo de descida encontra-se em torno de 3°.

Ao contrário, nas decolagens as aeronaves operam com os motores na potência máxima, mas sua velocidade é maior e o ângulo de subida é geralmente de no mínimo 10°. Consequentemente, as curvas de ruído são mais largas e menos compridas.

As operações no solo (taxiamento e testes de motor) contribuem para os níveis sonoros na região dos terminais de passageiros e dos pátios de estacionamento. Todavia, o impacto dessas atividades pode ser considerado como nulo ou não significativo fora do limite de propriedade em relação aos níveis sonoros gerados pelas operações de pouso e decolagem. As próprias edificações do aeroporto (terminais de passageiros e carga) atuam em parte como barreiras acústicas eficientes para conter o ruído devido às operações no solo no limite de propriedade do aeroporto.

Tabela 6 – Usos compatíveis e incompatíveis para áreas abrangidas por PEZR (Tabela E-2, RBAC nº161).

Uso do Solo	Nível de Ruído Médio dia-noite(dB)					
	Abaixo de 65	65 70	70 75	75 80	80 85	Acima de 85
Residencial						
Residências Uni e Multifamiliares	S	N (1)	N (1)	N	N	N
Alojamentos Temporários (Exemplos: hotéis, motéis e pousadas ou empreendimentos equivalentes)	S	N (1)	N (1)	N (1)	N	N
Locais de permanência prolongada (Exemplos: presídios, orfanatos, asilos, quartéis, mosteiros, conventos, apart-hotéis, pensões ou empreendimentos equivalentes)	S	N (1)	N (1)	N (1)	N	N



Uso do Solo	Nível de Ruído Médio dia-noite(dB)					
	Abaixo de 65	65 70	70 75	75 80	80 85	Acima de 85
<b>Usos Públicos</b>						
<b>Educacional</b> (Exemplos: Universidades, bibliotecas, faculdades, creches, escolas, colégios ou empreendimentos equivalentes)	S	N (1)	N (1)	N	N	N
<b>Saúde</b> (Exemplos: hospitais, sanatórios, clínicas, casas de saúde, centros de reabilitação ou empreendimentos equivalentes)	S	25	30	N	N	N
<b>Igrejas, auditórios e salas de Concerto</b> (Exemplos: igrejas, templos, associações religiosas, centros culturais, museus, galerias de arte, cinemas, teatros ou empreendimentos equivalentes)	S	25	30	N	N	N
<b>Serviços Governamentais</b> (Exemplos: postos de atendimento, correios, aduanas ou empreendimentos equivalentes)	S	S	25	30	N	N
<b>Transportes</b> (Exemplos: Terminais rodoviários, ferroviários, aeroportuários, marítimos, de carga e passageiros ou empreendimentos equivalentes)	S	S	25	30	35	35
<b>Estacionamentos</b> (Exemplo: edifício garagem ou empreendimentos equivalentes)	S	S	25	30	35	N
<b>Usos Comerciais e serviços</b>						
<b>Escritórios, negócios e profissional liberal</b> (Exemplos: escritórios, salas e salões comerciais, consultórios ou empreendimentos equivalentes)	S	S	25	30	N	N
<b>Comércio atacadista - Materiais de construção, equipamentos de grande porte</b>	S	S	25	30	35	N
<b>Comércio varejista</b>	S	S	25	30	N	N



Uso do Solo	Nível de Ruído Médio dia-noite(dB)					
	Abaixo de 65	65 70	70 75	75 80	80 85	Acima de 85
Serviços de utilidade pública (Exemplos: cemitérios, crematórios, estações de tratamento de água e esgoto, reservatórios de água, geração e distribuição de energia elétrica, Corpo de Bombeiros ou empreendimentos equivalentes)	S	S	25	30	35	N
Serviços de comunicação (Exemplos: estações de rádio e televisão ou empreendimentos equivalentes)	S	S	25	30	N	N
<b>Usos Industriais e de Produção</b>						
Indústrias em Geral	S	S	25	30	35	N
Indústrias de precisão (Exemplo: fotografia, óptica)	S	S	25	30	N	N
Agricultura e floresta	S	S (2)	S (3)	S (4)	S (4)	S (4)
Criação de animais, pecuária	S	S (2)	S (3)	N	N	N
Mineração e pesca (Exemplo: produção e extração de recursos naturais)	S	S	S	S	S	S
<b>Usos Recreacionais</b>						
Estádios de esportes ao ar livre, ginásios	S	S	S (3)	N	N	N
Conchas acústicas ao ar livre e anfiteatros	S	N (1)	N	N	N	N
Exposições agropecuárias e zoológicos	S	S	N	N	N	N
Parques, parques de diversões, acampamentos ou empreendimentos equivalentes	S	S	S (3)	N	N	N
Campos de Golf, hípicas e parques aquáticos	S	S	25	30	N	N
Notas das Tabelas E-1 e E-2:						
S (Sim) = Usos do solo e edificações relacionadas compatíveis sem restrições						
N (Não) = Usos do solo e edificações relacionadas não compatíveis.						
25, 30, 35 = Usos do solo e edificações relacionadas geralmente compatíveis. Medidas para atingir uma redução de nível de ruído – RR de 25, 30 ou 35 dB devem ser incorporadas no projeto/construção das edificações onde houver permanência prolongada de pessoas.						
(1) Sempre que os órgãos determinarem que os usos devam ser permitidos, devem ser adotadas medidas para atingir uma RR de pelo menos 25 dB.						
(2) Edificações residenciais requerem uma RR de 25 dB.						
(3) Edificações residenciais requerem uma RR de 30 dB.						

Fontes: RBAC nº161.



#### 4. VALIDAÇÃO DAS CURVAS - MONITORAMENTO DE RUÍDO

O monitoramento de ruído foi realizado de acordo com as recomendações gerais da IS161.55.001A, da NBR10.151:2019 e das boas práticas internacionais em termos de avaliação de ruído aeroportuário.

Um parâmetro importante do monitoramento é o período de avaliação: maior esse período, mais consistentes os dados. Visto que grande parte dos voos têm uma frequência diária ou semanal, foi aqui realizado um monitoramento de vinte quatro horas de operação, o que permite obter uma avaliação bastante precisa do ruído decorrente da movimentação atual do aeroporto de Macaé. O monitoramento iniciou-se no dia 17/02/2020, e os equipamentos foram retirados no dia seguinte, completando 1 dia sem interrupção.

Os microfones foram montados a aproximadamente 4 m de altura do solo, e pelo menos 2 m de superfícies refletoras, quando possível. A direção de captação do som foi configurada para 90°, ou seja, no eixo horizontal e perpendicular à direção de montagem dos microfones, para garantir a correta avaliação do ruído aeroviário.

Foram registrados diversos descritores acústicos, considerando uma base de tempo de 500 ms:

- LAeq: nível de pressão sonora equivalente com ponderação frequencial A;
- LAS: nível de pressão sonora com filtro de resposta temporal Slow e ponderação frequencial A;
- LAF: nível de pressão sonora com filtro de resposta temporal Fast e ponderação frequencial A.

Após a montagem, a sensibilidade microfônica de cada equipamento foi devidamente ajustada com calibrador acústico usando referência de 94 dB a 1 kHz, o que permite garantir a precisão dos dados em função das condições meteorológicas locais.

##### 4.1. Equipamentos

Para o monitoramento foram utilizados medidores contínuos de níveis de pressão sonora específicos de alta precisão de marca 01dB, modelo DUO. Ademais, foi utilizado um calibrador acústico CAL31, também de marca 01dB. Todos estes equipamentos são Tipo 1 (maior classe de precisão), e devidamente calibrados em laboratório da rede RBC conforme legislação vigente.



A tabela a seguir detalha os dados de cada medidor e do calibrador acústico.

Tabela 7 – Dados dos equipamentos utilizados no monitoramento.

Modelo	Marca	S/N	Certificado calibração	Data última calibração
DUO	01dB	10486	RBC3-10917-586	22/11/2019
DUO	01dB	10635	RBC3-10893-385	29/10/2019
DUO	01dB	10682	RBC3-10927-576	02/12/2019
DUO	01dB	12366	RBC1-10853-606	19/09/2019
DUO	01dB	12365	RBC3-10321-388	05/04/2018
CAL31	01dB	84078	RBC2-10536-453	06/11/2018

Fontes: Acoem.

Figura 10 – Sonômetro utilizado durante o monitoramento.



Fontes: Acoem.



#### 4.2. Localização dos pontos de monitoramento

A Tabela 8 lista as localizações dos cinco pontos monitorados.

Tabela 8 - Localização dos cinco pontos de monitoramento.

Ponto	1
Endereço	R. Alcides Rafael, 47-1 - Parque Aeroporto, Macaé - RJ, 27950-810
Coordenadas	22°20'31.97"S
	41°45'35.42"O
Ponto	2
Endereço	R. Justiniano Vieira, 119-71 - Barra de Macaé, Macaé - RJ, 27973-310
Coordenadas	22°21'19.16"S
	41°46'9.50"O
Ponto	3
Endereço	Nova Holanda, Macaé - RJ, 27975-460
Coordenadas	22°21'18.81"S
	41°46'35.38"O
Ponto	4
Endereço	Rua Principal S/N, - PIRACEMA, Macaé - RJ
Coordenadas	22°20'21.73"S
	41°46'36.77"O
Ponto	5
Endereço	R. Ten. Rui Lopes Ribeiro, 293 - Centro, Macaé - RJ, 27910-330
Coordenadas	22°20'8.04"S
	41°45'19.40"O

Fontes: Acoem.

Para o presente estudo, de acordo com a NBR 10.151:2019, todos os pontos foram classificados como “Área mista predominantemente residencial”.

A figura a seguir representa a localização dos pontos no mapa.

Figura 11 – Fotografia dos equipamentos instalados.



Fontes: Acoem.



Figura 12 - Localização dos 5 pontos de monitoramento.



Fontes: Google Earth, Acoem.

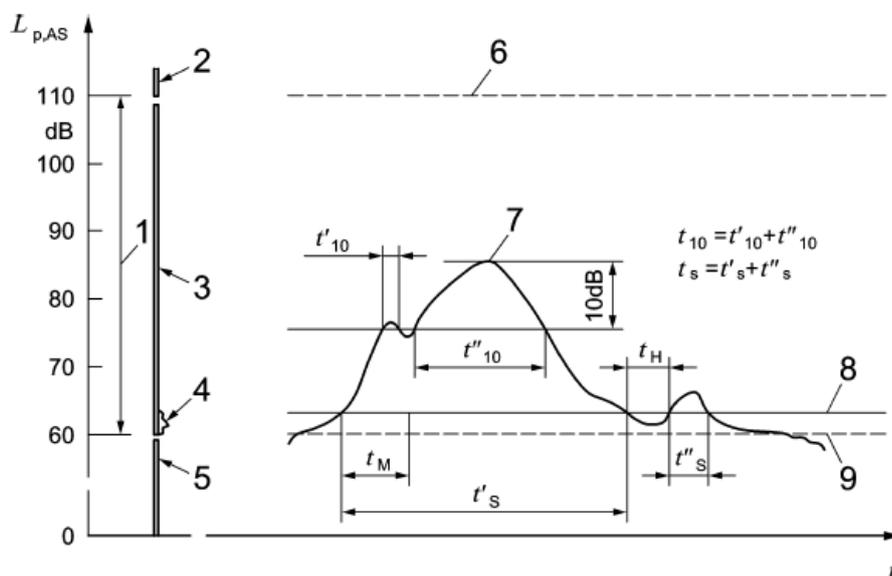


#### 4.3. Codificação dos eventos Aeronáuticos

Uma grande dificuldade de monitoramento de ruído em meio urbano é ligada à multiplicidade das fontes sonoras. Efetivamente, o objetivo deste estudo é a avaliação do ruído aeroportuário; contudo, em cada ponto existe uma série de fontes sonoras externas (tráfego rodoviário, conversas, sistemas de reprodução sonora, fauna, etc.) que podem dificultar essa avaliação. É então de extrema importância nesse tipo de trabalho a identificação dos eventos sonoros ligados à operação do aeroporto, a fim de garantir a precisão dos resultados.

Existem algoritmos automáticos de detecção de aeronaves, tais como a metodologia descrita pela norma alemã DIN45643 - Parte 2, baseados na evolução do nível de ruído ponderado A com filtro de resposta temporal Slow, anotado  $L_{p,AS}$  ou LAS. O gráfico a seguir apresenta o sinal temporal típico gerado pela passagem de uma aeronave.

Figura 13 – Parâmetros utilizados pela norma alemã DIN45643-2 para detecção de ruído aeronáutico.



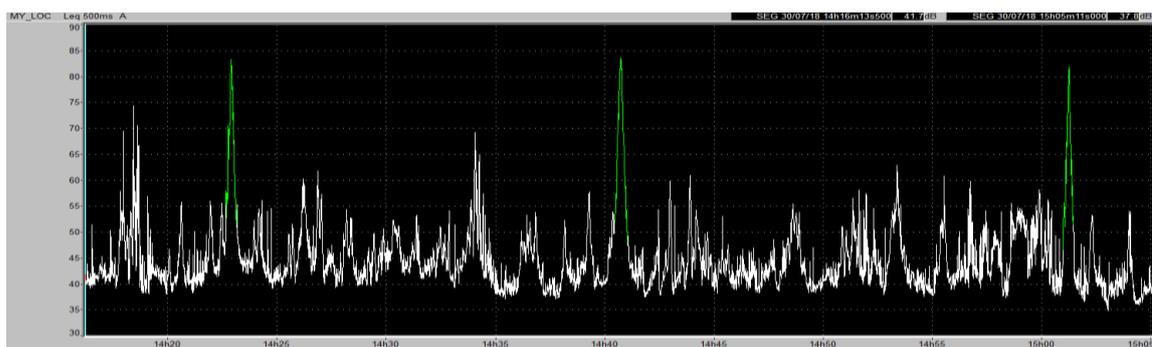
Fontes: Acoem.

No entanto, tais algoritmos são eficazes apenas em locais com um ruído de fundo bastante baixo, e níveis de ruído aeroportuário ultrapassando significativamente (emergência sonora de 20 a 30 dB) esse ruído de fundo. É tipicamente o caso de aeroportos construídos fora de áreas urbanizadas. Em áreas densamente urbanizadas, tais algoritmos revelam-se muitas vezes ineficazes.



Foi conseqüentemente utilizada outra metodologia, baseada na análise dos perfis dos eventos aeronáuticos, em conjunto com a escuta dos sons gravados pelos equipamentos. Para cada ponto é então elaborada uma “ficha de identidade” dos eventos aeronáuticos de maneira a indicar suas características: duração média, duração inicial, duração final, nível sonoro máximo, principais frequências envolvidas, etc. Uma vez essa análise inicial manual realizada, é então possível codificar automaticamente os eventos aeronáuticos usando filtros adequados no software de processamento de dados, descartando os eventos externos. A figura a seguir mostra um exemplo de eventos aeronáuticos codificados (cor verde) no software dBTrait da 01dB. Os eventos de cor branca correspondem a eventos externos à operação do aeroporto, constituindo então o ruído de fundo ou ruído residual.

Figura 14 – Exemplo de codificação de eventos aeronáuticos.



Fontes: Acoem.

Nota-se que em alguns casos existem eventos concomitantes: por exemplo, o pouso de uma aeronave enquanto uma moto acelera na rua. Neste caso, a menos que o ruído oriundo da moto seja claramente superior ao ruído gerado pela aeronave, o evento será categorizado como sendo ruído aeronáutico. Por esse motivo o ruído aeroportuário tende a ser ligeiramente superestimado nos resultados apresentados a seguir. Todavia, esse fenômeno entra na margem de erro do monitoramento e não prejudica a qualidade dos resultados.

#### 4.4. Resultados - Monitoramento

Como comentado anteriormente, é possível discriminar os níveis sonoros medidos durante o monitoramento em três categorias:



- Ruído aeroportuário – Corresponde a todas as emissões sonoras decorrentes da operação do aeroporto. São compreendidas as operações aéreas (pousos e decolagens), mas também as operações no solo (taxiamento, testes de motores, manutenção, APU, etc.)
- Ruído residual – Chamado também ruído de fundo, corresponde a todas as emissões sonoras de fontes externas à operação do aeroporto. Aqui a principal fonte constituindo o ruído residual é sem dúvida o ruído rodoviário gerado pelo tráfego local de veículos leves e pesados; contudo, existem outras fontes significativas: equipamentos eletrodomésticos, fauna (pássaros, cães, etc.), conversas, etc.
- Ruído global – Composto pela totalidade da energia sonora captada em determinado local. Neste caso corresponde exatamente à soma do ruído aeroportuário e do ruído residual.

O foco deste estudo é a avaliação do ruído aeroportuário. Todavia, nas páginas a seguir serão também apresentados dados relativos ao ruído residual e ao ruído global, para fins de comparação.

Para o dia de monitoramento definem-se três períodos de avaliação:

- Diário DNL – das 00h00 às 23h59, considerando penalidade de 10 dB no período noturno, ou seja, DNL 24h, anotado Ldn.
- Diurno – das 7h00 às 22h00, anotado Ld;
- Noturno – das 22h00 às 7h00, anotado Ln;

Nota-se que todos os resultados das páginas a seguir estão apresentados em dB ponderação A (dBA).



#### 4.4.1. Resultados DNL

Tabela 9 – Resultados Leq Diurno, Leq Noturno e DNL, por fonte em 24h.

Leq Diurno, Leq Noturno e DNL, por fonte em 24h[dBA]									
Ponto	Eventos Aeronáuticos			Residual			Global		
	Leq Diurno	Leq Noturno	DNL	Leq Diurno	Leq Noturno	DNL	Leq Diurno	Leq Noturno	DNL
P1	48	37	48	58	50	59	58	50	59
P2	53	51	57	63	57	65	63	58	66
P3	45	24	43	60	45	59	60	45	59
P4	48	40	47	66	54	64	66	54	64
P5	46	40	48	60	46	59	61	47	59

Fontes: Acoem.

#### 4.4.2. Comparação com NBR 10.151 e NBR 13.368

Tabela 10 – Resultados Ld e comparações com as normas, dBA.

Ponto	Diurno						
	Ln		NBR 10.151		NBR 13.368		
	Global [dBA]	Residual [dBA]	RLAeq [dBA]	Residual Atende RLAeq?	Diferença Global - Residual	Ruído aeronáutico significativo?	Reclamações esperadas
P1	58	58	55	Não	< 3	Não	--
P2	63	63	55	Não	< 3	Não	--
P3	60	60	55	Não	< 3	Não	--
P4	66	66	55	Não	< 3	Não	--
P5	61	60	55	Não	< 3	Não	--

Fontes: Acoem.



Tabela 11 – Resultados Ln e comparações com as normas, dBA.

Ponto	Noturno						
	Ln		NBR 10.151		NBR 13.368		
	Global [dBA]	Residual [dBA]	RLAeq [dBA]	Residual Atende RLAeq?	Diferença Global - Residual	Ruído aeronáutico significativo?	Reclamações esperadas
P1	50	50	50	Sim	< 3	Não	--
P2	58	57	50	Não	< 3	Não	--
P3	45	45	50	Sim	< 3	Não	--
P4	54	54	50	Não	< 3	Não	--
P5	47	46	50	Sim	< 3	Não	--

Fontes: Acoem.

#### 4.4.3. Comparação com o PEZR

Para avaliar a pertinência do PEZR atual do aeroporto de Macaé, devem-se comparar suas curvas de ruído de 65 dB a 85 dB com os níveis de ruído médios DNL encontrados no monitoramento. Já que as curvas do PZR representam a métrica DNL 24h, ou seja, o nível de ruído aeroportuário médio durante um período de 24h com penalidade e 10 dB à noite, é preciso comparar essas curvas com os níveis DNL 24h médios obtidos em cada ponto de monitoramento.

Aqui faz-se abstração das fontes de ruído não ligadas à operação do aeroporto, conforme legislação vigente, considerando então apenas os dados relativos ao ruído aeroportuário. Conseqüentemente, os ruídos residuais e globais não estão considerados.

A tabela a seguir compara os valores medidos com os valores do PEZR em vigor, e indica a conformidade para cada ponto.



Tabela 12 – Comparação dos valores medidos com as curvas do PZR em vigor.

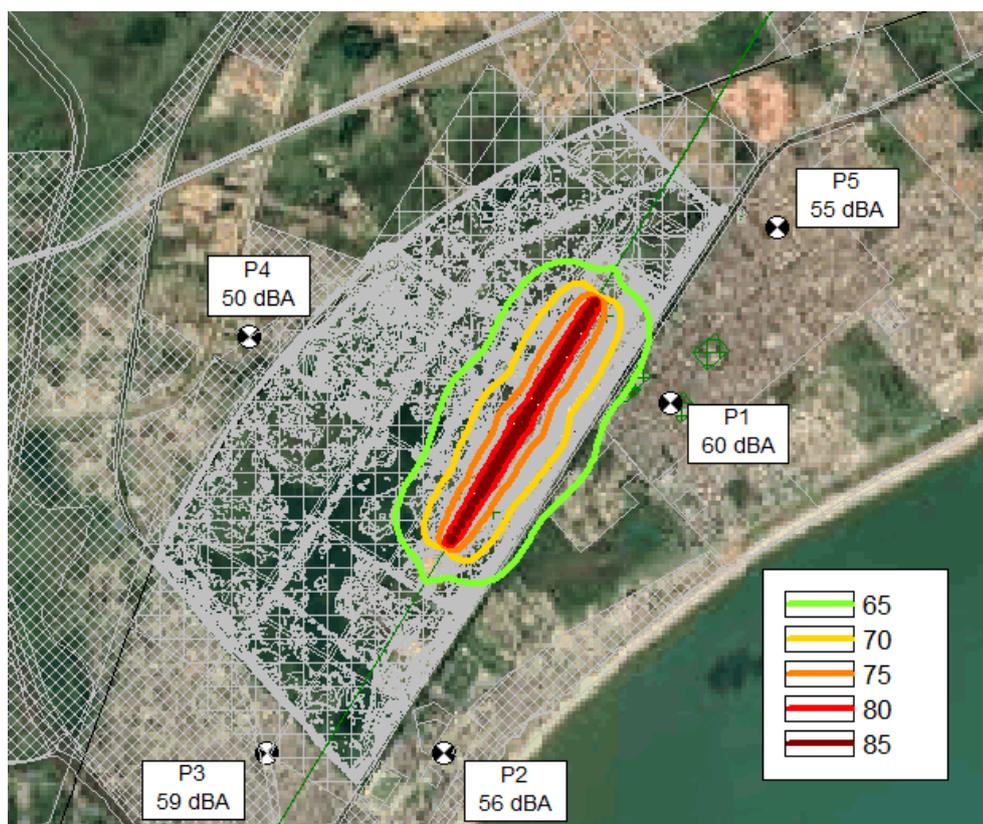
Ponto	Ruído aeroportuário médio (DNL 24h)	Valores entre as curvas de ruído em vigor (DNL 24h)	Conformidade
P1	48	< 65	Conforme
P2	57	< 65	Conforme
P3	43	< 65	Conforme
P4	47	< 65	Conforme
P5	48	< 65	Conforme

Fontes: Acoem.

Os níveis DNL aeronáuticos atendem aos níveis previstos pelo PEZR em todos os pontos.

A figura a seguir representa as curvas de 65 dB a 85 dB do PEZR em vigor, e indica os níveis de ruído aeroportuário médios DNL 24h em cada ponto de monitoramento.

Figura 15 - Curvas do PZR em vigor com níveis de ruído aeroportuário DNL 24h em cada ponto.



Fontes: Acoem.



## 5. CONCLUSÕES

Este documento visa avaliar o impacto sonoro atual do Aeroporto de Macaé, no Rio de Janeiro.

A partir dos modelos computacionais alimentados por dados médios do mês de Janeiro de 2020 fornecidos pela ASeB, foram gerados curvas de ruído segundo a métrica DNL, onde considera-se o período de 24h, porém somando 10 dB de penalidade nos níveis noturnos para levar em consideração o incômodo maior percebido nesse período. Foram simulados dois cenários, Atual e Futuro para o horizonte de 2025.

As curvas de 65, 70, 75, 80 e 85 dBA foram geradas para caracterizar a região do aeroporto, seguindo os padrões da RBAC 161:2011. Essas curvas vão subsidiar o Plano Específico de Zoneamento de Ruído (PEZR).

Os resultados do Cenário Atual mostram que as operações do aeroporto, tanto aéreas quanto no solo, geram um impacto sonoro sucinto nos arredores do empreendimento. Grande maioria do impacto é contida dentro dos limites de propriedade do aeroporto.

O Cenário de Futuro de 2025, que considera um aumento na movimentação de 5% por ano, apresentam um resultado semelhante ao do Cenário Atual, com um sutil aumento das curvas de ruído. Devendo ser revisado, caso haja alteração desta premissa.

Para validar as curvas de ruído calculadas, foi realizada uma campanha de medição de ruído.

O ruído aeronáutico é levemente perceptível em todos os pontos monitorados, no entanto, conforme avaliações da norma NBR 13.368:1995, o ruído aeronáutico não é considerado significativo, pois o acréscimo ao nível do ruído de fundo é inferior a 3 dB. Portanto, de acordo com a norma, não são esperadas reclamações nas localidades dos pontos, sendo que em alguns pontos o ruído de fundo apresenta níveis sonoros elevados, acima dos critérios definidos pela NBR 10.151:2019.

Em comparação dos níveis DNL com as curvas do PEZR em vigor, todos os pontos apresentam valores de acordo com o previsto, abaixo de 65dBA, validando as curvas calculadas em software de simulação acústica.



## 6. REFERÊNCIAS

[1]. Proposta APA-19-1487A – Serviços Técnicos Especializados em atualização de curvas de ruído e elaboração de Plano de Zoneamento de Ruídos para os Aeroportos de Vitória/ES e Macaé/RJ conforme especificação técnica 2019 08 29\_RFP, ACOEM;

[2]. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº161, Agência Nacional da Aviação Civil, 2011;

[3]. ISO9613 - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 1: Attenuation of Sound during Propagation Outdoors, International Organization for Standardization, 1993;

[4]. ISO9613 - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2: General method of Calculation, International Organization for Standardization, 1996;

[5]. ABNT NBR 10.151 - Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas – Aplicação de uso geral, 2019;

[6]. ABNT NBR 13.368 – Ruído gerado por aeronaves – Monitoração, Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1995.



## 7. GLOSSÁRIO

Nível de Pressão Sonora (NPS): Grandeza física do campo sonoro em um local. A unidade da pressão sonora é o Pascal (Pa).

Decibel (dB): Unidade logarítmica utilizada para exprimir uma grandeza física a partir de um valor de referência. No caso do NPS (pressão sonora):

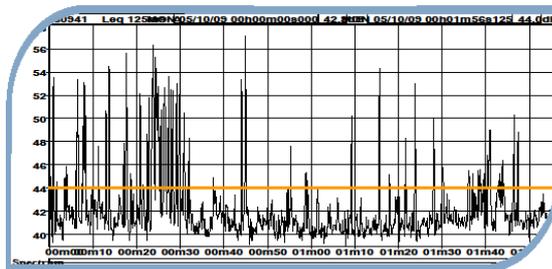
$$L_p = 20 \log_{10} \left( \frac{P}{P_{ref}} \right)$$

Com  $p_{ref} = 20\mu\text{Pa}$  (No ar).

Ponderação A: Filtro de ponderação frequencial normalizado para levar em consideração a resposta do ouvido humano.

L<sub>Aeq,T</sub>: Nível global da Pressão Sonora ponderado A correspondente ao tempo da medição.

Figura a - Ilustração de sinal temporal (preto) e o L<sub>Aeq</sub> correspondente do período (laranja).



Fontes: Acoem.

Ruído impulsivo: Ruído que contém impulsos, segundo a ABNT NBR 10.151:2019 se dá quando o resultado da subtração aritmética entre o  $L_{Amax}$  e o  $L_{Aeq,T}$ , medido durante a ocorrência do som impulsivo for igual ou superior a 6 dB.

Ruído tonal: Ruído que contém tons puros, como o som de apitos e zumbidos. Segundo a ABNT NBR 10.151:2019 para ser caracterizado como tonal a banda deve emergir, em relação às bandas adjacentes, os valores contidos na tabela abaixo.

Tabela 13 - Critério de tonalidade segundo ABNT NBR 10.151:2019.

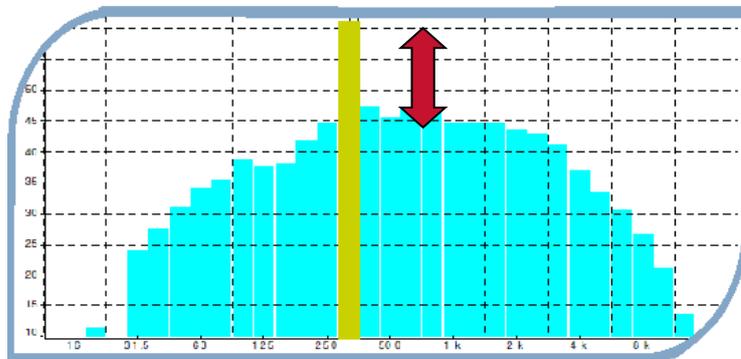
25Hz a 125Hz	160Hz a 400Hz	500Hz a 10 000Hz
15dB	8dB	5dB

Fontes: NBR 10151:2019.



Abaixo é ilustrado um espectro com característica tonal.

Figura b - Ilustração de banda emergente em relação às adjacentes.



Fontes: Acoem.

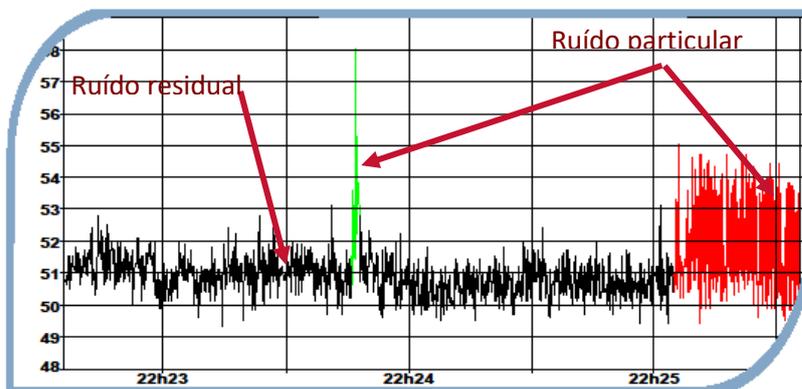
Ruído global: Ruído total de uma dada situação.

Ruído particular: Componente do ruído ambiente - neste caso o ruído de tráfego e da passagem de pedestres foi considerado particular.

Ruído residual: Corresponde ao ruído ambiente na ausência de ruído particular.

L<sub>90</sub> (ruído de fundo): corresponde a uma medida do ruído residual. É uma medida estatística em que o nível sonoro foi excedido em 90% do tempo de medição.

Figura c - Ilustração de tipos de ruído, residual e particular.



Fontes: Acoem.



## 8. Anexo A – Certificados de calibração

 <b>TOTAL SAFETY</b>	<b>TOTAL SAFETY LTDA.</b> R Gal Humberto AC Branco, 286 (310) São Caetano do Sul - CEP 09560-380 Tel: (11) 4220-2600 info@totalsafety.com.br www.totalsafety.com.br
<b>CALILAB - Laboratório de Calibração e Ensaios</b> ISO 17025: Laboratório Acreditado (Accredited Laboratory)	

### CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Calibration Certificate

**Nº: RBC3-10917-586**

Certificate Number

**RBC - REDE BRASILEIRA DE CALIBRAÇÃO**

Brazilian Calibration Network



<b>CLIENTE</b> Customer	Acoem Brasil Comércio de Equipamentos Ltda. Rua Domingos de Morais, 2102 - 1º andar - Cj. 11/12/14 São Paulo - SP - CEP 04036-000	Processo / O.S.: 19793
----------------------------	---	---------------------------

<b>Interessado</b> Interested party	(o mesmo)
--	-----------

<b>Item calibrado</b> Calibrated item	Sonômetro integrador (classe 1)	Calilab é um Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.  Este certificado atende aos requisitos de acreditação pela Cgcre que avaliou a competência do laboratório e comprovou a sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida (ou ao Sistema Internacional de Unidades – SI).  Este certificado é válido apenas para o item descrito, não sendo extensivo a quaisquer outros, ainda que similares. Este certificado somente pode ser reproduzido em sua forma integral e desde que seja legível. Reproduções parciais ou para fins de divulgação em material publicitário, requerem autorização expressa do laboratório. Nenhuma reprodução poderá ser usada de maneira enganosa.  A versão original deste certificado é um arquivo PDF.
<b>Marca</b> Brand	01dB	
<b>Modelo</b> Model	DUO	
<b>Número de série</b> Serial number	10486	
<b>Identificação</b> Identification	--- (informações adicionais na página 2)	

**Data da calibração**  
Date of calibration (day/month/year)  
**22/11/2019**

**Data da Emissão:**  
Date of issue  
**22/11/2019**

Assinado de forma digital  
por Lucas Ferreira  
DN: cn=Lucas Ferreira,  
o=Total Safety,  
ou=Calilab,  
email=lucas@totalsafety.c  
om.br, c=BR  
Dados: 20191122 08:40:07  
+01'00'

Lucas Ferreira  
Signatário Autorizado  
Authorized Signatory

**Total de páginas**  
Total pages number  
**7**

**Página**  
Page  
**1**

A Cgcre é signatária do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation). A Cgcre é signatária do Acordo de Reconhecimento Mútuo da IAAC (Interamerican Accreditation Cooperation).  
Cgcre is Signatory of the ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation) Mutual Recognition Arrangement. Cgcre is signatory of the IAAC (Interamerican Accreditation Cooperation) Mutual Recognition Arrangement.



## Continuação do Certificado N°: RBC3-10917-586

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro)  
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Página  
Page 2

### Local da calibração

*Calibration location*

Sede do laboratório Calilab (conforme indicado na página 1).

### Condições ambientais

*Environmental conditions*

Temperatura	23,9 °C
Umidade relativa	36 %
Pressão atmosférica	926 hPa

### Procedimento

*Procedure*

IT-572: Método de calibração de acordo com a ABNT NBR IEC 61672-3:2018 - *Eletracústica - Sonômetros: Testes Periódicos* (adoção idêntica à IEC 61672-3:2013 - *Electroacoustics - Sound level meters - Periodic Test*). Por este procedimento são realizados testes elétricos bem como testes acústicos. O conjunto de parâmetros calibrados atende a recomendação do documento DOQ-CGCRE-052.

### Plano de calibração

*Calibration plan*

Os critérios de seleção do método atendem aos requisitos da ISO 17025. O plano de calibração é elaborado e pactuado observando: o uso de métodos apropriados, as características do item sob teste e as necessidades do cliente. Para que o serviço de calibração complete sua finalidade, o laboratório recomenda que este certificado de calibração seja submetido a análise crítica, observando os erros de medição reportados e as incertezas associadas a cada teste, avaliando o impacto que cada parâmetro tem sobre as medições. Sempre que pertinente, são incluídas informações adicionais sobre contrato, solicitações do cliente, plano de calibração e configurações do item. Ajustes e reparos não fazem parte do escopo de acreditação.

### Imparcialidade e confidencialidade

*Impartiality and confidentiality*

De acordo com a ISO 17025:2017 o laboratório não pode permitir que pressões comerciais, financeiras ou outras comprometam a imparcialidade. A norma identifica situações de risco à imparcialidade quando os relacionamentos são baseados em propriedade, governança, gestão, pessoal, recursos compartilhados, finanças, contratos, marketing (incluindo promoção de marcas) e pagamento de comissões de vendas ou outros benefícios pela indicação de novos clientes. Para assegurar a independência do CALILAB e promover um ambiente neutro, de equidade e sem conflitos de interesses, a Total Safety optou por manter-se livre de quaisquer associações que a identifiquem como uma parte interessada. O CALILAB é, portanto, um LABORATÓRIO DE TERCEIRA PARTE e não se beneficia em detrimento de resultados de calibrações ou ensaios que sejam favoráveis ou desfavoráveis ao prestígio de uma determinada marca ou modelo. O CALILAB também assegura a seus clientes o atendimento de todos os requisitos de confidencialidade previstos na ISO 17025:2017.

### Incerteza de Medição

*Measurement uncertainty*

Os resultados reportados referem-se à média dos valores encontrados. Cada Incerteza Expandida de Medição ( $U$ ) relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência  $k = 2,00$ , para uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. Quando o fator de abrangência  $k$  é um valor diferente de 2,00 o valor de  $k$  é reportado juntamente com os resultados. A expressão da incerteza de medição é determinada de acordo o Guia para a Expressão da Incerteza de Medição (GUM). A capacidade de medição e calibração (CMC) do laboratório Calilab é informada no site do Inmetro. Em uma determinada calibração a incerteza reportada poderá ser maior do que a CMC.

### Informações adicionais do item sob teste

*Additional information*

O sonômetro foi submetido aos testes com um microfone marca GRAS, modelo 40CD, s/n 287720, pré-amplificador marca 01dB, modelo PRE 22, s/n 1915183. Software instalado: v. FW: 2.47 / HW: 3F2D3D. Este equipamento foi calibrado em 90°, nesta calibração foi utilizado a entrada externa com um cabo extensor tipo lemo, de acordo com o pedido do cliente.

### Rastreabilidade

*Traceability*

Gerador: Identificação P234, Certificado DIMCI 1214/2019 (Emitente INMETRO/Laeta)

Calibrador Multi-frequência: Identificação P287, Certificado CAS-324791-J2C7T9-901 (Emitente ILAC/Brüel & Kjær N.A.)







Continuação do Certificado N°: RBC3-10917-586

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro)  
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Página  
Page 5

**Ponderações no tempo e na frequência em 1 kHz (A, C, Z)**

testes na faixa de referência

excitação pond. (A, F) (dB)	erro pond. (C, F) (dB)	erro pond. (Z, F) (dB)	tolerância (dB)	incerteza (dB)
94,0	0,0	0,0	0,2	0,1

**Ponderações no tempo e na frequência em 1 kHz (S, Leq)**

testes na faixa de referência

excitação pond. (A, F) (dB)	erro pond. (A, S) (dB)	erro pond. (A, Leq) (dB)	tolerância (dB)	incerteza (dB)
94,0	0,0	0,0	0,1	0,1

**Resposta a pulsos tonais (F; S; LAE)**

testes executados conforme aplicável

parâmetro sob teste	largura do trem (ms)	nível esperado (dB)	erro (dB)	tolerância + (dB)	tolerância - (dB)	incerteza (dB)	nível referência (dB)
Fast	200	133,0	0,0	0,5	-0,5	0,2	134,0
Fast	2	116,0	-0,1	1,0	-1,5	0,2	
Fast	0,25	107,0	-0,3	1,0	-3,0	0,2	
Slow	200	126,6	0,0	0,5	-0,5	0,2	
Slow	2	107,0	0,0	1,0	-3,0	0,2	
LAE	200	127,0	0,0	0,5	-0,5	0,2	
LAE	2	107,0	0,0	1,0	-1,5	0,2	
LAE	0,25	98,0	-0,3	1,0	-3,0	0,2	

**Nível sonoro de pico ponderado em C**

testes executados conforme aplicável

sinal de teste	nível esperado (dB)	erro (dB)	tolerância + (dB)	tolerância - (dB)	incerteza (dB)	nível referência (dB)
ciclo completo de 8 kHz	134,4	0,5	2,0	-2,0	0,2	131,0
semiciclo positivo 500 Hz	133,4	-0,1	1,0	-1,0	0,2	
semiciclo negativo 500 Hz	133,4	-0,1	1,0	-1,0	0,2	

**Indicação de sobrecarga e estabilidade**

sobrecarga: aplicável a sonômetros que indicam LAeq,T

sinal de teste	indicação (dB)	erro absoluto (dB)	tolerância (dB)	incerteza (dB)
semiciclo positivo	140,8	0,6	1,5	0,2
semiciclo negativo	141,4			
estabilidade de longa duração	94,0	0,0	0,1	0,1
estabilidade em nível alto	137,0	0,0	0,1	0,1

**Ruído auto-gerado**

configuração de entrada	ponderação em frequência	especificado (dB)	medido (dB)	
microfone instalado	A	16,1	17,6	O nível de ruído autogerado com microfone instalado e com dispositivo de entrada elétrica é reportado somente para informação e não é utilizado para avaliar a conformidade a um requisito.
dispositivo de entrada elétrica	A	11,0	9,7	
dispositivo de entrada elétrica	C	12,5	8,7	
dispositivo de entrada elétrica	Z	18,5	15,3	



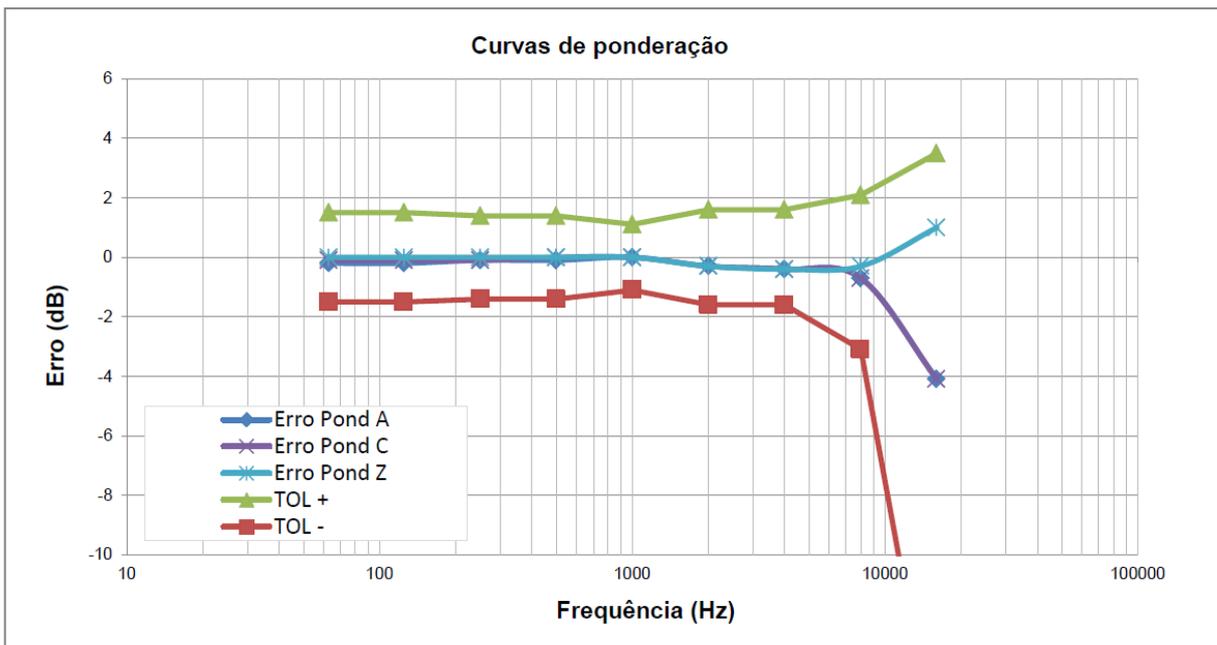
Continuação do Certificado N°: RBC3-10917-586

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro)  
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Página  
Page 6

Ponderações em frequência - Teste elétrico (representação gráfica)

( dados normalizados em 1000 Hz)



Teste acústico (normalizado em 1000 Hz)

resultados reportados corrigidos para CAMPO LIVRE

frequência [Hz]	nível de referência (dB)	erro (dB)	tolerância + (dB)	tolerância - (dB)	incerteza (dB)	faixa (dB)
125	114,0	0,0	1,0	-1,0	0,5	138
-	-	-	-	-	-	k
-	-	-	-	-	-	
1000	114,0	0,0	0,7	-0,7	0,4	2,00
-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	
8000	114,0	0,7	1,5	-2,5	0,6	

O TESTE ACÚSTICO refere-se ao conjunto SONÔMETRO-MICROFONE para o campo sonoro reportado. O sonômetro permaneceu configurado com ponderação C. A menos que o cliente necessite um certificado de calibração exclusivo para microfone, o teste acústico é suficiente para caracterizar a resposta em frequência do conjunto, sonômetro-microfone, no contexto da norma IEC 61672. Os resultados reportados correspondem às condições de CAMPO LIVRE, isto é, níveis sonoros equivalentes àqueles que seriam indicados em resposta às ondas sonoras progressivas planas incidentes a partir da direção de referência. O teste acústico foi executado com um calibrador multi-frequência e posterior aplicação de correções. Os resultados reportados no teste acústico não se aplicam a indicações obtidas com incidência aleatória ou em campo de pressão (as indicações nestes campos requerem aplicação de correções ou uma calibração específica no campo de interesse).



**Continuação do Certificado N°: RBC3-10917-586**

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro)  
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Página  
Page 7

**CRITÉRIOS DA NORMA IEC 61672-1:2013 PARA ESTABELECEER A CONFORMIDADE DO SONÔMETRO:**

A norma IEC 61672-1:2013 estabelece, para cada um dos testes, critérios de tolerância e incertezas máximas que podem ser praticadas. Com relação às incertezas, o laboratório identifica antecipadamente se o critério de incertezas máximas é atendido e, portanto, não há necessidade, a priori, do cliente fazer esta comprovação. Para identificar se o sonômetro atende determinada tolerância a norma estabelece que os erros não devem exceder os limites de tolerância definidos para o teste. Por exemplo, se uma determinada tolerância for de 1 dB, os valores absolutos do erro não deverão exceder a 1 dB.

**Observações adicionais sobre conformidade, exclusivas desta calibração:**

A norma IEC 61672-3: 2013 é uma norma que foi criada no âmbito da metrologia legal em sua origem, e, por isso, estabelece frases obrigatórias de conformidade geral do equipamento na conclusão dos testes periódicos. Essas frases têm como objetivo determinar a conformidade do sonômetro à IEC 61672-1:2013, sendo que, para isso, segundo esta própria norma, além de ser aprovado nos testes periódicos da IEC 61672-3:2013, o sonômetro deve também ter tido o seu modelo aprovado pela IEC 61672-2:2013 por meio de uma organização independente, isto é, instituições que gozam de reconhecimento internacional para tal fim. A tradução brasileira da parte 3 desta norma, a ABNT NBR IEC 61672-3:2018, por ser estritamente literal, também inclui tais frases.

No contexto brasileiro os testes periódicos da ABNT NBR IEC 61672-3:2018, como aqueles constantes neste certificado, são realizados, em geral, por laboratórios da Rede Brasileira de Calibração (RBC), no âmbito da metrologia científica. Se um ou mais testes apresentarem erros acima das tolerâncias especificadas na IEC 61672-1:2013, já constitui-se evidência suficiente da não conformidade do sonômetro à esta norma como um todo. Entretanto, se todos os testes apresentarem erros abaixo das tolerâncias especificadas na IEC 61672-1:2013, a conformidade do sonômetro não pode ser formalmente assegurada pelo laboratório RBC, uma vez que este não possui prerrogativas legais para reconhecer uma suposta evidência de aprovação de modelo pela IEC 61672-2:2013, e portanto, não pode fazer afirmações categóricas a este respeito. Assim sendo, as frases obrigatórias da ABNT NBR IEC 61672-3:2018, referentes ao caso em que o sonômetro tenha sido aprovado em todos os seus testes periódicos, ficam sujeitas à evidência pública - seja do cliente, do fabricante ou de organização independente - quanto à aprovação de modelo segundo a IEC 61672-2:2013, ou ainda, à ausência desta.

Portanto, caso haja evidência pública de aprovação de modelo pela IEC 61672-2:2013, aplica-se a seguinte conclusão normativa ao sonômetro submetido ao teste periódico:

"O sonômetro submetido ao teste completou com sucesso os testes periódicos da ABNT NBR IEC 61672-3:2018, para as condições ambientais em que os ensaios foram realizados. Como evidência estava publicamente disponível, a partir de uma organização de testes independente, responsável por aprovar os resultados dos testes de aprovação de modelo realizados de acordo com a IEC 61672-2:2013, para demonstrar que o modelo de sonômetro está completamente conforme os requisitos da classe X da IEC 61672-1:2013, o sonômetro submetido aos ensaios está em conformidade com os requisitos para classe X da IEC 61672-1:2013."

Caso não haja evidência pública de aprovação de modelo pela IEC 61672-2:2013, aplica-se a seguinte conclusão normativa ao sonômetro submetido ao teste periódico:

"O sonômetro submetido ao teste completou com sucesso os testes periódicos da ABNT NBR IEC 61672-3:2018, para as condições ambientais em que os ensaios foram realizados. Entretanto, nenhuma declaração geral ou conclusão pode ser feita a respeito da conformidade do sonômetro a todas as especificações da IEC 61672-1:2013, porque (a) nenhuma evidência estava publicamente disponível, a partir de uma organização independente de testes responsável pela aprovação de modelo, para demonstrar que o modelo do sonômetro está completamente em conformidade com as especificações para a classe X da IEC 61672-1:2013 ou que os dados de correção para o teste acústico de ponderação em frequência não foram fornecidos no manual de instrução e (b) porque os testes periódicos da ABNT NBR IEC 61672-3:2018 cobrem apenas um conjunto limitado de especificações da IEC 61672-1:2013."

Observações adicionais exclusivas desta calibração: (---)

(fim do resultados)

**Opiniões e interpretações (não fazem parte do escopo de acreditação)**

*Opinions and interpretations (not covered by accreditation scope)*

(-----)





## Continuação do Certificado Nº: RBC3-10893-385

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro)  
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Página  
Page 2

### Local da calibração

*Calibration location*

Sede do laboratório Calilab (conforme indicado na página 1).

### Condições ambientais

*Environmental conditions*

Temperatura	23,4 °C
Umidade relativa	37 %
Pressão atmosférica	929 hPa

### Procedimento

*Procedure*

IT-572: Método de calibração de acordo com a ABNT NBR IEC 61672-3:2018 - *Eletroacústica - Sonômetros: Testes Periódicos* (adoção idêntica à IEC 61672-3:2013 - *Electroacoustics - Sound level meters - Periodic Test*). Por este procedimento são realizados testes elétricos bem como testes acústicos. O conjunto de parâmetros calibrados atende a recomendação do documento DOQ-CGCRE-052.

### Plano de calibração

*Calibration plan*

Os critérios de seleção do método atendem aos requisitos da ISO 17025. O plano de calibração é elaborado e pactuado observando: o uso de métodos apropriados, as características do item sob teste e as necessidades do cliente. Para que o serviço de calibração complete sua finalidade, o laboratório recomenda que este certificado de calibração seja submetido a análise crítica, observando os erros de medição reportados e as incertezas associadas a cada teste, avaliando o impacto que cada parâmetro tem sobre as medições. Sempre que pertinente, são incluídas informações adicionais sobre contrato, solicitações do cliente, plano de calibração e configurações do item. Ajustes e reparos não fazem parte do escopo de acreditação.

### Imparcialidade e confidencialidade

*Impartiality and confidentiality*

De acordo com a ISO 17025:2017 o laboratório não pode permitir que pressões comerciais, financeiras ou outras comprometam a imparcialidade. A norma identifica situações de risco à imparcialidade quando os relacionamentos são baseados em propriedade, governança, gestão, pessoal, recursos compartilhados, finanças, contratos, marketing (incluindo promoção de marcas) e pagamento de comissões de vendas ou outros benefícios pela indicação de novos clientes. Para assegurar a independência do CALILAB e promover um ambiente neutro, de equidade e sem conflitos de interesses, a Total Safety optou por manter-se livre de quaisquer associações que a identifiquem como uma parte interessada. O CALILAB é, portanto, um LABORATÓRIO DE TERCEIRA PARTE e não se beneficia em detrimento de resultados de calibrações ou ensaios que sejam favoráveis ou desfavoráveis ao prestígio de uma determinada marca ou modelo. O CALILAB também assegura a seus clientes o atendimento de todos os requisitos de confidencialidade previstos na ISO 17025:2017.

### Incerteza de Medição

*Measurement uncertainty*

Os resultados reportados referem-se à média dos valores encontrados. Cada Incerteza Expandida de Medição ( $U$ ) relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência  $k = 2,00$ , para uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. Quando o fator de abrangência  $k$  é um valor diferente de 2,00 o valor de  $k$  é reportado juntamente com os resultados. A expressão da incerteza de medição é determinada de acordo o Guia para a Expressão da Incerteza de Medição (GUM). A capacidade de medição e calibração (CMC) do laboratório Calilab é informada no site do Inmetro. Em uma determinada calibração a incerteza reportada poderá ser maior do que a CMC.

### Informações adicionais do item sob teste

*Additional information*

O sonômetro foi submetido aos testes com um microfone marca GRAS, modelo 40CD, s/n 144949, pré-amplificador integrado. Software instalado: v: HW: 3F2D3D; FW: 2.47.

### Rastreabilidade

*Traceability*

Gerador: Identificação P234, Certificado DIMCI 1214/2019 (Emitente INMETRO/Laeta)

Calibrador Multi-frequência: Identificação P287, Certificado CAS-324791-J2C7T9-901 (Emitente ILAC/Brüel & Kjær N.A.)







**Continuação do Certificado Nº: RBC3-10893-385**

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro)  
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Página  
Page 5

**Ponderações no tempo e na frequência em 1 kHz (A, C, Z)**

testes na faixa de referência

excitação pond. (A, F) (dB)	erro pond. (C, F) (dB)	erro pond. (Z, F) (dB)	tolerância (dB)	incerteza (dB)
94,0	0,0	0,0	0,2	0,1

**Ponderações no tempo e na frequência em 1 kHz (S, Leq)**

testes na faixa de referência

excitação pond. (A, F) (dB)	erro pond. (A, S) (dB)	erro pond. (A, Leq) (dB)	tolerância (dB)	incerteza (dB)
94,0	0,0	0,0	0,1	0,1

**Resposta a pulsos tonais (F; S; LAE)**

testes executados conforme aplicável

parâmetro sob teste	largura do trem (ms)	nível esperado (dB)	erro (dB)	tolerância + (dB)	tolerância - (dB)	incerteza (dB)	nível referência (dB)
Fast	200	133,0	0,0	0,5	-0,5	0,2	134,0
Fast	2	116,0	0,0	1,0	-1,5	0,2	
Fast	0,25	107,0	-0,2	1,0	-3,0	0,2	
Slow	200	126,6	0,0	0,5	-0,5	0,2	
Slow	2	107,0	0,0	1,0	-3,0	0,2	
LAE	200	127,0	0,0	0,5	-0,5	0,2	
LAE	2	107,0	0,0	1,0	-1,5	0,2	
LAE	0,25	98,0	-0,1	1,0	-3,0	0,2	

**Nível sonoro de pico ponderado em C**

testes executados conforme aplicável

sinale teste	nível esperado (dB)	erro (dB)	tolerância + (dB)	tolerância - (dB)	incerteza (dB)	nível referência (dB)
ciclo completo de 8 kHz	131,4	0,4	2,0	-2,0	0,2	128,0
semiciclo positivo 500 Hz	130,4	0,0	1,0	-1,0	0,2	
semiciclo negativo 500 Hz	130,4	0,0	1,0	-1,0	0,2	

**Indicação de sobrecarga e estabilidade**

sobrecarga: aplicável a sonômetros que indicam LAeq,T

sinale teste	indicação (dB)	erro absoluto (dB)	tolerância (dB)	incerteza (dB)
semiciclo positivo	139,9	0,5	1,5	0,2
semiciclo negativo	140,4			
estabilidade de longa duração	94,0	0,0	0,1	0,1
estabilidade em nível alto	137,0	0,0	0,1	0,1

**Ruído auto-gerado**

configuração de entrada	ponderação em frequência	especificado (dB)	medido (dB)
microfone instalado	A	16,1	16,5
dispositivo de entrada elétrica	A	11,0	8,0
dispositivo de entrada elétrica	C	12,5	7,5
dispositivo de entrada elétrica	Z	18,5	12,4

O nível de ruído autogerado com microfone instalado e com dispositivo de entrada elétrica é reportado somente para informação e não é utilizado para avaliar a conformidade a um requisito.



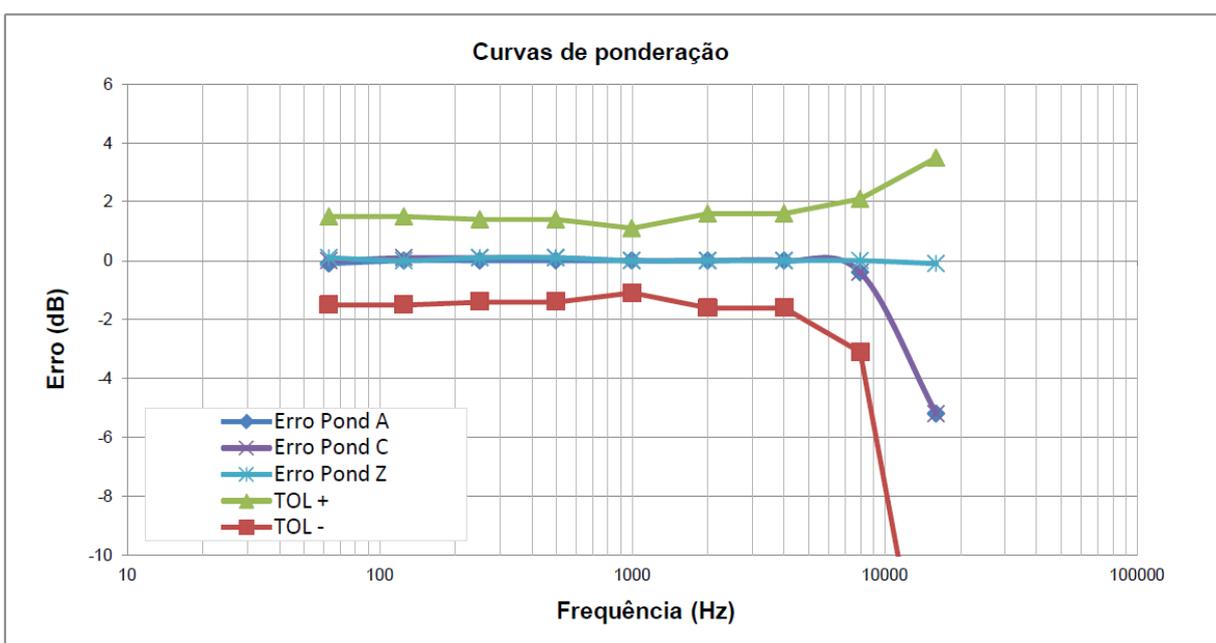
Continuação do Certificado Nº: RBC3-10893-385

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Página  
Page 6

Ponderações em frequência - Teste elétrico (representação gráfica)

( dados normalizados em 1000 Hz)



Teste acústico (normalizado em 1000 Hz)

resultados reportados corrigidos para CAMPO LIVRE

frequência [Hz]	nível de referência (dB)	erro (dB)	tolerância + (dB)	tolerância - (dB)	incerteza (dB)	faixa (dB)
125	114,0	0,2	1,0	-1,0	0,5	138
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	k
1000	114,0	0,0	0,7	-0,7	0,4	2,00
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
8000	114,0	1,3	1,5	-2,5	0,6	-

O TESTE ACÚSTICO refere-se ao conjunto SONÔMETRO-MICROFONE para o campo sonoro reportado. O sonômetro permaneceu configurado com ponderação C. A menos que o cliente necessite um certificado de calibração exclusivo para microfone, o teste acústico é suficiente para caracterizar a resposta em frequência do conjunto, sonômetro-microfone, no contexto da norma IEC 61672. Os resultados reportados correspondem às condições de CAMPO LIVRE, isto é, níveis sonoros equivalentes àqueles que seriam indicados em resposta às ondas sonoras progressivas planas incidentes a partir da direção de referência. O teste acústico foi executado com um calibrador multi-frequência e posterior aplicação de correções. Os resultados reportados no teste acústico não se aplicam a indicações obtidas com incidência aleatória ou em campo de pressão (as indicações nestes campos requerem aplicação de correções ou uma calibração específica no campo de interesse).



**Continuação do Certificado Nº: RBC3-10893-385**

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro)  
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Página  
Page 7

**CRITÉRIOS DA NORMA IEC 61672-1:2013 PARA ESTABELECEMOS A CONFORMIDADE DO SONÔMETRO:**

A norma IEC 61672-1:2013 estabelece, para cada um dos testes, critérios de tolerância e incertezas máximas que podem ser praticadas. Com relação às incertezas, o laboratório identifica antecipadamente se o critério de incertezas máximas é atendido e, portanto, não há necessidade, a priori, do cliente fazer esta comprovação. Para identificar se o sonômetro atende determinada tolerância a norma estabelece que os erros não devem exceder os limites de tolerância definidos para o teste. Por exemplo, se uma determinada tolerância for de 1 dB, os valores absolutos do erro não deverão exceder a 1 dB.

Observações adicionais sobre conformidade, exclusivas desta calibração:

A norma IEC 61672-3: 2013 é uma norma que foi criada no âmbito da metrologia legal em sua origem, e, por isso, estabelece frases obrigatórias de conformidade geral do equipamento na conclusão dos testes periódicos. Essas frases têm como objetivo determinar a conformidade do sonômetro à IEC 61672-1:2013, sendo que, para isso, segundo esta própria norma, além de ser aprovado nos testes periódicos da IEC 61672-3:2013, o sonômetro deve também ter tido o seu modelo aprovado pela IEC 61672-2:2013 por meio de uma organização independente, isto é, instituições que gozam de reconhecimento internacional para tal fim. A tradução brasileira da parte 3 desta norma, a ABNT NBR IEC 61672-3:2018, por ser estritamente literal, também inclui tais frases.

No contexto brasileiro os testes periódicos da ABNT NBR IEC 61672-3:2018, como aqueles constantes neste certificado, são realizados, em geral, por laboratórios da Rede Brasileira de Calibração (RBC), no âmbito da metrologia científica. Se um ou mais testes apresentarem erros acima das tolerâncias especificadas na IEC 61672-1:2013, já constitui-se evidência suficiente da não conformidade do sonômetro à esta norma como um todo. Entretanto, se todos os testes apresentarem erros abaixo das tolerâncias especificadas na IEC 61672-1:2013, a conformidade do sonômetro não pode ser formalmente assegurada pelo laboratório RBC, uma vez que este não possui prerrogativas legais para reconhecer uma suposta evidência de aprovação de modelo pela IEC 61672-2:2013, e portanto, não pode fazer afirmações categóricas a este respeito. Assim sendo, as frases obrigatórias da ABNT NBR IEC 61672-3:2018, referentes ao caso em que o sonômetro tenha sido aprovado em todos os seus testes periódicos, ficam sujeitas à evidência pública - seja do cliente, do fabricante ou de organização independente - quanto à aprovação de modelo segundo a IEC 61672-2:2013, ou ainda, à ausência desta.

Portanto, caso haja evidência pública de aprovação de modelo pela IEC 61672-2:2013, aplica-se a seguinte conclusão normativa ao sonômetro submetido ao teste periódico:

"O sonômetro submetido ao teste completou com sucesso os testes periódicos da ABNT NBR IEC 61672-3:2018, para as condições ambientais em que os ensaios foram realizados. Como evidência estava publicamente disponível, a partir de uma organização de testes independente, responsável por aprovar os resultados dos testes de aprovação de modelo realizados de acordo com a IEC 61672-2:2013, para demonstrar que o modelo de sonômetro está completamente conforme os requisitos da classe X da IEC 61672-1:2013, o sonômetro submetido aos ensaios está em conformidade com os requisitos para classe X da IEC 61672-1:2013."

Caso não haja evidência pública de aprovação de modelo pela IEC 61672-2:2013, aplica-se a seguinte conclusão normativa ao sonômetro submetido ao teste periódico:

"O sonômetro submetido ao teste completou com sucesso os testes periódicos da ABNT NBR IEC 61672-3:2018, para as condições ambientais em que os ensaios foram realizados. Entretanto, nenhuma declaração geral ou conclusão pode ser feita a respeito da conformidade do sonômetro a todas as especificações da IEC 61672-1:2013, porque (a) nenhuma evidência estava publicamente disponível, a partir de uma organização independente de testes responsável pela aprovação de modelo, para demonstrar que o modelo do sonômetro está completamente em conformidade com as especificações para a classe X da IEC 61672-1:2013 ou que os dados de correção para o teste acústico de ponderação em frequência não foram fornecidos no manual de instrução e (b) porque os testes periódicos da ABNT NBR IEC 61672-3:2018 cobrem apenas um conjunto limitado de especificações da IEC 61672-1:2013."

Observações adicionais exclusivas desta calibração: (---)

(fim do resultados)

**Opiniões e interpretações (não fazem parte do escopo de acreditação)**

*Opinions and interpretations (not covered by accreditation scope)*

(-----)





## Continuação do Certificado N°: RBC3-10927-576

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro)  
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Página  
Page 2

### Local da calibração

*Calibration location*

Sede do laboratório Calilab (conforme indicado na página 1).

### Condições ambientais

*Environmental conditions*

Temperatura	22,2 °C
Umidade relativa	42 %
Pressão atmosférica	930 hPa

### Procedimento

*Procedure*

IT-572: Método de calibração de acordo com a ABNT NBR IEC 61672-3:2018 - *Eletroacústica - Sonômetros: Testes Periódicos* (adoção idêntica à IEC 61672-3:2013 - *Electroacoustics - Sound level meters - Periodic Test*). Por este procedimento são realizados testes elétricos bem como testes acústicos. O conjunto de parâmetros calibrados atende a recomendação do documento DOQ-CGCRE-052.

### Plano de calibração

*Calibration plan*

Os critérios de seleção do método atendem aos requisitos da ISO 17025. O plano de calibração é elaborado e pactuado observando: o uso de métodos apropriados, as características do item sob teste e as necessidades do cliente. Para que o serviço de calibração complete sua finalidade, o laboratório recomenda que este certificado de calibração seja submetido a análise crítica, observando os erros de medição reportados e as incertezas associadas a cada teste, avaliando o impacto que cada parâmetro tem sobre as medições. Sempre que pertinente, são incluídas informações adicionais sobre contrato, solicitações do cliente, plano de calibração e configurações do item. Ajustes e reparos não fazem parte do escopo de acreditação.

### Imparcialidade e confidencialidade

*Impartiality and confidentiality*

De acordo com a ISO 17025:2017 o laboratório não pode permitir que pressões comerciais, financeiras ou outras comprometam a imparcialidade. A norma identifica situações de risco à imparcialidade quando os relacionamentos são baseados em propriedade, governança, gestão, pessoal, recursos compartilhados, finanças, contratos, marketing (incluindo promoção de marcas) e pagamento de comissões de vendas ou outros benefícios pela indicação de novos clientes. Para assegurar a independência do CALILAB e promover um ambiente neutro, de equidade e sem conflitos de interesses, a Total Safety optou por manter-se livre de quaisquer associações que a identifiquem como uma parte interessada. O CALILAB é, portanto, um LABORATÓRIO DE TERCEIRA PARTE e não se beneficia em detrimento de resultados de calibrações ou ensaios que sejam favoráveis ou desfavoráveis ao prestígio de uma determinada marca ou modelo. O CALILAB também assegura a seus clientes o atendimento de todos os requisitos de confidencialidade previstos na ISO 17025:2017.

### Incerteza de Medição

*Measurement uncertainty*

Os resultados reportados referem-se à média dos valores encontrados. Cada Incerteza Expandida de Medição ( $U$ ) relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência  $k = 2,00$ , para uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. Quando o fator de abrangência  $k$  é um valor diferente de 2,00 o valor de  $k$  é reportado juntamente com os resultados. A expressão da incerteza de medição é determinada de acordo o Guia para a Expressão da Incerteza de Medição (GUM). A capacidade de medição e calibração (CMC) do laboratório Calilab é informada no site do Inmetro. Em uma determinada calibração a incerteza reportada poderá ser maior do que a CMC.

### Informações adicionais do item sob teste

*Additional information*

O sonômetro foi submetido aos testes com um microfone marca GRAS, modelo 40CD, s/n 141228, pré-amplificador marca 01dB, modelo PRE22, s/n 1610237. Software instalado: v. HW: 3F2D3D / FW: 2.47. Este equipamento foi calibrado em 90°, nesta calibração foi utilizado a entrada externa com um cabo extensor tipo lemo, de acordo com o pedido do cliente.

### Rastreabilidade

*Traceability*

Gerador: Identificação P234, Certificado DIMCI 1214/2019 (Emitente INMETRO/Laeta)

Calibrador Multi-frequência: Identificação P287, Certificado CAS-324791-J2C7T9-901 (Emitente ILAC/Brüel & Kjær N.A.)







Continuação do Certificado N°: RBC3-10927-576

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro)  
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Página  
Page 5

**Ponderações no tempo e na frequência em 1 kHz (A, C, Z)**

testes na faixa de referência

excitação pond. (A, F) (dB)	erro pond. (C, F) (dB)	erro pond. (Z, F) (dB)	tolerância (dB)	incerteza (dB)
94,0	0,0	0,0	0,2	0,1

**Ponderações no tempo e na frequência em 1 kHz (S, Leq)**

testes na faixa de referência

excitação pond. (A, F) (dB)	erro pond. (A, S) (dB)	erro pond. (A, Leq) (dB)	tolerância (dB)	incerteza (dB)
94,0	0,0	0,0	0,1	0,1

**Resposta a pulsos tonais (F; S; LAE)**

testes executados conforme aplicável

parâmetro sob teste	largura do trem (ms)	nível esperado (dB)	erro (dB)	tolerância + (dB)	tolerância - (dB)	incerteza (dB)	nível referência (dB)
Fast	200	133,0	0,0	0,5	-0,5	0,2	134,0
Fast	2	116,0	-0,1	1,0	-1,5	0,2	
Fast	0,25	107,0	-0,4	1,0	-3,0	0,2	
Slow	200	126,6	0,0	0,5	-0,5	0,2	
Slow	2	107,0	-0,1	1,0	-3,0	0,2	
LAE	200	127,0	0,0	0,5	-0,5	0,2	
LAE	2	107,0	0,0	1,0	-1,5	0,2	
LAE	0,25	98,0	-0,3	1,0	-3,0	0,2	

**Nível sonoro de pico ponderado em C**

testes executados conforme aplicável

sinal de teste	nível esperado (dB)	erro (dB)	tolerância + (dB)	tolerância - (dB)	incerteza (dB)	nível referência (dB)
ciclo completo de 8 kHz	134,4	-0,8	2,0	-2,0	0,2	131,0
semiciclo positivo 500 Hz	133,4	-0,1	1,0	-1,0	0,2	
semiciclo negativo 500 Hz	133,4	-0,1	1,0	-1,0	0,2	

**Indicação de sobrecarga e estabilidade**

sobrecarga: aplicável a sonômetros que indicam LAeq,T

sinal de teste	indicação (dB)	erro absoluto (dB)	tolerância (dB)	incerteza (dB)
semiciclo positivo	140,0	0,5	1,5	0,2
semiciclo negativo	140,5			
estabilidade de longa duração	94,0	0,0	0,1	0,1
estabilidade em nível alto	137,0	0,0	0,1	0,1

**Ruído auto-gerado**

configuração de entrada	ponderação em frequência	especificado (dB)	medido (dB)	O nível de ruído autogerado com microfone instalado e com dispositivo de entrada elétrica é reportado somente para informação e não é utilizado para avaliar a conformidade a um requisito.
microfone instalado	A	16,1	17,0	
dispositivo de entrada elétrica	A	11,0	8,8	
dispositivo de entrada elétrica	C	12,5	8,4	
dispositivo de entrada elétrica	Z	18,5	15,7	



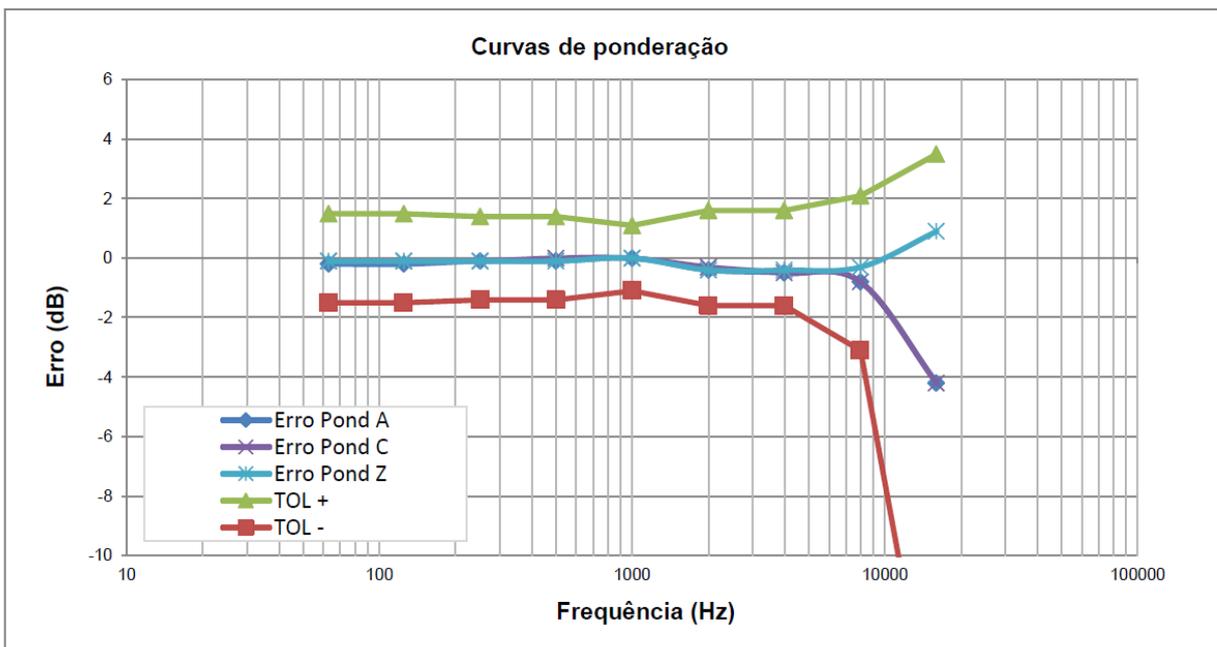
Continuação do Certificado N°: RBC3-10927-576

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro)  
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Página  
Page 6

**Ponderações em frequência - Teste elétrico (representação gráfica)**

( dados normalizados em 1000 Hz)



**Teste acústico (normalizado em 1000 Hz)**

resultados reportados corrigidos para CAMPO LIVRE

frequência [Hz]	nível de referência (dB)	erro (dB)	tolerância + (dB)	tolerância - (dB)	incerteza (dB)	faixa (dB)
125	114,0	0,1	1,0	-1,0	0,5	138
-	-	-	-	-	-	k
-	-	-	-	-	-	
1000	114,0	0,0	0,7	-0,7	0,4	2,00
-	-	-	-	-	-	
8000	114,0	0,3	1,5	-2,5	0,6	

O TESTE ACÚSTICO refere-se ao conjunto SONÔMETRO-MICROFONE para o campo sonoro reportado. O sonômetro permaneceu configurado com ponderação C. A menos que o cliente necessite um certificado de calibração exclusivo para microfone, o teste acústico é suficiente para caracterizar a resposta em frequência do conjunto, sonômetro-microfone, no contexto da norma IEC 61672. Os resultados reportados correspondem às condições de CAMPO LIVRE, isto é, níveis sonoros equivalentes àqueles que seriam indicados em resposta às ondas sonoras progressivas planas incidentes a partir da direção de referência. O teste acústico foi executado com um calibrador multi-frequência e posterior aplicação de correções. Os resultados reportados no teste acústico não se aplicam a indicações obtidas com incidência aleatória ou em campo de pressão (as indicações nestes campos requerem aplicação de correções ou uma calibração específica no campo de interesse).



**Continuação do Certificado Nº: RBC3-10927-576**

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro)  
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Página  
Page 7

**CRITÉRIOS DA NORMA IEC 61672-1:2013 PARA ESTABELECEER A CONFORMIDADE DO SONÔMETRO:**

A norma IEC 61672-1:2013 estabelece, para cada um dos testes, critérios de tolerância e incertezas máximas que podem ser praticadas. Com relação às incertezas, o laboratório identifica antecipadamente se o critério de incertezas máximas é atendido e, portanto, não há necessidade, a priori, do cliente fazer esta comprovação. Para identificar se o sonômetro atende determinada tolerância a norma estabelece que os erros não devem exceder os limites de tolerância definidos para o teste. Por exemplo, se uma determinada tolerância for de 1 dB, os valores absolutos do erro não deverão exceder a 1 dB.

**Observações adicionais sobre conformidade, exclusivas desta calibração:**

A norma IEC 61672-3: 2013 é uma norma que foi criada no âmbito da metrologia legal em sua origem, e, por isso, estabelece frases obrigatórias de conformidade geral do equipamento na conclusão dos testes periódicos. Essas frases têm como objetivo determinar a conformidade do sonômetro à IEC 61672-1:2013, sendo que, para isso, segundo esta própria norma, além de ser aprovado nos testes periódicos da IEC 61672-3:2013, o sonômetro deve também ter tido o seu modelo aprovado pela IEC 61672-2:2013 por meio de uma organização independente, isto é, instituições que gozam de reconhecimento internacional para tal fim. A tradução brasileira da parte 3 desta norma, a ABNT NBR IEC 61672-3:2018, por ser estritamente literal, também inclui tais frases.

No contexto brasileiro os testes periódicos da ABNT NBR IEC 61672-3:2018, como aqueles constantes neste certificado, são realizados, em geral, por laboratórios da Rede Brasileira de Calibração (RBC), no âmbito da metrologia científica. Se um ou mais testes apresentarem erros acima das tolerâncias especificadas na IEC 61672-1:2013, já constitui-se evidência suficiente da não conformidade do sonômetro à esta norma como um todo. Entretanto, se todos os testes apresentarem erros abaixo das tolerâncias especificadas na IEC 61672-1:2013, a conformidade do sonômetro não pode ser formalmente assegurada pelo laboratório RBC, uma vez que este não possui prerrogativas legais para reconhecer uma suposta evidência de aprovação de modelo pela IEC 61672-2:2013, e portanto, não pode fazer afirmações categóricas a este respeito. Assim sendo, as frases obrigatórias da ABNT NBR IEC 61672-3:2018, referentes ao caso em que o sonômetro tenha sido aprovado em todos os seus testes periódicos, ficam sujeitas à evidência pública - seja do cliente, do fabricante ou de organização independente - quanto à aprovação de modelo segundo a IEC 61672-2:2013, ou ainda, à ausência desta.

Portanto, caso haja evidência pública de aprovação de modelo pela IEC 61672-2:2013, aplica-se a seguinte conclusão normativa ao sonômetro submetido ao teste periódico:

"O sonômetro submetido ao teste completou com sucesso os testes periódicos da ABNT NBR IEC 61672-3:2018, para as condições ambientais em que os ensaios foram realizados. Como evidência estava publicamente disponível, a partir de uma organização de testes independente, responsável por aprovar os resultados dos testes de aprovação de modelo realizados de acordo com a IEC 61672-2:2013, para demonstrar que o modelo de sonômetro está completamente conforme os requisitos da classe X da IEC 61672-1:2013, o sonômetro submetido aos ensaios está em conformidade com os requisitos para classe X da IEC 61672-1:2013."

Caso não haja evidência pública de aprovação de modelo pela IEC 61672-2:2013, aplica-se a seguinte conclusão normativa ao sonômetro submetido ao teste periódico:

"O sonômetro submetido ao teste completou com sucesso os testes periódicos da ABNT NBR IEC 61672-3:2018, para as condições ambientais em que os ensaios foram realizados. Entretanto, nenhuma declaração geral ou conclusão pode ser feita a respeito da conformidade do sonômetro a todas as especificações da IEC 61672-1:2013, porque (a) nenhuma evidência estava publicamente disponível, a partir de uma organização independente de testes responsável pela aprovação de modelo, para demonstrar que o modelo do sonômetro está completamente em conformidade com as especificações para a classe X da IEC 61672-1:2013 ou que os dados de correção para o teste acústico de ponderação em frequência não foram fornecidos no manual de instrução e (b) porque os testes periódicos da ABNT NBR IEC 61672-3:2018 cobrem apenas um conjunto limitado de especificações da IEC 61672-1:2013."

Observações adicionais exclusivas desta calibração: (---)

(fim do resultados)

**Opiniões e interpretações (não fazem parte do escopo de acreditação)**

*Opinions and interpretations (not covered by accreditation scope)*

(-----)





## Continuação do Certificado N°: RBC1-10853-606

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro)  
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Página  
Page 2

### Local da calibração

*Calibration location*

Sede do laboratório Calilab (conforme indicado na página 1).

### Condições ambientais

*Environmental conditions*

Temperatura	23,5 °C
Umidade relativa	34 %
Pressão atmosférica	923 hPa

### Procedimento

*Procedure*

IT-572: Método de calibração de acordo com a ABNT NBR IEC 61672-3:2018 - *Eletroacústica - Sonômetros: Testes Periódicos* (adoção idêntica à IEC 61672-3:2013 - *Electroacoustics - Sound level meters - Periodic Test*). Por este procedimento são realizados testes elétricos bem como testes acústicos. O conjunto de parâmetros calibrados atende a recomendação do documento DOQ-CGCRE-052.

### Plano de calibração

*Calibration plan*

Os critérios de seleção do método atendem aos requisitos da ISO 17025. O plano de calibração é elaborado e pactuado observando: o uso de métodos apropriados, as características do item sob teste e as necessidades do cliente. Para que o serviço de calibração complete sua finalidade, o laboratório recomenda que este certificado de calibração seja submetido a análise crítica, observando os erros de medição reportados e as incertezas associadas a cada teste, avaliando o impacto que cada parâmetro tem sobre as medições. Sempre que pertinente, são incluídas informações adicionais sobre contrato, solicitações do cliente, plano de calibração e configurações do item. Ajustes e reparos não fazem parte do escopo de acreditação.

### Imparcialidade e confidencialidade

*Impartiality and confidentiality*

De acordo com a ISO 17025:2017 o laboratório não pode permitir que pressões comerciais, financeiras ou outras comprometam a imparcialidade. A norma identifica situações de risco à imparcialidade quando os relacionamentos são baseados em propriedade, governança, gestão, pessoal, recursos compartilhados, finanças, contratos, marketing (incluindo promoção de marcas) e pagamento de comissões de vendas ou outros benefícios pela indicação de novos clientes. Para assegurar a independência do CALILAB e promover um ambiente neutro, de equidade e sem conflitos de interesses, a Total Safety optou por manter-se livre de quaisquer associações que a identifiquem como uma parte interessada. O CALILAB é, portanto, um LABORATÓRIO DE TERCEIRA PARTE e não se beneficia em detrimento de resultados de calibrações ou ensaios que sejam favoráveis ou desfavoráveis ao prestígio de uma determinada marca ou modelo. O CALILAB também assegura a seus clientes o atendimento de todos os requisitos de confidencialidade previstos na ISO 17025:2017.

### Incerteza de Medição

*Measurement uncertainty*

Os resultados reportados referem-se à média dos valores encontrados. Cada Incerteza Expandida de Medição ( $U$ ) relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência  $k = 2,00$ , para uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. Quando o fator de abrangência  $k$  é um valor diferente de 2,00 o valor de  $k$  é reportado juntamente com os resultados. A expressão da incerteza de medição é determinada de acordo o Guia para a Expressão da Incerteza de Medição (GUM). A capacidade de medição e calibração (CMC) do laboratório Calilab é informada no site do Inmetro. Em uma determinada calibração a incerteza reportada poderá ser maior do que a CMC.

### Informações adicionais do item sob teste

*Additional information*

O sonômetro foi submetido aos testes com um microfone marca GRAS, modelo 40CD, s/n 144909, pré-amplificador marca 01dB, modelo PRE22, s/n 10523. Software instalado: v. HW: LIS1005G / FW: 2.47. Este equipamento foi calibrado em 90°, nesta calibração foi utilizado a entrada externa com um cabo extensor tipo lemo, de acordo com o pedido do cliente.

### Rastreabilidade

*Traceability*

Gerador: Identificação P144, Certificado DIMCI 1374/2016 (Emitente INMETRO/Laeta)

Calibrador Multi-frequência: Identificação P287, Certificado CAS-324791-J2C7T9-901 (Emitente ILAC/Brüel & Kjær N.A.)



**Continuação do Certificado N°: RBC1-10853-606**

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro)  
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

**RESULTADOS DA CALIBRAÇÃO**

Results

**Indicação inicial e indicação após o eventual ajuste**

carater informativo

indicação inicial	referência (dB)	indicação (dB)	indicação após eventual ajuste	referência (dB)	indicação (dB)	frequência (Hz)
	94,0	93,9		94,0	94,1	1000,0

**Linearidade na faixa de referência (em 8000 Hz, com ponderação A)**

excitação (dB)	erro (dB)	tolerância + (dB)	tolerância - (dB)	limite superior de linearidade (dB)	nível de referência (dB)
135,0	-0,3	0,8	-0,8	135	94,0
134,0	-0,2				
129,0	-0,3				
124,0	-0,3				
119,0	-0,2				
114,0	-0,3				
109,0	-0,2				
104,0	-0,2				
99,0	0,0				
94,0	0,0				
89,0	0,0				
84,0	0,0				
79,0	0,0				
74,0	0,0				
69,0	0,0				
64,0	0,0				
59,0	0,0				
54,0	0,0				
49,0	0,0				
44,0	0,0				
39,0	0,0				
38,0	0,0				
34,0	0,0				
29,0	0,0				
24,0	0,1				
23,0	0,2				
22,0	0,3				
21,0	0,4				
20,0	0,5				
19,0	0,6				
18,0	0,8				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				

limite inferior de linearidade (dB)	incerteza de 39 a 135 (dB)	incerteza de 18 a 38 (dB)	faixa de referência (dB)
18	0,2	0,2	138,0





**Continuação do Certificado Nº: RBC1-10853-606**

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro)  
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Página  
Page 5

**Ponderações no tempo e na frequência em 1 kHz (A, C, Z)**

testes na faixa de referência

excitação pond. (A, F) (dB)	erro pond. (C, F) (dB)	erro pond. (Z, F) (dB)	tolerância (dB)	incerteza (dB)
94,0	0,0	0,0	0,2	0,1

**Ponderações no tempo e na frequência em 1 kHz (S, Leq)**

testes na faixa de referência

excitação pond. (A, F) (dB)	erro pond. (A, S) (dB)	erro pond. (A, Leq) (dB)	tolerância (dB)	incerteza (dB)
94,0	0,0	0,0	0,1	0,1

**Resposta a pulsos tonais (F; S; LAE)**

testes executados conforme aplicável

parâmetro sob teste	largura do trem (ms)	nível esperado (dB)	erro (dB)	tolerância + (dB)	tolerância - (dB)	incerteza (dB)	nível referência (dB)
Fast	200	133,0	0,0	0,5	-0,5	0,2	134,0
Fast	2	116,0	-0,1	1,0	-1,5	0,2	
Fast	0,25	107,0	-0,3	1,0	-3,0	0,2	
Slow	200	126,6	0,0	0,5	-0,5	0,2	
Slow	2	107,0	0,0	1,0	-3,0	0,2	
LAE	200	127,0	0,0	0,5	-0,5	0,2	
LAE	2	107,0	0,0	1,0	-1,5	0,2	
LAE	0,25	98,0	-0,3	1,0	-3,0	0,2	

**Nível sonoro de pico ponderado em C**

testes executados conforme aplicável

sinal de teste	nível esperado (dB)	erro (dB)	tolerância + (dB)	tolerância - (dB)	incerteza (dB)	nível referência (dB)
ciclo completo de 8 kHz	134,4	0,6	2,0	-2,0	0,2	131,0
semiciclo positivo 500 Hz	133,4	-0,1	1,0	-1,0	0,2	
semiciclo negativo 500 Hz	133,4	-0,1	1,0	-1,0	0,2	

**Indicação de sobrecarga e estabilidade**

sobrecarga: aplicável a sonômetros que indicam LAeq,T

sinal de teste	indicação (dB)	erro absoluto (dB)	tolerância (dB)	incerteza (dB)
semiciclo positivo	140,4	0,5	1,5	0,2
semiciclo negativo	140,9			
estabilidade de longa duração	94,0	0,0	0,1	0,1
estabilidade em nível alto	137,0	0,0	0,1	0,1

**Ruído auto-gerado**

configuração de entrada	ponderação em frequência	especificado (dB)	medido (dB)	O nível de ruído autogerado com microfone instalado e com dispositivo de entrada elétrica é reportado somente para informação e não é utilizado para avaliar a conformidade a um requisito.
microfone instalado	A	16,1	17,5	
dispositivo de entrada elétrica	A	11,0	8,4	
dispositivo de entrada elétrica	C	12,5	7,2	
dispositivo de entrada elétrica	Z	18,5	16,3	

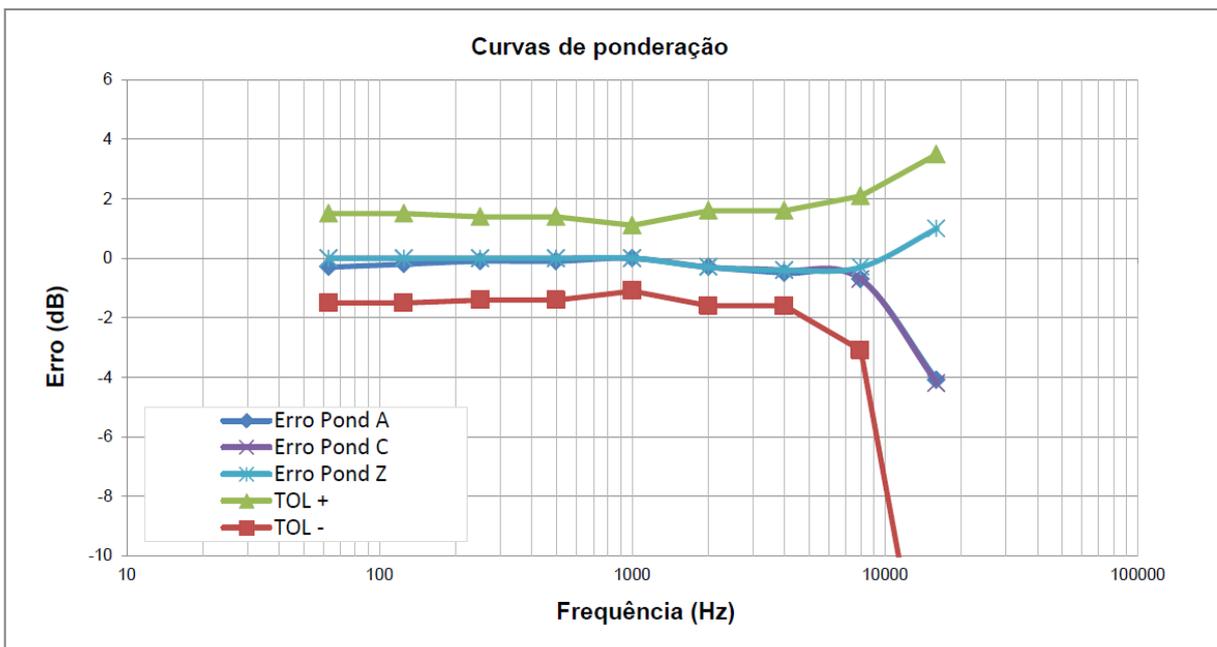


Continuação do Certificado N°: RBC1-10853-606

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Ponderações em frequência - Teste elétrico (representação gráfica)

( dados normalizados em 1000 Hz)



Teste acústico (normalizado em 1000 Hz)

resultados reportados corrigidos para CAMPO LIVRE

frequência [Hz]	nível de referência (dB)	erro (dB)	tolerância + (dB)	tolerância - (dB)	incerteza (dB)	faixa (dB)
125	114,0	0,1	1,0	-1,0	0,5	138
-	-	-	-	-	-	k
-	-	-	-	-	-	
1000	114,0	0,0	0,7	-0,7	0,4	2,00
-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	
8000	114,0	0,5	1,5	-2,5	0,6	

O TESTE ACÚSTICO refere-se ao conjunto SONÔMETRO-MICROFONE para o campo sonoro reportado. O sonômetro permaneceu configurado com ponderação C. A menos que o cliente necessite um certificado de calibração exclusivo para microfone, o teste acústico é suficiente para caracterizar a resposta em frequência do conjunto, sonômetro-microfone, no contexto da norma IEC 61672. Os resultados reportados correspondem às condições de CAMPO LIVRE, isto é, níveis sonoros equivalentes àqueles que seriam indicados em resposta às ondas sonoras progressivas planas incidentes a partir da direção de referência. O teste acústico foi executado com um calibrador multi-frequência e posterior aplicação de correções. Os resultados reportados no teste acústico não se aplicam a indicações obtidas com incidência aleatória ou em campo de pressão (as indicações nestes campos requerem aplicação de correções ou uma calibração específica no campo de interesse).



**Continuação do Certificado Nº: RBC1-10853-606**

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro)  
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Página  
Page 7

**CRITÉRIOS DA NORMA IEC 61672-1:2013 PARA ESTABELECEMOS A CONFORMIDADE DO SONÔMETRO:**

A norma IEC 61672-1:2013 estabelece, para cada um dos testes, critérios de tolerância e incertezas máximas que podem ser praticadas. Com relação às incertezas, o laboratório identifica antecipadamente se o critério de incertezas máximas é atendido e, portanto, não há necessidade, a priori, do cliente fazer esta comprovação. Para identificar se o sonômetro atende determinada tolerância a norma estabelece que os erros não devem exceder os limites de tolerância definidos para o teste. Por exemplo, se uma determinada tolerância for de 1 dB, os valores absolutos do erro não deverão exceder a 1 dB.

**Observações adicionais sobre conformidade, exclusivas desta calibração:**

A norma IEC 61672-3: 2013 é uma norma que foi criada no âmbito da metrologia legal em sua origem, e, por isso, estabelece frases obrigatórias de conformidade geral do equipamento na conclusão dos testes periódicos. Essas frases têm como objetivo determinar a conformidade do sonômetro à IEC 61672-1:2013, sendo que, para isso, segundo esta própria norma, além de ser aprovado nos testes periódicos da IEC 61672-3:2013, o sonômetro deve também ter tido o seu modelo aprovado pela IEC 61672-2:2013 por meio de uma organização independente, isto é, instituições que gozam de reconhecimento internacional para tal fim. A tradução brasileira da parte 3 desta norma, a ABNT NBR IEC 61672-3:2018, por ser estritamente literal, também inclui tais frases.

No contexto brasileiro os testes periódicos da ABNT NBR IEC 61672-3:2018, como aqueles constantes neste certificado, são realizados, em geral, por laboratórios da Rede Brasileira de Calibração (RBC), no âmbito da metrologia científica. Se um ou mais testes apresentarem erros acima das tolerâncias especificadas na IEC 61672-1:2013, já constitui-se evidência suficiente da não conformidade do sonômetro à esta norma como um todo. Entretanto, se todos os testes apresentarem erros abaixo das tolerâncias especificadas na IEC 61672-1:2013, a conformidade do sonômetro não pode ser formalmente assegurada pelo laboratório RBC, uma vez que este não possui prerrogativas legais para reconhecer uma suposta evidência de aprovação de modelo pela IEC 61672-2:2013, e portanto, não pode fazer afirmações categóricas a este respeito. Assim sendo, as frases obrigatórias da ABNT NBR IEC 61672-3:2018, referentes ao caso em que o sonômetro tenha sido aprovado em todos os seus testes periódicos, ficam sujeitas à evidência pública - seja do cliente, do fabricante ou de organização independente - quanto à aprovação de modelo segundo a IEC 61672-2:2013, ou ainda, à ausência desta.

Portanto, caso haja evidência pública de aprovação de modelo pela IEC 61672-2:2013, aplica-se a seguinte conclusão normativa ao sonômetro submetido ao teste periódico:

"O sonômetro submetido ao teste completou com sucesso os testes periódicos da ABNT NBR IEC 61672-3:2018, para as condições ambientais em que os ensaios foram realizados. Como evidência estava publicamente disponível, a partir de uma organização de testes independente, responsável por aprovar os resultados dos testes de aprovação de modelo realizados de acordo com a IEC 61672-2:2013, para demonstrar que o modelo de sonômetro está completamente conforme os requisitos da classe X da IEC 61672-1:2013, o sonômetro submetido aos ensaios está em conformidade com os requisitos para classe X da IEC 61672-1:2013."

Caso não haja evidência pública de aprovação de modelo pela IEC 61672-2:2013, aplica-se a seguinte conclusão normativa ao sonômetro submetido ao teste periódico:

"O sonômetro submetido ao teste completou com sucesso os testes periódicos da ABNT NBR IEC 61672-3:2018, para as condições ambientais em que os ensaios foram realizados. Entretanto, nenhuma declaração geral ou conclusão pode ser feita a respeito da conformidade do sonômetro a todas as especificações da IEC 61672-1:2013, porque (a) nenhuma evidência estava publicamente disponível, a partir de uma organização independente de testes responsável pela aprovação de modelo, para demonstrar que o modelo do sonômetro está completamente em conformidade com as especificações para a classe X da IEC 61672-1:2013 ou que os dados de correção para o teste acústico de ponderação em frequência não foram fornecidos no manual de instrução e (b) porque os testes periódicos da ABNT NBR IEC 61672-3:2018 cobrem apenas um conjunto limitado de especificações da IEC 61672-1:2013."

Observações adicionais exclusivas desta calibração: (---)

(fim do resultados)

**Opiniões e interpretações (não fazem parte do escopo de acreditação)**

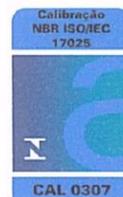
*Opinions and interpretations (not covered by accreditation scope)*

(-----)



CALILAB - Laboratório de Calibração e Ensaios da Total Safety

CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS  
RBC - REDE BRASILEIRA  
DE CALIBRAÇÃO.



## CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC3-10321-388

### 1- CLIENTE/ EQUIPAMENTO

**Nome:** Acoem Brasil Comércio de Equipamentos Ltda.  
**Endereço:** Rua Domingos de Moraes, 2102 - Cj 11,12 e 14 - Vila Mariana - São Paulo - SP - CEP 04036-000  
**Interessado:** O mesmo

**Equipamento:** Sonômetro Integrador  
**Marca:** 01dB  
**Modelo:** DUO / Software: v: HW LIS1005G; FW 2.40  
**Número de Série:** 12365  
**Identificação:** ---  
**Classe:** 1

**Referência acústica:** Calibrador de Nível Sonoro (código interno Nº P117), de propriedade do laboratório, com certificado de calibração Nº RBC2-10172-455, do(a) RBC, calibrado em 7/11/2017.  
**Configuração sob teste:** Equipamento configurado na direção de 90° com nose cone.

**Data da calibração:** 05/04/2018  
**Processo:** 18249

**Marca (microfone):** G.R.A.S.  
**Modelo (microfone):** 40CD  
**Nº Série (microfone):** 260791  
**Marca (pré-amplificador):** ---  
**Modelo (pré-amplificador):** ---  
**Nº Série (pré-amplificador):** ---

### 2- PADRÕES E INSTRUMENTAÇÃO

Descrição	Código	Certificado:	Emitente:
Gerador Arbitrário	P234	DIMCI 1073/2016	INMETRO
Microfone	P135	DIMCI 0225/2018	INMETRO
Multímetro Digital	P105	RBC 18/0102	RBC
Calibrador Multi-Frequência	P280		Higrômetro P255
Pré-amplificador	P281		Termômetro P255
Pré-amplificador	P103		Barômetro Digital P255

### 3- INFORMAÇÕES DA CALIBRAÇÃO

**Local da calibração:** Calibração realizada nas instalações do Calilab.  
**Procedimento:** IT-572: Método de calibração de acordo com a norma IEC 61672-3:2006 - Electroacoustics - Sound level meters - Periodic Test. Este método define os testes acústicos e elétricos que integram as verificações periódicas de sonômetros fabricados em conformidade com a norma IEC 61672-1 - Electroacoustics - Sound level meters. A calibração por este procedimento se aplica a sonômetros que tenham sido fabricados para atender esta norma.  
**Condições ambientais:** Temperatura média: 20,2 °C, Umidade Relativa média: 46 %, Pressão Atmosférica média: 92,9 kPa.  
**Observações gerais:**  
1- Os resultados apresentados referem-se à média dos valores encontrados.  
2- Cada Incerteza Expandida de Medição (U) relatada é declarada como a incerteza padrão combinada de medição multiplicada pelo fator de abrangência k, para uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%.  
3- O presente certificado de calibração é válido apenas para a configuração de Sonômetro, conforme descrição do item 1, não sendo extensivo a quaisquer outras configurações, ainda que similares.  
4- Recomenda-se que o cliente mantenha registro das evidências de aprovação de modelo do item calibrado.  
5- Este certificado de calibração somente pode ser reproduzido completo. Reproduções para fins de divulgação em material publicitário, bem como reproduções parciais, requerem autorização escrita do laboratório emitente. Nenhuma reprodução poderá ser usada de maneira enganosa.  
6- Cgcre is Signatory of the ILAC Mutual Recognition Arrangement. Cgcre is Signatory of a Bilateral Mutual Agreement with EA. Cgcre is signatory of the IAAC Mutual Recognition Arrangement.

### 4- SUMÁRIO DOS RESULTADOS

Inspeção preliminar:	avaliado
Ruído auto gerado (acústico):	avaliado
Ruído auto gerado (elétrico):	avaliado
Linearidade de Níveis (faixa de referência):	de acordo
Linearidade de Níveis (controle de faixas):	não se aplica
Ponderações no tempo e na frequência em 1 kHz:	de acordo

Nível de pressão sonora de pico com ponderação C:	de acordo
Indicação de sobrecarga:	de acordo
Resposta aos tons tonais:	de acordo
Ponderações em frequência (teste elétrico):	de acordo
Teste acústico:	de acordo
RESULTADO GERAL:	de acordo

Executante: \_\_\_\_\_

Página: 1/3

Este certificado atende aos requisitos de acreditação pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) que avaliou a competência do laboratório e comprovou a sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida (ou ao Sistema Internacional de Unidades – SI).



CALILAB - Laboratório de Calibração e Ensaio da Total Safety

**CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS**  
Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o N° 307.

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC3-10321-388

**5- RESULTADOS E DECLARAÇÃO DA INCERTEZA**

**Inspeção preliminar:**

Antes de iniciar a calibração, o sonômetro e todos os seus acessórios foram inspecionados visualmente, com atenção particular a eventuais danos ou acúmulo de materiais alheios (sujeira) na grade de proteção ou diafragma do microfone. Todos os controles relevantes foram operados para assegurar o pleno funcionamento e o estado operacional do conjunto sob teste.

Ruído Auto-gerado	avaliado	
	especificado	medido
máximo nível	16,1	17,2
acústico - dB(A):	11,0	8,2
elétrico - dB(A):	12,5	7,4
elétrico - dB(Z):	18,5	13,4

Nota: O preenchimento "----" indica que não há dados para esse campo

**Linearidade de Níveis na faixa de referência:**

nível de referência (dB)	excitação (dB)	erro (dB)	excitação (dB)	erro (dB)	de acordo	
					excitação (dB)	erro (dB)
94,0	135,0	-0,2	74,0	-0,1	21,0	0,6
	134,0	-0,2	69,0	-0,1	20,0	0,7
	129,0	-0,2	64,0	0,0	19,0	0,8
tolerância (dB)	124,0	-0,2	59,0	0,0	---	---
	119,0	-0,2	54,0	0,0	---	---
1,1	114,0	-0,2	49,0	0,0	---	---
	109,0	-0,2	44,0	0,0	---	---
incerteza (dB)	104,0	-0,2	39,0	0,0	---	---
k=2,04	99,0	0,0	34,0	0,0	---	---
	94,0	0,0	29,0	0,1	---	---
0,2	89,0	0,0	24,0	0,3	---	---
	84,0	0,0	23,0	0,3	---	---
	79,0	0,0	22,0	0,4	---	---

**Linearidade de Níveis incluindo o controle de faixas: (medidor de uma única faixa de níveis)**

nível de referência (dB)	faixa sob teste		excitação (dB)	erro (dB)	não se aplica	
	início	fim			excitação (dB)	erro (dB)
---	---	---	---	---	---	---
tolerância (dB)	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
incerteza (dB)	---	---	---	---	---	---
k=---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---

**Ponderações no tempo e na frequência em 1 kHz:**

referência dB(A, Fast)	erros (dB)			de acordo	
	dB(C, Fast)	dB(Z, Fast)	dB(Flat, Fast)	tolerância (dB)	incerteza (dB) k=2,00
94,0	0,0	0,0	---	0,4	0,1
referência dB(A, Fast)	erros (dB)			tolerância (dB)	incerteza (dB) k=2,00
	dB(A, Slow)	dB(A, Leq)			
94,0	0,0	0,0		0,3	0,1

**Nível de pressão sonora de pico com ponderação C:**

nível de referência do sinal de teste 132,0 dB	nível esperado (dB)	erro (dB)	de acordo		
			tolerância (dB)	incerteza (dB) k=2,00	
ciclo de 8 kHz	135,4	0,7	2,4	-2,4	0,2
semiciclo positivo 500 Hz	134,4	-0,1	1,4	-1,4	0,2
semiciclo negativo 500 Hz	134,4	-0,1	1,4	-1,4	0,2

**Indicação de sobrecarga:**

sinal de teste	indicação (dB)	diferença absoluta (dB)	de acordo	
			tolerância (dB)	incerteza (dB) k=2,00
semiciclo positivo	140,5	0,4	1,8	0,2
semiciclo negativo	140,9			

Executante: \_\_\_\_\_

Página: 2/3



CALILAB - Laboratório de Calibração e Ensaios da Total Safety

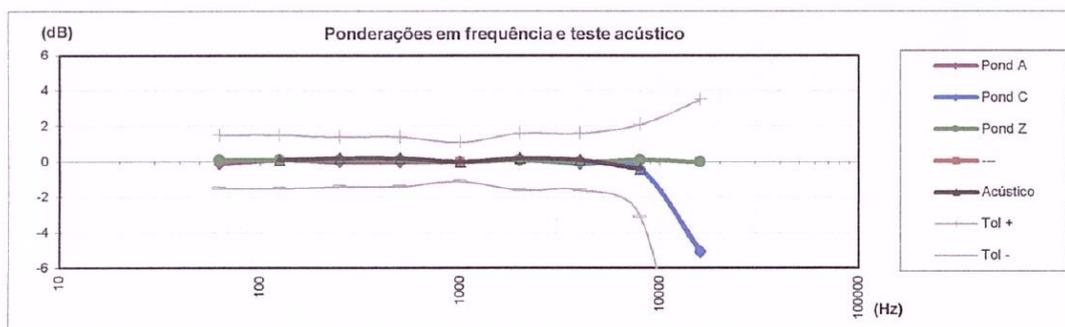
**CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS**  
Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o Nº 307.

**CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC3-10321-388**

Resposta aos trens tonais (nível de ref = 134 dB)				de acordo		
característica sob teste	largura do trem (ms)	nível esperado (dB)	erro (dB)	tolerância (dB)	incerteza (dB)	k=2,00
Fast	200	133,0	0,0	0,8	-0,8	0,2
Fast	2	116,0	0,0	1,3	-1,8	0,2
Fast	0,25	107,0	-0,2	1,3	-3,3	0,2
Slow	200	126,6	0,0	0,8	-0,8	0,2
Slow	2	107,0	0,0	1,3	-3,3	0,2
LAE	200	127,0	0,0	0,8	-0,8	0,2
LAE	2	107,0	0,0	1,3	-1,8	0,2
LAE	0,25	98,0	-0,2	1,3	-3,3	0,2

frequência de teste (Hz)	erros das ponderações em frequência (dB)				de acordo		
	A	C	Z	Flat	tolerância (dB)	incerteza (dB)	k=2,07
63	-0,1	0,1	0,1	---	1,5	-1,5	0,2
125	0,1	0,1	0,1	---	1,5	-1,5	0,2
250	0,0	0,1	0,1	---	1,4	-1,4	0,2
500	0,0	0,1	0,1	---	1,4	-1,4	0,2
1000	0,0	0,0	0,0	---	1,1	-1,1	0,2
2000	0,1	0,1	0,1	---	1,6	-1,6	0,2
4000	-0,1	-0,1	0,0	---	1,6	-1,6	0,2
8000	-0,4	-0,4	0,1	---	2,1	-3,1	0,2
16000	-5,0	-5,1	0,0	---	3,5	-17	0,2

Teste acústico (nível de ref = 94,0 dB) - resultados em CAMPO LIVRE		de acordo	
frequência de teste (Hz)	erro da Pond C (dB)	tolerância (dB)	incerteza (dB)
125	0,1	1,5	-1,5
250	0,2	1,4	-1,4
500	0,2	1,4	-1,4
1000	0,0	1,1	-1,1
2000	0,2	1,6	-1,6
4000	0,1	1,6	-1,6
8000	-0,4	2,1	-3,1



**Ajustes e Reparos (não fazem parte do escopo de acreditação):**

\* A inspeção citada no item 5 não implica em qualquer tipo de revisão técnica ou manutenção.

**Opiniões e Interpretações (não fazem parte do escopo de acreditação):**

Observa-se que o TESTE ACÚSTICO mencionado na tabela e gráfico acima refere-se ao conjunto SONÔMETRO + MICROFONE discriminados no item 1 deste certificado. Adicionalmente, o laboratório salienta que "teste acústico" da norma 61672-3 é interpretado como um procedimento que inclui invariavelmente o teste do microfone.

Elvis Gouveia  
Signatário Autorizado

Data da emissão: 05/04/2018

Página: 3/3



**CALILAB - Laboratório de Calibração e Ensaios**  
ISO 17025: Laboratório Acreditado (*Accredited Laboratory*)

**TOTAL SAFETY LTDA.**

R. Gal. Humberto de A. C. Branco, 310  
São Caetano do Sul - CEP 09560-380  
Tel: (11) 4220-2600  
info@totalsafety.com.br  
www.totalsafety.com.br

## CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

*Calibration Certificate*

**Nº: RBC2-10536-453**

*Certificate Number*

**RBC - REDE BRASILEIRA DE CALIBRAÇÃO**

*Brazilian Calibration Network*



**CLIENTE**

*Customer*

Acoem Brasil Comércio de Equipamentos Ltda.  
Rua Domingos de Morais, 2102 - 1º andar - Cj. 11/12/14  
São Paulo - SP - CEP 04036-000

Processo / O.S.:

18849

**Interessado**

*Interested party*

(o mesmo)

**Item calibrado**

*Calibrated item*

Calibrador de nível sonoro (Classe 1)

**Marca**

*Brand*

01dB

**Modelo**

*Model*

Cal31

**Número de série**

*Serial number*

84078

**Identificação**

*Identification*

---

Calilab é um Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Este certificado atende aos requisitos de acreditação pela Cgcre que avaliou a competência do laboratório e comprovou a sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida (ou ao Sistema Internacional de Unidades – SI).

Este certificado é válido apenas para o item descrito, não sendo extensivo a quaisquer outros, ainda que similares. Este certificado somente pode ser reproduzido em sua forma integral e desde que seja legível. Reproduções parciais ou para fins de divulgação em material publicitário, requerem autorização expressa do laboratório. Nenhuma reprodução poderá ser usada de maneira enganosa.

A versão original deste certificado é um arquivo PDF.

**Data da calibração**

*Date of calibration (day/month/year)*

06/11/2018

**Data da Emissão:**

*Date of issue*

06/11/2018

Assinado de forma digital por  
Elvis Gouveia

DN: cn=Elvis Gouveia, o=Total  
Safety Ltda., ou=Calilab,  
email=elvis@totalsafety.com.br,  
c=BR

Dados: 100d10000b 0b1d010d  
-010'00'

**Total de páginas**

*Total pages number*

3

Elvis Gouveia  
Signatário Autorizado

*Authorized Signatory*

**Página**

*Page*

1

A Cgcre é signatária do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation). A Cgcre é signatária do Acordo de Reconhecimento Mútuo da IAAC (Interamerican Accreditation Cooperation).

*Cgcre is Signatory of the ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation) Mutual Recognition Arrangement. Cgcre is signatory of the IAAC (Interamerican Accreditation Cooperation) Mutual Recognition Arrangement.*



## Continuação do Certificado N°: RBC2-10536-453

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro)  
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Página

Page 2

### Local da calibração

*Calibration location*

Sede do laboratório Calilab (conforme indicado na página 1).

### Condições ambientais

*Environmental conditions*

Temperatura	21,7 °C
Umidade relativa	57 %
Pressão atmosférica	932 hPa

### Procedimento

*Procedure*

Instrução de Trabalho IT-502 (revisão em vigência na data desta calibração). O procedimento está baseado na norma IEC 60942 – *Sound Calibrators*. Os critérios de conformidade dependem da revisão desta norma: 1988, 1997 ou 2003. A revisão escolhida pelo laboratório corresponde prioritariamente à revisão declarada pelo fabricante. O conjunto de parâmetros calibrados atende a recomendação do documento DOC-CGCRE-052.

### Plano de calibração

*Calibration plan*

Os critérios de seleção do método atendem aos requisitos da ISO 17025. O plano de calibração é elaborado e pactuado observando: o uso de métodos apropriados, as características do item sob teste e as necessidades do cliente. Para que o serviço de calibração complete sua finalidade, o laboratório recomenda que este certificado de calibração seja submetido a análise crítica, observando os erros de medição reportados e as incertezas associadas a cada teste, avaliando o impacto que cada parâmetro tem sobre as medições. Sempre que pertinente, são incluídas informações adicionais sobre contrato, solicitações do cliente, plano de calibração e configurações do item. Ajustes e reparos não fazem parte do escopo de acreditação.

### Imparcialidade e confidencialidade

*Impartiality and confidentiality*

De acordo com a ISO 17025:2017 o laboratório não pode permitir que pressões comerciais, financeiras ou outras comprometam a imparcialidade. A norma identifica situações de risco à imparcialidade quando os relacionamentos são baseados em propriedade, governança, gestão, pessoal, recursos compartilhados, finanças, contratos, marketing (incluindo promoção de marcas) e pagamento de comissões de vendas ou outros benefícios pela indicação de novos clientes. Para assegurar a independência do CALILAB e promover um ambiente neutro, de equidade e sem conflitos de interesses, a Total Safety optou por manter-se livre de quaisquer associações que a identifiquem como uma parte interessada. O CALILAB é, portanto, um LABORATÓRIO DE TERCEIRA PARTE e não se beneficia em detrimento de resultados de calibrações ou ensaios que sejam favoráveis ou desfavoráveis ao prestígio de uma determinada marca ou modelo. O CALILAB também assegura a seus clientes o atendimento de todos os requisitos de confidencialidade previstos na ISO 17025:2017.

### Incerteza de medição

*Measurement uncertainty*

Os resultados reportados referem-se à média dos valores encontrados. Cada Incerteza Expandida de Medição ( $U$ ) relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência  $k = 2,00$ , para uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. Quando o fator de abrangência  $k$  é um valor diferente de 2,00 o valor de  $k$  é reportado juntamente com os resultados. A expressão da incerteza de medição é determinada de acordo o Guia para a Expressão da Incerteza de Medição (GUM). A capacidade de medição e calibração (CMC) do laboratório Calilab é informada no site do Inmetro. Em uma determinada calibração a incerteza reportada poderá ser maior do que a CMC.

### Informações adicionais do item sob teste

*Additional information*

(---)

### Rastreabilidade

*Traceability*

Microfone de 1/2 polegada: Identificação P114, Certificado RBC2-9984-726 (Emitente RBC/Calilab)  
Multímetro Digital: Identificação P105, Certificado RBC-16/0634 (Emitente RBC/Sigtron)



**Continuação do Certificado Nº: RBC2-10536-453**

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro)  
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0307.

Página

Page 3

**RESULTADOS DA CALIBRAÇÃO**

*Results*

**Nível de pressão sonora e frequência**

valor nominal	valor medido	tolerância ± (IEC 60942:2003)	incerteza de medição	unidade da medida
94	93,99	0,40	0,12	[dB]
1000 (94 dB)	1000,4	10,0	0,1	Hz

O critério de conformidade definido na norma IEC 60942:2003 estabelece que os desvios, estendidos pelas incertezas expandidas de medição, não devem exceder os limites de tolerância especificados (expressos na tabela). O mesmo critério de aceitação vale para amplitude e frequência. A norma estabelece requisitos de incertezas máximas para o laboratório de calibração. O Calliab atende tais requisitos.

(fim do resultados)

**Opiniões e interpretações (não fazem parte do escopo de acreditação)**

*Opinions and interpretations (not covered by accreditation scope)*

(-----)



9. Anexo B – ART

Resolução nº 1.025/2009 - Anexo I - Modelo A

Página 1/2



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART  
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-SP

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado de São Paulo

ART de Obra ou Serviço  
28027230200109964

1. Responsável Técnico

**HENRIQUE JERONIMO ABRAO**

Título Profissional: Engenheiro de Controle e Automação

RNP: 2608887570

Registro: 5063370010-SP

Registro: 0546062-SP

Empresa Contratada: ACOEM BRASIL COMÉRCIO DE EQUIPAMENTOS LTDA

2. Dados do Contrato

Contratante: AEROPORTOS DO SUDESTE DO BRASIL S.A.

CPF/CNPJ: 33.402.939/0001-31

Endereço: Rua FORTUNATO RAMOS

Nº: 245

Complemento: sala 1304

Bairro: SANTA LÚCIA

Cidade: Vitória

UF: ES

CEP: 29056-020

Contrato: APA-19-1487

Celebrado em: 27/11/2019

Vinculada à Art nº:

Valor: R\$ 48.592,00

Tipo de Contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado

Ação Institucional:

3. Dados da Obra Serviço

Endereço: Avenida ROZA HELENA SCHORLING ALBUQUERQUE

Nº:

Complemento: Aeroporto de Vitória

Bairro: AEROPORTO

Cidade: Vitória

UF: ES

CEP: 29075-685

Data de Início: 03/02/2020

Previsão de Término: 28/02/2020

Coordenadas Geográficas:

Finalidade:

Código:

CPF/CNPJ:

Endereço: Rua DOMINGOS DE MORAIS

Nº: 2102

Complemento: cj 12

Bairro: VILA MARIANA

Cidade: São Paulo

UF: SP

CEP: 04036-000

Data de Início: 27/01/2020

Previsão de Término: 27/04/2020

Coordenadas Geográficas:

Finalidade:

Código:

CPF/CNPJ:

Endereço: Rua TANCREDO NEVES

Nº: 734

Complemento: Aeroporto de Macaé

Bairro: PARQUE AEROPORTO

Cidade: Macaé

UF: RIO DE JANEIRO

CEP:

Data de Início: 03/02/2020

Previsão de Término: 28/02/2020

Coordenadas Geográficas:

Finalidade:

Código:

CPF/CNPJ:

4. Atividade Técnica

Consultoria

1

Estudo

Acústica - Controle de  
Ruído

Quantidade

2,00000

Unidade

unidade

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

*H.*



5. Observações

Simulação computacional em CadnaA - PEZR - Aeroportos Macaé e Vitória; Monitoramento de ruído para validação das curvas - Aeroportos Macaé e Vitória; Plano de Monitoramento - Aeroporto Macaé e Vitória.

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro que as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.

7. Entidade de Classe

0-NÃO DESTINADA

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

São Paulo 30 de Janeiro de 2020

Local data

H. Ábrao

HENRIQUE JERONIMO ÁBRAO - CPF: 075.290.706-90

AEROPORTOS DO SUDESTE DO BRASIL S.A. - CPF/CNPJ: 33.402.939/0001-31

9. Informações

- A presente ART encontra-se devidamente quitada conforme dados constantes no rodapé-versão do sistema, certificada pelo Nosso Número.

- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site [www.creasp.org.br](http://www.creasp.org.br) ou [www.confrea.org.br](http://www.confrea.org.br)

- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

[www.creasp.org.br](http://www.creasp.org.br)

Tel: 0800 17 18 11

E-mail: [acessarlink@creasp.org.br](mailto:acessarlink@creasp.org.br) Fale Conosco do site acima



Valor ART R\$ 226,50

Registrada em: 27/01/2020

Valor Pago R\$ 226,50

Nosso Número: 28027230200109964

Versão do sistema

Impresso em: 30/01/2020 16:02:38