UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU

VANESSA LUISA DESTRO FIDÊNCIO

Avaliação digital do efeito do ruído sobre a fala: relação sinal/ruído

BAURU
2013

VANESSA LUISA DESTRO FIDÊNCIO

Avaliação digital do efeito do ruído sobre a fala: relação sinal/ruído

Dissertação apresentada a Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências no Programa de Fonoaudiologia.

Orientador: Profa. Dra. Adriane Lima Mortari Moret

Versão corrigida

BAURU
2013

F448a

Fidêncio, Vanessa
Avaliação digital do efeito do ruído sobre a fala: relação sinal/ruído / Vanessa Luisa Destro Fidêncio. – Bauru, 2013.
83 p. : il. ; 31cm.

Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru. Universidade de São Paulo

Orientador: Profa. Dra. Adriane Lima Mortari Moret

Nota: A versão original desta dissertação/tese encontra-se disponível no Serviço de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Odontologia de Bauru – FOB/USP.

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, por processos fotocopiadores e outros meios eletrônicos.

Assinatura:

Data:

Comitê de Ética da FOB-USP
Protocolo nº: 067/2011
Data: 30/06/2011

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, **Gizele** e **Antônio**. Meu porto seguro, o colo para o qual eu volto e sempre irei voltar. Tudo o que sou devo a vocês e tudo o que eu faço é por vocês e para vocês.

AGRADECIMENTOS

À **FAPESP** – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, por financiar este estudo.

AGRADECIMENTOS

Ao **Grupo Santander**, por financiar, por meio da Bolsa de Mobilidade Internacional, o meu intercâmbio para a Espanha, proporcionando-me imenso aprendizado profissional e pessoal.

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, por me dar saúde, guiar meus passos e permitir que eu siga sempre em direção ao melhor caminho.

Aos meus pais, **Gizele** e **Antônio**, pelo amor incondicional, dedicação, apoio e incentivo para que eu sempre busque os meus sonhos. Impossível relatar em poucas linhas o quanto sou grata por tudo que sempre fizeram e fazem por mim. Obrigada por entenderem minha ausência em tantos momentos.

Ao meu irmão **Rodrigo**, mais um herói em minha vida, que me apoia e ajuda quando eu preciso e à sua esposa **Natália**. Obrigada por torcerem por mim e por fazerem do meu ano de 2013 mais feliz e especial com a espera do **Davi**.

À Profa Dra **Adriane Lima Mortari Moret**, por confiar em mim e me dar a honra de ser sua orientanda. Obrigada pelo apoio, orientação, competência e ensinamentos durante esses anos. Você é um exemplo de profissional nessa área que eu escolhi seguir e me orgulho muito em tê-la como minha orientadora.

À Profa Dra **Regina Tangerino de Souza Jacob**, pela orientação neste e em outros trabalhos, pelos ensinamentos nos estágios, por me ajudar a ir cada vez mais longe, ouvir meus desabafos e por entender minha personalidade forte. Por ser mais que orientadora. Por em muitos momentos ser "mãe" e amiga.

Ao Prof Dr **João Candido Fernandes**, por ser uma "luz no fim do túnel" e sempre estar disponível para atender meus pedidos de socorro e sanar as minhas dúvidas. Pelas sugestões e colocações sempre pertinentes e por aceitar compor a banca de avaliação nos exames de qualificação e defesa desta dissertação.

À Profa Dra **Ticiana Cristina de Freitas Zambonato** por aceitar fazer parte da banca em meu exame de defesa desta dissertação. Muito obrigada pela disponibilidade e considerações que enriqueceram este trabalho.

À Profa Dra **Maria Fernanda Mondelli**, que sempre se mostrou disponível, como profissional e amiga. Obrigada por, dentre tantas coisas, aceitar o convite para ser membro suplente da banca. Espero tê-la sempre por perto.

À Profa Dra **Wanderléia Quinhoneiro Blasca**, por aceitar o convite para ser membro suplente da banca no exame de qualificação e defesa desta dissertação.

Aos professores do Departamento de Fonoaudiologia da FOB-USP que contribuíram para a minha formação.

A todas as colegas com as quais eu dividi algumas horas de aulas, seminários e estágios.

Aos familiares que sempre torceram pelo meu sucesso.

À amizade de quem dividiu comigo momentos ruins, felizes, os de extremo stress, as conquistas, as quedas: minha amiga-irmã-dupla **Maria Renata José**, Rê, Renatinha ou simplesmente "Dú" e as amigas **Bruna Tozzetti**, **Camila Ribeiro**, **Érika Ferraz**, **Mariana da Rocha** e **Nicolle Sant'Ana**. Muito obrigada por estarem sempre ao meu lado, me apoiando e me entendendo.

Ao apoio e amizade de todas as colegas que estiveram ao meu lado, torcendo por mim: **Aline Martins**, **Camila Corrêa**, **Estefânia Prandini**, **Jaqueline Cerom**, **Larissa Siqueira**, **Maíra Périco, Marina Panelli**, **Natália Leone**, **Nayara Fernandes** e **Raquel Lopes**.

À minha querida amiga fonoaudióloga **Janaína Bosso**. "Mamis", obrigada pelas dicas, pelo apoio e por sempre ficar feliz com as minhas conquistas.

Às amigas que entendem minha ausência em muitos finais de semana: **Amanda, Bruna**, **Fernanda, Natália (Mia)** e **Renize**.

À equipe do CPA/Cedau/Cedalvi – HRAC/USP, por todos os ensinamentos e amizades feitas durante o tempo em que atendemos juntos. Em especial às residentes/especializandas: **Aline Faure**, **Amanda Giorgetto**, **Andressa Forlevise**, **Gabriela Bezerra**, **Inara Melo**, **Lívia Antunes**, **Maiara Giacomelli**, **Marília Bertozzo** e **Thaís Tsuzaki**.

Ao pessoal da Residência Multiprofissional em Saúde Auditiva – HRAC/USP, que me apoiou em um momento difícil nessa reta final.

Aos pais e crianças que participaram deste estudo, pela confiança e colaboração.

Aos diretores das escolas participantes, por abrirem as portas e permitirem a realização de parte deste estudo em suas dependências.

Ao Departamento e Clínica de Fonoaudiologia FOB/USP e seus funcionários.

À fonoaudióloga **Mariana Maggio de Maggi** e ao audiologista **Carlos Calvo**, do Programa Infantil Phonak – Espanha e à médica otorrinolaringologista e professora da Universidad de Alicante, **Antonia Ângulo Jerez**, pelos ensinamentos e apoio durante minha passagem pela Espanha. Jamais irei esquecer tudo o que fizeram por mim e serei sempre grata por isso.

“A vida fica muito maior quando estamos atentos e abertos ao aprendizado nos pequenos detalhes, quando nos livramos da prepotência das verdades absolutas. Às vezes a escolha é muito simples: a flexibilidade das folhas ao vento ou a rigidez cadavérica das grandes certezas.”

Humberto Gessinger

RESUMO

O ruído é um fator que contribui negativamente para a habilidade de compreensão da fala, o que pode prejudicar o desenvolvimento da criança com deficiência auditiva. Nas salas de aula, a fala raramente é transmitida a criança sem que haja interferência do ruído de fundo. Ao mesmo tempo, a efetiva transmissão da informação auditiva é imprescindível para um melhor desempenho acadêmico. Na maioria dos ambientes de aprendizagem, o que mais interfere para que haja uma boa percepção da fala é a relação sinal/ruído (S/R). O Sistema de Frequência Modulada (FM) funciona como o meio mais efetivo para melhorar a captação do sinal da fala e eliminar os efeitos da distância, ruído e reverberação em ambiente educacional. Objetivo: Avaliar a relação S/R a que crianças com deficiência auditiva estão expostas em ambiente escolar e comparar com o limiar de recepção da fala no ruído. Métodos: O trabalho foi realizado com crianças com deficiência auditiva e com linguagem oral estabelecida, usuárias de aparelho de amplificação sonora individual (AASI) e/ou implante coclear (IC) acoplados ao Sistema FM. A mensuração da relação sinal ruído foi realizada através da utilização de um gravador digital portátil e um programa de processamento de áudio para computador. Para avaliação da percepção da fala no ruído, foi aplicada a versão brasileira do teste *Hearing in Noise Test* (HINT), em campo livre em dois momentos: primeiramente com a criança utilizando apenas seus AASI's e/ou IC e em um segundo momento com o Sistema FM acoplado ao dispositivo individual. Resultados: Todas as crianças apresentaram melhor percepção da fala no ruído com o uso do Sistema FM. Apenas em uma sala de aula a relação sinal/ruído está adequada. Observou-se que a posição do aluno na sala de aula realmente influencia na qualidade da relação S/R a qual o mesmo está exposto. Também foi comprovado que, quanto maior o número de alunos, mais baixa é a relação S/R da sala de aula. Conclusão: A relação S/R da sala de aula em situação real de ensino mostrou-se com um valor mais próximo à relação S/R em que o paciente consegue compreender o discurso com o uso do Sistema FM, demonstrando que o uso do dispositivo é essencial para melhor compreensão da fala nesse ambiente.

Palavras-chave: Auxiliares de audição. Perda auditiva. Percepção da fala. Medição de ruído. Razão sinal-ruído. Escolas.

ABSTRACT

Digital evaluation of the effect of noise on speech: signal/noise ratio

Noise is a factor that contributes negatively to the ability to understand speech, which can harm the development of children with hearing impairment. In classrooms, speech is rarely transmitted to children without interference from background noise. At the same time, the effective transmission of auditory information is essential for better academic performance. In most learning environments, which further interferes so there is a good speech perception is the signal/noise ratio (S/N). The Personal Frequency Modulation (FM) Systems serves as the most effective way to improve the uptake of speech signal and eliminate the effects of distance, noise and reverberation in the educational environment. Objective: To evaluate the S/N ratio that hearing impaired children are exposed in a school environment and compare with the speech reception threshold in noise. Methods: The study was conducted with children with hearing impaired and spoken language established, users of a hearing aids and/or cochlear implant (CI) coupled to FM system. The measurement of signal to noise ratio was achieved by the use of a portable digital recorder and an audio processing program for computer. To assess speech perception in noise was applied the Brazilian version of the Hearing in Noise Test (HINT), in two stages: first with the child using only their hearing aid's and/or CI and a second time with FM system coupled to individual device. Results: All children had better speech perception in noise using the FM system. Only in a one classroom the S/N ratio is adequate. It was observed that the position of the student in the classroom really affect the quality of the S/N ratio to which it is exposed. It was also proven that the higher the number of students, the lower the S/N ratio of the classroom. The S/N ratio of the classroom in a real school showed up with a value closer to the S/N ratio in which the patient can understand speech using the FM system, demonstrating that the use of this device is essential to better understand speech in these environments.

Key words: Hearing aids. Hearing loss. Speech perception. Noise Measurement. Signal-to-noise ratio. Schools.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- FIGURAS

Figura 1 - Demonstração da relação sinal/ruído em sala de aula..... 29
Figura 2 - Transmissor do Sistema FM utilizado pelo professor..... 35
Figura 3 - Sinal enviado para o receptor utilizado pelo aluno..... 35
Figura 4 - Tela principal do *Adobe Audition* com gravação aberta..... 46
Figura 5 - Trecho da gravação selecionado com o *mouse*..... 47
Figura 6 - Formas diferentes de visualização da gravação oferecidas pelo programa..... 47
Figura 7 - Subitem para obtenção das propriedades acústicas da amostra..... 48
Figura 8 - Principal medida utilizada na técnica de garantia do som..... 48
Figura 9 - Planilha de correção automática para obtenção da medida da relação sinal/ruído..... 49

- QUADROS

Quadro 1- Níveis de ruído fixados pela NBR 10152 em ambientes escolares..... 28
Quadro 2 - Combinações de descritores utilizadas na busca..... 30
Quadro 3 – Dados sobre as publicações utilizadas na revisão..... 31
Quadro 4 - Dados demográficos dos sujeitos..... 44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores de relação sinal/ruído (em dB) obtidos nas salas de aulas, nas posições frente, meio e fundo; número total de alunos estudado; limiar de reconhecimento de fala no silêncio; relação sinal/ruído (em dB) no teste HINT, sem e com sistema FM..... 53

Tabela 2 - Valores de relação sinal/ruído obtidos nas salas de aulas (em dB), nas diferentes posições e número de alunos em cada sala de aula..... 53

Tabela 3 - Limiar de reconhecimento de fala no silêncio; valores de relação sinal/ruído (em dB) obtidos no teste HINT, sem e com sistema FM e a diferença encontrada (em dB) em relação ao uso do sistema FM..... 54

Tabela 4 - Análise comparativa das medidas da relação S/R obtida nas diferentes posições na sala de aula (método de Tukey)..... 54

Tabela 5 - Comparação entre os valores da relação S/R obtidos nas salas de aula x relação S/R obtida no teste HINT sem o Sistema FM (método Tukey)..... 55

Tabela 6 - . Comparação entre os valores da relação S/R obtidos nas salas de aula x relação S/R obtida no teste HINT, com o sistema FM (método de Tukey)..... 55

Tabela 7 - Correlação entre os valores da relação s/r obtidos nas salas de aula e o número de alunos..... 55

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

AASI	Aparelho de Amplificação Sonora Individual
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
dB	Decibels
HINT	*Hearing in Noise Test* (Teste de Reconhecimento de Sentenças no Ruído)
IC	Implante Coclear
N_Alunos	Número de Alunos
Relação S/R	Relação Sinal-Ruído
RT	Ruído Trás
Sistema FM	Sistema de Frequência Modulada
S/R	Sinal-Ruído
SUS	Sistema Único de Saúde

SUMÁRIO

1	**INTRODUÇÃO**	19
2	**REVISÃO DE LITERATURA**	25
2.1	A CRIANÇA COM DEFICIÊNCIA AUDITIVA E A ESCOLA	25
2.2	RUÍDO E SALAS DE AULA	27
2.2.2	**Metodologias de mensuração do ruído em sala de aula**	29
2.3.	AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DA FALA	33
2.4.	SISTEMA FM	34
3	**PROPOSIÇÃO**	39
4	**MATERIAL E MÉTODOS**	43
4.1	ASPECTOS ÉTICOS GERAIS	43
4.2	CASUÍSTICA	43
4.3	METODOLOGIA	44
4.3.1	**Avaliação da percepção da fala**	44
4.3.2	**Gravação em ambiente escolar**	45
4.3.3	**Análise das gravações**	46
4.3.4	**Estudo estatístico**	50
5	**RESULTADOS**	53
6	**DISCUSSÃO**	59
7	**CONCLUSÕES**	65
	REFERÊNCIAS	69
	APÊNDICES	79
	ANEXOS	83

1 Introdução

1 INTRODUÇÃO

Segundo Julian Treasure (2009), o som pode afetar os indivíduos constantemente de quatro maneiras:

Fisiológica: os sons influenciam nas secreções hormonais, ritmo respiratório, cardíaco e cerebral;

Psicológica: alguns sons, como músicas ou sons naturais podem ter influencia sobre o estado emocional;

Comportamental: sons considerados desagradáveis podem fazer com que o indivíduo sinta-se desconfortável e se afaste.

Cognitiva: quando duas pessoas estão falando ao mesmo tempo, o indivíduo deve escolher para qual informação irá direcionar sua atenção. Além disso, é comprovado que ambientes muito ruidosos podem reduzir a produtividade.

Levando em conta este último fator, pode-se citar o fato de que muitos indivíduos com deficiência auditiva (DA) se queixam da dificuldade de percepção da fala em ambientes ruidosos no dia-a-dia, mesmo com o uso de aparelhos de amplificação sonora individual (AASI) e implante coclear (IC). Esta habilidade pode estar ainda mais prejudicada nas crianças com deficiência auditiva. Ao mesmo tempo, ter percepção auditiva da fala para participar eficientemente da conversação é extremamente importante para a população infantil, em especial nos primeiros anos de vida durante a aquisição da linguagem oral e nos anos seguintes de desenvolvimento das habilidades comunicativas mais complexas no ambiente domiciliar, escolar e social.

Fundamentalmente nos ambientes escolares, em especial nas salas de aula, a percepção auditiva da fala se torna essencial para que aconteça o processo de aprendizagem. O aluno deve ser capaz de ouvir e compreender o discurso do professor. Esse é um fator determinante para que a aprendizagem seja eficiente. O ambiente das salas de aula em muitos casos apresenta-se bastante ruidoso, o que prejudica esse processo para os alunos ouvintes e ainda mais para aqueles alunos que apresentam deficiência auditiva.

Para o aluno com deficiência auditiva, a tecnologia assistiva diz respeito às ajudas técnicas, ou seja, aos produtos, instrumentos, equipamentos ou tecnologia adaptados ou especialmente projetados para melhorar a funcionalidade da pessoa com deficiência favorecendo a autonomia pessoal, total ou assistida (Lei nº 5296 de

2/12/2004). Além disso, a tecnologia assistiva refere-se aos elementos que permitem compensar limitações funcionais sensoriais, com o objetivo de permitir a superação das barreiras comunicativas e de possibilitar sua plena inclusão social (decreto Lei No 3.298, de 20 de dezembro de 1999).

Como tecnologia assistiva na deficiência auditiva apresenta-se o uso do Sistema de Frequência Modulada (FM). O Sistema FM favorece a percepção da fala, pois faz com que a mesma seja enviada diretamente, via frequência modulada, para o receptor acoplado ao dispositivo (IC ou AASI) do aluno, melhorando assim a relação sinal/ruído (S/R) à qual o mesmo está exposto.

Existem dois tipos de Sistema FM que podem ser utilizados para auxiliar o aluno com deficiência auditiva: o Sistema FM pessoal, no qual a criança faz uso de um receptor conectado ao dispositivo eletrônico aplicado à surdez e o professor utiliza um transmissor; e o Sistema FM em campo livre, onde o transmissor é utilizado também pelo professor, porém o receptor é uma caixa de som posicionada na sala de aula.

Apesar da efetividade do Sistema FM para as crianças com deficiência auditiva em idade escolar ser comprovada em vários estudos internacionais, o mesmo ainda é desconhecido por muitas pessoas no Brasil. Isso pode ser justificado por não existir, até o início deste ano, uma política pública que contemplasse a concessão deste dispositivo de maneira gratuita, diferentemente do que ocorre com o AASI e IC, já disponíveis em serviços públicos nacionais que visam à saúde auditiva. No cenário nacional, o Sistema FM era adquirido pelas famílias com recursos próprios, por meio da doação de terceiros e até mesmo por ações judiciais. A implementação do Sistema FM no SUS esteve em discussão, tendo ocorrido a consulta pública nº 9 de março de 2013, para manifestação da sociedade civil a respeito da proposta de incorporação no SUS do Sistema FM pessoal para pessoas com deficiência auditiva. Em 25 de junho de 2013 foi publicada a portaria nº 1.274, que inclui o Sistema FM Pessoal na Tabela de Procedimentos, Medicamentos, Órteses, Próteses e Materiais Especiais (OPM) do Sistema Único de Saúde.

A principal justificativa para a indicação do Sistema FM em ambiente educacional é a melhora da relação sinal/ruído. No entanto, poucos são os estudos realizados para mensuração do ruído em escolas, sendo que a maioria destes mensura o nível de pressão sonora, mas não determinam especificamente a relação sinal/ruído. É importante que o fonoaudiólogo conheça a realidade do ambiente de

aprendizagem onde a criança com deficiência auditiva está inserida, a fim de realizar uma indicação correta deste tipo de tecnologia assistiva.

Além disso, esses profissionais devem familiarizar-se com as metodologias de mensuração e identificação das fontes do ruído em sala de aula e auxiliar nas recomendações para a adequação acústica desses ambientes (American Speech-Language-Hearing Association, 2005).

2 Revisão de Literatura

2 REVISÃO DE LITERATURA

Segundo a Academia Americana de Audiologia (2011), existem sete fatores que justificam a necessidade de uma sala de aula com a acústica dentro dos padrões exigidos pelos órgãos fiscalizadores:

1) Todos os alunos precisam de um ambiente acústico adequado para poder aprender de maneira eficaz;
2) Alunos mais jovens são especialmente prejudicados por uma acústica ruim devido à imaturidade do sistema nervoso auditivo central;
3) Há uma maior necessidade por parte de alunos com deficiência auditiva de um ambiente acústico apropriado;
4) Alunos bilíngues ou com outros desafios comunicativos exigem um ambiente acústico ideal para maximizar o aprendizado;
5) Salas silenciosas são mais favoráveis para a aprendizagem que salas de aula ruidosas com sistema de amplificação;
6) O custo financeiro para tornar as salas de aula silenciosas é mais do que compensado pelo fato de melhorar a capacidade dos alunos em ouvir e, portanto, aprender;
7) Salas de aula que atendem aos critérios especificados pelas normas ajudam o aluno na sua capacidade em ouvir seus professores e colegas e provocam redução na fadiga vocal do indivíduo que está falando.

Esta revisão da literatura propõe dissertar sobre a inclusão da criança com deficiência auditiva na escola, a interferência do ruído em salas de aula, a avaliação da percepção da fala e o uso do Sistema FM por essa população.

2.1. A criança com deficiência auditiva e a escola

A educação inclusiva é uma realidade no mundo todo, inspirada nos ideais da Declaração Mundial de Educação para Todos (1990) e na Declaração de Salamanca (1994), cujas propostas tratam da garantia, para todos, do acesso à escolaridade, a um ambiente adequado à aprendizagem, ao saber culturamente construído, ao processo de construção e de difusão do conhecimento e, principalmente, a sua utilização na vivência da cidadania (Buffa, 2006)

A inclusão do aluno com deficiência auditiva na escola é assegurada pelo poder público no Brasil por documentos oficiais, dentre eles a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDBN/9394/96, promulgada em 1996, bem como o Decreto nº 5296 de 2/12/2004 que regulamenta a lei nº 10.048, de (oito) 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas ao especificar e estabelecer normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência.

As abordagens educacionais para o aluno com deficiência auditiva dividem-se em (Ernestino et al., 2006):

- **Oralismo:** privilegia a língua oral como forma de comunicação. Segundo essa abordagem, a estimulação auditiva possibilita a aprendizagem da língua portuguesa e leva a criança surda a integrar-se na comunidade ouvinte e desenvolver-se como um ouvinte;
- **Comunicação total:** preocupa-se em estabelecer comunicação efetiva entre os próprios indivíduos com deficiência auditiva e entre esses indivíduos e ouvintes. Os interlocutores podem utilizar códigos, sejam eles orais e/ou manuais: alfabeto manual, português sinalizado, sinais inventados. Nessa abordagem são utilizados esses códigos manuais, simultaneamente com códigos orais e seguindo a estrutura gramatical da língua oral (bimodalismo). A Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS) tem estrutura gramatical própria e não pode ser utilizada;
- **Bilinguismo:** nesta abordagem espera-se que o indivíduo com deficiência auditiva tenha a LIBRAS como sua primeira língua e que adquira a língua oficial de seu país, como segunda língua, seja na modalidade oral e/ou escrita;
- **LIBRAS:** nesta abordagem, o indivíduo faz uso da Língua Brasileira de Sinais. A mesma ganhou seu *status* enquanto uma língua propriamente dita em 1990. É uma língua complexa e estruturada, por meio da qual seus usuários interagem plenamente e exploram todas as interfaces culturais. No Brasil, a Lei nº 10.436 de 24 de abril de 2002 reconhece a LIBRAS como meio legal de comunicação e expressão.

Para os alunos com deficiência auditiva que se comunicam por LIBRAS, o professor deverá contar com a atuação de um intérprete, que irá auxiliar na

aprendizagem dos mesmos (Buffa, 2006). No entanto, o professor de alunos com deficiência auditiva que se comunicam pela língua portuguesa na modalidade oral não conta com nenhum auxílio em sala de aula, e este aluno, até a publicação em 25 de junho de 2013 da Portaria nº 1.274, que inclui o Sistema FM Pessoal na Tabela de Procedimentos, Medicamentos, Órteses, Próteses e Materiais Especiais (OPM) do Sistema Único de Saúde, não recebia nenhuma atenção especial em seu processo de aprendizagem.

De acordo com Francelim e Motti (2001), segundo dados do Censo Escolar do MEC até 1999 (Brasil, 2001a), os alunos com deficiência auditiva constituíam 12,8% dos matriculados com necessidades especiais. A maior parte (31.825 de um total de 47.810) estava no ensino fundamental. Apenas 899 tinham chegado ao ensino médio. A pré-escola, essencial para o desenvolvimento da criança com deficiência auditiva, contava com apenas 6.618 alunos matriculados.

No que diz respeito à educação inclusiva das pessoas com deficiência, em 2010, havia 702.603 matrículas e, em 2011, 752.305. Quanto ao número de alunos incluídos em classes comuns do ensino regular, o aumento foi de 15,3%. Nas classes especiais e nas escolas exclusivas, houve diminuição de 11,2% no número de alunos, evidenciando o êxito da política de inclusão na educação básica brasileira. Os importantes avanços alcançados pela atual política são refletidos em números: 62,7% do total de matrículas da educação especial em 2007 estavam nas escolas públicas e 37,3% nas escolas privadas. Em 2011, esses números alcançaram 78,3% nas públicas e 21,7% nas escolas privadas, mostrando claramente a efetivação da educação inclusiva e o empenho das redes de ensino em envidar esforços para organizar uma política pública universal e acessível às pessoas com deficiência (MEC, 2012).

2.2. Ruído e salas de aula

No ambiente escolar, o ruído não é apenas um incômodo, mas interfere no rendimento das atividades de ensino (Fernandes, 2006).

As fontes de ruído da sala de aula podem ser classificadas em três tipos (Fernandes, 2006):

• ***fontes externas:*** os ruídos externos à escola, normalmente gerados por tráfego de veículos e aviões, bem como os ruídos de estabelecimentos próximos à escola (bares, buzinas, apitos, construção civil, boates, academias etc.).

• ***fontes da escola:*** são os ruídos gerados no interior da escola (em ambientes adjacentes à sala) como pátio, sala de recreação, quadra de esportes, sala de música, cozinha, outras salas de aula etc.

• ***fontes internas:*** são os ruídos gerados dentro da própria sala, como a conversa, movimentação e atividades dos alunos, o uso de materiais didáticos (papel, tesoura, grampeador etc.) e ruídos de ventiladores, reatores de luzes fluorescentes, máquinas de escrever, computadores, impressoras e outros. O equipamento de ar-condicionado, por exemplo, é uma grande fonte de ruído em salas de aulas.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) estabelece os níveis máximos de ruído para cada ambiente. No quadro 1, pode-se observar os níveis de ruído fixados pela Norma Brasileira (NBR 10152) em relação aos ambientes escolares (o primeiro valor representa o nível sonoro para conforto, enquanto que o valor superior refere-se ao nível sonoro aceitável para o local).

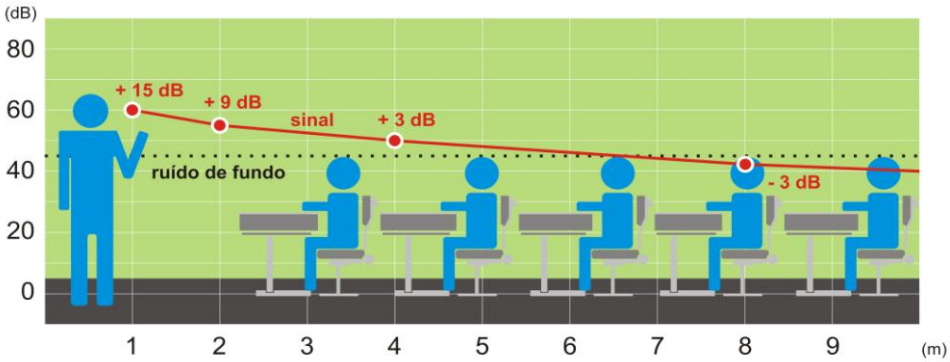
ÁREA	VALORES RECOMENDADOS
Bibliotecas, salas de música e salas de desenho	35 - 45dB
Salas de aula e laboratórios	40 - 50dB
Áreas de circulação	45 - 55dB

Quadro 1. Níveis de ruído fixados pela NBR 10152 em ambientes escolares.

Nos ambientes de aprendizagem, o que mais interfere para que haja uma boa percepção da fala não é o tipo de ruído ou o nível global de ruído de fundo, mas sim a relação S/R (Crandell; Smaldino, 2000). A relação S/R é a diferença, em decibels, entre a intensidade do sinal de fala e a intensidade do ruído em um determinado ambiente.

Um fator que pode interferir no valor da relação S/R é a distância entre o professor e o aluno. Quanto maior essa distância, menor será a intensidade de fala do professor que o aluno recebe, visto que o som da fala diminui 6dB a cada vez que se dobra a distância do professor, assim a proximidade da criança é determinante no acesso aos sons de fala. Particularmente em perdas auditivas mais acentuadas, a distância pode significar não ouvir o que o professor fala (Lopes, Fernandes, 2006).

Na figura 1, a linha pontilhada horizontal representa o ruído de fundo e a linha vermelha, a relação S/R que determinados alunos estão recebendo. Para que os alunos tenham uma boa percepção da fala do professor, a intensidade da fala deve ser maior que a intensidade do ruído (Ex: +15dB, significa que a intensidade de fala do professor está 15 dB acima da intensidade do ruído). No caso do penúltimo e último aluno, a intensidade do ruído é maior do que a intensidade do sinal de fala do professor em 3dB.



Fonte: Departamento de Fonoaudiologia FOB/USP

Figura 1 - Demonstração da relação s/r em sala de aula

Segundo a *American Speech-Language-Hearing Association* - ASHA (2005), que endossa as normas da *American National Standarts Institute* – ANSI S12.60 - 2002 (sobre o desempenho acústico, exigências de projeto e diretrizes para escolas), a relação S/R nas salas de aula deve ser de pelo menos +15dB.

2.2.2 Metodologias de mensuração do ruído em sala de aula

Foi realizada uma revisão sistemática da literatura visando elencar quais são as principais metodologias utilizadas para a mensuração do ruído em salas de aula.

Para tanto, foram levantados artigos nas seguintes bases de dados eletrônicas: LILACS, PUBMED, BIBLIOTECA COCHRANE, EMBASE e SCIELO. Na busca foram utilizados os seguintes termos, em português e inglês: ruído (“noise”), medição de ruído (“noise measurement”), medidores de ruídos (“noise meters”), monitoramento do ruído (“noise monitoring”), razão sinal-ruído (“signal-to-noise ratio”) e escolas (“schools”). A seleção dos descritores utilizados foi efetuada mediante consulta ao DeCS (Descritores em Ciências da Saúde) e os mesmos

foram combinados entre si por meio da utilização do operador booleano AND. No Quadro 2 encontram-se as combinações utilizadas para a busca.

Estratégia 1	noise measurement AND schools
Estratégia 2	noise meters AND schools
Estratégia 3	noise monitoring AND schools
Estratégia 4	noise AND schools
Estratégia 5	signal-to-noise ratio AND schools

Quadro 2. Combinações de descritores utilizadas na busca.

Por meio dessas estratégias de busca, foram encontradas 946 publicações (Lilacs= 17, Pubmed= 333, Biblioteca Cochrane= 22, Embase= 561, Scielo= 13). Houve primeiramente uma análise dos títulos dos artigos encontrados para selecionar os que tivessem relação com o tema proposto para a revisão. A segunda seleção foi realizada por meio da análise dos resumos.

As publicações deveriam atender aos seguintes critérios de inclusão: (a) artigos publicados nos últimos dez anos (a busca foi realizada em julho de 2013); (b) artigos disponíveis na íntegra; (c) estudos que tenham realizado a mensuração do ruído em salas de aula de escolas regulares. Os critérios de exclusão foram: (a) estudos que realizaram mensurações do ruído em ambientes externos à sala de aula; (b) estudos que realizaram mensurações com ambientes simulados; (c) mensurações realizadas em aulas de música; (d) mensuração em salas vazias; (e) artigos de revisão.

Apesar do número de artigos encontrados, somente seis trabalhos obedeceram aos critérios de inclusão.

No Quadro 3, estão apresentadas informações gerais sobre os estudos incluídos na revisão.

Estudo	Primeiro autor	Ano	Local	Salas	Instrumento	Nível de ruído
01	Guidini, RF	2012	Brasil	10	Decibelímetro	Inadequado
02	Almeida Filho N	2012	Brasil	03	Decibelímetro	Inadequado
03	Eysel-Gosepath, K	2011	Alemanha	03	Dosímetro	Inadequado
04	Sato, H	2008	Canadá	27	Software de audio	Inadequado
05	Larsen, JB	2008	EUA	05	Software de audio	Inadequado
06	Jaroszewski, GC	2007	Brasil	07	Decibelímetro	Inadequado

Quadro 3. Dados sobre as publicações utilizadas na revisão

Os estudos 01, 02 e 06 realizaram a mensuração do ruído por meio de um medidor de nível de pressão sonora. No primeiro estudo, foi utilizado um medidor de nível de pressão sonora da marca Instrutherm, modelo *Sound Level* Meter (SL-4011). O nível sonoro variou de 45 a 65 dB, com valor médio de 58, 24 dB.

No segundo estudo, foi utilizado um medidor de nível de pressão sonora digital MSL-1325 MINIPA Ltda e as mensurações foram realizadas em cinco pontos distintos da sala de aula e seus resultados mostram que o nível sonoro alcançou valores máximos de 84,3; 96,2 e 93dB e mínimos de 66,1; 71,1 e 67,4dB.

No terceiro, foi utilizado um medidor de nível de pressão sonora tipo S 2AE, da marca *Simpson,* modelo 897 e a mensuração foi realizada em apenas um ponto da sala de aula, durante uma atividade de ditado. O nível sonoro total variou de 59,5 a 71,3dB.

Já os estudos 04 e 05 utilizaram em sua metodologia algum tipo de software conectado a um computador portátil.

No estudo 04, os autores utilizaram um software de gravação de áudio (COOL EDIT PRO) para as mensurações. Foram realizadas gravações de 15 a 20 minutos, nas quais o professor falou com frequência para os alunos. Observou-se que, em média, os professores apresentaram intensidade de fala de 60,4dB e a média de ruído nas salas de aula foi de 49,1 dB, havendo portanto uma relação sinal/ruído média de 11 dB durante as atividades de ensino.

No estudo 05, os autores compararam mensurações realizadas em salas de aula com sistema infravermelho e sem esse sistema. A metodologia utilizada foi o sistema de TEF – Tempo, energia, frequência (Techron TEF System-20) acoplado a

um laptop Macintosh. As mensurações de níveis de pressão sonora foram feitas por 10 minutos em cada local, enquanto a classe estava em aula. O microfone foi colocado próximo ao professor e também na altura da orelha de um aluno (cerca de 1 m de altura), que permanecia sentado. Além de realizarem a mensuração da relação sinal/ruído, os autores deste estudo também compararam a utilização de amplificação (infravermelho) da sala de aula com a ausência de amplificação. Os resultados revelaram uma média de relação sinal/ruído de 2 dB sem a utilização de amplificação e de 13 dB com a utilização de amplificação.

Apenas no estudo 03 a mensuração foi realizada por meio de uso de medidores de dose do ruído. Foram utilizados medidores tipo 4436, da marca Brüel e Kjaer Inc, em um intervalo de tempo de 5h por dia, durante 5 dias da semana. Sendo que, um medidor de dose do ruído era posicionado em um ponto da sala de aula e outro próximo à orelha do professor. Os níveis sonoros totais encontrados foram de 78 dB perto da orelha do professor e 70 dB na sala.

Levando-se em conta que o nível sonoro (para conforto) permitido para a sala de aula é de 40 dB (ABNT, 1987), todas as salas de aulas dos estudos descritos apresentaram nível de ruído acima do permitido. Observa-se que no estudo 03, a relação sinal/ruído encontra-se adequada para crianças ouvintes, porém não está adequada para crianças com deficiência auditiva (pelo menos 15 dB). No estudo 04 observa-se que essa relação só está adequada quando há o uso da amplificação.

São poucos os estudos que realizam mensurações do nível de ruído em ambiente escolar. Este procedimento é ainda realizado principalmente em ambientes de trabalho.

Para a mensuração em ambientes de trabalho, podem ser empregados o medidor de nível de pressão sonora ou o medidor de dose de ruído. O primeiro fornece as medidas dos níveis sonoros simultaneamente à ocorrência do som e o segundo proporciona a dose de ruído a que o sujeito esteve exposto num determinado período de tempo (Morata, Carnicelli, 1994).

Os equipamentos descritos acima também são utilizados para mensuração do ruído em qualquer outro local. Quando se trata de ambientes de trabalho, existem normas de higiene ocupacional que estabelecem os critérios e procedimentos para a avaliação da exposição ocupacional ao ruído. O mesmo não acontece quando se trata dos ambientes educacionais, visto que não há uma padronização quanto à

metodologia que deve ser utilizada nas mensurações de ruído nesses locais. Essa falta de padronização faz com que existam metodologias variadas.

Segundo Shaw (2010), as técnicas digitais de áudio têm permitido gravações de alta fidelidade para serem feitas em dispositivos portáteis e o processamento de sinal digital tem permitido que o arquivo resultante de áudio seja manipulado e analisado com graus crescentes de sofisticação. O autor criou uma técnica chamada de “garantia de som”, uma ferramenta que aproveita estes recursos em benefício dos alunos deficientes auditivos: ela permite que os profissionais entrem em campo para avaliar a eficácia de dispositivos auxiliares da comunicação. É uma técnica que pode quantificar a relação sinal / ruído do ambiente. Assim, é possível avaliar se a fala está ou não sendo recebida pelo estudante com intensidade suficiente, em relação ao ruído de fundo, para promover o benefício eficaz do dispositivo eletrônico aplicado à surdez.

2.3. Avaliação da percepção da fala

A habilidade para compreender a fala deve ser considerada o aspecto mais importante a ser mensurado na função auditiva humana, pois permite avaliar a função comunicativa receptiva, fornecendo dados de como o sujeito funciona em situações de escuta diária, por meio de informações objetivas, facilmente quantificáveis (Soncini, et al. 2003).

Segundo Caporali e Arieta (2004), a percepção dos sons da fala inclui a recepção e interpretação dos padrões de fala; a discriminação entre os sons de diferentes espectros, durações, características temporais, formas sequenciais e ritmo; o reconhecimento, a memorização e a compreensão de unidades de fala dentro de determinado sistema linguístico. Os efeitos de uma perda auditiva neurossensorial na percepção de fala constituem-se na redução da habilidade de identificar contrastes fonológicos significantes, de reconhecer fonemas e de realizar a figura-fundo auditiva (Magalhães et al. 2007).

Schafer e Thibodeau (2004) concluíram em um estudo com indivíduos com deficiência auditiva que seis de oito sujeitos participantes apresentaram redução no reconhecimento de fala de 40% ou mais quando passaram da condição do teste no silêncio para teste no ruído.

Na rotina de atendimento clínico aos indivíduos com deficiência auditiva, costuma-se utilizar testes de percepção de fala com estímulos variados, podendo

esses ser em forma de lista de palavras monossílabas, dissílabas, sílabas sem sentido, lista de sentenças, entre outras. No entanto, estes testes não são capazes de detectar como está a capacidade funcional do paciente para perceber e entender a fala em ambientes ruidosos, visto que são aplicados no silêncio, sendo ainda mais complexa a avaliação da habilidade auditiva de crianças nessas condições (Jacob, et al, 2011)

Nesse contexto, foi desenvolvido o *Hearing in Noise Test* (HINT), em 14 línguas diferentes, onde, em todas as línguas, há a criação de uma lista de sentenças foneticamente balanceadas e equilibrada quanto à dificuldade.

Tendo em vista que a maior parte dos testes disponíveis para a avaliação da percepção da fala em deficientes auditivos foi padronizada em um idioma que não o Português Brasileiro, o desenvolvimento do HINT em Português Brasileiro é uma evolução na avaliação da percepção da fala, fornecendo parâmetros de análise tanto clínica quanto para pesquisa (Bevilacqua et al, 2008).

2.4. Sistema FM

Apesar do desenvolvimento de algoritmos responsáveis por suprimir o ruído ambiental, os AASI ainda possuem limitações no que diz respeito a otimizar a relação S/R adequada para o deficiente auditivo, especialmente quando a fonte sonora está distante (Jacob, Queiroz-Zattoni; 2011).

Ainda segundo as autoras supracitadas, o Sistema FM é utilizado como complemento da adaptação do AASI e/ou IC para melhorar a compreensão do sinal em ambientes ruidosos, reverberantes e quando a fonte sonora está distante. Esse sistema deve ser considerado parte fundamental da intervenção audiológica do deficiente auditivo, principalmente no caso de crianças.

O Sistema de FM pessoal tem como componentes um transmissor, que consiste em um microfone sem fio, utilizado pelo emissor e um receptor, peça que fica acoplada ao AASI ou implante coclear. No caso do ambiente escolar, o professor utiliza o emissor (figura 2), que capta o sinal e o envia por frequência modulada diretamente ao receptor, conectado ao dispositivo eletrônico do aluno com deficiência auditiva (figura 3).

Fonte: PHONAK. Disponível em: http://www.phonak.com/br/b2c/pt/products/fm/what_is_fm.html.
Acesso em: 06 fev 2013
Figura 2 - Transmissor do sistema FM utilizado pelo professor.

Fonte: PHONAK. Disponível em: http://www.phonak.com/br/b2c/pt/products/fm/what_is_fm.html
Acesso em: 06 fev 2013
Figura 3 - Sinal enviado para o receptor utilizado pelo aluno.

Schafer e Thibodeau (2003) realizaram um estudo com usuários de implante coclear e concluíram que o reconhecimento de fala no ruído foi significativamente melhor quando os sujeitos utilizaram seus Sistemas FM, em comparação ao uso do implante coclear sozinho. Em outro estudo, as mesmas autoras relataram que os sistemas FM são uma opção eficaz para melhorar o reconhecimento de fala no ruído de indivíduos usuários de implante coclear (Schafer, Thibodeau; 2004).

Anderson e Goldstein (2004) realizaram um estudo para avaliar a habilidade de reconhecimento de fala de crianças de nove a doze anos com deficiência auditiva e constataram que o uso do Sistema FM acoplado ao AASI proporcionou melhorias substanciais na habilidade testada.

Em um estudo realizado em 2010, foi avaliado o benefício do uso do Sistema FM na perspectiva de pacientes adultos com deficiência auditiva e constataram que os mesmos apresentaram-se satisfeitos ou muito satisfeitos com o uso dessa tecnologia. Os benefícios estavam associados à melhor acesso e melhor qualidade sonora, melhor percepção da fala quando o emissor estava distante, maior facilidade de escuta e melhoria na integração social (Fitzpatrick et al; 2010).

O Sistema de FM melhora a percepção da fala em pessoas com deficiência auditiva em até 20dB na relação S/R quando comparados aos resultados somente com os aparelhos auditivos (Eiten & Lewis, 2010).

Os pais e professores percebem uma melhora expressiva na fala das crianças com deficiência auditiva com o uso do Sistema FM (Thibodeau e Schafer, 2003; Thibodeau, 2010).

Para os professores de crianças que utilizam o Sistema FM em ambiente escolar há melhora significativa no desempenho, diminuição da fadiga vocal do professor, salas de aula mais calmas e melhora na qualidade sonora (Mülder, 2011).

3 Proposição

3 **PROPOSIÇÃO**

O objetivo deste estudo foi avaliar a relação sinal/ruído da sala de aula de crianças com deficiência auditiva e comparar esta relação sinal/ruído com o limiar de reconhecimento da fala no ruído destas crianças, com e sem o uso do Sistema de Frequência Modulada acoplado ao aparelho de amplificação sonora individual ou ao implante coclear.

Material e Métodos

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Aspectos éticos gerais

Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Bauru DA Universidade de São Paulo (FOB-USP), sob processo número 067/2011 (Anexo A).

Os responsáveis pelas crianças envolvidas assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme modelo aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa da FOB-USP (Apêndice A), atestando sua permissão para a participação da criança no trabalho e publicação dos dados obtidos.

Os diretores ou coordenadores das escolas envolvidas assinaram um Termo de Aquiescência (Apêndice B), na qual atestaram a permissão para a realização da coleta de material nas dependências da escola das crianças participantes. O anonimato e a liberdade de retirar o consentimento a qualquer momento foram garantidos aos participantes.

O trabalho foi desenvolvido na Clínica de Fonoaudiologia do Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo e em escolas estaduais e privadas do município de Bauru, nas quais as crianças participantes estavam matriculadas.

4.2. Casuística

A seleção das crianças participantes foi baseada nos seguintes critérios:

a) Perda auditiva neurossensorial moderada a profunda bilateral, sem comprometimento de orelha média;
b) Linguagem oral estabelecida;
c) Fazer uso efetivo do AASI ou do implante coclear há no mínimo um ano;
d) Fazer uso efetivo do Sistema de Frequência Modulada.

Os sujeitos deste estudo foram crianças matriculadas na Clínica de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo (USP) para a realização de terapia fonoaudiológica aurioral.

Pela análise de prontuários foram identificadas 30 crianças adaptadas com o Sistema FM. No entanto, seguindo os critérios de inclusão do estudo, constatou-se que:

- Das 30 crianças adaptadas ao Sistema FM, treze crianças não estavam aptas para a realização do teste de percepção de fala no ruído (Teste HINT) contemplado como instrumento de avaliação deste estudo, devido a idade e categoria de audição;
- Quatro crianças usuárias de implante coclear realizaram a troca do processador de fala do implante coclear na época da pesquisa, o qual não era compatível com o receptor utilizado no sistema FM, e, portanto, estavam sem fazer uso do Sistema FM naquele momento e aguardavam o receptor compatível;
- Quatro crianças não usavam o sistema FM há algum tempo devido à quebra e aguardavam o conserto;

Sendo assim, o estudo foi realizado com nove sujeitos, matriculados em nove escolas diferentes. No Quadro 4 estão apresentados os dados demográficos dos nove sujeitos de acordo com idade, dispositivo utilizado e ano escolar.

Sujeitos	Idade em anos	Dispositivo	Ano Escolar	Escola
01	11	AASI	6º	Estadual
02	13	IC + AASI	9º	Estadual
03	13	AASI	8º	Particular
04	10	AASI	5º	Particular
05	09	AASI	5º	Particular
06	14	IC + AASI	8º	Particular
07	11	IC + AASI	6º	Particular
08	11	AASI	6º	Estadual
09	11	AASI	6º	Estadual

Quadro 4. Dados demográficos dos sujeitos.

4.3. Metodologia

4.3.1. Avaliação da percepção da fala

Para avaliação da percepção da fala, o procedimento realizado foi o teste *Hearing in Noise Test* (HINT), versão brasileira (Bevilacqua et al, 2008) em campo livre. O Teste HINT é um teste adaptativo onde o indivíduo é solicitado a reconhecer

e repetir sentenças simples no silêncio e no ruído. É composto por 12 listas de sentenças com 20 sentenças em cada lista, totalizando 240 sentenças disponíveis.

O teste *HINT* foi realizado nas seguintes situações:

a) 20 sentenças derivadas de uma caixa posicionada frontalmente (0º) no silêncio (S);
b) 20 sentenças derivadas de uma caixa posicionada frontalmente (0º) com ruído na intensidade fixa de 65 dB NA e apresentado por trás do sujeito: 180º. (RT); A localização específica da caixa foi determinada de acordo com a localização das fontes de ruído no ambiente da sala de uma criança (*American Academy of Audiology*, 2011);

O resultado do teste no silêncio corresponde ao Limiar de Reconhecimento de Sentenças (LRS), que é obtido quando 50% das sentenças são repetidas corretamente (Nilsson, Soli e Sullivan, 1994).

Já o resultado na presença de ruído competitivo equivale à relação sinal/ruído (s/r) em que o paciente reconheceu 50% das sentenças apresentadas (Nilsson, Soli e Sullivan, 1994). Ressalta-se que uma relação s/r negativa ou mesmo a diminuição do valor entre a avaliação e a reavaliação caracteriza um melhor desempenho do sujeito (Silva et al, 2012).

É importante ressaltar que a sequência de aplicação dos estímulos de fala e as listas utilizadas nas diferentes situações ocorreram de forma aleatória, a fim de eliminar variáveis relacionadas ao cansaço, atenção dos participantes e do fenômeno de aprendizagem.

O Teste HINT foi aplicado em dois momentos: primeiramente com a criança utilizando apenas seus aparelhos de amplificação sonora individuais ou seu implante coclear e em um segundo momento com o Sistema FM acoplado ao dispositivo individual.

Os seguintes equipamentos foram utilizados para essa avaliação: HINTPro 7.2 Audiometric System (Bio-logic Systems Corp); duas caixas de campo livre; computador com gravador de CD; impressora; sala com tratamento acústico.

4.3.2. Gravação em ambiente escolar

Para posterior mensuração da relação sinal/ruído nas salas de aula foi realizada uma gravação, por meio da utilização de um gravador digital portátil da marca Sony, modelo ICD-BX800.

A mensuração foi realizada em nove salas de aula diferentes. Em cada uma delas, o gravador foi colocado sobre uma carteira em três pontos diferentes (frente, meio e fundo), permanecendo durante cinco minutos em cada uma delas, totalizando 15 minutos de gravação por sala. As gravações ocorreram em uma situação normal de aula e o avaliador permaneceu fora da sala, para não influenciar no comportamento dos alunos e, consequentemente, no nível de ruído.

4.3.3. Análise das gravações

Após as gravações, o arquivo foi transferido para um computador portátil, da marca *Acer*, modelo *Aspire One 722*, onde foi submetido à análise no programa profissional de processamento de áudio *Adobe Audition 3.0* (Adobe Systems Inc., 2005). Por meio desse programa, foi possível manipular e analisar as características acústicas do material gravado. A análise foi baseada na metodologia utilizada por Shaw (2010), chamada de “técnica de garantia do som”.

Na figura 4, pode-se observar a tela principal do *Adobe Audition*, onde a gravação foi aberta.

Figura 4. Tela principal do *Adobe Audition*, com gravação aberta.

Em seguida foi selecionado um trecho específico da gravação, destacado com o mouse (Figura 5). Por meio da ferramenta “Editar”, essa amostra pode ser isolada e, dessa maneira, é possível realizar uma análise mais aprofundada.

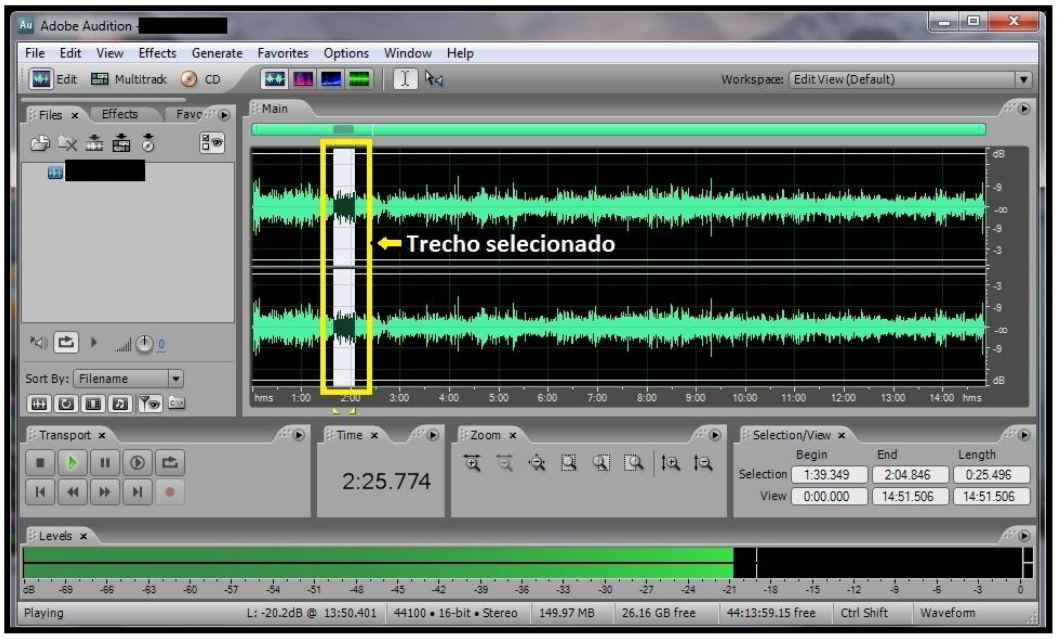


Figura 5. Trecho da gravação selecionado com o mouse.

O programa também permite que seja modificada a forma de visualização do trecho da gravação, selecionando uma visão espectral ou em forma de onda (Figura 6). Esses pontos de vista alternativos podem ser utilizados para definir melhor a transição de “ruído” para “emissão”.

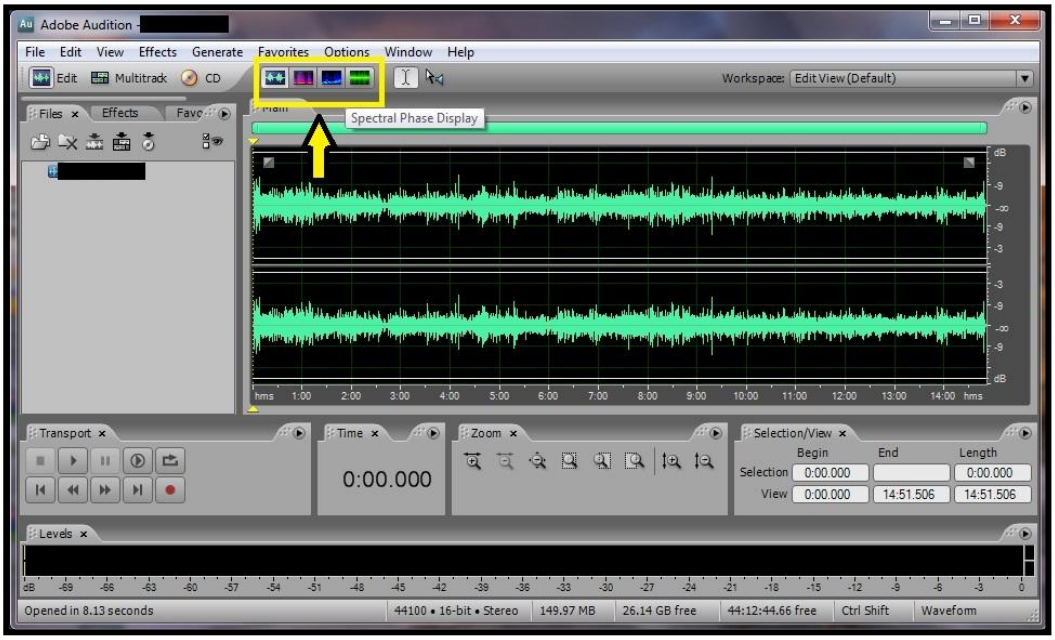


Figura 6. Formas diferentes de visualização da gravação oferecidas pelo programa.

Tendo destacada a emissão, no item "*window*" no menu da tela encontra-se o subitem "*amplitude statistics*" (Figura 7), que pode ser utilizado a fim de se obter as estatísticas sobre as propriedades acústicas da amostra.

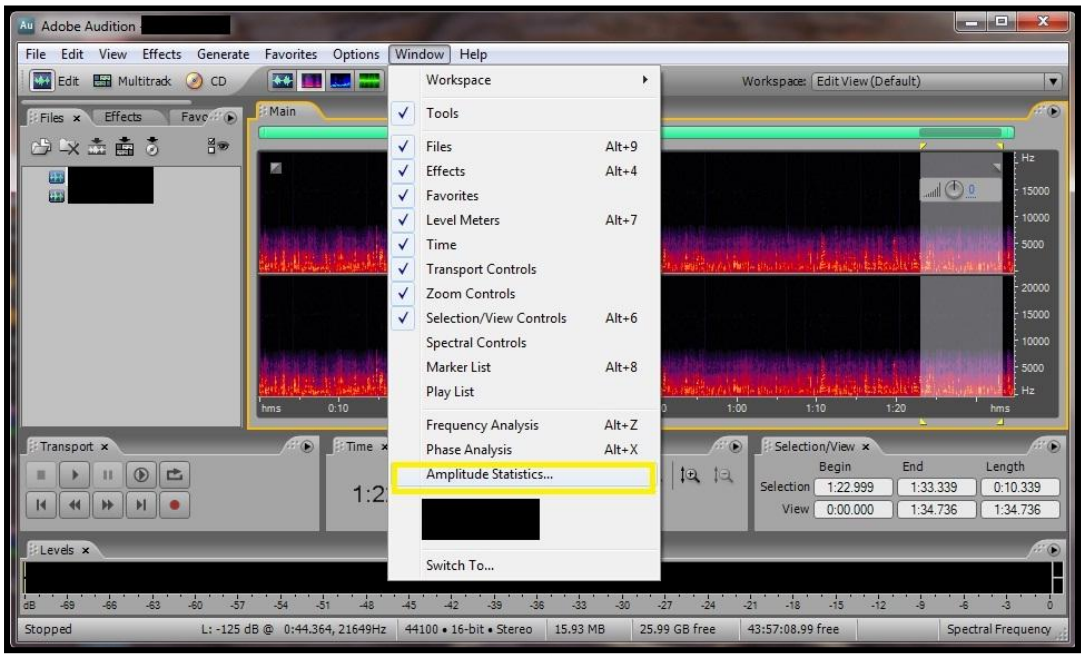


Figura 7. Subitem para obtenção das propriedades acústicas da amostra.

A medida que interessa, e que é a chave na técnica de garantia do som (Shaw, 2010), é a "*Average RMS Power*" que diz respeito à média da pressão sonora de determinado trecho. (Figura 8).

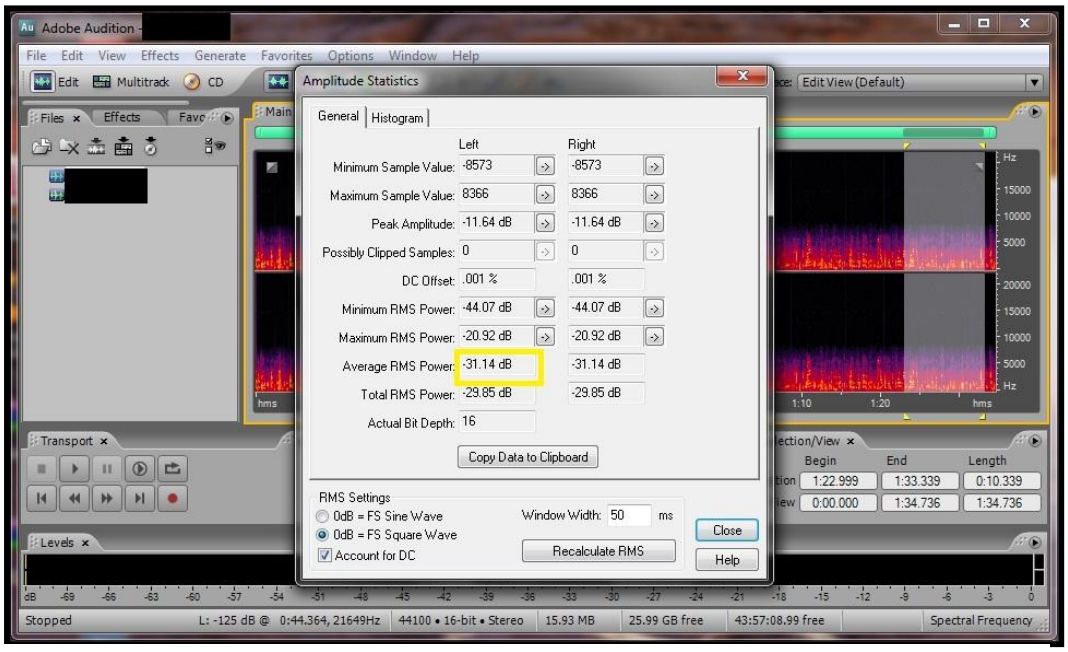
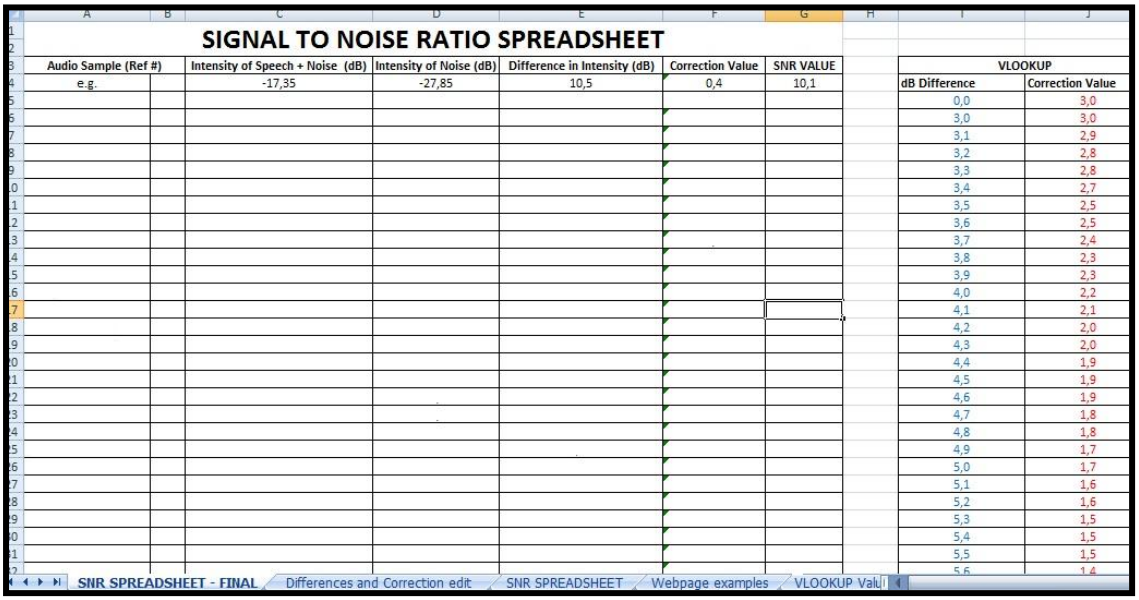


Figura 8. Principal medida utilizada na técnica de garantia do som.

A medida "*Average RMS Power*" foi calculada em um trecho selecionado, com maior amostra de fala do professor, e denominda de "emissão". Posteriormente foi feito o cálculo em um outro trecho, com amostra do ruído de fundo da sala.

Ao seguir estes passos é possível determinar a média de pressão sonora de ambos: emissão e ruído de fundo.

No entanto, conforme Shaw (2010) ressalta, convém recordar que a emissão não ocorre isoladamente, mas coexiste com o ruído de fundo. Portanto, este valor poderá ser maior do que a fala sozinha e, portanto, um simples cálculo da diferença entre eles será uma superestimativa da relação S/R. Uma planilha foi construída para calcular automaticamente a diferença de valor entre a intensidade da "fala mais ruído" e a intensidade do "ruído" e depois aplicar um fator de correção para calcular com precisão a relação sinal/ruído da amostra (figura 9). Esta planilha está disponível pelo e-mail r.taylor@maryhare.org.uk, diretamente com o autor desta metodologia.



SIGNAL TO NOISE RATIO SPREADSHEET

Audio Sample (Ref #)	Intensity of Speech + Noise (dB)	Intensity of Noise (dB)	Difference in Intensity (dB)	Correction Value	SNR VALUE
e.g.	-17,35	-27,85	10,5	0,4	10,1

VLOOKUP	
dB Difference	Correction Value
0,0	3,0
3,0	3,0
3,1	2,9
3,2	2,8
3,3	2,8
3,4	2,7
3,5	2,5
3,6	2,5
3,7	2,4
3,8	2,3
3,9	2,3
4,0	2,2
4,1	2,1
4,2	2,0
4,3	2,0
4,4	1,9
4,5	1,9
4,6	1,9
4,7	1,8
4,8	1,8
4,9	1,7
5,0	1,7
5,1	1,6
5,2	1,6
5,3	1,5
5,4	1,5
5,5	1,5
5,6	1,4

SNR SPREADSHEET - FINAL | Differences and Correction edit | SNR SPREADSHEET | Webpage examples | VLOOKUP Valu

Figura 9. Planilha de correção automática para obtenção da medida da relação sinal/ruído.

Nesta planilha, devem ser inseridas as medidas calculadas anteriormente no programa de processamento de áudio, equivalentes ao valor da "emissão" (*intensity of speech + noise*) e do ruído de fundo (*intensity of noise*). A planilha irá calcular automaticamente a diferença entre os valores, acrescentará o valor de correção e apresentará o resultado final, que é o valor da relação S/R.

Assim foram obtidas as medidas de relação sinal/ruído da sala de aula, em três pontos diferentes. Posteriormente, essa medida foi comparada à relação S/R obtida por meio do teste HINT, com ruído na intensidade fixa de 65dB NA e apresentado a 180º.

4.3.4. Estudo estatístico

A análise estatística foi realizada por um estatístico profissional. Para as análises de comparação entre as medidas da relação S/R obtidas nas diferentes posições na sala de aula; comparação entre as medidas de relação S/R obtidas no teste HINT sem FM e relação S/R obtida na sala de aula e comparação entre as medidas de relação s/r obtidas no teste HINT com FM e relação S/R obtida na sala de aula foi utilizada a técnica de análise de variância – ANOVA. Por meio desta técnica, avaliou-se a presença de diferenças entre os valores e, em seguida, foi aplicado o método de Tukey para localizar em que variável estava presente essa diferença.

Foi utilizado o método de Correlação de Pearson para analisar a relação entre os valores de relação S/R e o número de alunos presentes na sala de aula.

5 Resultados

5 **REULTADOS**

Estão apresentados nessa seção os valores da relação sinal/ruído obtidos em três pontos diferentes das salas de aulas avaliadas e os resultados do teste HINT, realizado com os sujeitos com deficiência auditiva. O HINT é apresentado nas condições de silêncio ("S") e na presença de ruído competitivo (S/R 180º) com e sem o sistema FM.

Na Tabela 1 são apresentados os valores das estatísticas descritivas dos dados. A normalidade das variáveis foi avaliada por meio do teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov.

Tabela 1. Valores de relação sinal/ruído (em dB) obtidos nas salas de aulas, nas posições frente, meio e fundo; número total de alunos estudado; limiar de reconhecimento de fala no silêncio; relação sinal/ruído (em dB) no teste HINT, sem e com sistema FM.

	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
S/R Frente	9	7,53	4,62	1,40	6	16,30
S/R Meio	9	4,67	4,09	-1,60	4	11,70
S/R Fundo	9	2,06	4,60	-3	1,30	9,70
N_Alunos	9	25	11	3	28	39
Silêncio	9	43,73	5,20	35,80	43,60	53,60
HINT_Sem FM	9	6,50	5,12	0	5,60	15,90
HINT_Com FM	9	-6,20	7,77	-17,80	-5,90	6,20

Na Tabela 2 são apresentados os valores da relação sinal/ruído obtidos nas salas de aula e o número de alunos presentes em cada sala.

Tabela 2. Valores de relação sinal/ruído obtidos nas salas de aulas (em dB), nas diferentes posições e número de alunos em cada sala de aula.

	Sala de Aula			
	S/R Frente	**S/R Meio**	**S/R Fundo**	**Nº Alunos**
01	5,0	1,4	-1,0	39
02	1,4	-1,6	-3,0	32
03	11,6	6,0	3,2	19
04	11,4	9,6	8,9	14
05	16,3	11,7	9,7	03
06	4,7	3,9	1,4	28
07	6,4	5,0	1,0	26
08	5,0	2,0	-3,0	36
09	6,0	4,0	1,3	29

Na Tabela 3 são apresentados os valores obtidos no Teste *HINT*, no silêncio e no ruído nas condições “Sem FM” e “Com FM” (em dB).

Tabela 3. Limiar de reconhecimento de fala no silêncio; valores de relação sinal/ruído (em dB) obtidos no teste HINT, sem e com sistema FM e a diferença encontrada (em dB) em relação ao uso do sistema FM.

.

HINT				
Sala	**Silêncio**	**S/R 180º Sem FM**	**S/R 180º Com FM**	**Diferença (sem FM x com FM)**
01	44,7	15,9	4,1	11,8
02	43,9	7,9	-3,9	11,8
03	40	11,3	-10,7	22
04	53,6	5,4	-9,7	15,1
05	49,2	8,7	-13,2	21,9
06	43,6	3,3	-17,8	21,1
07	41	5,6	-4,9	10,5
08	35,8	0,4	-5,9	6,3
09	41,8	0	6,2	6,2

Na tabela 4 pode-se observar que foram encontradas diferenças estatisticamente significantes ($p<0,05$) entre os valores de relação s/r frente x meio, frente x fundo e meio x fundo.

Tabela 4. Análise comparativa das medidas da relação S/R obtida nas diferentes posições na sala de aula (método de Tukey).

	S/R Frente	**S/R Meio**	**S/R Fundo**
	7,533333	4,666667	2,055556
S/R Frente	__	**0,0004**	**0,0002**
S/R Meio	__	__	**0,0007**
S/R Fundo	__	__	__

Na tabela 5 observa-se que há diferença estatisticamente significante entre a média dos valores obtidos na relação S/R no fundo das salas de aula e os valores obtidos no teste HINT sem o Sistema FM.

Tabela 5. Comparação entre os valores da relação S/R obtidos nas salas de aula x relação S/R obtida no teste HINT sem o Sistema FM (método de Tukey).

		HINT Sem FM
		6,500000
S/R Frente	7,533333	0,91085052
S/R Meio	4,666667	0,64988565
S/R Fundo	2,055556	**0,04197109**

Na tabela 6 observa-se que foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre a relação S/R obtida no teste HINT com o sistema FM e as relações S/R obtidas nas salas de aula, em todas as posições.

Tabela 6. Comparação entre os valores da relação S/R obtidos nas salas de aula x relação S/R obtida no teste HINT, com o sistema FM (método de Tukey).

		HINT Com FM
		-6,20000
S/R Frente	7,533333	**0,0002**
S/R Meio	4,666667	**0,0014**
S/R Fundo	2,055556	**0,0156**

Também foi realizada uma análise para comparar as relações S/R obtidas nas salas de aula com o número de alunos das mesmas. Para isso, foi utilizado o método de Correlação de Pearson (Tabela 7).

Tabela 7. Correlação entre os valores da relação s/r obtidos nas salas de aula e o número de alunos.

	S/R Frente	**S/R Meio**	**S/R Fundo**
N_Alunos (r)	-0,91	-0,92	-0,93
Valor de p	**0,001**	**0,001**	**0**

6 Discussão

6 **DISCUSSÃO**

Na tabela 1, observa-se que as salas de aula apresentaram uma média de 25 alunos. As médias de relação sinal/ruído encontradas nas salas de aula não estão adequadas em nenhuma posição. Observa-se ainda que os sujeitos apresentaram uma média de 12,7 dB de melhora na percepção da fala no ruído com o uso do Sistema FM.

Na tabela 2, considerando-se que o valor de relação sinal/ruído adequado para salas de aula com alunos com deficiência auditiva é de no mínimo 15 dB (*American Speech-Language-Hearing Association*, 2005) e que todos os sujeitos deste estudo sentavam-se à frente, observou-se que em apenas uma sala de aula (sala 05) a relação sinal/ruído atingiu o valor adequado. Quando se comparam os resultados obtidos no teste HINT (tabela 3), com os valores de relação sinal/ruído encontrados nas salas de aula (tabela 2), verifica-se que a relação sinal/ruído das salas 03, 04, 06, 07, 08 e 09 apresenta-se próxima da relação sinal/ruído necessária para que os estudantes sejam capazes de compreender o discurso em 50% das vezes, sem o sistema FM. No entanto, esses valores não são os recomendados. Ainda nessa comparação, verifica-se que as salas de aula 01 e 02 não conseguem nem ao menos atingir o valor necessário para que os alunos compreendam o discurso 50% das vezes (S/R obtida no teste HINT). Estes dados também corroboram com outros estudos, onde se observa que o ruído presente nas salas de aula ultrapassam os valores permitidos (Jaroszewski et al, 2007; Larsen e Blair, 2008; Sato e Bradley, 2008; Eysel-Gosepath et al, 2011; Almeida Filho et al, 2012). Doménech et al (2002) também concluíram em seu estudo que o panorama que apresentavam as salas de aula, do ponto de vista acústico, foi bastante negativo.

Na tabela 2, pode-se observar que o melhor valor de relação sinal/ruído foi encontrado na sala de aula 05, nas três posições estudadas (frente, meio e fundo). Esta sala tinha o menor número de alunos (03 alunos). Observa-se que a sala de aula 01, com maior número de alunos (39 alunos) não é a que apresenta os piores valores de relação sinal/ruído. Os valores mais baixos e, portanto piores, foram encontrados na sala 02 (32 alunos). Esses achados corroboram com a literatura. Jarozewski et al (2007) avaliaram em seu estudo o ruído de sete salas de aula. O nível sonoro total da sala de aula com menor número de alunos (12 alunos) foi o mais baixo, 59,5 dB. A sala de aula com maior número de alunos (24 alunos)

apresentou um nível sonoro total de 68 dB. No entanto, os autores encontraram maior nível sonoro total (71,3 dB) em uma sala de aula com 19 alunos.

Na tabela 3, observa-se que todos os sujeitos apresentaram melhora na habilidade de percepção da fala no ruído com o uso do Sistema FM. Este dado corrobora com outros estudos, nos quais foi observado que o reconhecimento de fala no ruído foi significativamente melhor quando os sujeitos utilizaram seus Sistemas FM, em comparação ao uso isolado do implante coclear ou aparelho de amplificação sonora individual (Schafer e Thibodeau, 2003; Anderson e Goldstein, 2004; Lewis et al, 2004, Jacob et al 2011 e 2012).

Comparando-se a tabela 2 com a tabela 3, observa-se ainda que os valores de relação sinal/ruído obtidos nas situações reais de ensino aproximam-se da relação sinal/ruído obtida no teste HINT com o Sistema FM, que são valores mais baixos, visto que o dispositivo faz com que a criança consiga compreender a fala mesmo em situações desfavoráveis de exposição ao ruído. Isso explicita a importância do uso desde dispositivo pelas crianças com deficiência auditiva durante a atividade escolar. Outros autores classificaram o sistema FM como o meio mais efetivo para favorecer a relação sinal/ruído em ambiente educacional (Ross, 2004; Maggi e Prieto, 2005; Blasca et al, 2006; Platz, 2008; Schafer e Wolfe, 2008; Mülder e Dijkstra, 2008).

Na tabela 4, pode-se observar que foram encontradas diferenças estatisticamente significantes ($p<0,05$) entre os valores de relação s/r frente x meio, frente x fundo e meio x fundo, o que demonstra que a posição do aluno na sala de aula realmente influencia na qualidade da relação S/R a qual o mesmo está exposto. Observa-se nos resultados deste estudo que a relação sinal/ruído diminui à medida que o aluno se afasta da fonte sonora, visto que os valores encontrados no fundo das salas de aula são menores que o encontrado nas outras posições. Isso pode ser explicado cientificamente pela Lei do Quadrado do Inverso da Distância, que diz que à medida que se dobra a distância da fonte sonora, o som perde sua intensidade em 6 dB. Em um estudo realizado em 2003, os autores aplicaram um questionário com perguntas objetivas relacionadas às condições acústicas da sala de aula e o nível de compreensão da fala com alunos de ensino médio e constataram que e os sujeitos que se sentavam no fundo da sala de aula relataram maior número de reclamações, referindo não compreender adequadamente a mensagem do professor (Oiticica et al, 2003). Em outro estudo, os resultados indicam que mesmo que consigam ouvir o

professor, a maioria dos alunos que se senta no fundo da sala relata que se sente incomodada para realizar essa tarefa (Zwirtes, 2006).

Na tabela 5, pode-se observar que houve diferença estatisticamente significante entre os valores encontrados no teste HINT sem o FM e os valores de relação S/R encontrados no fundo das salas de aula. Já na tabela 6, pode-se observar que foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os valores obtidos no teste HINT com o sistema FM e as relações S/R obtidas nas salas de aula, em todas as posições, o que ressalta que o aluno com deficiência auditiva, deve sentar-se em uma posição favorável à escuta, próximo ao professor, para otimizar o uso do dispositivo eletrônico. Sendo assim, é de extrema importância que as pessoas que trabalham com alunos com deficiência auditiva conheçam o potencial e as limitações dos recursos de amplificação (Delgado-Pinheiro, 2009).

Bevilacqua et al (2013), propuseram um modelo de capacitação de professores de atendimento educacional especializado da rede pública estadual. O curso foi realizado em dois módulos: um à distância e outro presencial e tinha como objetivo a apropriação de conhecimentos sobre audição, deficiência auditiva e suas implicações e tecnologia assistiva. De acordo com os autores, o curso foi eficaz, com alta taxa de adesão, mas ainda assim, os resultados quanto ao conhecimento prático sobre o Sistema FM sugerem que há necessidade de uma formação continuada por parte desses professores que trabalham com crianças com deficiência auditiva.

Na tabela 7, observa-se que as medidas de **r** obtidas na Correlação de Pearson estão próximas do máximo (1,0), o que indica que há uma correlação bastante evidente entre as medidas de relação sinal/ruído e o número de alunos das salas de aula. Portanto, os resultados deste estudo demonstraram que, no geral, quanto maior o número de alunos, maior é o ruído e, consequentemente, mais baixa é a relação sinal/ruído da sala de aula. Apesar da evidência encontrada neste estudo, diante da análise da tabela 2, nota-se que quando as salas de aula são analisadas de uma maneira descritiva, pode ser observado que existem salas com maior número de alunos que apresentaram relação sinal/ruído melhor que outras com menor número de alunos. Isso pode ser explicado devido ao fato de que o ruído na sala de aula pode ser proveniente de diferentes fontes. Além disso, o comportamento dos alunos em sala de aula também influencia no nível de ruído da sala, por isso algumas salas com menos alunos também podem apresentar uma

relação sinal/ruído mais desfavorável, o que reforça a necessidade do uso do sistema de FM.

Para Jacob et al (2011) o desafio de qualquer investigação envolvendo sistemas FM é definir uma metodologia controlada que simule o ambiente de sala de aula. Portanto, é de extrema importância que sejam realizadas pesquisas que possam mensurar o ruído no ambiente da sala de aula, mas mais do que isso, que indiquem qual é a relação S/R que cada criança com deficiência auditiva necessita para conseguir compreender o discurso do professor. Além disso, é essencial que os professores de crianças com deficiência auditiva tenham conhecimento quanto às consequências desta alteração para seus alunos, quanto às limitações dos dispositivos eletrônicos e como as tecnologias assistivas disponíveis podem ser utilizadas para otimizar o uso desses recursos.

Por fim, pondera-se que o momento tecnológico atual é altamente favorável para a intervenção e para a pesquisa clínica na área da audiologia, em especial no que se refere ao processo terapêutico e educacional de crianças com deficiência auditiva. Esforços e ações públicas na saúde auditiva tem sido empreendidos pelos órgãos competentes, e pesquisas como a apresentada nesta dissertação podem contribuir no aprimoramento e ampliação de tais ações.

7 Conclusões

7 CONCLUSÕES

Com este trabalho, conclui-se que:

- A maioria das salas de aula não apresenta valores de relação sinal/ruído adequados para que alunos com deficiência auditiva sejam capazes de compreender a fala do professor.
- Os valores da relação sinal/ruído em situações reais de ensino aproximam-se dos valores obtidos no teste HINT com o uso do sistema FM, demonstrando que essa é uma tecnologia necessária para que haja melhor percepção da fala no ruído por parte das crianças com deficiência auditiva nas salas de aula, favorecendo a aprendizagem.
- Ressalta-se que a metodologia empregada neste estudo foi eficiente para mensurar a relação sinal/ruído das salas de aula; no entanto, diferentes metodologias de mensuração da relação sinal/ruído em salas de aula devem ser estudadas, visto que não existe uma padronização para este tipo de avaliação.

Referências

REFERÊNCIAS

Adobe Systems Incorporated and its licensors. *Adobe Audition 3.0*. 2005.

Almeida Filho N, Filletti F, Guillaumon HR, Serafini F. Intensidade do ruído produzido em sala de aula e análise de emissões acústicas em escolares. Arq Int Otorrinolaringol, 2012; 16(1):91-95.

Alves A. Terapia fonoaudiológica – os primeiros anos. In: Bevilacqua MC, Martinez MAN, Balen SA, Pupo AC, Reis ACMB, Frota S. Tratado de Audiologia. São Paulo: Santos; 2011 p. 611-35.

American Academy of Audiology. Position statement: classroom acoustics. 2011. [Acesso em 06 fev 2013]. Disponível em: http://www.audiology.org/resources/documentlibrary/Documents/ClassroomAcousticsPosStatem.pdf

American Academy of Audiology. Clinical practice guidelines: remote microphone hearing assistance technologies for children and youth from birth to 21 years. 2011.

American Speech-Language-Hearing Association. Acoustics in Educational Settings: Position Statement. 2005. [Acesso em 06 fev 2013]. Disponível em: www.asha.org/policy

Anderson KL, Goldstein H. Speech perception benefits of FM and infrared devices to children with hearing aids in a typical classroom. Language, Speech and Hearing Services in Schools, 2004;35:169-184.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10152: Níveis de ruído para conforto acústico - procedimentos. Rio de Janeiro, 1987. 4p.

Bevilacqua MC, Banhara MR, Costa EA, Vignoly AB, Alvarenga KF. The Brazilian Portuguese Hearing In Noise Test (HINT). Int J Audiol, 2008;47(6): 364 – 65.

Bevilacqua et al. Resultados do projeto piloto: uso de sistema FM na escolarização de estudantes com deficiência auditiva.In: Anais do 28º Encontro Internacional de Audiologia; 2013 abr 24-27; Salvador, Brasil. 2013. [Acesso em 28 ago 2013] Disponível em: http://www.audiologiabrasil.org.br/eiasalvador2013/anais/premio.pdf

Blasca WQ, Ferrari DV, Jacob RTS. Dispositivos eletrônicos aplicados à surdez: conceitos básicos. In: Genaro KF, Lamônica DAC, Bevilacqua MC. O processo de comunicação: contribuição para a formação de professores na inclusão de indivíduos com necessidades educativas especiais. São José dos Campos: Pulso Editorial; 2006. p. 197-213.

Bradley JS, Sato H. The intelligibility of speech in elementary school classrooms. J Acoust Soc Am. 2008; 123:2078–86.

BRASIL. Decreto nº 5.296 de 2/12/2004. Regulamenta a lei nº 10.048, de 8 de novembro de 2000 que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida. [Acesso em 27 ago 2013]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5296.htm

BRASIL. Decreto nº 3.298 de 20/12/1999. Regulamenta a Lei no 7.853, de 24 de outubro de 1989, dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, consolida as normas de proteção e dá outras providências. [Acesso em 27 ago 2013]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D3298.htm

BRASIL. Lei nº 9.394 de 20/12/1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. [Acesso em 27 ago 2013]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Especial. Resultados do Censo Escolar. 2001.

BRASIL. Portaria nº 1.274 de 25/06/2013. Inclui o Procedimento de Sistema de Frequência Modulada Pessoal (FM) na Tabela de Procedimentos, Medicamentos, Órteses, Próteses e Materiais Especiais (OPM) do Sistema Único de Saúde. [Acesso em 27 ago 2013]. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2013/prt1274_25_06_2013.html

Buffa MJMB. Distúrbios de audição, sua influência no processo ensino-aprendizagem e estratégias educacionais como mediadoras neste processo. In: Genaro KF, Lamônica DAC, Bevilacqua MC. O processo de comunicação: contribuição para a formação de professores na inclusão de indivíduos com necessidades educacionais especiais.São José dos Campos: Pulso; 2006. p.215-22.

Caporali SA, Arieta A. Reconhecimento de fala no ruído e estudo comparativo entre grupos com e sem queixa de percepção de fala. Rev Soc Bras Fonoaudiol. 2004;9(3):129-35.

Crandell CC, Smaldino JJ. Classroom acoustics for children with normal hearing and with hearing impairment. Language, Speech and Hearing Services in Schools. 2000. oct;31:362–370.

Declaração de salamanca. Necessidades Educativas Especiais – In: Conferência Mundial sobre NEE. Qualidade – UNESCO. Salamanca/Espanha: UNESCO 1994. [Acesso em 27 ago 2013] Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf

Delgado-Pinheiro EMC, Antonio FL, Libardi AL, Seno MP. Programa de Acompanhamento fonoaudiológico de professores de alunos deficientes auditivos que utilizam a comunicação oral. Distúrbios da Comunicação, 2009; 21: 67-77.

Doménech AD, Guarinos JV, Calleja MY. Análisis y valoración de los factores que intervienen en la acústica de salas de uso docente en relación con la problemática particular de la población con discapacidades auditivas en diferentes grados. Phonak-soluciones auditivas. Alicante, 2002.

Eiten LR, Lewis DE. Verifying frequence-modulated system performance: it's the right thing to do. Seminars in Hearing. 2010. 31(3):233-240.

Ernestino GMRC, Nakamura JLYU, Buffa MJMB. Abordagens educacionais para surdos. In: Genaro KF, Lamônica DAC, Bevilacqua MC. O processo de comunicação: contribuição para a formação de professores na inclusão de indivíduos com necessidades educacionais especiais. São José dos Campos: Pulso; 2006. p.237-42.

Eysel-Gosepath K, Daut T, Pinger A, Lehmacher W, Erren T. Sound levels and their effects on children in a Germany primary school. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2011.

Fernandes JC. Padronização das condições acústicas para salas de aula. In: Simpósio de Engenharia de Produção. 2006 nov 6-8; Bauru, Brasil [Acesso em 29 jan 2013]. Disponível em: http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/823.pdf

Fitzpatrick EM, Fournier P, Séguin C, Armstrong S, Chénier J, Scharmm D. Users' perspectives on the benefits of FM system with cochlear implants. International Journal of Audiology, 2010; 49:44-53.

Francelim MAS, Motti TFG. Questões atuais sobre o ensino para o deficiente auditivo no Brasil. Espaço (INES). 2001. 16: 14-20.

Gatehouse S. Editorial of plasticity, deprivation and acclimatization. Ear Hear 1996;17:1-2.

Guidini RF, Bertoncello F, Zanchetta S, Dragone MLS. Correlações entre ruído ambiental em sala de aula e voz do professor. Rev Soc Bras Fonoaudiol. 2012; 17(4):398-404.

Hallgren M, Larsby B, Arlinger S. A Swedish version of the Hearing In Noise Test (HINT) for measurement of speech recognition. Int J of Audiol 2006; 45:227-237.

Jacob RTS, Monteiro NFG, Molina SV, Bevilacqua MC, Lauris JRP, Moret ALM. Percepção da fala em crianças em situação de ruído. Int Otorrinolaringol. 2011;15(2):163-67.

Jacob RTS, Queiroz-Zattoni M. Sistemas de frequência modulada. In: Bevilacqua MC, Martinez MAN, Balen SA, Pupo AC, Reis ACMB, Frota S. Tratado de Audiologia. São Paulo: Santos; 2011. p. 727-741.

Jaroszewski GC, Zeigelboim BS, Lacerda A. Ruído escolar e sua implicação na atividade de ditado. Rev Cefac, 2007; 9(1):122-132.

Larsen JB, Blair JC. The effect of classroom amplification on the signal-to-noise ratio in classrooms while class is in session. Language, Speech and Hearing Services in Schools. 2008; 39:451-460.

Lewis MS, Crandell CC, Valente M, Horn JE. Speech perception in noise: directional microphones versus frequency modulation (FM) systems. J Am Acad Audiol. 2004;15(6):426-39.

Lopes AC, Fernandes JC. Acústica da sala de aula. In: Genaro KF, Lamônica DAC, Bevilacqua MC. O processo de comunicação: contribuição para a formação de professores na inclusão de indivíduos com necessidades educacionais especiais.São José dos Campos: Pulso; 2006. p. 101-107.

Magalhães LA, Cimonari PM, Novaes BCAC. Avaliação de percepção de fala em crianças com deficiência auditiva usuárias de aparelho de amplificação sonora: a questão do instrumento e seus critérios. Rev Soc Bras Fonoaudiol. 2007;12(3):221-32.

Maggi MM, Prieto JCC. Utilización de los sistemas de FM en el contexto escolar. Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología. 2005. 25(2): 84-94.

Ministério da Educação. Censo da educação básica: 2011 – resumo técnico. – Brasília : Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2012.

Morata TC, Carnicelli MVF. Audiologia e saúde dos trabalhadores. Série Distúrbios da Comunicação. 1994; n. 2.

Mülder H. E. Dynamic sound field: teacher´s ratings. Field Study News. 2011. [Acesso em 25 fev 2013] Disponível em: http://www.phonak.com/content/dam/phonak/b2b/C_M_tools/Library/Field_Study_News/en/FSN_DynamicSoundField-Teacher_Ratings-2011_04.pdf

Mülder HE, Dijkstra E. New developments in FM technology. Access: Achieving Clear Communication Employng Sound Solutions. Capítulo 14. 2008.

Nilsson M, Soli SD, Sullivan JA. Development of the Hearing in Noise Test for the measurement of speech reception thresholds in quiet and in noise. J Acoust Soc Am. 1994. 95(2):1085-99.

Oiticica ML, Duarte EAC, Silva LB. Análise da inteligibilidade da fala de uma sala de aula em situações diversas de climatização dentro do contexto acústico. In: Encac-Cotedi. 2003 nov 5-7; Curitiba, Brasil. [Acesso em 06 mai 2013]. Disponível em: http://www.escutaessa.com/artigos/2003_encac.pdf

Organizações das nações unidas para a educação, ciência e cultura - Unesco. Declaração Mundial sobre Educação Para Todos (Conferência de Jomtien). Tailândia: Unesco, 1990. [Acesso em 27 ago 2013] Disponível em: http://unesdoc.unesco.org/images/0008/000862/086291por.pdf

Platz R. Standardization of FM systems for assistive listening applications. In: Access 2: Achieving Clear Communication Employing Sound Solutions. Proceedings of the First International Virtual Conference on FM. 2008. Jan-fev. 2008.

Ross M. FM Systems: a little history and some personal reflections. In: Fabry D., Johnson CD, eds**.** Acess: Achieving Clear Communication Employng Sound Solutions. Proceedings for the First International FM Conference*.* Great Britain: Cambrian Printers, 2004, p. 17-27.

Sato H, Bradley JS. Evaluation of acoustical conditions for speech communication in working elementary school classrooms. J Acoust Soc Am. 2008;123(4):2064-2077.

Schafer EC, Thibodeau LM. Speech recognition performance of children using cochlear implants and FM systems. J Educ Audiol 2003;11:15-26.

Schafer EC, Thibodeau LM. Speech recognition abilities of adults using cochlear implants with FM systems. J Am Acad Audiol. 2004;15:678-691.

Schafer EC, Wolfe J. Effects of FM receiver gain on performance with cochlear implants. In: Access 2: Achieving Clear Communication Employing Sound Solutions. Proceedings of the First International Virtual Conference on FM. 2008. Jan-fev. 2008.

Shaw T. Sound Assurance. In: Access 2: Achieving Clear Communication Employing Sound Solutions. Proceedings of the First International Virtual Conference on FM. 2010;Jan-fev; p. 56-65.

Silva MP, Comerlatto Júnior AA, Balen SA, Bevilacqua MC. O uso de um *software* na re(habilitação) de crianças com deficiência auditiva. J Soc Bras Fonoaudiol. 2012;24(1):34-41.

Soncini F, Costa MJ, Oliveira TMT, Lopes LFD. Correlação entre limiares de reconhecimento de sentenças no silêncio e limiares tonais. Rev Bras Otorrinolaringol. 2003;69(5):672-7.

Thibodeau L. Benefits of adaptive FM systems on speech recognition in noise for listeners who use hearing aids. Am J audiol. 2010;19: 36-45.

Treasure J. The 4 ways sound affects us. TED: ideas worth spreading. 2009. [Acesso em 23 jul 2013]. Disponível em: http://www.ted.com/talks/julian_treasure_the_4_ways_sound_affects_us.html.

Zwirtes DAPZ. Avaliação do desempenho acústico de salas de aula: estudo de caso nas escolas estaduais do Paraná. Curitiba. Dissertação [Mestrado em Construção Civil] – Departamento de Construção Civil da Universidade Federal do Paraná; 2006.

Apêndices

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Universidade de São Paulo

Faculdade de Odontologia de Bauru

Al. Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75 – Bauru-SP – CEP 17012-901 – C.P. 73
PABX (0XX14)3235-8000 – FAX (0XX14)3223-4679

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O (a) Sr (a) está sendo convidado para autorizar a participação do(a) seu(ua) filho(a) na pesquisa **"Avaliação digital do efeito do ruído sobre a fala: relação sinal/ruído"** realizada por Vanessa L. Destro Fidêncio sob a orientação da Profa. Dra. Adriane Lima Mortari Moret e co-orientação da Profa. Dra. Regina Tangerino S. Jacob.

O estudo tem por objetivo avaliar o nível do ruído a que deficientes auditivos estão expostos em ambiente escolar e analisar sua interferência no reconhecimento da fala. Para isso, será realizada a avaliação da percepção da fala no ruído por meio do teste *HINT*, onde o indivíduo é solicitado a reconhecer e repetir sentenças simples no silêncio e no ruído. A mensuração da relação sinal/ruído na sala de aula será realizada por meio do uso de um gravador digital. A participação no estudo não irá interferir nas atividades acadêmicas, sendo que também não haverá nenhum risco ou gasto para os participantes. A partir dos resultados encontrados espera-se indicar estratégias que melhorem a acústica da sala de aula visando a melhora da compreensão de fala dos deficientes auditivos nesses ambientes.

Você tem a liberdade de esclarecer qualquer dúvida com relação aos exames realizados, riscos e benefícios, em qualquer momento da avaliação, por meio do telefone (14) 9164-0947 ou e-mail vanessad-fono@usp.br (Vanessa L. Destro Fidêncio – Pesquisadora/Fonoaudióloga). No caso de reclamações ou denúncias, entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da FOB/USP, pelo telefone (14) 3235-8356, ou pessoalmente no endereço: Al Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75, Bauru/SP.

Pelo presente instrumento que atende às exigências legais, o Sr.(a) _____,portador da cédula de identidade_____,responsável pelo menor _____, após leitura minuciosa das informações constantes neste **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**, devidamente explicada pelos profissionais em seus mínimos detalhes, ciente dos serviços e procedimentos aos quais o menor será submetido, não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e explicado, firma seu **CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO** concordando com a participação do mesmo na pesquisa proposta.

Fica claro que o sujeito da pesquisa ou seu representante legal, pode a qualquer momento retirar seu **CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO** e deixar de participar desta pesquisa e ciente de que todas as informações prestadas tornaram-se confidenciais e guardadas por força de sigilo profissional (Art. 29º do Código de Ética do Fonoaudiólogo).

Por estarem de acordo assinam o presente termo.

Bauru-SP, _____ de _____ de _____.

_____	_____
Assinatura do responsável pelo sujeito	**Vanessa Luisa Destro Fidêncio** Responsável pela pesquisa

APÊNDICE B - Termo de Aquiescência – Escola

(Timbre da escola)

TERMO DE AQUIESCÊNCIA

Eu, *(nome do diretor/coordenador)* diretor/coordenador do *(nome do colégio)* declaro estar ciente sobre o Projeto de Pesquisa intitulado **"Avaliação digital do efeito do ruído sobre a fala: relação sinal/ruído"** de autoria da Fonoaudióloga e aluna do Programa de Pós Graduação em Fonoaudiologia da FOB/USP Vanessa Luisa Destro Fidêncio, sob orientação da Profª. Drª Adriane Lima Mortari Moret e co-orientação da Profª. Drª Regina Tangerino de Souza Jacob e autorizo a realização do mesmo nas dependências desse Colégio.

_____

Nome do diretor

Anexos

ANEXO A – Aprovação do Comitê de Ética

Universidade de São Paulo
Faculdade de Odontologia de Bauru
Al. Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75 – Bauru-SP – CEP 17012-901 – C.P. 73
PABX (0XX14)3235-8000 – FAX (0XX14)3223-4679

Comitê de Ética em Pesquisa (14)3235-8356
e-mail: mferrari@fob.usp.br

Processo nº 067/2011

Bauru, 30 de junho de 2011.

Senhora Professora,

O projeto de pesquisa encaminhado a este Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos, denominado "**Avaliação digital do efeito do ruído sobre a fala: relação sinal/ruído**", de autoria de Vanessa Luísa Destro Fidêncio, que será desenvolvido sob sua orientação, foi enviado ao relator para avaliação e apreciado em reunião realizada no dia **29 de junho de 2011**

O CEP-FOB/USP considerou o projeto APROVADO lembrando que a condição de aprovação da pesquisa propriamente dita exige o que segue:

- que sejam encaminhados ao CEP-FOB/USP relatórios anuais sobre o andamento da pesquisa (parciais e finais), conforme o cronograma apresentado;
- que sejam notificados ao CEP-FOB/USP, com a devida justificativa, qualquer modificação na metodologia e/ou título e a inclusão ou exclusão de autores;
- na apresentação do relatório final, incluir todos os TCLEs e/ou termos de doação de dentes devidamente assinados e rubricados.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Flávio Augusto Cardoso de Faria

Coordenador

Profª Drª Adriane Lima Mortari Moret

Docente do Departamento de Fonoaudiologia