

ROGÉRIO DA SILVA REIS

Avaliação do Nível de Exposição ao Ruído Ocupacional em atividades de
Teleatendimento/Telemarketing

São Paulo

2016

ROGÉRIO DA SILVA REIS

Avaliação do Nível de Exposição ao Ruído Ocupacional em atividades de
Teleatendimento/Telemarketing

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para a obtenção do título de
Especialista em Engenharia de
Segurança do Trabalho

São Paulo

2016

"O objetivo primário do exercício da Saúde no Trabalho é o de salvaguardar a saúde dos trabalhadores e de promover um ambiente de trabalho seguro e saudável, proteger a capacidade de trabalho dos trabalhadores e seu acesso ao emprego."

USP - 2015

RESUMO

O presente trabalho aborda o tema da Exposição ao Ruído Ocupacional em atividades de Teleatendimento/Telemarketing (Dosimetria de ruído em *head-set*). A falta de uma metodologia específica geram dúvidas nos profissionais de segurança no trabalho quanto à forma correta para quantificação da exposição ao ruído no *head-set*, permitindo muitas vezes que os trabalhadores desta categoria sejam expostos aos riscos provenientes do ruído excessivo. O objetivo deste trabalho é propor uma metodologia confiável, não invasiva, para quantificar os níveis de exposição ao agente físico ruído gerado pelo *head-set*, evitando assim as doenças ocupacionais e permitindo a escolha correta de medidas de prevenção e correção. Para o desenvolvimento deste trabalho foram escolhidos dois casos reais de empresas que trabalham com Teleatendimento/Telemarketing. Os resultados obtidos foram confrontados com os limites de exposição, para classificação da situação quanto à exposição, e demonstraram que a metodologia atende ao propósito estabelecido. Ao final do trabalho foram apresentadas medidas de proteção e prevenção utilizadas principalmente na fase de projeto do *head-set* e possíveis intervenções para minimizar ou eliminar o risco auditivo.

Palavras chave: teleatendimento, telemarketing, dosimetria de ruído, *head-set*, níveis de exposição, trabalhadores, legislação, proteção, prevenção, risco auditivo.

ABSTRACT

This paper addresses the issue of exposure to occupational noise in Teleservice activities. The lack of a specific methodology create doubts in the security professionals at work about the correct way to quantify the exposure to noise in the headset, allowing many times that the workers in this category are at risk from excessive noise. The objective of this work is to propose a reliable methodology, non-invasive, to quantify the levels of exposure to the noise agent generated by the headset, thus preventing occupational diseases and allowing the correct choice of preventive and corrective measures. For the development of this work we were chosen two real cases of companies working with Teleservice. The results were compared with the exposure limits for classification of the exposure, and demonstrated that the methodology meets the established purpose. At the end of the study were presented protection and prevention measures used in the head-set design phase and possible interventions to minimize or eliminate the hearing risk.

Keywords: call center, telemarketing, noise dosimetry, headset, exposure levels, workers, legislation, protection, prevention, hearing risk.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	-	Tipos de Fones	17
Figura 2	-	Dimensões do manequim (vista lateral)	23
Figura 3	-	Dimensões do manequim (vista frontal).....	24
Figura 4	-	Projeto do Manequim	25
Figura 5	-	Simulador de Orelha Tipo 2	26
Figura 6	-	Simulador do Canal Auditivo.....	26
Figura 7	-	Simulador de Orelha Externa Tipo 3.3.....	26
Figura 8	-	Ponte de Alimentação para testes do Telefone Analógico.....	27
Figura 9	-	Configuração para o ensaio do Amplificador Analógico em laboratório	28
Figura 10	-	Configuração para o ensaio do Amplificador Voip em laboratório	28
Figura 11	-	Configuração para o ensaios elétricos	29
Figura 12	-	Comparação entre a entrada e a saída do Amplificador Isolador (ganho unitário).....	30
Figura 13	-	Amplificador Isolador 20mW	31
Figura 14	-	Ganho do amplificador Isolador	31
Figura 15	-	Resposta em frequência do Amplificador Isolador em bandas de oitava	32
Figura 16	-	Aferição do Conjunto.....	33
Figura 17	-	Configuração para ensaio em campo	37
Figura 18	-	Configuração para calibração do Amplificador Isolador	38
Figura 19	-	Desenho do ambiente de trabalho da Empresa 1	40
Figura 20	-	Configuração de Ensaio na Empresa 1.....	41
Figura 21	-	Desenho do ambiente de trabalho da Empresa 2.....	44
Figura 22	-	Configuração de Ensaio na Empresa 2.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	-	Classificação dos Simuladores de Orelha.....	16
Tabela 2	-	Simuladores do Tipo 3.....	18
Tabela 3	-	Limite de Tolerância.....	19
Tabela 4	-	Interferência da resistência de saída do amplificador.....	34
Tabela 5	-	Características Empresa 1.....	42
Tabela 6	-	Tamanho do grupo amostral com grau de confiança de 95%.....	43
Tabela 7	-	Características Empresa 2.....	46
Tabela 8	-	Instrumentos Utilizados.....	47
Tabela 9	-	Avaliação Empresa 1.....	48
Tabela 10	-	Avaliação Empresa 2.....	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ABT - Associação Brasileira de Telesserviços
- CAD - Desenho assistido por computador
- CGA - Controle Automático de Ganho
- DRP - Ponto localizado ao extremo do canal auditivo que corresponde à posição do Tímpano
- ERP - Ponto de referência localizado na entrada da orelha externa tradicionalmente usado para medidas telefonométricas
- FFT - Transformada rápida de Fourier
- IEC - Comissão Eletrotécnica Internacional
- ISO - Organização Internacional de Normalização
- ITU - União Internacional de Telecomunicações
- MPS - Ministério da Previdência Social
- MTE - Ministério do Trabalho e Emprego
- NBR - Denominação de norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)
- NC - Curva de Avaliação de Ruído
- NE - Nível médio representativo da exposição ocupacional diária
- NEN - Nível de exposição, convertido para uma jornada padrão de 8 horas diárias, para fins de comparação com o limite de exposição
- NHO - Norma de Higiene Ocupacional - Fundacentro
- NR - Norma Regulamentadora
- PA - Posição de Atendimento
- PAIR - Perda Auditiva Provocada por Ruído
- PCA - Programa de Conservação Auditiva
- PPRA - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
- USB - Barramento serial universal
- Voip - Voz sobre IP, transmissão de voz pela rede de dados

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
1.1.	OBJETIVO	12
1.2.	JUSTIFICATIVA	12
2.	REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1.	SOM	13
2.2.	CAMPO DIRETO E CAMPO DIFUSO.....	13
2.3.	FILTRO DE PONDERAÇÃO	14
2.4.	MICROFONES	15
2.5.	SIMULADOR DE ORELHA	16
2.5.1.	Simulador de Orelha Tipo 3	18
2.6.	AVALIAÇÃO DO RUÍDO OCUPACIONAL	19
2.6.1.	Ruído Contínuo ou Intermitente	19
2.6.2.	Ruído de Impacto	20
2.7.	GRUPO HOMOGÊNIO DE EXPOSIÇÃO	21
2.8.	NORMA ISO11904-2.....	21
2.9.	MANEQUIM	22
2.10.	AVALIAÇÃO PARA CONFORTO ACÚSTICO	24
3.	MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.1.	CRIAÇÃO DO MANEQUIM	25
3.2.	ENSAIO EM LABORATÓRIO	27
3.2.1.	Amplificador Isolador	29
3.2.1.1.	Faixa dinâmica do Amplificador Isolador	29
3.2.1.2.	Resposta em frequência do Amplificador Isolador	31
3.2.1.3.	Ensaio	33
3.3.	AVALIAÇÃO DO RUÍDO OCUPACIONAL EM CAMPO.....	36
3.3.1.	Metodologia 1	38
3.3.2.	Metodologia 2	39
3.4.	AVALIAÇÃO EMPRESA 1	40
3.4.1.	Metodologia utilizada	41
3.5.	AVALIAÇÃO EMPRESA 2	43
3.5.1.	Metodologia utilizada	44

3.6.	INSTRUMENTOS	47
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	48
4.1.	RESULTADOS DA AVALIAÇÃO NA EMPRESA 1	48
4.1.1.	Medidas empresa 1	49
4.2.	RESULTADOS DA AVALIAÇÃO NA EMPRESA 2	50
4.2.1.	Medidas empresa 2	51
4.3.	RECOMENDAÇÕES.....	52
4.3.1.	Controle automático de ganho (CGA)	53
4.3.2.	Compressor de áudio	53
4.3.3.	Supressor de sobre tensão	54
4.4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A METODOLOGIA.....	54
5.	CONCLUSÕES	55
	REFERÊNCIAS	56
	ANEXOS – Certificados de Calibração	59
	APÊNDICE A – Ensaio em laboratório	62
	APÊNDICE B – Níveis sonoros obtidos na Empresa 1	65
	APÊNDICE C – Níveis sonoros obtidos na Empresa 2	67

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Associação Brasileira de Telesserviços, a maior facilidade no acesso às linhas telefônicas pelo consumidor, fez do país um dos principais polos de prestação de serviços por telefone do mundo (ABT, 2016). O número de empregados no setor de telemarketing, até setembro de 2015, era de aproximadamente 470 mil.

Dentre os vários riscos ocupacionais aos quais os trabalhadores em atividades de Teleatendimento/Telemarketing estão expostos, destaca-se em especial a exposição ao agente físico ruído gerado pelo *head-set*, nome dado ao equipamento dotado de um alto-falante e um microfone, destinado à comunicação telefônica.

A Norma Regulamentadora NR-9 (BRASIL, 2014), estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA, quando na presença do agente físico ruído é necessário por parte da empresa à elaboração de um Programa de Conservação Auditiva - PCA, que entre outras medidas, por exemplo audiometria de ruído, torna necessário a análise quantitativa da exposição ao ruído.

O ruído é o fator de risco mais frequente, universalmente distribuído e identificado como um risco ocupacional e um dos principais agentes causadores de perda auditiva (COSTA, 1997 apud USP, 2015). A causa mais comum de perda da audição se deve à exposição prolongada a níveis de ruído elevados nos ambientes de trabalho (BISTAFA, 2011).

Apesar de o *head-set* ser dotado de pequenos alto-falantes, em virtude da forma como é acoplado à orelha do trabalhador, pode facilmente expor o mesmo a ruídos excessivos, tornando necessária a sua quantificação. Ao mesmo tempo em que surge a necessidade da avaliação do ruído gerado pelo *head-set* nos deparamos com a ausência de uma metodologia apropriada para executá-la.

1.1. OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo propor uma forma para quantificar o ruído ocupacional ao qual os trabalhadores de atividades de Teletendimento/Telemarketing são expostos durante a jornada de trabalho (Dosimetria de Ruído em *Head-set*). Para atender ao objetivo foi utilizada a Norma Internacional para Determinação da Exposição Sonora em Fontes Próximas à Orelha ISO11904-2 (ISO, 2004) e a Norma NHO-01 (Fundacentro, 2001).

1.2. JUSTIFICATIVA

O autor do presente trabalho é formado em engenharia elétrica, habilitação eletrônica, com mais de vinte anos de experiência em projeto e homologação de *head-sets*, equipamentos de áudio e comunicação, fornecendo ao mesmo o conhecimento necessário para execução desse trabalho.

A Dosimetria de Ruído é uma das medidas do Programa de Conservação Auditiva (PCA), através de análises e monitoramentos quantitativos do ruído ao qual o trabalhador está exposto durante a jornada de trabalho, previne a instalação e a evolução das perdas auditivas ocupacionais.

Alguns dos benefícios da Dosimetria de Ruído são:

- Prevenção de doenças ocupacionais e da perda auditiva induzida por ruído (PAIR);
- Redução de custos com insalubridade e reclamações trabalhistas;
- Permitir a escolha correta de medidas de prevenção e correção;
- Aumento da produtividade e melhoria da qualidade dos serviços;
- Melhora o bem estar e motivação dos trabalhadores;
- Redução da rotatividade dos trabalhadores;
- Melhoria da imagem da empresa perante os trabalhadores e a sociedade.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. SOM

O som é definido como um movimento oscilatório, produzido por vibrações mecânicas, que se propagam por variações de pressão no ar ou em outros meios, capaz de sensibilizar o sistema auditivo humano.

A vibração de um objeto no ar se propaga como pressão oscilante, com características determinadas pela fonte que o gerou, esta pressão sonora é captada pelo aparelho auditivo humano, que a transforma em sinais elétricos, que serão interpretados pelo cérebro como informações que caracterizam a fonte geradora (PCB, 2013). O ramo da física que estuda o som e seus fenômenos é a acústica. O sistema auditivo humano saudável é capaz de detectar sons que se encontram na faixa de 20Hz a 20.000Hz. Um som indesejável, desagradável à audição humana é classificado como ruído (SALIBA, 2014).

Apesar da ampla faixa de frequência que o sistema auditivo humano pode naturalmente detectar, em sistemas telefônicos foi priorizado a inteligibilidade, permitindo a redução dos custos dos equipamentos. Com base em estudos da inteligibilidade, foi definido internacionalmente que a faixa de frequência ideal para comunicações telefônica seria de 300Hz a 3400Hz, "Valores estes que garantem 87% de inteligibilidade de sílabas e praticamente 100% de inteligibilidade de frases completas" (Armbrust, 1992, p.09).

2.2. CAMPO DIRETO E CAMPO DIFUSO

A propagação de uma onda sonora é submetida a diversos fenômenos, e estes sofrem grande influência em função do campo em que ocorrem. Em acústica existem dois tipos de campo: Campo Livre e Campo Difuso.

Quando uma onda sonora é emitida por uma fonte sem a presença de obstáculos, sem reflexão, classificamos como propagação de som em campo livre. O campo livre pode ser simulado em laboratório através de uma câmara anecóica, que consiste em uma sala onde as paredes são revestidas com material que absorve toda a energia acústica.

Diferente do campo livre, quando uma onda sonora é emitida em um local onde existem obstáculos, ou seja, ocorrem fenômenos acústicos, classificamos como propagação de som em campo difuso. Em laboratório podemos obter os efeitos aproximados de um campo difuso em uma câmara reverberante.

2.3. FILTRO DE PONDERAÇÃO

A sensibilidade auditiva humana é influenciada principalmente pela frequência e pela pressão sonora. Em virtude da sensação subjetiva da intensidade sonora sentida pelo ser humano não ser linear, foi necessário introduzir nos medidores de nível sonoro um circuito que modificasse sua resposta, permitindo obter um nível de pressão sonora próximo à sensação auditiva humana. A este circuito foi dado o nome de Filtro de Ponderação (BISTAFA, 2011).

Os filtros de ponderação foram desenvolvidos baseados nas curvas da resposta subjetiva produzida por diversos níveis de pressão sonora na faixa de frequência audível (Curvas "A", "B" e "C"), uma curva em especial foi desenvolvida para ruídos em aeroportos (Curva "D") e por fim a Curva "Z" que representa uma resposta linear (BISTAFA, 2011). Dentre os Filtros de Ponderação existentes o que melhor se relaciona com a sensibilidade auditiva humana é o Filtro de Ponderação "A".

Através da form.(1), podemos calcular as constantes de ponderação "A", no domínio da frequência, que devem ser subtraídas do nível de pressão sonoro linear, em bandas de oitava, para se obter o nível ponderado em "A".

$$W_A = 10 \log \left[\frac{1,562339 * f^4}{(f^2 + 107,65265^2) * (f^2 + 737,86223^2)} \right] +$$

$$10 \log \left[\frac{2,242881 * 10^{16} * f^4}{(f^2 + 20,598997^2) * (f^2 + 12194,22^2)} \right] \quad (1)$$

2.4. MICROFONES

Microfones funcionam como o sistema auditivo humano, são transdutores projetados para converter as variações de pressão sonora em sinais elétricos (PCB, 2013). Através da análise dos sinais elétricos podemos obter informações sobre a fonte sonora, sua propagação e sobre os fenômenos ao qual o som foi submetido. A análise do som é de fundamental importância para projetos de materiais e para escolha correta de medidas de prevenção ou proteção contra os efeitos deletérios provocados pelo ruído.

A seleção de um microfone para uma determinada aplicação deve levar em consideração diversos parâmetros, entre os principais podemos citar: Tipo de campo, faixa de frequência, alcance dinâmico (faixa entre o nível mais baixo e mais alto de operação), sensibilidade e tipo de polarização. "Existem seis tipos de microfones: de carbono, dinâmico, de fita, piezoelétrico, de eletreto e de condensador" (BISTAFA, 2011, p.106). Em virtude de suas características, o microfone do tipo condensador é o mais apropriado para medições acústicas.

Em relação ao campo de aplicação os microfones de medições (tipo condensador) podem ser divididos em três tipos: microfone para campo livre, microfone para campo difuso e microfone de pressão. A principal diferença entre eles ocorre em altas frequências.

O microfone para campo livre deve ser apontado diretamente à fonte sonora de interesse (incidência 0°), é indicado para medição do nível de pressão sonora em um local com mínima reflexão sonora.

O microfone para campo difuso é indicado para medição do nível pressão sonora proveniente de várias direções, fontes e reflexões, seu microfone possui correção para diferentes ângulos de incidência.

O microfone de pressão foi projetado para medir o nível de pressão sonora que existe na superfície do seu diafragma, possuindo a mesma amplitude e fase em qualquer posição do campo. Este tipo de microfone é normalmente usado em uma cavidade (PCB, 2013).

2.5. SIMULADOR DE ORELHA

De acordo com a recomendação ITU-T P.57, o Simulador de Orelha é um dispositivo mecânico, com microfone acoplado, que simula a resposta acústica do sistema auditivo humano, permitindo efetuarmos medições acústicas com o mesmo desempenho do sistema auditivo humano (ITU, 2011).

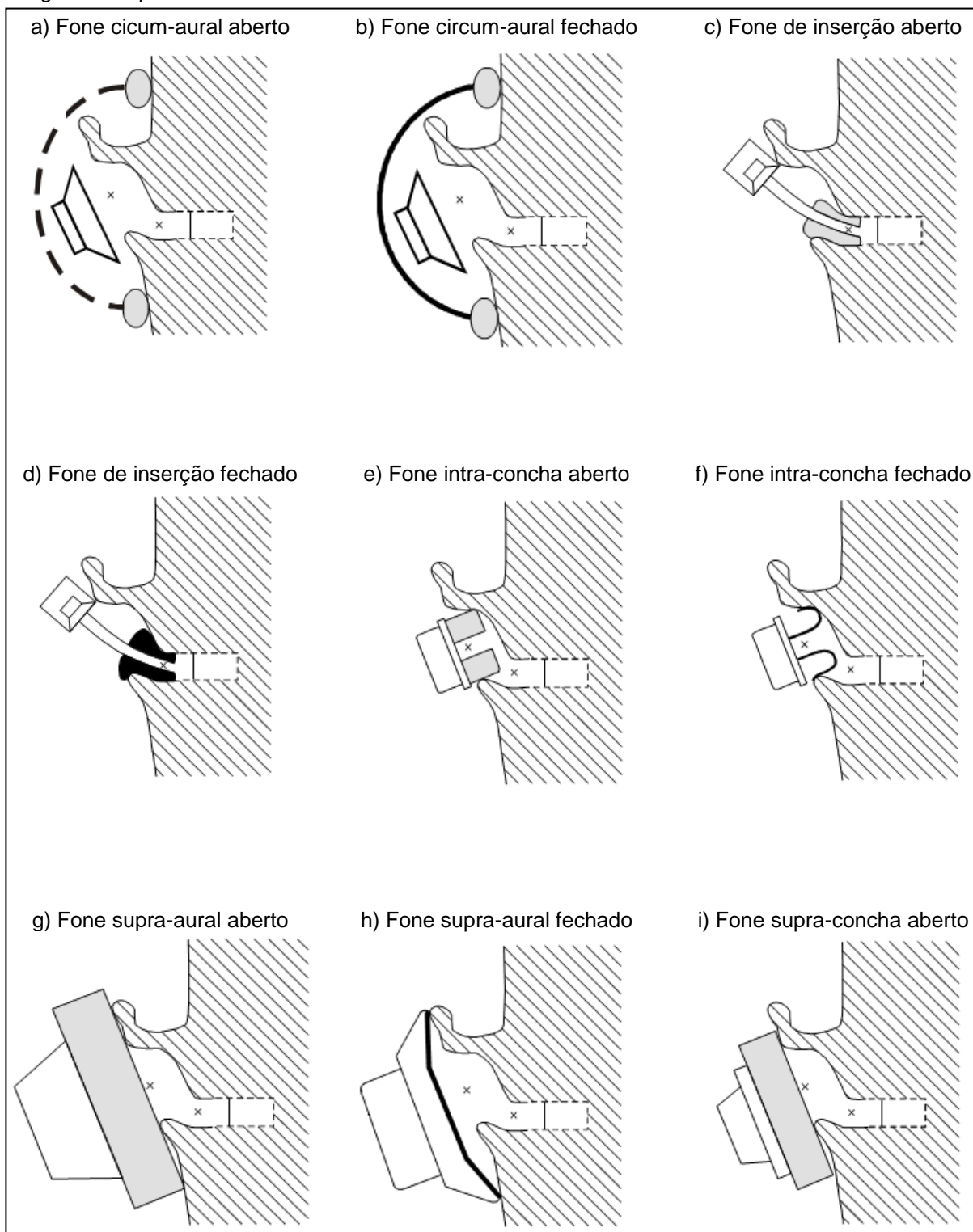
Para seleção do Simulador de Orelha apropriado, em medições de Fones, torna-se necessário identificar: Tipo do Fone, Faixa de Frequência e o Objetivo da Medição.

Tabela 1 - Classificação dos Simuladores de Orelha

ITU-T P.57 Tipo	Tipo de Fone	Ponto de medição	Faixa de Frequência	Correção ERP - DRP
1	Supra-aural, supra-concha	ERP Fechado	100Hz à 4kHz	Calibrado Individualmente
2	Fone de Inserção	DRP	< 8kHz	ITU-T P.57 tabela 2 a/b
3.1	Intra-concha	DRP	< 8kHz	ITU-T P.57 tabela 2 a/b
3.2	Supra-aural, supra-concha	DRP	100Hz à 8kHz	Calibrado Individualmente
3.3	Todos os tipos	DRP	100Hz à 8kHz	ITU-T P.57 tabela 2 a/b
3.4	supra-concha	DRP	< 8kHz	ITU-T P.57 tabela 2 a/b

Fonte: Jønsson; Matthisson; Borg, 1997

Figura 1 - Tipos de Fones



Fonte: ITU, 2011

2.5.1. Simulador de Orelha Tipo 3

Conforme a ITU-T P.57, os simuladores do Tipo 3 consistem de um simulador de orelha ocluída, especificado pela IEC60318-4 (IEC, 2009), adicionado a uma extensão do canal auditivo e terminado com um dispositivo de simulação do pavilhão auricular. Os três simuladores do pavilhão auricular (simuladores de orelha) recomendados fornecem um regime de acoplamento adequado para medir diferentes tipos de transdutores (ITU, 2011).

Os Simuladores do Tipo 3 são classificados da seguinte forma:

Tabela 2 – Simuladores do Tipo 3

Tipo	Descrição
Tipo 3.1	Simulador de Fundo Concha
Tipo 3.2	Simulador de Orelha Simplificado
Tipo 3.3	Simulador de Orelha Externa (Forma anatômica)
Tipo 3.4	Simulador de Orelha Externa (Simplificado)

Fonte: ITU, 2011

Acusticamente, *head-sets* abertos, equipados com almofadas macias, devem ser posicionados no simulador do Tipo 3 com a mesma força aplicada em uso normal.

O simulador Tipo 3.3 é uma simulação muito próxima do sistema auditivo humano real, onde a extensão do canal auditivo termina em um Simulador de Orelha Externa em forma anatômica, em conformidade com a Recomendação ITU-T – P.57. O Simulador de Orelha Externa em forma anatômica é feito de um elastômero de alta qualidade com uma dureza similar à orelha humana.

Recomenda-se que o simulador Tipo 3.3 seja usado para medições em todos os tipos de fones. A pressão sonora medida pelo simulador Tipo 3.3 se refere ao Ponto de Referência do Tímpano (DRP), uma função de correção (ITU-T P.57 12/2011, tabelas 2a/b) pode ser utilizada para a conversão de dados caso seja necessário obter a pressão sonora no Ponto de Referência da Orelha (ERP), por exemplo, para medidas telefônicas ou para verificar resultados contra as especificações baseadas em medidas referidas ao ERP.

2.6. AVALIAÇÃO DO RUÍDO OCUPACIONAL

A avaliação da exposição ao ruído ocupacional é regulamentada através da NR-15 (BRASIL, 2015), do Ministério do Trabalho e Emprego, que estabelece os critérios que caracterizam os agentes insalubres, no caso do agente físico ruído define os Limites de Tolerância, enquanto que NR-9 (BRASIL, 2014) define o nível de ação, valor acima do qual ações preventivas devem ser executadas para que o limite de exposição não seja ultrapassado.

A Norma de Higiene Ocupacional NHO-01 (Fundacentro, 2001), serve como procedimento técnico para a avaliação da exposição ao ruído ocupacional, fornecendo as fórmulas matemáticas para se obter o Nível de Exposição (NE) e o Nível de Exposição Normalizado (NEN). A NHO-01, assim como a NR-15, também estabelece limites de Tolerância para o ruído contínuo ou intermitente, mas é mais rigorosa do ponto de vista científico, como veremos a seguir.

2.6.1. Ruído Contínuo ou Intermitente

A principal diferença entre a NR-15 (BRASIL, 2015) e a NHO-01 (Fundacentro, 2001) é o Incremento de Duplicação de Dose (q). A seguir uma comparação entre os Limites de Tolerância, para ruído contínuo ou intermitente, estabelecidos pelas duas normas:

Tabela 3: Limite de Tolerância

Máxima Exposição Diária	Nível de Ruído dB(A)	
	NR-15	NHO-01
8 horas	85	85
4 horas	90	88
2 horas	95	91
1 hora	100	94
30 min	105	97
15 min	110	100

Fonte: BRASIL, 2015; Fundacentro, 2001

Através da tabela comparativa entre as normas, podemos verificar que a NHO-01 é mais rigorosa, protegendo mais o trabalhador, isto se dá em virtude do Incremento de Duplicação de Dose (q), que é definido como o nível em dB(A) que ao ser somado a um determinado nível reduz o tempo máximo de exposição diária à metade.

A NR-15 adota q=5 enquanto a NHO-01 q=3, mas atualmente, no meio científico q=3 é mais aceito (SALIBA, 2014), isto ocorre pois o "chamado *princípio de igual energia* postula que a PAIR é proporcional a energia sonora recebida" (BISTAFA, 2011), e para toda duplicação de energia sonora se obterá q=3, conforme demonstrado na eq.(2) (Saliba, 2014):

$$10 \log_{10} \left(\frac{A}{B} \right) + x = 10 \log_{10} \left(\frac{2A}{B} \right) \quad (2)$$

$$x = 10 \log_{10} \left(\frac{2A}{B} \right) - 10 \log_{10} \left(\frac{A}{B} \right)$$

$$x = 10 \log_{10}(2) = 10(0,301) = 3,01dB$$

onde: X = incremento de energia duplicada
A e B = unidades quantitativas de energia

A NR-15 e a NHO-01 determinam ainda que não é permitida a exposição à níveis de ruído contínuo ou intermitente acima de 115dB(A).

2.6.2. Ruído de Impacto

A NR-15 (BRASIL, 2015) estabelece como nível de tolerância para o ruído de impacto 120dB(C), medido no circuito de resposta rápida (*fast*) ou 130dB(Lin), medido no circuito de resposta de impacto.

Segundo a NHO-01, a determinação da exposição ao ruído de impacto deve ser feita com o medidor operando com circuito de resposta de impacto, e o nível máximo

aceitável é definido através da form.(3) com base no número de impactos durante a jornada diária de trabalho (Fundacentro, 2001).

$$N_p = 160 - \log_n (dB) \quad (3)$$

onde: N_p = nível de pico, em dB(Lin), máximo admissível
n = números de impactos durante a jornada diária de trabalho

Quando o número de impactos diários superar 10.000, o ruído deve ser classificado como contínuo ou intermitente. O limite de tolerância valor teto é de 140dB(Lin).

2.7. GRUPO HOMOGÊNIO DE EXPOSIÇÃO

Grupo homogêneo de exposição é um grupo de trabalhadores que estão submetidos ao mesmo tipo de exposição, permitindo que o resultado da avaliação de parte deste grupo represente à exposição de todo o grupo (SALIBA, 2014).

2.8. NORMA ISO11904-2

A norma ISO11904-2 especifica um método para medição da emissão de som de uma fonte sonora colocada próximo à orelha. Estas medições são realizadas com um manequim, equipado com simuladores de orelha incluindo microfones. Os valores medidos são posteriormente convertidos em níveis correspondentes em campo difuso. Os resultados são apresentados em níveis de pressão sonora, equivalente contínuo, ponderados em "A". A técnica é definida como a técnica do manequim (ISO, 2004).

A ISO11904-2 é aplicável à exposição ao som de fontes próximas à orelha, durante testes de equipamentos ou em locais de trabalho, como por exemplo em sons emitidos por *head-sets* ou em avaliações de protetores auditivos.

Esta norma é aplicável na faixa de frequência de 20Hz a 10.000Hz, atendendo perfeitamente as atividades de teleatendimento, pois para fins de telefonia a faixa de frequência é de 300Hz à 3400 Hz. O manequim deve ser exposto à fonte de som em questão e o nível de pressão sonora medido em bandas de frequências de 1/3 de oitava.

Cada nível sonoro em banda de 1/3 de oitava, medido sem ponderação (Linear), deve ser ajustado com a resposta em campo difuso de frequência para o manequim (ISO11904-2, tabela 1), a fim de obter o campo difuso relativo ao nível de pressão sonora em banda de 1/3 de oitava. Estes níveis sonoros corrigidos devem ser ajustados usando as constantes de ponderação "A" e posteriormente combinados para obter o nível de pressão sonora equivalente contínuo ponderado em "A". As medições podem ser realizadas por uma ou ambas as orelhas, o que for mais apropriado.

O período de medição deve ser escolhido para dar uma representação adequada da exposição. Para a banda de frequências de 1/3 de oitava com a frequência média "f", o período de medição "t" deve ser determinado pela form.(2.4) ou form.(2.5).

$$f \leq 2\,000 \text{ Hz: } t \geq \frac{5000}{f} \quad (4)$$

$$f > 2\,000 \text{ Hz: } t \geq 2,5\text{s} \quad (5)$$

2.9. MANEQUIM

Conforme a norma ISO11904-2 (ISO, 2004) o manequim usado deve cumprir as exigências da ITU-T P.58 (ITU, 2013), itens 5.3 (primeiro parágrafo), 6.1 e 7.1 (adaptado para revisão atual da norma).

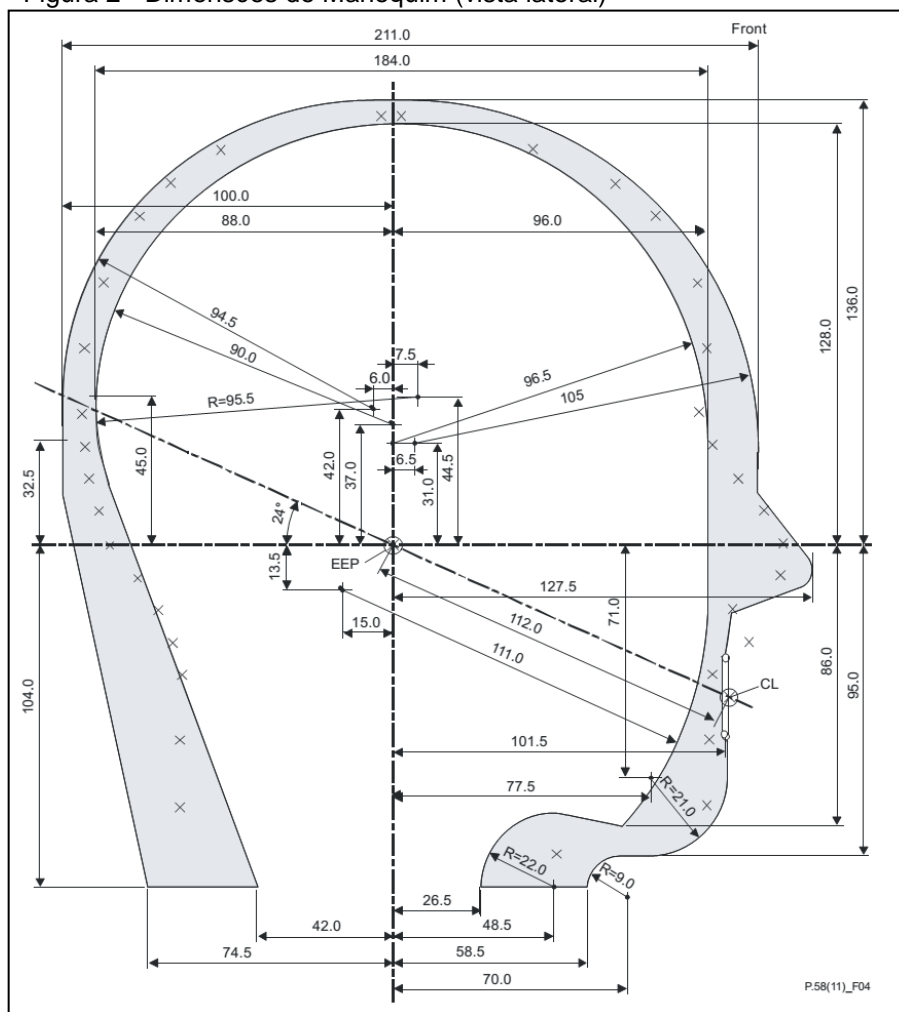
O pavilhão auricular usado no manequim deve satisfazer as dimensões do Simulador de Orelha Externa 3.3, e deve estar equipado com um ou dois Simuladores de Orelha do Tipo 3.3. Independentemente de um ou dois simuladores

instalados, o manequim deve estar sempre equipado com dois Simuladores de Orelha Externa em forma anatômica. Se apenas os sons a partir de fontes acopladas diretamente à orelha forem avaliados, apenas a cabeça do manequim (sem tronco) será necessária para as medições.

Nos casos em que a fonte sonora toque no pavilhão auricular (como *head-sets* ou protetores auditivos), a mesma deve ser acoplada tão próximo quanto possível da forma como é acoplado à orelha humana.

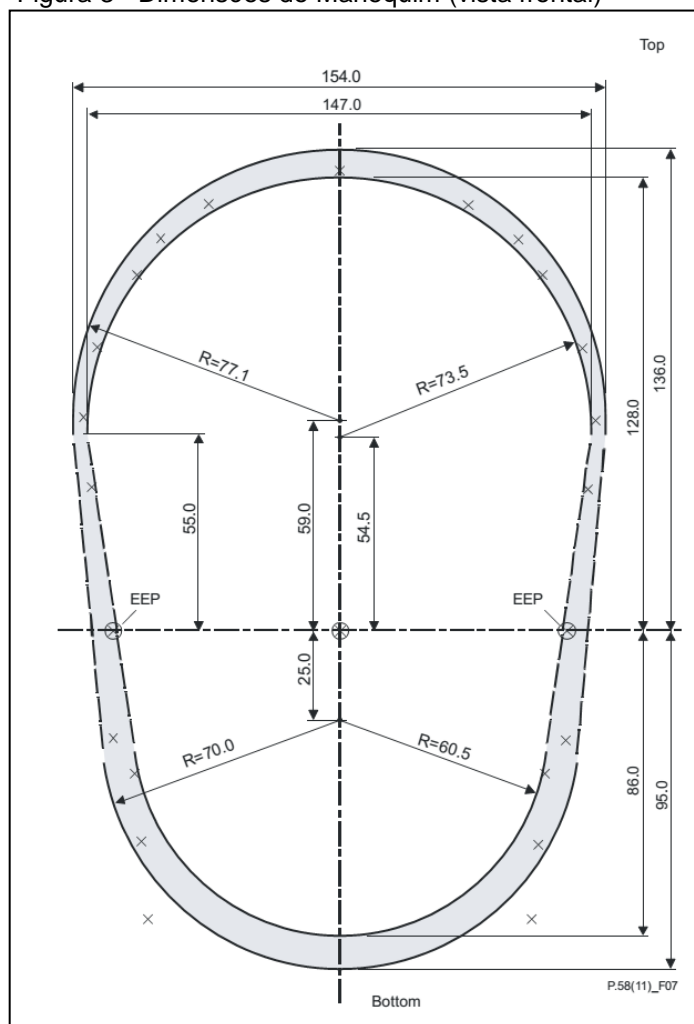
Para atendimento a norma, foi utilizado um microfone de pressão pré-polarizado de 1/2" integrado a um simulador de orelha ocluída, em conformidade com IEC60318-4 (IEC, 2009), acoplado à um Simulador de Canal Auditivo e um Simulador de Orelha Externa do Tipo 3.3 (formato anatômico).

Figura 2 - Dimensões do Manequim (vista lateral)



Fonte: ITU, 2013

Figura 3 - Dimensões do Manequim (vista frontal)



Fonte: ITU, 2013

2.10. AVALIAÇÃO PARA CONFORTO ACÚSTICO

A Norma Regulamentadora NR-17 Anexo II estabelece os parâmetros mínimos para o trabalho em atividades de teleatendimento/telemarketing, de forma a proporcionar um máximo de conforto, segurança, saúde e desempenho eficiente (BRASIL, 2015).

A NR-17 define que os locais de trabalho devem ser dotados de condições acústicas adequadas à comunicação telefônica, nível acústico de conforto em circuito de resposta lenta (*slow*) de até 65dB(A) e curva de avaliação de ruído (NC) de valor inferior a 60dB, de acordo com o estabelecido pela norma NBR10152 (ABNT, 1992) e seu respectivo procedimento.

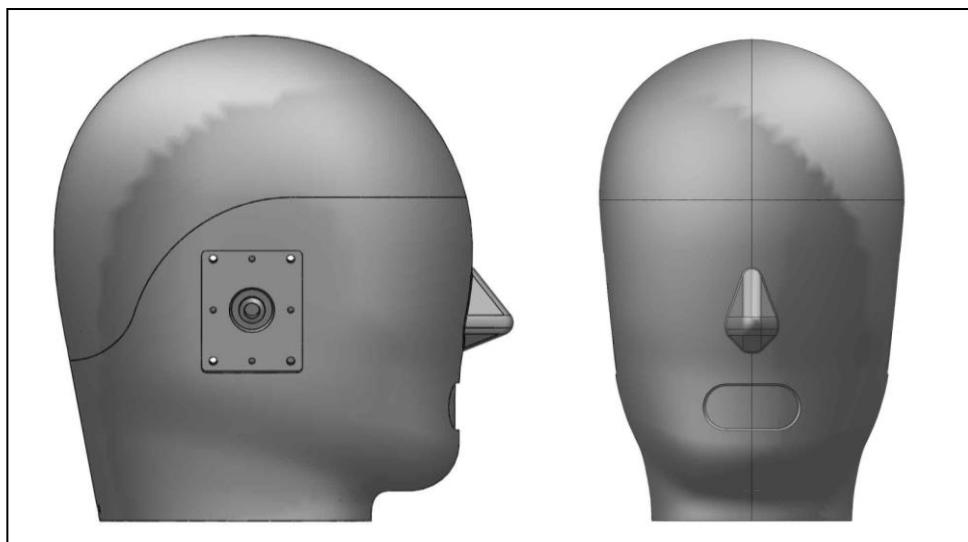
3. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi dividido nas seguintes fases: criação do manequim, ensaios em laboratório e avaliação do ruído ocupacional em campo. Os trabalhos em laboratório envolveram o desenvolvimento do manequim e um método para reproduzir no manequim o mesmo nível de ruído ao qual o trabalhador é submetido, enquanto que avaliação em campo foi desenvolvida em duas empresas que prestam serviços de Teleatendimento.

3.1. CRIAÇÃO DO MANEQUIM

O manequim foi projetado em conformidade com a Recomendação ITU-T P.58 (ITU, 2013), as dimensões do modelo foram inseridas em CAD 3D, processadas e o mesmo foi confeccionado em poliamida, através de um processo de prototipagem rápida. O manequim foi projetado de forma a permitir sua aferição sem a necessidade de desmontá-lo.

Figura 4 - Projeto do Manequim



Fonte: Arquivo pessoal

Os simuladores de Orelha foram adquiridos da G.R.A.S., empresa bem conceituada na fabricação de produtos para medição, na área de som e vibração.

Simulador de Orelha do Tipo 2, para fones de inserção, com microfone de 1/2" integrado:

Figura 5 - Simulador de Orelha Tipo 2



Fonte: G.R.A.S., 2016

Extensão do canal auditivo:

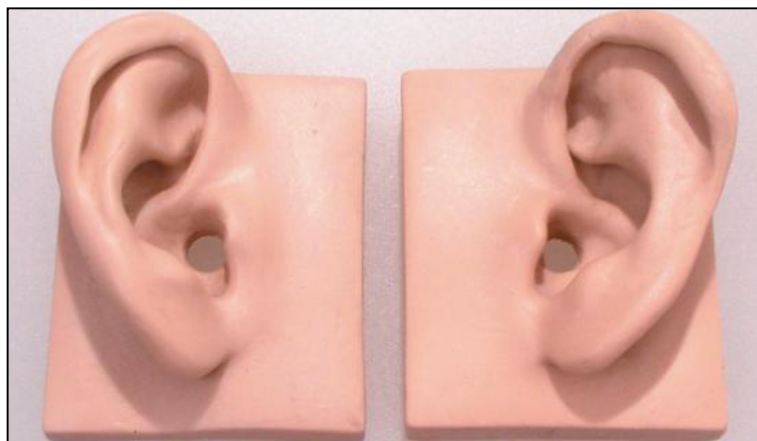
Figura 6 - Simulador do Canal Auditivo



Fonte: G.R.A.S., 2016

Simulador de Orelha Externa em formato anatômico, confeccionado em elastômero de alta qualidade e dureza similar à orelha humana:

Figura 7 - Simulador de Orelha Externa Tipo 3.3



Fonte: G.R.A.S., 2016

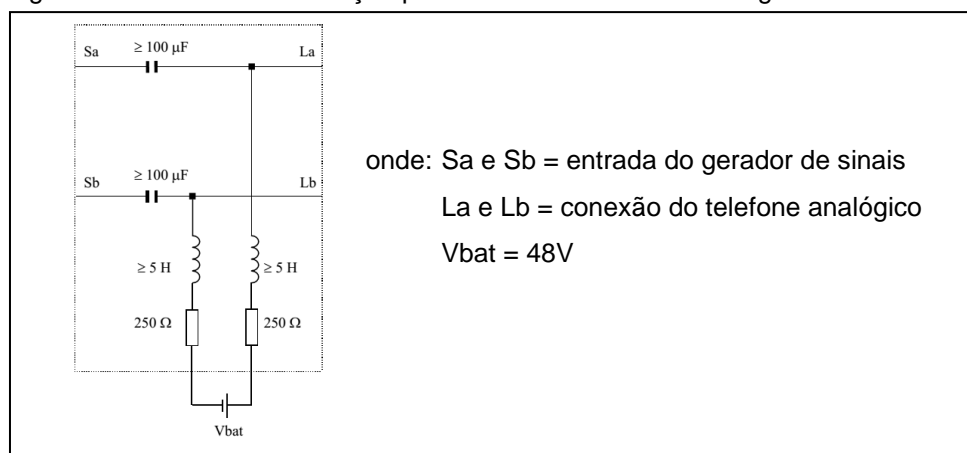
3.2. ENSAIO EM LABORATÓRIO

O objetivo principal do ensaio em laboratório é a verificação da metodologia quanto à possível aplicação em campo. Para reproduzir no manequim o mesmo nível de ruído ao qual o trabalhador é submetido, foi colocado em paralelo ao *head-set* do trabalhador um segundo *head-set*, da mesma marca e modelo, que será acoplado ao manequim para quantificação do ruído.

Para os ensaios em laboratório foram utilizadas duas tecnologias presentes no setor de Teleatendimento: Telefone analógico e Adaptador Voip USB, ambos com controle de volume e projetados originalmente para o uso com *head-set*. Em alguns momentos o Telefone Analógico e o Adaptador Voip USB serão tratados, de forma simplificada, apenas como “amplificador”. Foram selecionados cinco amplificadores, de distintas marcas e modelos: três amplificadores analógicos e dois amplificadores Voip, com dois *head-sets* para cada amplificador.

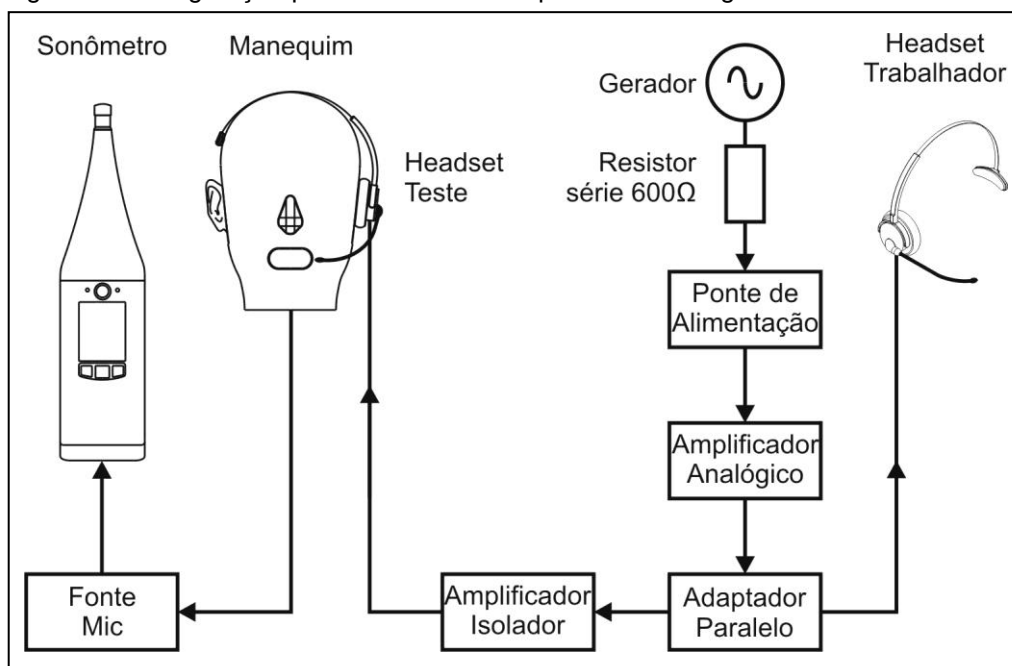
Os ensaios nos amplificadores analógicos foram realizados com um circuito de Ponte de Alimentação, em conformidade com a Resolução 473 (ANATEL, 2007), com a saída do Gerador ajustada em 0,25Vrms. A seguir as configurações para o ensaio do amplificador a analógico:

Figura 8 – Ponte de Alimentação para testes do Telefone Analógico



Fonte: ANATEL, 2007

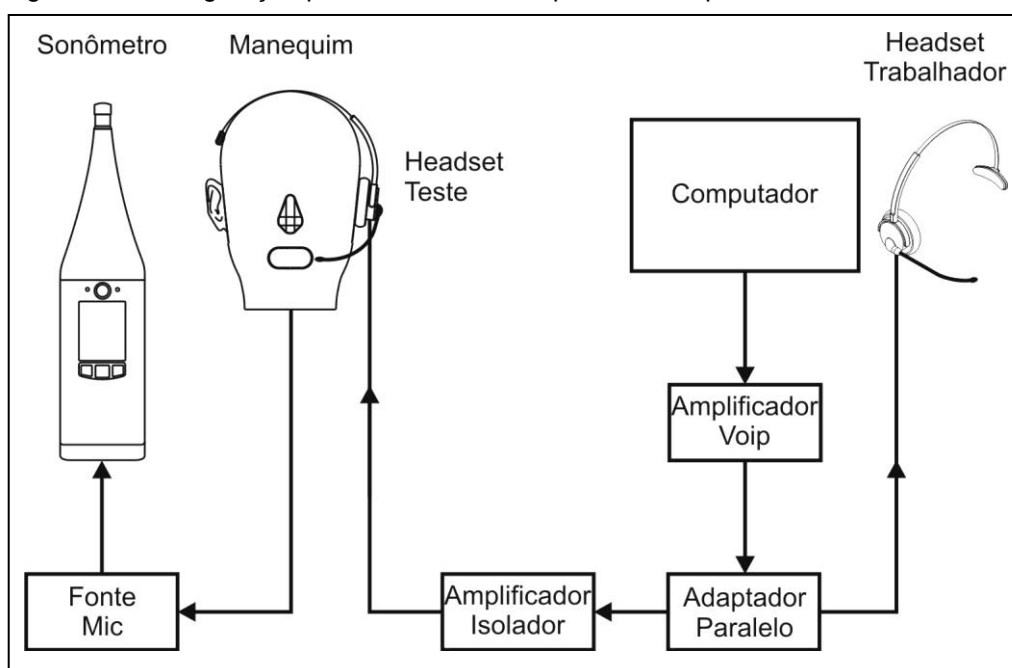
Figura 9 - Configuração para o ensaio do Amplificador Analógico em laboratório



Fonte: Arquivo Pessoal

O amplificador Voip trata-se de uma placa de som conectada a um computador através da porta USB, bastando apenas o mesmo para o ensaio. Segue abaixo as configurações para o ensaio do Adaptador Voip USB:

Figura 10 - Configuração para o ensaio do Amplificador Voip em laboratório



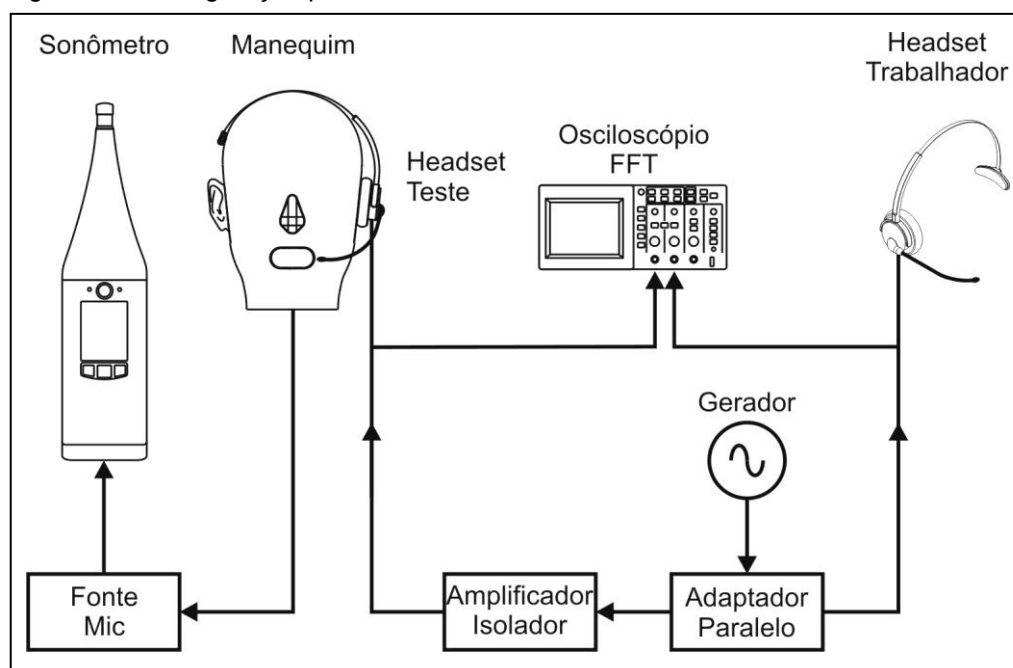
Fonte: Arquivo Pessoal

3.2.1. Amplificador isolador

Amplificador Isolador, neste trabalho, é um amplificador de áudio que permite a conexão de sua entrada em paralelo ao *head-set*, usado no amplificador telefônico, sem alterar as características originais do mesmo, fornecendo na sua saída o mesmo sinal elétrico da entrada sem qualquer distorção harmônica. O Amplificador Isolador possui como principais características: faixa dinâmica apropriada, elevada impedância de entrada, resposta em frequência linear, permitir sua calibração, portátil e potência de saída apropriada.

A seguir o circuito para avaliação dos sinais elétricos;

Figura 11 - Configuração para ensaios elétricos



Fonte: Arquivo pessoal

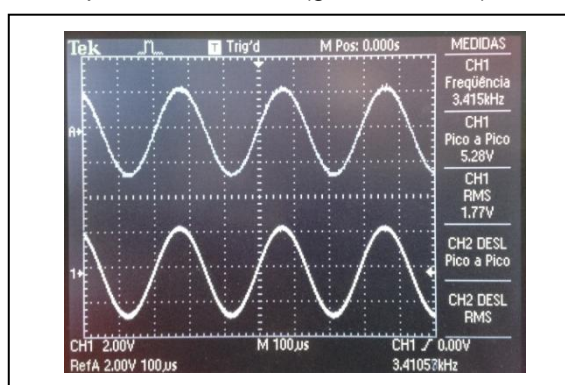
3.2.1.1. Faixa dinâmica do Amplificador Isolador

Muitos fones no mercado informam uma potência entre 50mW e 150mW, mas isto ocorre em impedâncias entre 8Ω e 32Ω e para diversas outras aplicações, mas tratando-se de *head-sets* para comunicação telefônica seus alto-falantes possuem uma potência nominal típica, em regime permanente, entre 10mW e 20mW e

impedância de 150Ω , algumas vezes encontramos fabricantes que informam valores em torno de 30mW ou 50mW , mas geralmente estes valores referem-se a potência máxima, que podem ser aplicadas por um curto período, se não respeitado podem provocar danos irreversíveis ao alto-falante.

Para o ensaio a seguir foi removido o supressor de sobre tensão do *head-set* e aplicado ao mesmo um sinal senoidal, em regime permanente, de 3400Hz e $1,75\text{Vrms}$. No Canal "A" (gravado na memória do osciloscópio) podemos observar o sinal antes do Amplificador Isolador, enquanto que no canal "1" o sinal medido na saída do Amplificador Isolador em tempo real, através do circuito da figura 11.

Figura 12 - Comparação entre a entrada e saída do Amplificador Isolador (ganho unitário)

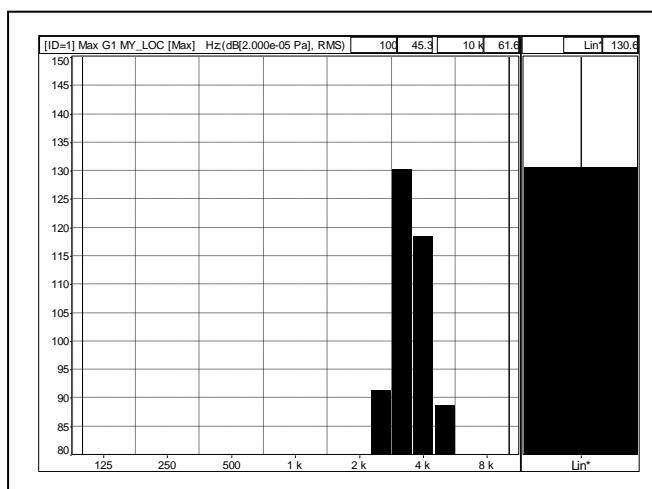


Fonte: Arquivo Pessoal

Conforme observado, o Amplificador Isolador não apresentou distorção harmônica para uma potência de 20mW em sua saída. Para o ensaio, o amplificador isolador foi calibrado para um ganho unitário, mas o mesmo permite o ajuste do seu ganho entre -7dB(V) e 7dB(V) .

A conexão do sonômetro acima serve apenas para verificar o nível sonoro subjetivo deste alto-falante em particular, isto porque o nível sonoro depende da sensibilidade do mesmo em função da frequência, e varia para cada alto-falante. A seguir, apenas a título de curiosidade, o espectro sonoro medido pelo sonômetro, que apresentou um nível sonoro equivalente de $130,6\text{dB(Lin)}$ relativo ao DRP.

Figura 13 - Amplificador Isolador 20mW

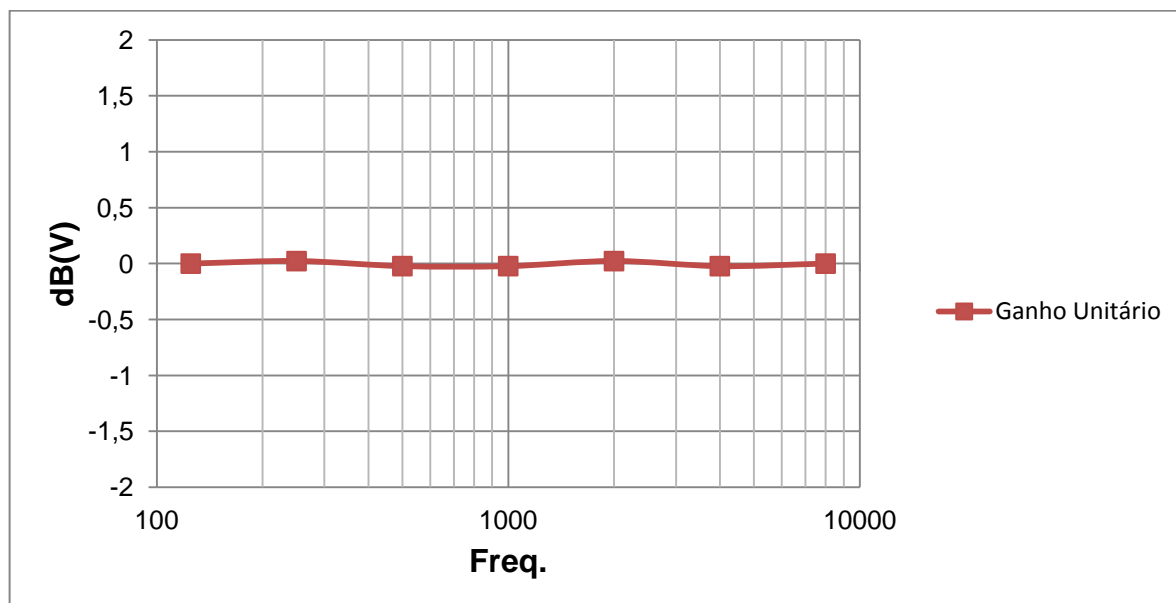


Fonte: Arquivo Pessoal

3.2.1.2. Resposta em frequência do Amplificador Isolador

Para avaliação da resposta em frequência do Amplificador Isolador (ajustado com ganho unitário), foi aplicado um sinal senoidal de 0,387Vrms em bandas de oitava (125Hz à 8000Hz), através do circuito da figura 11. O gráfico a seguir exibe o ganho de tensão em função da frequência.

Figura 14 - Ganho do amplificador Isolador

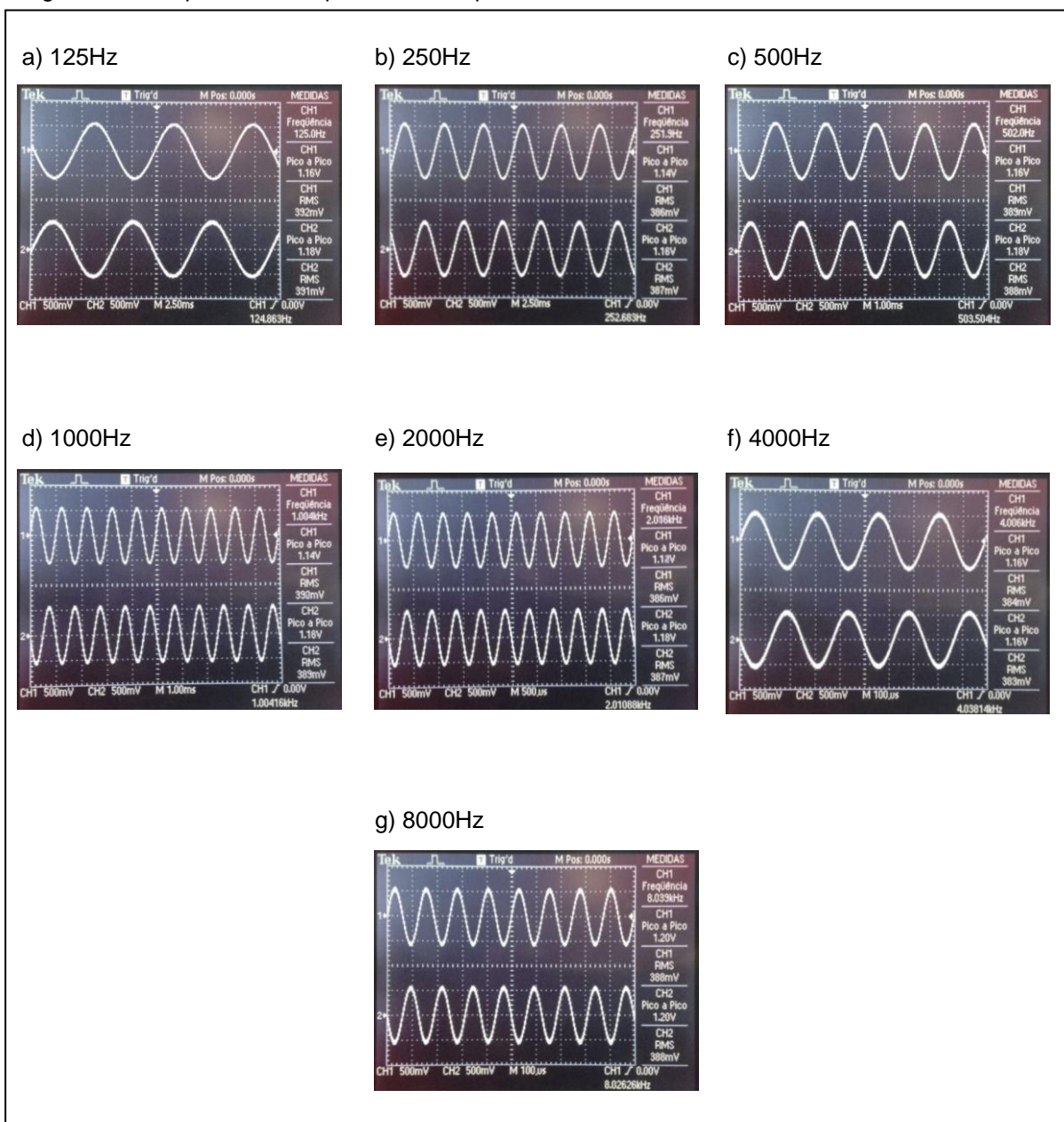


Fonte: Arquivo Pessoal

A seguir as formas de onda medidas com o auxílio do osciloscópio em bandas de oitava, antes e depois do Amplificador Isolador. No canal “1” o sinal na entrada e no canal “2” o sinal em sua saída, ambos em tempo real.

O amplificador isolador manteve o seu ganho independente da frequência aplicada:

Figura 15 - Resposta em frequência do Amplificador Isolador em bandas de oitava



Fonte: Arquivo Pessoal

3.2.1.3. Ensaios

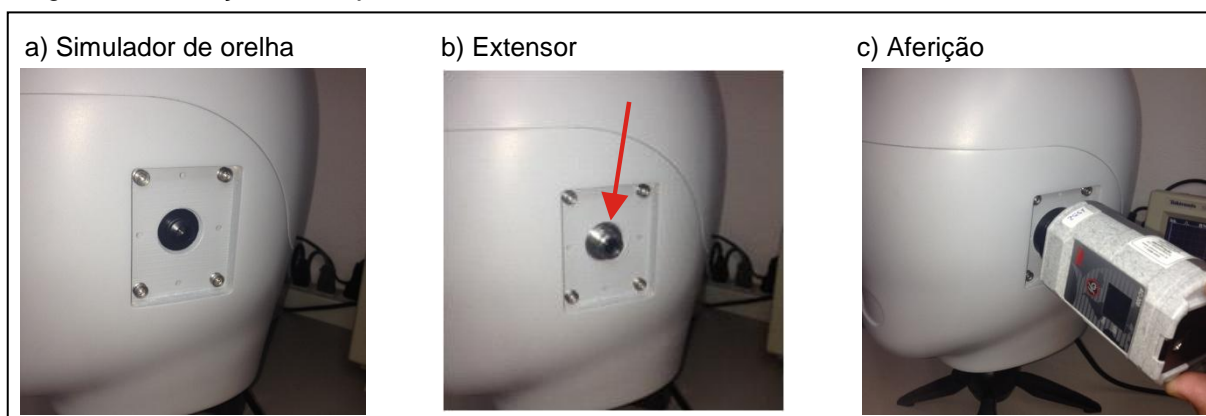
A saída de um amplificador possui uma resistência em série, quando esta possui características complexas que variam com a frequência é denominada impedância, dependendo do valor desta resistência em relação à resistência da carga (no caso o *head-set*), a mudança na resistência de carga, provocada pela conexão de uma segunda carga em paralelo, pode alterar significadamente os resultados obtidos.

Os *head-sets* usados nos ensaios continham supressores de sobre tensão passivos, em paralelo aos seus alto-falantes, podendo gerar distorção harmônica pela atuação dos mesmos em níveis sonoros muito altos, a fim de se evitar distorção harmônica nos ensaios em laboratório será usado um nível médio equivalente de aproximadamente 90dB(A), com um ruído branco, servindo como referência para os ensaios.

O ensaio a seguir consiste em obter o nível de ruído com apenas um *head-set* e compará-lo com o nível de ruído com dois *head-sets* em paralelo (mesma marca e modelo), com e sem a presença do Amplificador Isolador, verificando assim a necessidade de uso do mesmo. Para o ensaio, o Amplificador Isolador foi calibrado para um ganho unitário e o fone foi mantido no manequim durante todo o ensaio.

- O conjunto foi aferido com auxílio de um extensor, antes do início o teste.

Figura 16 – Aferição do Conjunto



Fonte: Arquivo pessoal

- Montada a configuração em conformidade com a Figura 9 ou Figura 10 (de acordo com o amplificador sob ensaio). Neste momento apenas o *Headset* Teste deve estar conectado ao amplificador, o *Headset* Trabalhador deve permanecer desconectado assim como o Amplificador Isolador.
- A saída do gerador foi configurada para emitir um Ruído Branco, ajustando o controle de volume do amplificador de forma a se obter um nível médio equivalente de aproximadamente 90dB(A) no sonômetro.
- Foram registrados os dados obtidos em 1/3 de oitava e o nível total equivalente.
- Foi conectado o *Headset* Teste em paralelo com o *Headset* Trabalhador (sem o Amplificador Isolador) e registrado os dados obtidos em 1/3 de oitava e o nível total equivalente.
- Foi inserido o Amplificador Isolador no circuito e registrado os dados obtidos em 1/3 de oitava e o nível total equivalente.
- O conjunto foi novamente aferido.

O ensaio anterior foi repetido para cada conjunto amplificador e *head-set*, a seguir a avaliação.

Tabela 4: Interferência da resistência de saída do amplificador

Descrição	Nível Sonoro Equivalente		
	1 <i>head-set</i>	2 <i>head-sets</i> s/ amp. Isolador	2 <i>head-sets</i> c/ amp. Isolador
Amplificador Analógico 1	90,0 dB(A)	87,4 dB(A)	90,0 dB (A)
Amplificador Analógico 2	90,0 dB(A)	88,9 dB(A)	89,9 dB(A)
Amplificador Analógico 3	90,2 dB(A)	86,9 dB(A)	90,1 dB(A)
Amplificador Voip 1	89,1 dB(A)	88,7 dB(A)	89,1 dB(A)
Amplificador Voip 2	90,1 dB(A)	90,0 dB(A)	90,1 dB(A)

Fonte: Arquivo Pessoal

Com base na avaliação acima, podemos observar um desvio de até 3,3dB(A) sem a presença do Amplificador Isolador, tornando necessário o uso do mesmo.

Para evitar que os resultados metrológicos sejam invalidados, será adotado como padrão o uso do Amplificador Isolador entre o *Headset* Trabalhador e o *Headset* Teste, evitando desta forma a alteração da resistência de carga e por consequência as características originais do conjunto amplificador e *head-set*.

Sem o Amplificador Isolador seria necessária uma avaliação, caso a caso, para quantificar esta incerteza, se a mesma se mostrar insignificante o amplificador pode ser descartado, conectando os *head-sets* diretamente em paralelo.

Durante os ensaios, o ambiente apresentou um nível equivalente de ruído de 43,2dB(A), com ruído de fundo (L90) de 41,8dB(A).

3.3. AVALIAÇÃO DO RUÍDO OCUPACIONAL EM CAMPO

Os ensaios em laboratório permitiram demonstrar que a metodologia e os equipamentos utilizados estão adequados para o ensaio em campo. Os ensaios em campo foram realizados em duas empresas do setor de Teletendimento/Telemarketing. Na primeira empresa, denominada no documento como Empresa 1, os trabalhadores realizam, durante uma jornada diária de 6hs, apenas atividades de Telemarketing, enquanto que na segunda empresa, denominada como Empresa 2, os trabalhadores realizam durante uma jornada diária de 8hs atividades de venda por telefone, email e em balcão, não classificando os mesmos como operadores de telemarketing.

Para cada uma das empresas serão avaliados:

- exposição ao ruído ocupacional contínuo ou intermitente;
- se o limite de exposição valor teto, para ruído contínuo ou intermitente, é superado, ou seja $>115\text{dB(A)}$;
- se o limite de exposição ao ruído de impacto é superado.

A avaliação da exposição ao ruído ocupacional contínuo ou intermitente é efetuada em conformidade com as normas ISO11904-2 (ISO, 2004) e NHO-01 (Fundacentro, 2001). As medições com o manequim são realizadas em bandas de 1/3 de oitava, com o sonômetro operando na curva de compensação "Linear" e modo Lento (*Slow*), posteriormente são compensadas para campo difuso (ISO11904-2, tabela 1), ajustadas usando as constantes de ponderação "A" e combinadas para obter o nível de pressão sonora equivalente contínua ponderado em "A". O resultado obtido, normalizado para 8h, é comparado ao limite de exposição.

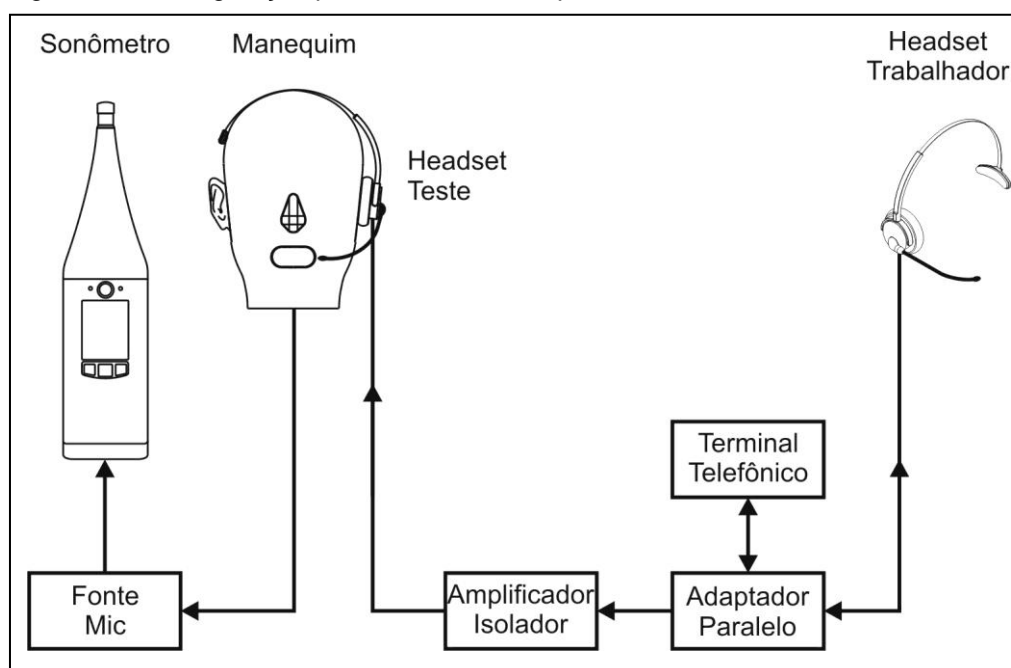
Para avaliação da exposição quanto ao valor teto, cada amostra obtida durante o ensaio anterior, é compensada para campo difuso e ajustada usando as constantes de ponderação "A". Nenhum dos valores obtidos pode superar o limite de 115dB(A).

Para avaliação do nível de exposição ao ruído de impacto, com o sonômetro operando na curva de compensação "C" e modo Rápido (*Fast*), é analisado o nível acústico em função do tempo, caso o limite de exposição seja superado novas

medições devem ser realizadas, desta vez em bandas de 1/3 de oitava. Cada amostra, obtida em intervalos de 20ms, será compensada para campo difuso e comparada com os limites de exposição novamente, se superado é considerado insalubre. A segunda verificação torna-se necessário em virtude de uma limitação do sonômetro utilizado, o mesmo guarda o espectro ao longo do tempo de apenas um modo, lento (*slow*) ou rápido (*fast*), como o objetivo principal é a quantificação da exposição ao ruído contínuo ou intermitente, o espectro é inicialmente ajustado para o modo lento (*slow*).

Para realização do ensaio em campo é utilizada a configuração a seguir:

Figura 17 – Configuração para ensaio em campo



Fonte: Arquivo pessoal

O *Headset Teste*, fornecido pela empresa onde o ensaio é realizado, deve ser obrigatoriamente da mesma marca e modelo do *Headset Trabalhador*.

Os alto-falantes utilizados nos *head-sets* possuem uma pequena variação do nível sonoro emitido de uma peça para outra, dentro de uma tolerância estabelecida pelo seu fabricante, o que pode gerar uma diferença entre o *Headset Teste* e o *Headset Trabalhador*, em virtude disto foi testada uma variação na metodologia durante os

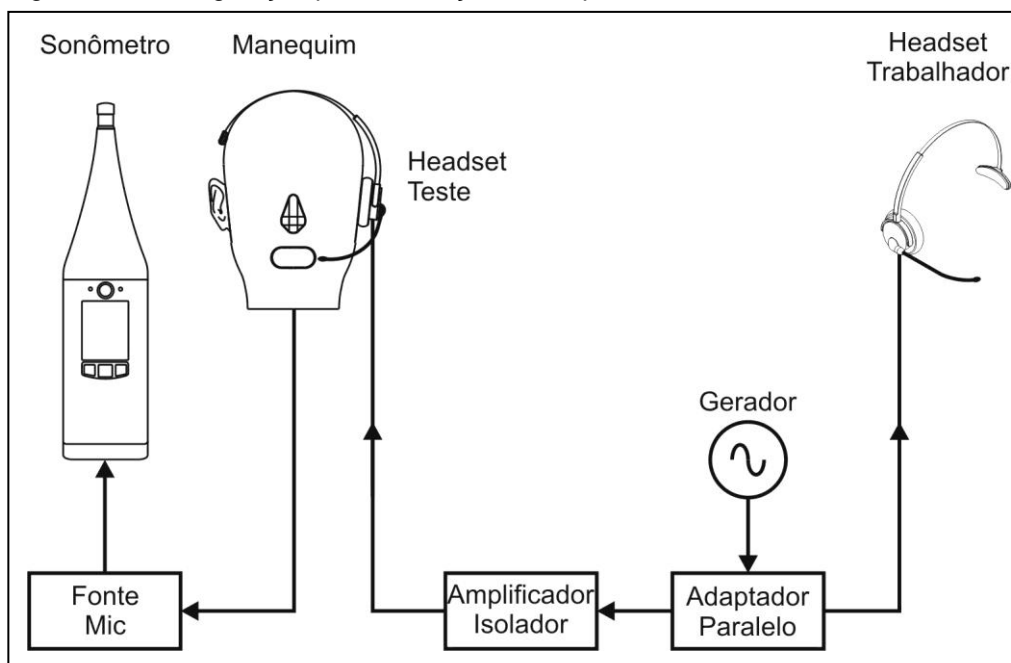
ensaios, em ambas as empresas, as mesmas foram denominadas como Metodologia 1 e Metodologia 2, verificando ao final do trabalho se existe uma mais apropriada ou ambas podem ser aplicadas.

3.3.1. Metodologia 1

Passo a passo:

- Aferir o conjunto com auxílio do calibrador acústico;
- Montar a configuração a seguir:

Figura 18 – Configuração para calibração do Amplificador Isolador



Fonte: Arquivo Pessoal

- Acoplar o *Headset* Trabalhador ao manequim, ajustando a saída do gerador senoidal até obter um nível de 90dB(A) em 1kHz no sonômetro;
- Acoplar o *Headset* Teste ao manequim, ajustando o Amplificador Isolador até obter um nível de 90dB(A) no sonômetro;

- Montar a configuração da figura 17 e iniciar a avaliação. O trabalhador deve executar suas atividades normalmente;
- Ao término da avaliação aferir novamente o conjunto.

3.3.2. Metodologia 2

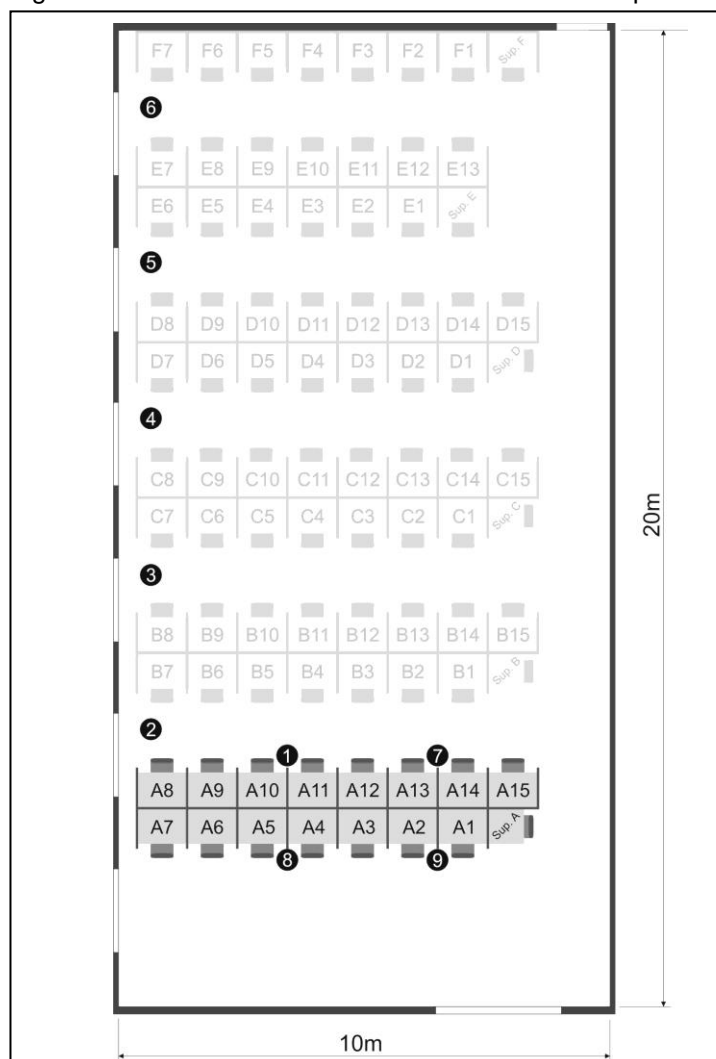
A principal diferença deste método, em relação à Metodologia 1, é que o Amplificador Isolador já se encontra calibrado com ganho unitário, servindo apenas como isolador, e o *head-sets* serão trocados durante o ensaio, obtendo uma média entre os dois, o que tecnicamente é aceitável, pois qualquer um dos *head-sets* poderia estar em uso durante o ensaio, e como o trabalhador tem a liberdade para alterar o volume do terminal telefônico, o mesmo compensaria qualquer diferença existente entre os mesmos. O principal objetivo da Metodologia 2 é simplificar o ensaio em campo. A seguir o passo a passo:

- Aferir o conjunto com o auxílio do calibrador acústico;
- Montar a configuração da figura 17 e iniciar a avaliação. O trabalhador deve executar suas atividades normalmente;
- Após aproximadamente metade do tempo da avaliação os *head-sets* devem ser trocados de posição, o *Headset* Teste deve ser conectado ao Terminal Telefônico e passado a ser usado pelo trabalhador, enquanto o *Headset* Trabalhador deve ser conectado à saída do Amplificador Isolador e acoplado ao Manequim;
- Ao término da avaliação aferir novamente o conjunto.

3.4. AVALIAÇÃO EMPRESA 1

Os ensaios da Empresa 1 foram realizados em todos os postos de atendimento do setor A (A1 à A15), conforme figura a seguir. Neste setor estava sendo efetuado um piloto de testes com sistema Voip, para posterior implantação nos demais setores. Nos pontos de 1 a 9 foram posicionados o sonômetro para avaliação do ruído do ambiente de trabalho.

Figura 19 - Desenho do ambiente de trabalho da Empresa 1

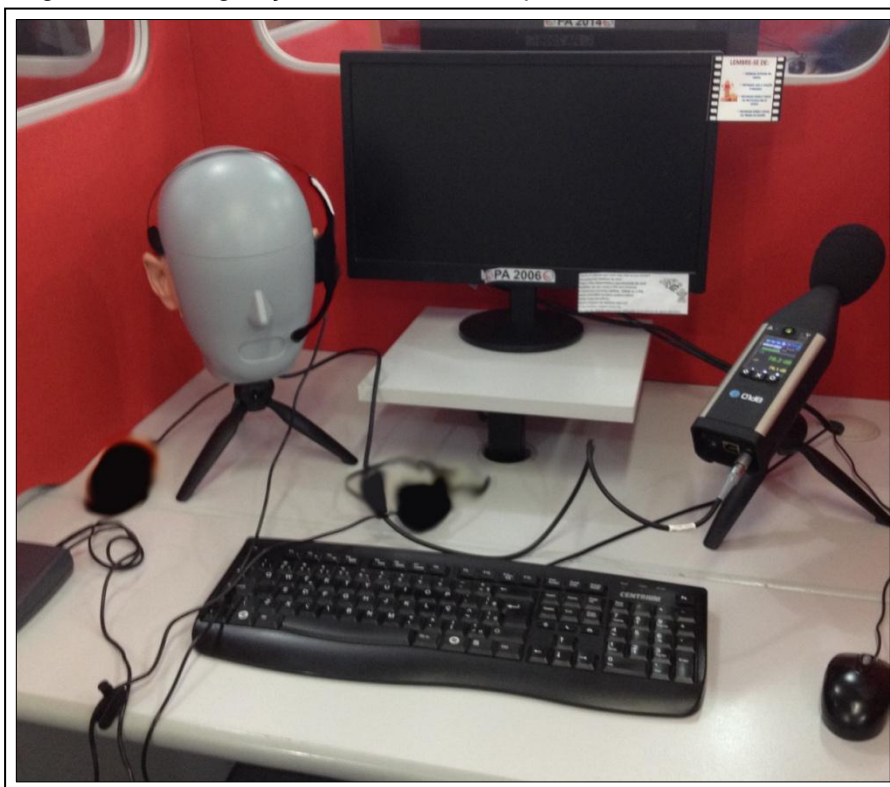


Fonte: Arquivo Pessoal

3.4.1. Metodologia utilizada

A avaliação ocupacional de ruído foi feita por Grupo Homogêneo de Exposição, por meio de dosimetria de ruído com manequim em ciclos de trabalho representativo da exposição durante a jornada de trabalho. Os procedimentos foram realizados em conformidade com a NR-15 (BRASIL, 2015) da portaria nº 3.214/78 (MTE), NHO-01 (Fundacentro, 2001) e ISO11904-2 (ISO, 2004). Foram utilizadas a Metodologia 1 e Metodologia 2.

Figura 20 - Configuração de Ensaio na Empresa 1



Fonte: Arquivo Pessoal

As medições com o manequim foram realizadas em bandas de 1/3 de oitava, com aparelho operando na curva de compensação "Linear" e modo Lento (*Slow*), posteriormente foram compensadas para campo difuso (ISO11904-2, tabela 1) e o resultado ponderado em "A" (NR-15, anexo nº1). As medições do ruído Ambiente foram realizadas ao nível auditivo do trabalhador, em bandas de oitava, com aparelho operando na curva de compensação "A" e modo Lento (*Slow*) (NR-15, anexo nº1 / NR17 Anexo II / NBR10152). Para o ruído de impacto, as leituras foram

efetuadas com o aparelho operando no circuito de compensação "C" em modo "Rápido" (*Fast*), NR-15 anexo nº 2.

Tabela 5 - Características Empresa 1

Características
<p>Grupo Homogêneo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Postos de trabalho: 15 posições de atendimento, todas as posições foram avaliadas; - Piloto de testes para implantação de sistema Voip, Computador e <i>Softphone</i>; - Cargo: Atendente de Telemarketing; - Função: Venda ativa de planos de telefonia móvel; - Turnos de Trabalho: Seg. à Sex. 06h20min c/ 40min totais de intervalo.
<p>Descrição das Atividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistema informatizado efetua chamadas para clientes cadastrados em um banco de dados, depois de atendida, a chamada é transferida para o atendente, que realiza a venda de um novo plano de telefonia móvel celular. - Durante a dosimetria, o trabalhador executou atividades normais de atendimento. Foi observado que apesar do <i>head-set</i> possuir controle de volume, todos se encontravam no volume máximo.
<p>Local de trabalho:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Posições de atendimento A.
<p>Fontes Geradoras:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conversa telefônica; - Ruído ambiente da sala, gerado principalmente pelos próprios atendentes.
<p>Descrição das medidas de controle existentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Supressor de sobre tensão passivo no <i>head-set</i>; - Controle de volume do <i>head-set</i>; - Paredes divisórias isolantes (acústico) entre as posições de atendimento.
<p>Fonte: Arquivo Pessoal</p>

3.5. AVALIAÇÃO EMPRESA 2

Na Empresa 2 foram selecionados aleatoriamente 13 trabalhadores do grupo homogêneo de risco de 15 pessoas, 3 posições de atendimento estavam desativadas. O grupo amostral de trabalhadores, proporcional ao tamanho total do grupo, foi selecionado com grau de confiança de 95% de chances que teremos ao menos um trabalhador entre os 10% maiores níveis de exposição (Liedel, 1977 apud USP, 2014), conforme tabela a seguir:

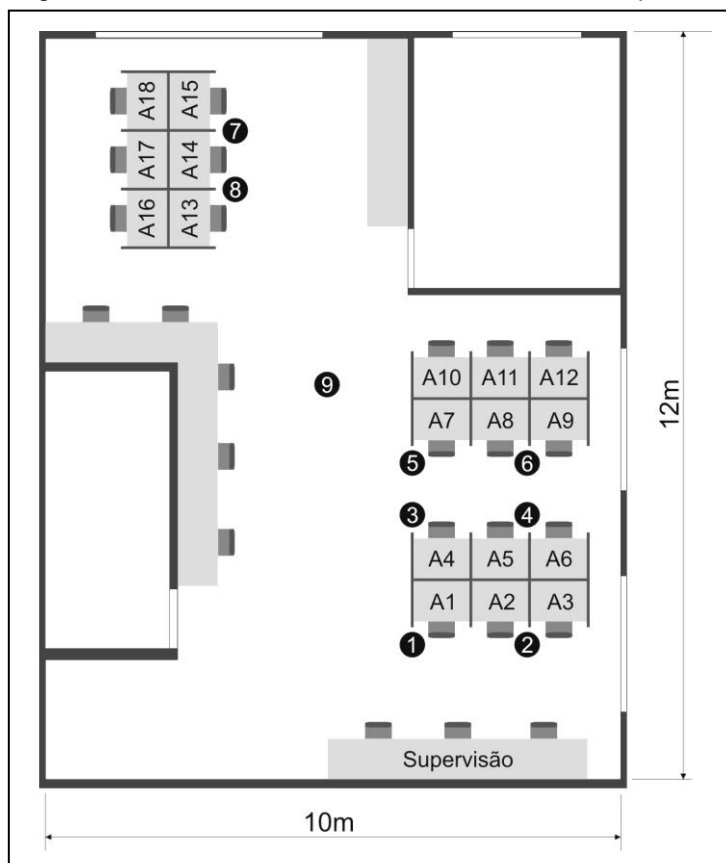
Tabela 6 - Tamanho do grupo amostral com grau de confiança de 95%

Probabilidade de 95% de ter pelo menos uma nos 10% superiores níveis de exposição	
Grupo Homogêneo	Grupo Amostral
12	11
13-14	12
15-16	13
17-18	14
19-21	15
22-24	16
25-27	17
28-31	18
32-35	19
36-41	20
42-50	21
51 e +	29

Fonte: USP, 2014

Em todas as posições de atendimento (PA) da Empresa 2 são usados Telefones Analógicos. Nos pontos de 1 à 9 foram posicionados o sonômetro para avaliação do ruído do ambiente de trabalho. A seguir o desenho da sala:

Figura 21 - Desenho do ambiente de trabalho da Empresa 2



Fonte: Arquivo Pessoal

3.5.1. Metodologia utilizada

A avaliação ocupacional de ruído foi feita por Grupo Amostral de Exposição, por meio de dosimetria de ruído com manequim em ciclos de trabalho representativo da exposição durante a jornada de trabalho. Os procedimentos foram realizados em conformidade com a NR-15 (BRASIL, 2015) da portaria nº 3.214/78 (MTE), NHO-01 (Fundacentro, 2001) e ISO11904-2 (ISO, 2004). Foram utilizadas a Metodologia 1 e Metodologia 2.

Figura 22 - Configuração de Ensaio na Empresa 2



Fonte: Arquivo Pessoal

As medições com o manequim foram realizadas em bandas de 1/3 de oitava, com aparelho operando na curva de compensação "Linear" e modo Lento (*Slow*), posteriormente foram compensadas para campo difuso (ISO11904-2, tabela 1) e o resultado ponderado em "A" (NR-15, anexo nº1). As medições do ruído Ambiente foram realizadas ao nível auditivo do trabalhador, em bandas de oitava, com aparelho operando na curva de compensação "A" e modo Lento (*Slow*) (NR-15, anexo nº1 / NR17 Anexo II / NBR10152). Para o ruído de impacto, as leituras foram efetuadas com o aparelho operando no circuito de compensação "C" em modo "Rápido" (*Fast*), NR-15 anexo nº 2.

Tabela 7 - Características Empresa 2

Características
Grupo Homogêneo: <ul style="list-style-type: none">- Postos de trabalho: Total de 15 posições de atendimento, 13 posições foram avaliadas;- Telefone Analógico projetado originalmente para uso com <i>head-set</i>;- Cargo: Vendedor;- Função: Venda de máquinas e equipamentos;- Turnos de Trabalho: Seg. à Sex. 8hs e 40 min de jornada.
Descrição das Atividades: <ul style="list-style-type: none">- As chamadas são transferidas para os vendedores por um sistema automático, e os mesmos realizam orçamento de máquinas e equipamentos. As vendas também podem ser efetuadas por email ou balcão- Durante a dosimetria, o trabalhador executou atividades normais de atendimento.
Local de trabalho: <ul style="list-style-type: none">-Posições de atendimento do Setor de Vendas.
Fontes Geradoras: <ul style="list-style-type: none">- Conversa telefônica;- Ruído ambiente da sala, gerado principalmente pelos próprios atendentes.
Descrição das medidas de controle existentes: <ul style="list-style-type: none">- Supressor de sobre tensão passivo no <i>head-set</i>;- Controle de volume do <i>head-set</i>;- Paredes divisórias isolantes (acústico) entre as posições de atendimento.

Fonte: Arquivo Pessoal

3.6. INSTRUMENTOS

O Medidor de Nível Sonoro Integrador utilizado encontra-se em conformidade com as especificações constantes na Norma IEC61672-1 (IEC, 2002), classe 1. Todo o conjunto foi aferido antes e após as medições. Os medidores e calibradores foram aferidos e certificados pelo fabricante, assistência técnica autorizada ou laboratório credenciado.

A seguir a lista dos equipamentos utilizados durante o trabalho, os certificados de calibração encontram-se nos anexos.

Tabela 8 - Instrumentos Utilizados

Instrumento	Nº de Série	Nº Certificado	Validade
Medidor de Nível Sonoro Integrador (classe 1)	10XXX	CE-DXX-L-XX-PXX-XXXXX	17/09/16
Simulador de Orelha ocluída	216XXX	216XXX	03/10/16
Pré-amplificador Mic	209XXX	209XXX	11/10/16
Simulador de Orelha Externa (Tipo 3.3)	210XXX	210XXX	11/09/16
Simulador de orelha externa (Tipo 3.3)	208XXX	208XXX	11/09/16
Fonte de alimentação CCP	211XXX	211XXX	06/10/16
Calibrador acústico 114dB 1KHz 250Hz (classe 1)	AC3000XXXXX	3XXX-XXXX	27/07/17
Amplificador Isolador	EG-XX	Monografia	-
Cabeça Artificial Conforme ITU P58	EG-XX	Monografia	-
Gerador de Sinais	EG-XX	Subjetivo	Subjetivo
Osciloscópio digital com função FFT	CO48XXX	427XXXX	01/10/16
Multímetro Digital	1821XXX	139XXX/XX	07/05/18

Fonte: Arquivo Pessoal

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir os resultados obtidos nas avaliações das empresas:

4.1. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO NA EMPRESA 1

Tabela 9 - Avaliação Empresa 1

Avaliação da Exposição ao Ruído Ocupacional em Head-set							
PA	Ruído Contínuo ou intermitente normalizado para 8h					Ruído de Impacto dB(C)	Método
	NEN q=3 dB(A)	NEN q=5 dB(A)	LT NR-15 dB(A)	NA dB(A)	Pico Max dB(A)		
A1	87,1	86,1	85,0	80,0	99,6	108,3	1
A2	86,0	85,0	85,0	80,0	103,8	112,1	1
A3	87,4	86,4	85,0	80,0	102,5	112,1	1
A4	85,4	84,4	85,0	80,0	99,7	112,4	1
A5	85,2	84,2	85,0	80,0	98,6	113,3	1
A6	83,8	82,8	85,0	80,0	99,6	112,9	1
A7	87,4	86,4	85,0	80,0	104,8	114,1	1
A8	84,5	83,5	85,0	80,0	99,3	113,6	2
A9	85,5	84,5	85,0	80,0	102,7	112,9	2
A10	86,5	85,5	85,0	80,0	101,3	113,7	2
A11	87,4	86,4	85,0	80,0	99,9	113,9	2
A12	84,6	83,6	85,0	80,0	98,7	110,2	2
A13	85,7	84,7	85,0	80,0	98,7	109,6	2
A14	87,0	86,0	85,0	80,0	101,5	112,5	2
A15	85,0	84,0	85,0	80,0	104,4	112,6	2

Nível de Ruído Ambiente = 74,1 dB(A)
Nível de Ruído de Fundo (L90) = 69,4 dB(A)

Espectro de ruído em bandas de oitava dB(A)							
63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz
37,7	43,0	57,2	68,2	70,4	67,9	60,5	47,9

Fonte : Arquivo Pessoal

4.1.1. Medidas empresa 1

Com base nos resultados do NEN $q=5$, exigido pelo MTE, o nível equivalente de ruído com limite de confiança de 95% de certeza foi de $84,9 \pm 1,7\text{dB(A)}$ (SALIBA, 2014), demonstrando uma pequena dispersão dos resultados.

O nível equivalente de ruído superou o limite de tolerância, para ruído contínuo ou intermitente, definido pela norma NR-15 Anexo nº1, da Portaria nº 3.214, tornando-se necessário a adoção de medidas imediatas para eliminar ou neutralizar o risco. Como os *head-sets* já possuem supressores de sobre tensão e apenas o nível equivalente de ruído contínuo ou intermitente foi superado, seguem medidas possíveis:

- Redução do tempo de exposição ao ruído, através do aumento do tempo entre as chamadas telefônicas, medida de controle de adoção pela própria empresa;
- Redução da faixa dinâmica de volume do conjunto amplificador e *head-set*, através de uma modificação diretamente sobre o *head-set*. Para adoção desta medida torna-se necessário a consulta de pessoal especializado, com conhecimento específico sobre o assunto;
- O *softphone* é um aplicativo multimídia que permite efetuar chamadas telefônicas diretamente do computador, transformando o mesmo em um telefone. Atuando sobre o *softphone*, é possível limitador o volume máximo permitido. Para adoção desta medida torna-se necessário a consulta de pessoal especializado, com conhecimento específico sobre o assunto.

Através de uma ou mais medidas acima será possível eliminar o risco. Após a adoção da(s) medida(s) será necessário uma nova dosimetria de ruído para comprovar a eficiência da mesma.

O nível de ruído de impacto não foi superado. É importante relatar que o nível apresentado trata-se de um valor subjetivo, pois o mesmo não foi compensado para o campo difuso, o nível compensado seria inferior ao apresentado.

O nível de ruído do ambiente de trabalho superou o nível acústico de conforto, definido pela NR-17 (BRASIL, 2015), tornando necessário melhorar o projeto acústico da sala, a fim de adequá-la à comunicação telefônica. Para adoção desta medida torna-se necessário a consulta de pessoal especializado, com conhecimento específico sobre o assunto.

4.2. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO NA EMPRESA 2

Tabela 10 - Avaliação Empresa 2

Avaliação da Exposição ao Ruído Ocupacional em <i>Head-set</i>							
PA	Ruído Contínuo ou intermitente normalizado para 8h					Ruído de Impacto dB(C)	Método
	NEN q=3 dB(A)	NEN q=5 dB(A)	LT NR-15 dB(A)	NA dB(A)	Pico Max dB(A)		
A1	83,0	83,2	85,0	80,0	97,7	106,1	1
A2	77,5	77,8	85,0	80,0	90,7	104,5	1
A3	78,3	78,5	85,0	80,0	89,8	98,7	1
A4	79,1	79,4	85,0	80,0	93,9	102,4	1
A5	74,9	75,2	85,0	80,0	86,0	99,3	1
A6	76,4	76,6	85,0	80,0	89,1	102,0	1
A7	67,4	67,6	85,0	80,0	83,1	96,5	1
A8	82,1	82,4	85,0	80,0	96,7	106,1	2
A9	75,3	75,6	85,0	80,0	85,8	99,9	2
A10	-	-	85,0	80,0	-	-	2
A11	72,0	72,3	85,0	80,0	88,9	100,3	2
A12	70,0	70,3	85,0	80,0	83,0	97,9	2
A13	83,9	84,2	85,0	80,0	100,8	109,9	2

Nível de Ruído Ambiente = 60,7 dB(A)
Nível de Ruído de Fundo (L90) = 53,7 dB(A)

Espectro de ruído em bandas de oitava dB(A)							
63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz
37,7	43,0	57,2	68,2	70,4	67,9	60,5	47,9

Fonte: Arquivo Pessoal

O nível equivalente de ruído da posição de atendimento A10 superou o limite de tolerância, para ruído contínuo ou intermitente. Em uma análise detalhada da mesma foi observado que o telefone analógico era diferente dos outros, fabricado em torno de 1998, e sem selo de conformidade Anatel, em virtude disto o mesmo foi retirado do setor e desativado. Os ensaios da posição de atendimento A10 foram removidos da avaliação.

4.2.1. Medidas empresa 2

Com base nos resultados do NEN $q=5$, exigido pelo MTE, o nível equivalente de ruído com limite de confiança de 95% de certeza foi de $76,9 \pm 3,7\text{dB(A)}$ (SALIBA, 2014), demonstrando uma grande dispersão dos resultados. O desvio poderia ser reduzido com o aumento do tamanho do grupo amostral (lembrando que um apresentou problema), mas pelo ruído médio equivalente não alteraria o resultado final.

O nível equivalente de ruído não superou os limites de tolerância definidos pela norma NR-15 Anexo 1 e 2, da Portaria nº 3.214, estando o ambiente salubre, mas em alguns momentos o nível de ação foi superado. Como medida preventiva será efetuada uma nova dosimetria de ruído, abrangendo um período de amostragem mais significativo. O trabalhador executa diversas atividades durante a jornada de trabalho, vendas por telefone, email e balcão, mas a avaliação abordou apenas a atividade ao telefone.

O nível de ruído de impacto não foi superado. É importante relatar que o nível apresentado trata-se de um valor subjetivo, pois o mesmo não foi compensado para o campo difuso, o nível compensado seria inferior ao apresentado.

O nível de ruído do ambiente de trabalho está adequado à comunicação telefônica.

4.3. RECOMENDAÇÕES

Nos resultados das avaliações foram apresentados os níveis normalizados para 8hs com as taxas de troca $q=3$ e $q=5$. Quando a avaliação tem por objetivo caracterizar se um ambiente é salubre (MTE), utiliza-se $q=5$ em referência a NR-15 (BRASIL, 2015), mas se o objetivo é para fins de Aposentadoria o Ministério da Previdência Social (MPS) exige que seja utilizado NEN da NHO-01 (Fundacentro, 2001), que usa $q=3$, e o resultado comparado com a tabela da NR-15. A apresentação dos dois tem por objetivo atender as duas exigências.

Os resultados obtidos na dosimetria de ruído, após aplicação da metodologia, caracterizaram insalubridade na Empresa 1, enquanto que na Empresa 2 os mesmos encontram-se dentro do nível de ação, desta forma medidas corretivas e/ou preventivas tornam-se necessárias.

Sempre visando à saúde auditiva do trabalhador, nos serviços de teleatendimento deve-se utilizar somente *head-sets* projetados para uso em comunicação telefônica, isto é necessário para que o mesmo atenda às características específicas para este fim, entre as quais podemos destacar: impedância, sensibilidade, potência nominal, resposta em frequência, peso, dispositivos de proteção e ergonomia. Os *head-sets* para comunicação telefônica, normalmente, são projetados para atender a exigências laborais.

A norma NR-17 anexo II item 3.1 (BRASIL, 2015) estabelece que os *head-sets* permitam ao trabalhador a alternância do uso das orelhas ao longo da jornada de trabalho, sugerindo que o *head-set* seja monoauricular. A alternância periódica do *head-set* entre as orelhas, durante a jornada de trabalho, é importante para que as mesmas possam descansar e serem ventiladas.

Um aspecto de grande importância a ser verificado, quando medidas corretivas e/ou preventivas tornam-se necessárias, refere-se a originalidade do *head-set*, o mesmo deve manter as suas características originais de projeto, especificadas pelo fabricante, pois até a mudança da espuma utilizada no acoplamento à orelha pode alterá-las. É fundamental que qualquer manutenção realizada no *head-set* preserve

as suas características, e de preferência que sejam executadas pelo próprio fabricante ou por pessoal autorizado por este.

O controle de volume é um item essencial em amplificadores telefônicos, permitindo que o usuário altere o nível de saída de forma que atenda a suas necessidades, mas o mesmo não impede os níveis de ruído excessivos, tornando necessário que além de uma faixa dinâmica apropriada o mesmo seja dotado de mais algum dispositivo de proteção, tanto para os ruídos contínuos e intermitentes quanto para os ruídos de impacto. A seguir iremos discutir, de forma simplificada, alguns destes dispositivos.

4.3.1. Controle automático de ganho (CAG)

O CAG tem como característica manter a amplitude do sinal de saída de um amplificador independente da amplitude de entrada. Na prática existem limitações para estas variações de amplitude, mas podem ser previstas em projeto para atender a necessidade. Entre as desvantagens do mesmo podemos citar: necessidade de um circuito ativo (necessita de fonte de alimentação), tempo de resposta (pode não ser suficiente para ruídos de impacto), por ser ativo não pode ser inserido diretamente no *head-set*, deve ser idealizado preferencialmente em tempo de projeto e custo mais elevado.

4.3.2. Compressor de áudio

O compressor de áudio utiliza um circuito eletrônico muito parecido com o do CAG, mas opera apenas quando o sinal da saída atinge um limite pré-estabelecido. A saída do amplificador aumenta proporcionalmente ao aumento do sinal de entrada até que a saída atinja o limite de atuação para o qual foi projetado, a partir deste ponto o ganho do amplificador é alterado automaticamente, mantendo a saída constante independente do aumento do sinal na sua entrada, daí o termo “compressor”. Entre as desvantagens do mesmo podemos citar: necessidade de um circuito ativo (necessita de fonte de alimentação), tempo de resposta (pode não ser suficiente para ruídos de impacto), por ser ativo não pode ser inserido diretamente

no *head-set*, deve ser idealizado preferencialmente em tempo de projeto e custo mais elevado.

4.3.3. Supressor de sobre tensão

O supressor de sobre tensão é um dispositivo de proteção passivo, que atua quando a sua tensão nominal é superada, o mesmo é colocado em paralelo ao alto-falante do *head-set*, limitando a amplitude máxima do sinal aplicado à mesma. Em virtude da sua elevada velocidade de atuação (ideal para ruído de impacto), facilidade de implementação ao circuito (não necessita de fonte de alimentação), menor custo entre os dispositivos e poder ser conectado diretamente ao *head-set* (os outros precisam ser implementados no amplificador), faz do mesmo o dispositivo de proteção mais eficiente e utilizado nos *head-sets* para comunicação telefônica, tornando-o de uso obrigatório até mesmo quando existirem outros dispositivos de proteção. A principal desvantagem do mesmo está relacionada à sua atuação, se mal projetado, atuando em níveis mais baixos, pode provocar uma distorção harmônica no sinal, “achatando-o”.

4.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A METODOLOGIA

Analisando os dados obtidos nas duas empresas, foi constatada uma diferença na dispersão dos dados. A Empresa 1 apresentou uma pequena dispersão, isto se deve ao ciclo uniforme de trabalho durante a jornada. Já a Empresa 2 apresenta uma maior dispersão, isto ocorre pois os trabalhadores não executam especificamente uma atividade de Teletendimento, e apesar de não existir uma rotina específica de trabalho a avaliação abordou apenas a atividade ao telefone. Os resultados da Empresa 1, principalmente, demonstram a repetitividade do método.

A Metodologia 2, simplificada, provou poupar tempo, principalmente quando o grupo amostral é muito grande. Foi verificado que a Metodologia 2 apresentou a mesma média da Metodologia 1, não interferindo nos resultados.

5. CONCLUSÕES

No presente trabalho foi abordado a Avaliação do Nível de Exposição ao Ruído Ocupacional em atividades de Teleatendimento/Telemarketing, tendo como principal objetivo propor uma forma para quantificar o ruído ocupacional ao qual esta classe de trabalhadores é submetida.

Ao longo da execução do trabalho, em virtude da falta de material sobre o tema, surgiram diversas exigências que demandaram longo tempo de pesquisa, mas permitiram nortear e enriquecer o mesmo.

A partir da avaliação dos dados obtidos, foi constatado que a metodologia atendeu aos objetivos declarados. Através da aplicação da metodologia apresentada foi possível a obtenção de dados claros e objetivos, demonstrando a repetitividade do método e permitindo a melhoria das condições de segurança em atividades de Teleatendimento/Telemarketing.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR10152** Níveis de ruído para conforto acústico – Procedimento. Rio de Janeiro: 1992. Disponível em: < <http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=79208>>. Acesso em: 31 Jan 2016.

ABT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TELESSERVIÇOS. **Institucional**. Disponível em: <<http://www.abt.org.br>>. Acesso em: 31 Jan 2016.

ANATEL. **ANEXO À RESOLUÇÃO Nº 473**: Regulamento da interface usuário - rede e de terminais do serviço telefônico fixo comutado. 2007. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/legislacao/resolucoes/2007/195-resolucao-473>>. Acesso em: 21 Fev. 2016.

ARMBRUST, S. **TELEBRÁS**: Telefonometria Básica. 1992. 9 p.

BISTAFA, S. R. **Acústica Aplicada ao Controle Ruído**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2011.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 09**: Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRa. Brasília: MTE, 2014. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR-09atualizada2014III.pdf>>. Acesso em: 21 Fev. 2016.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 15 Anexo nº 1**: Limites de Tolerância para Ruído Contínuo e Intermitente. Brasília: MTE, 2015. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR15/NR15-ANEXO1.pdf>>. Acesso em: 21 Fev. 2016.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 15 Anexo nº 2**: Limites de Tolerância para Ruído de Impacto. Brasília: MTE, 2015. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR15/NR15-ANEXO2.pdf>>. Acesso em: 21 Fev. 2016.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 17 Anexo II**: Trabalho em Teletendimento / Telemarketing. Brasília: MTE, 2015. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR17-ANEXO2.pdf>>. Acesso em: 21 Fev. 2016.

G.R.A.S. SOUND & VIBRATION. **Products**: Imagens. Disponível em: <<http://www.gras.dk>>. Acesso em: 31 jan 2016.

GIAMPAOLI, E.; SAAD, I. F. S. D.; CUNHA, I. A. **NHO 01**: Procedimento Técnico – Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído. São Paulo: Fundacentro, 2001.

IEC – INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **IEC60318-4**: Simulators of human head and ear - Part 4: Occluded-ear simulator for the measurement of earphones coupled to the ear by means of ear inserts. 2009. Disponível em: <<https://webstore.iec.ch/publication/1443>>. Acesso em: 21 Fev. 2016.

IEC – INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **IEC61672-1**: Sound level meters - Part 1: Specifications. 2002. Disponível em: <<https://webstore.iec.ch/publication/19902>>. Acesso em: 21 Fev. 2016.

ITU - INTERNATIONAL TELECOMUNICATIONS UNION. **ITU-T P.57**: Artificial Ears. 2011. Disponível em: <<http://www.itu.int/rec/T-REC-P.57-201112-l/en>>. Acesso em: 21 Fev. 2016.

ITU - INTERNATIONAL TELECOMUNICATIONS UNION. **ITU-T P.58**: Head and torso simulator for telephonometry. 2013. Disponível em: <<https://www.itu.int/rec/T-REC-P.58-201305-l/en>>. Acesso em: 21 Fev. 2016.

ITU - INTERNATIONAL TELECOMUNICATIONS UNION. **ITU-T P.380**: Electro-acoustic measurement on headsets. 2003. Disponível em: <<https://www.itu.int/rec/T-REC-P.380-200311-l/en>>. Acesso em: 21 Fev. 2016.

ISO - **International Organization for Standardization. ISO11904-2:2004(E)**: Acoustics – Determination of sound immission from sound sources placed close to the ear – Part 2. 2004.

JØNSSON, S.; MATTHISSON, A.; BORG, C. **Improving Telephone Handset Performance – On the Use of Ear Simulators ITU P.57 Type 1 and Type 3.2 for Telephonometric Measurements**: Application Note Brüel& Kjær, 1997.

PCB – PCB PIEZOTRONICS. **Microphone Handbook**. 2013. Disponível em: <http://www.pcb.com/microphoneHandbookFiles/microphone_handbook_lowres.pdf> . Acesso em: 21 Fev. 2016.

SALIBA, T. M. **Manual Prático de Avaliação e Controle de Ruído** . 8. ed. São Paulo: LTr, 2014.

USP - **UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO** – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo Curso de Especialização de Segurança do Trabalho. **Disciplina Higiene do Trabalho, Parte B**. Capítulo 13.1.7 – Número de funcionários a serem amostrados em cada GHR, páginas 371 e 372, 2014.

USP - **UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO** – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo Curso de Especialização de Segurança do Trabalho. **Disciplina O ambiente e as Doenças do Trabalho**. Capítulo 2.4.1 – Deveres e obrigações dos profissionais de saúde ocupacional, página 34, 2015.

USP - **UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO** – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo Curso de Especialização de Segurança do Trabalho. **Disciplina O ambiente e as Doenças do Trabalho**. Capítulo 14.1 – O ruído e seus efeitos à saúde, página 218, 2015.

USP - **UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO** – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo Curso de Especialização de Segurança do Trabalho. **Disciplina O ambiente e as Doenças do Trabalho**. Capítulo 14.3 – Som, página 220, 2015.

ANEXO – Certificados de Calibração

Certificado de calibração do sonômetro

5

Chapitre 1.

CONSTAT DE VERIFICATION

VERIFICATION CERTIFICATE

DELIVRE PAR : CV-D
 ISSUED BY :
 Service Métrologie

69760 LIMONEST
 France

INSTRUMENT VERIFIE
 INSTRUMENT CHECKED
 Désignation : **Sonomètre Intégrateur-Moyenneur**
 Designation : **Integrating-Averaging Sound Level Meter**

Constructeur :
 Manufacturer :

Type :
 Type :

N° de serie : 10
 Serial number :

N° d'identification :
 Identification number

Date d'émission : 17/06/15
 Date of issue :

Ce constat comprend 5 pages
 This certificate includes pages

LE RESPONSABLE METROLOGIQUE
 DU LABORATOIRE
 HEAD OF THE METROLOGY LAB
 Marc CHEVALIER


 DNE-115-PVE-...

LA REPRODUCTION DE CE CONSTAT N'EST AUTORISEE
 QUE SOUS LA FORME DE FAC-SIMILE PHOTOGRAPHIQUE INTEGRAL

THIS CERTIFICATE REPORT MAY NOT BE REPRODUCED OTHER
 THAN IN FULL BY PHOTOGRAPHIC PROCESS

CE DOCUMENT NE PEUT PAS ETRE UTILISE EN LIEU
 ET PLACE D'UN CERTIFICAT D'ETALONNAGE. CE DOCUMENT
 EST REALISE SUIVANT LES RECOMMANDATIONS DU
 FASCICULE DE DOCUMENTATION X 07-011.

THIS DOCUMENT CAN'T BE USED AS CALIBRATION
 CERTIFICATE. IT IS COMPLIANT WITH THE X 07-011 STANDARD
 RECOMMENDATIONS.

Certificado de calibração do calibrador acústico

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO				
3 <input style="width: 40px;" type="text"/>				
Solicitante do Serviço:				
Nome: <input style="width: 100px;" type="text"/>				
Endereço: <input style="width: 100px;" type="text"/>				
Bairro: <input style="width: 100px;" type="text"/>				
Cidade: <input style="width: 100px;" type="text"/>	UF: SP			
CEP: <input style="width: 100px;" type="text"/>				
Identificação do Item:				
Item: Calibrador de Nivel Sonoro				
Fabricante: <input style="width: 100px;" type="text"/>	Tipo: 1			
Modelo: <input style="width: 100px;" type="text"/>				
N.º de Série: <input style="width: 100px;" type="text"/>				
Identificação: Não Informado	B.P.: Não Informado			
Dados da calibração:				
Data da Calibração: 27-jul-15				
N.º do Processo: <input style="width: 40px;" type="text"/>	Item: 1			
Procedimento de Calibração: PC-03 REV. 8				
Normas de Referência: IEC 60942:2003				
Condições Ambientais:				
Temperatura: 22,2 °C				
Umidade Relativa: 62 %				
Pressão Atmosférica: 929,8 mbar				
Método de Medição:				
O sinal do calibrador acústico é medido e comparado ao Pistonphone padrão.				
Padrões e Instrumentação Utilizados:				
Padrão	Código		Emitente	Validade
Power Supply	P-028	<input style="width: 100%; height: 100%;" type="text"/>	Total Safety	novembro-15
Pré Amplificador	P-026		Total Safety	novembro-15
Microfone	P-042		INMETRO	outubro-15
Placa DAQ	P-025		Elus Instr.	novembro-16
Barometro Digital	P-024		Setting - RBC	fevereiro-16
Termohigrometro	P-013		Escala - RBC	maio-17
Pistonphone	P-019		INMETRO	outubro-15

Certificado de calibração da fonte do microfone

Test Certificate

We, G.R.A.S. Sound & Vibration, Skovlytoften 33, 2640 Holte, Denmark, declare under our sole responsibility that the product

Power Module type 12AL

Serie no.

to which this declaration relates, has been manufactured in compliance with the provisions of the relevant internal G.R.A.S. Sound & Vibration standards.

This product has been tested individually, and found to fulfill the specifications.

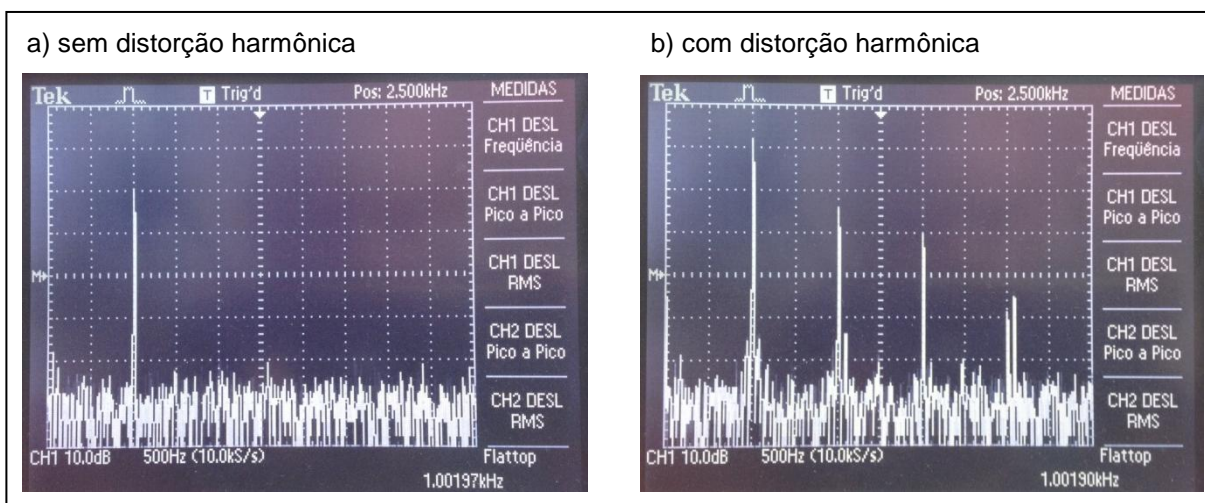
06.10.2014

Date

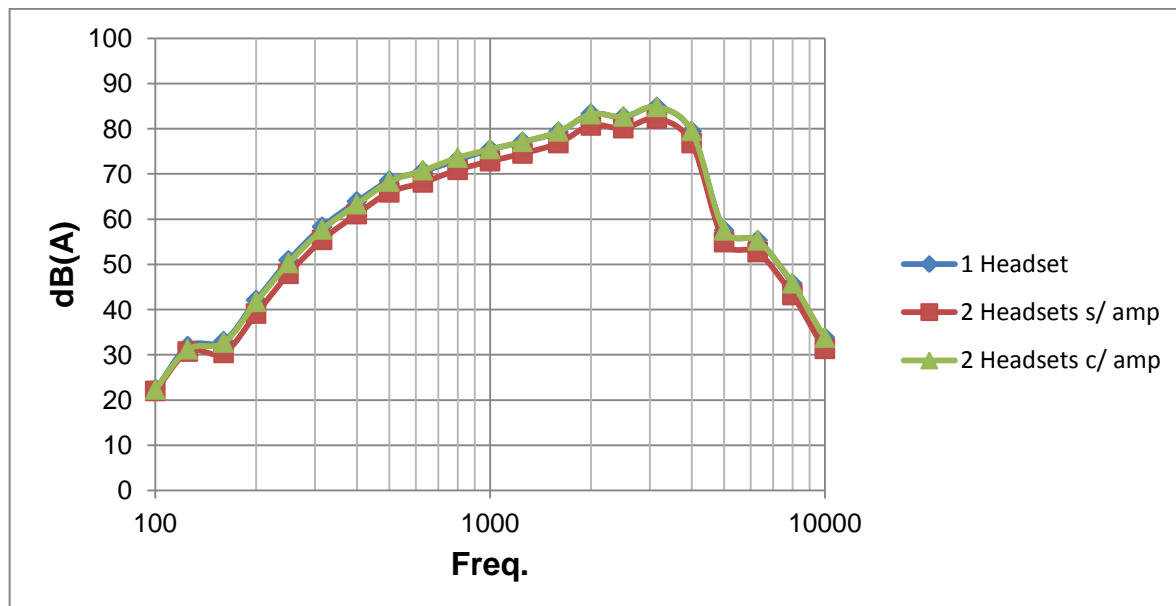
Quality Manager

APÊNDICE A – Ensaio em laboratório

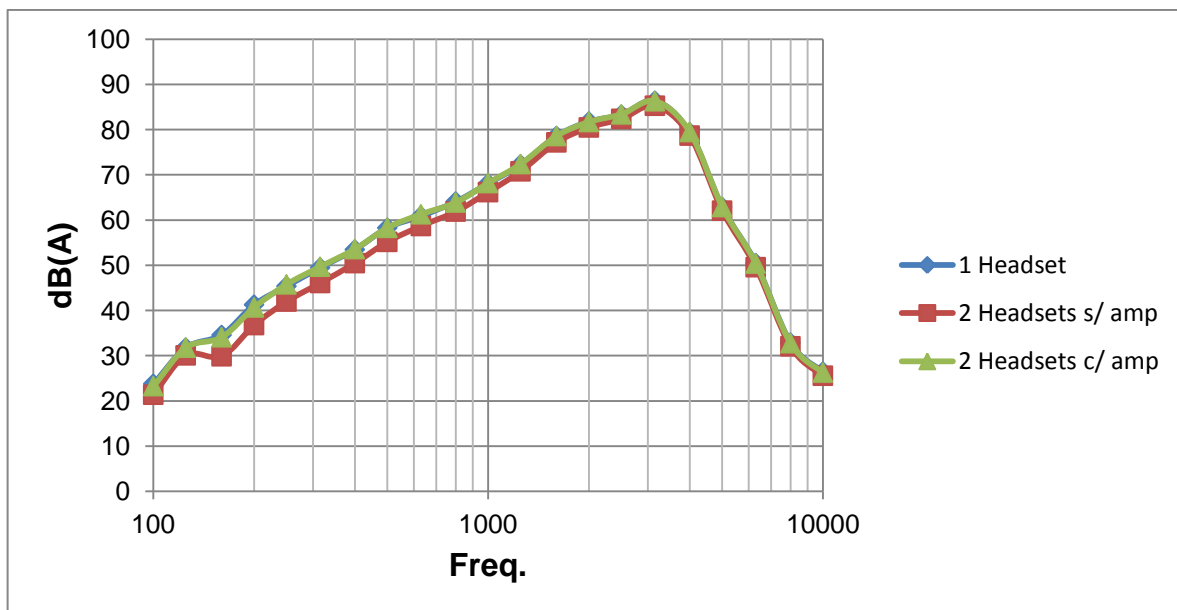
Distorção harmônica provocada pelo supressor de sobre tensão em 1kHz



Amplificador Analógico 1

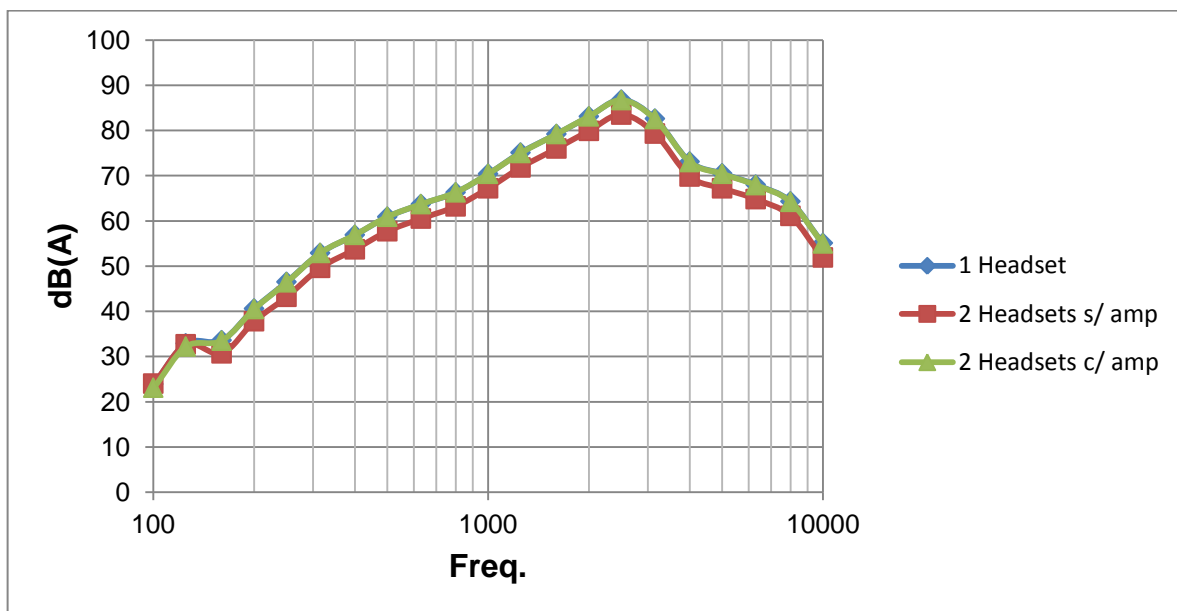


Amplificador Analógico 2



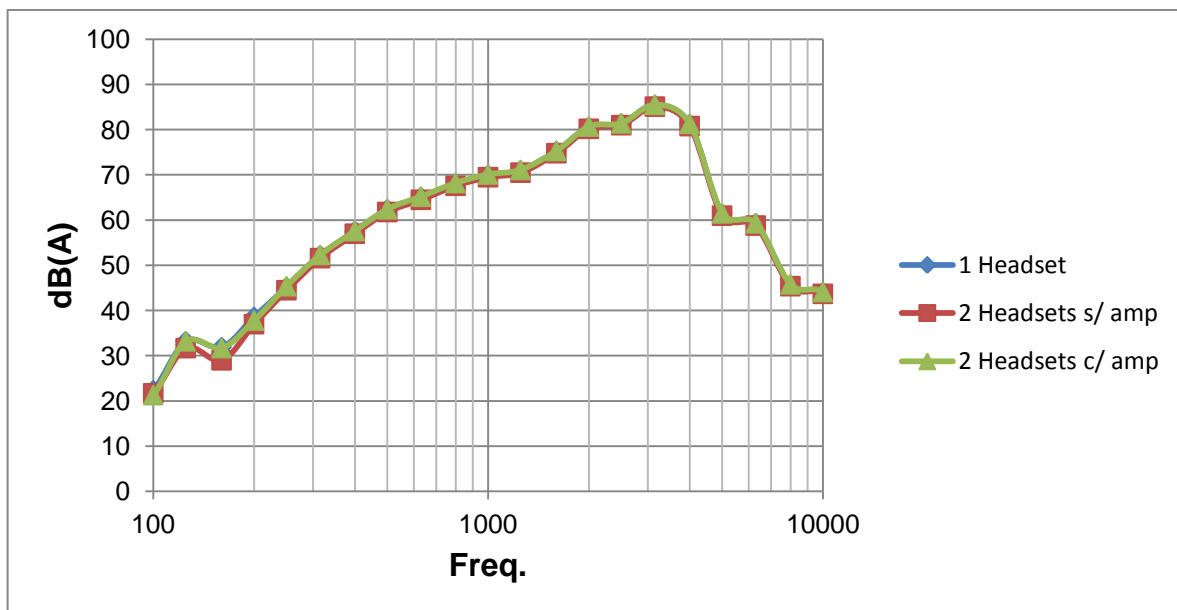
Fonte: Arquivo pessoal

Amplificador Analógico 3



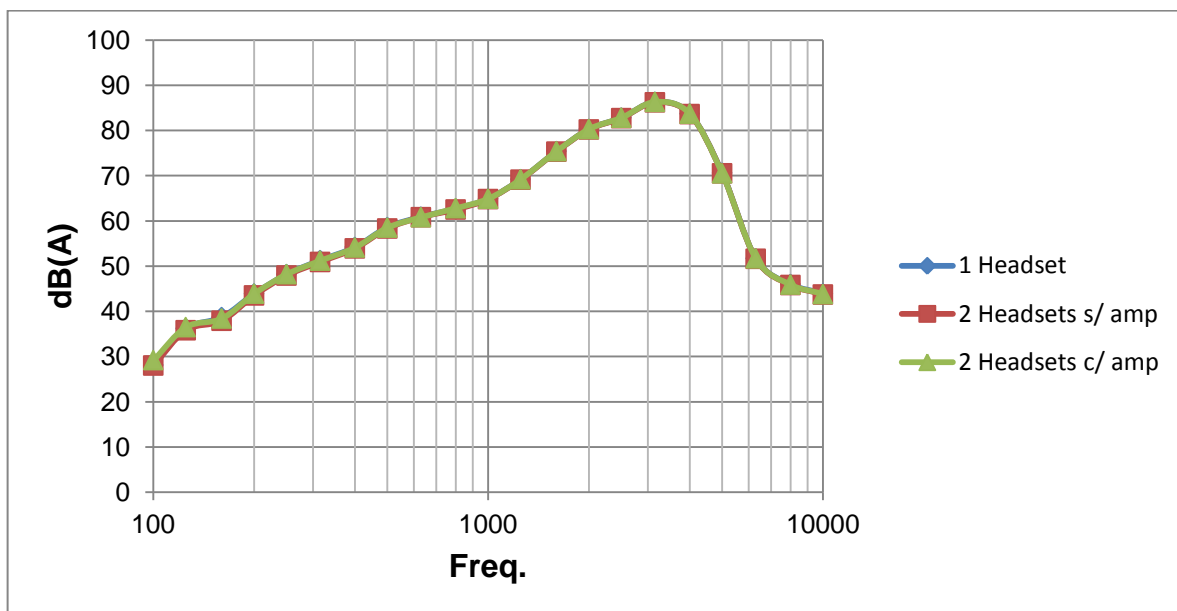
Fonte: Arquivo pessoal

Amplificador Voip 1



Fonte: Arquivo pessoal

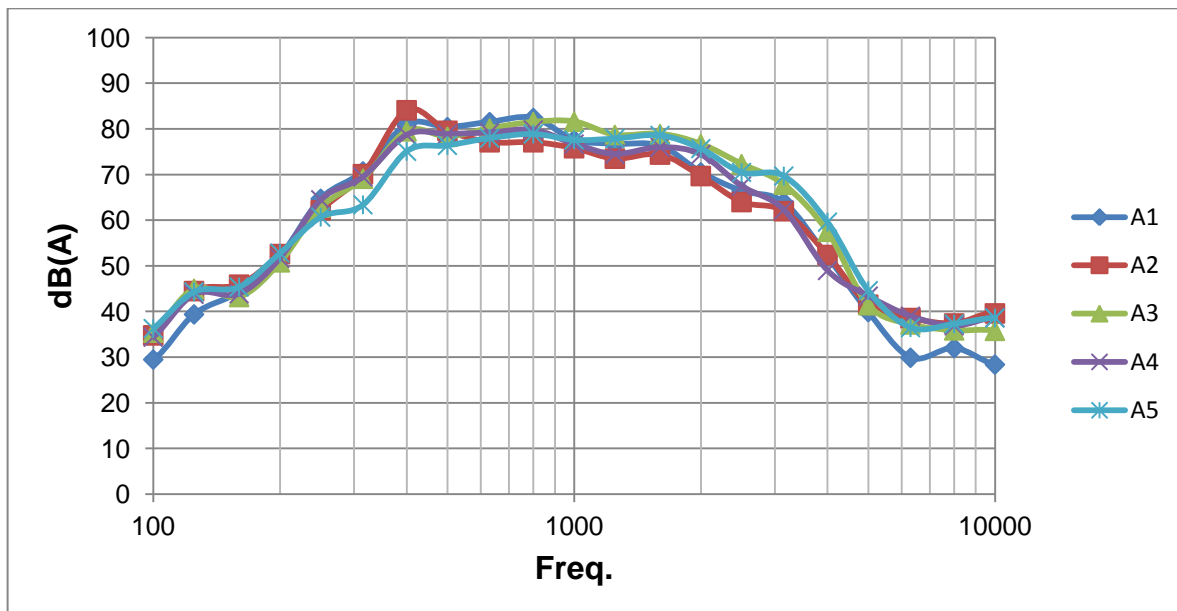
Amplificador Voip 2



Fonte: Arquivo pessoal

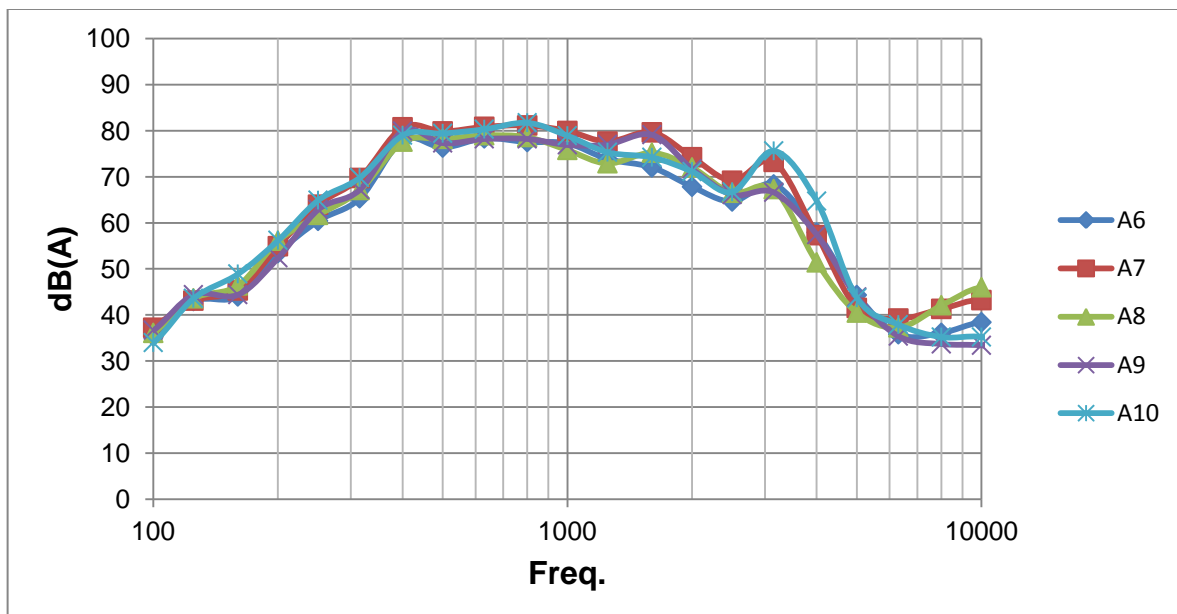
APÊNDICE B – Níveis sonoros obtidos na Empresa 1

Níveis sonoros das posições de atendimento A1 à A5 da Empresa 1



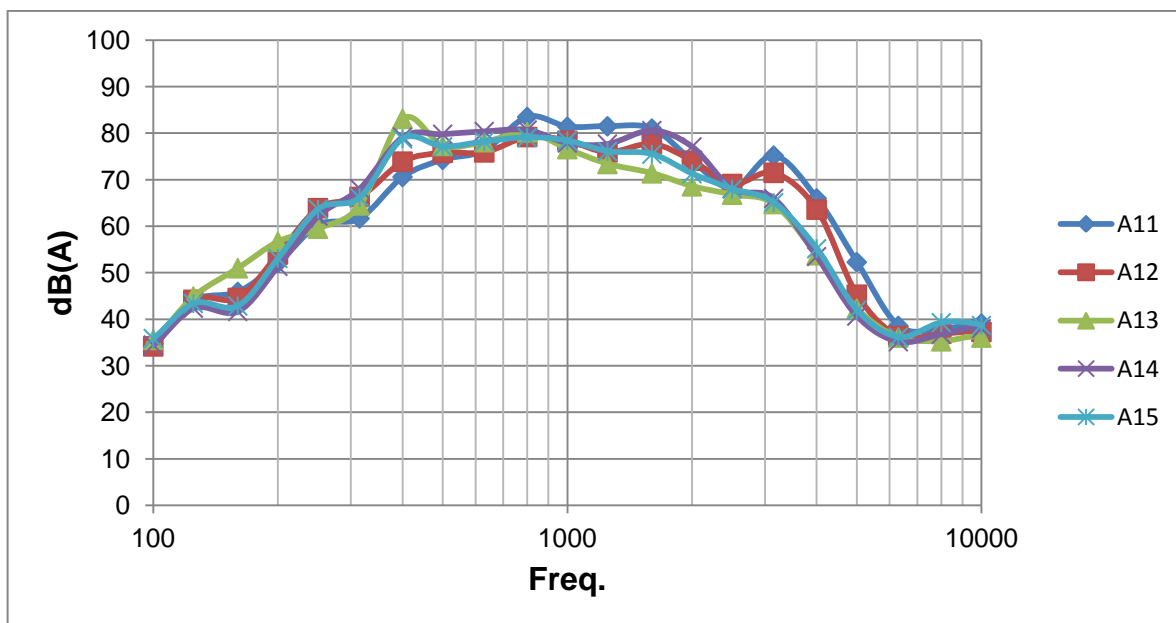
Fonte: Arquivo Pessoal

Níveis sonoros das posições de atendimento A6 à A10 da Empresa 1



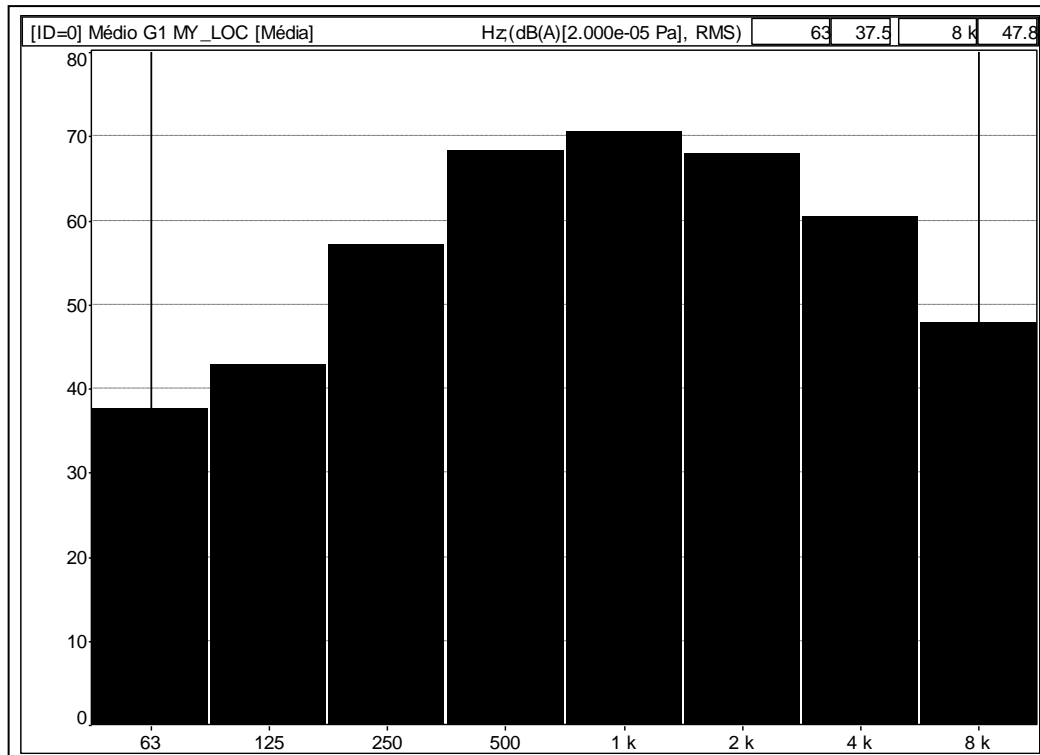
Fonte: Arquivo Pessoal

Níveis sonoros das posições de atendimento A11 à A15 da Empresa 1



Fonte: Arquivo Pessoal

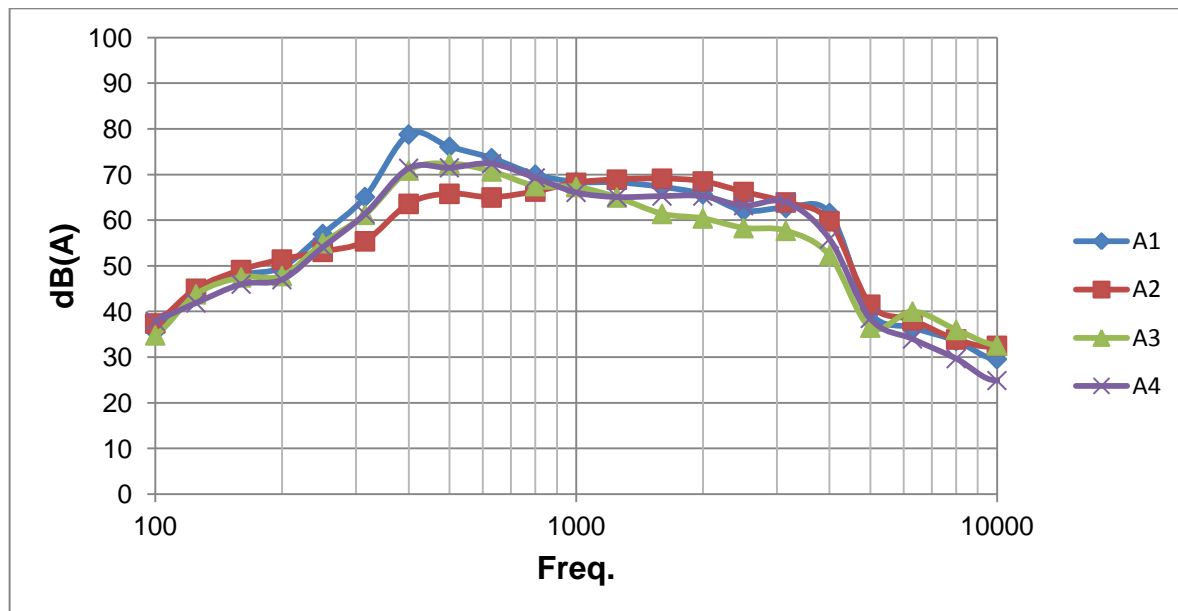
Níveis sonoros do ambiente de trabalho da Empresa 1



Fonte: Arquivo Pessoal

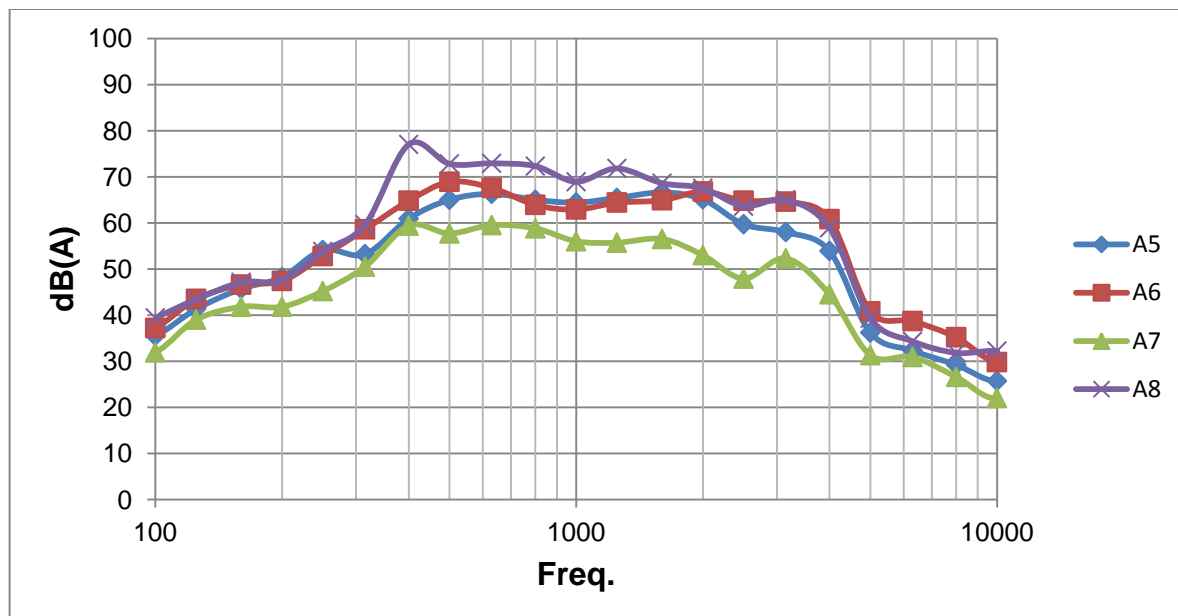
APÊNDICE C – Níveis sonoros obtidos na Empresa 2

Níveis sonoros das posições de atendimento A1 à A4 da Empresa 2



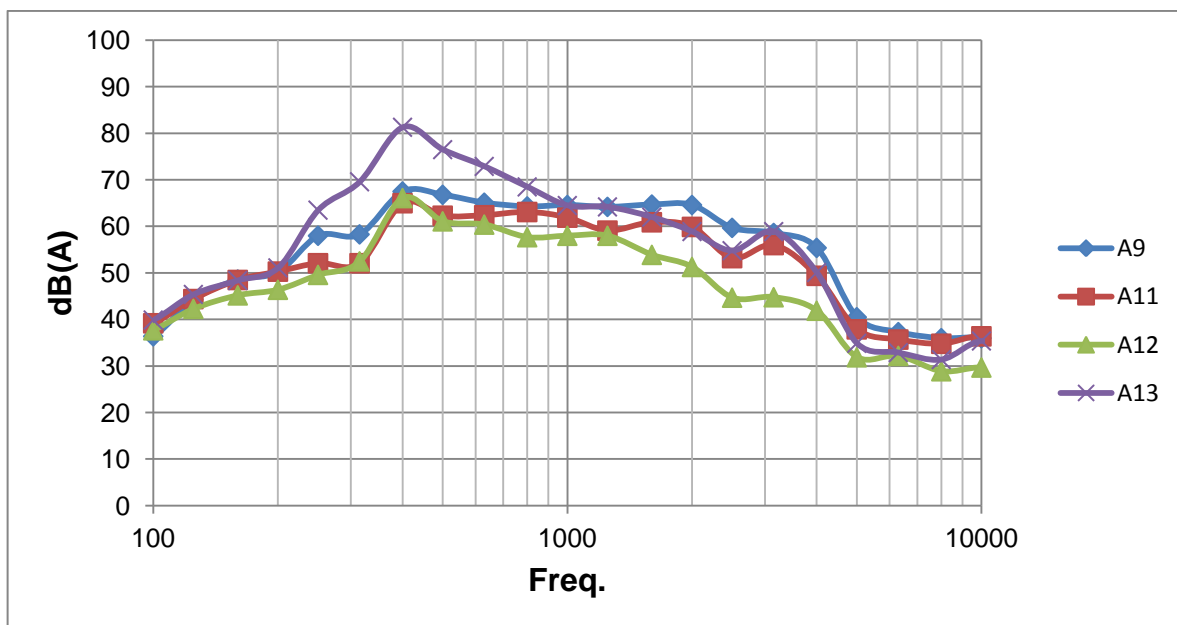
Fonte: Pessoal

Níveis sonoros das posições de atendimento A5 à A8 da Empresa 2



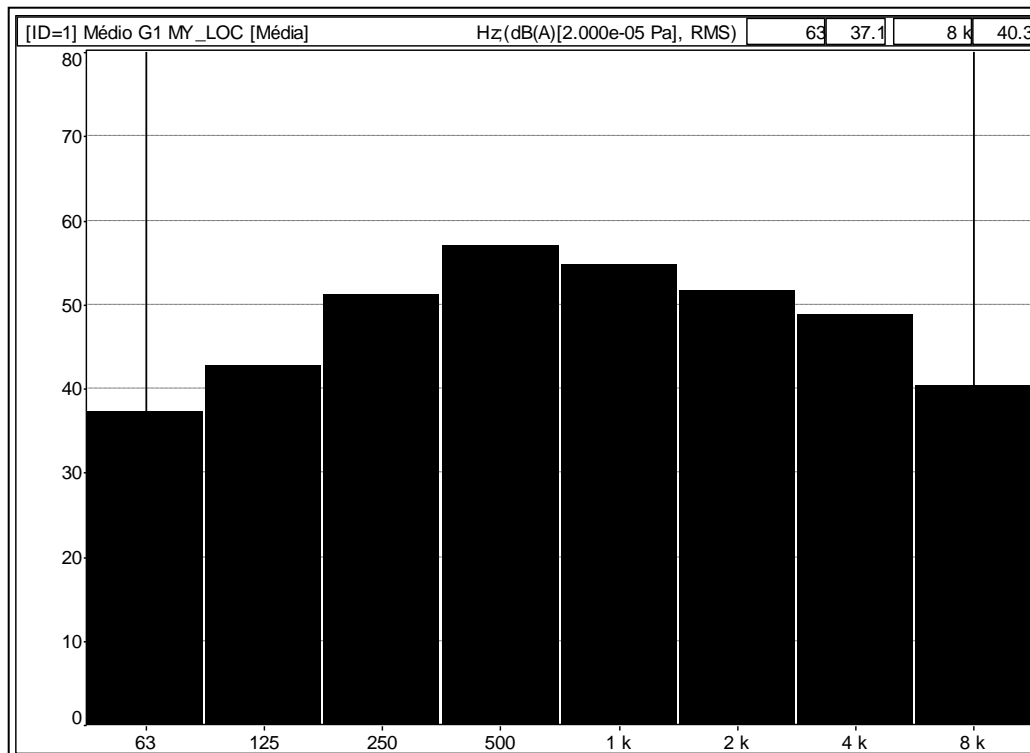
Fonte: Arquivo Pessoal

Níveis sonoros das posições de atendimento A9 à A13 da Empresa 2



Fonte: Arquivo Pessoal

Níveis sonoros do ambiente de trabalho da Empresa 2



Fonte: Arquivo Pessoal