

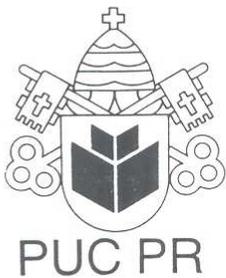
DENISE MARIA VAZ ROMANO FRANÇA



**A INTERFERÊNCIA DO RUÍDO DE FUNDO NO PROCESSO
ENSINO-APRENDIZAGEM NAS SALAS DE AULA EM
CURITIBA - sua implicação na prática pedagógica e na
formação superior do professor**

Dissertação apresentada à Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação, sob a orientação da Prof.^a Dr.^a Marilda Aparecida Behrens.

**CURITIBA
1998**



Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Centro de Teologia e Ciências Humanas
Departamento de Educação
Mestrado em Educação

ATA DO EXAME DA DISSERTAÇÃO

Exame de Dissertação n.º 120

No dia **29 de junho de 1998**, às **9h**, reuniu-se a Banca Examinadora, composta pelos seguintes professores:

MEMBROS DA BANCA	ASSINATURA
Prof. ^a Dr. ^a Marilda Aparecida Behrens	
Prof. Dr. Herton Coifman	
Prof. Dr. Jamil Ibrahim Iskandar	

designada para a Banca do Exame de Dissertação da mestranda **Denise Maria Vaz Romano França**, ano de ingresso 1994, do Programa de Pós-Graduação em Educação, Nível de Mestrado, intitulada **A INTERFERÊNCIA DO RUÍDO DE FUNDO NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM NAS SALAS DE AULA EM CURITIBA - sua implicação na prática pedagógica e na formação superior do professor.**

Prof. ^a Dr. ^a Marilda Aparecida Behrens	Conceito <u> A </u>
Prof. Dr. Herton Coifman	Conceito <u> A </u>
Prof. Dr. Jamil Ibrahim Iskandar	Conceito <u> A </u>
	Conceito Final <u> A </u>

Observações: Sugiro, para a versão final, a inclusão de uma referência aos fitôzários quanto às condições exigidas para o ato de educar. Jamil

Prof. Dr. Peri Mesquita
Coord. do Curso de Mestrado em Educação

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente à minha amiga Maria Helena, que em 1991, me deu a idéia.

Estendo também o meu agradecimento ao meu primeiro orientador, Prof. Dr. Alvino Moser que me deu a liberdade para poder pensar neste assunto.

Agradeço à minha orientadora, Prof^a Dr^a Marilda Behrens, que me auxiliou a concluir este estudo.

À todas as escolas que me receberam tão acolhedoramente e permitiram o desenvolvimento deste estudo, dentro das suas salas de aula.

À sempre presente Maria Luiza.

Às minhas sócias Kátia e Simone.

Agradeço especialmente ao Beto, meu melhor amigo e grande amor nestes 20 anos, e aos meus filhos Maria Carolina e Paulo Victor.

SUMÁRIO

RESUMO.....	viii
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 O ambiente escolar.....	1
1.2 O problema.....	5
1.3 Os objetivos do estudo.....	6
1.4 As hipóteses do estudo.....	7
1.5 A metodologia e os procedimentos de pesquisa.....	7
1.6 A amostra.....	9
1.7 As abordagens.....	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
2.1 O ambiente e a aprendizagem.....	12
2.2 Anatomia-fisiologia do aparelho auditivo.....	18
2.2.1 Ouvido externo.....	20
2.2.2 Ouvido médio.....	21
2.2.3 Ouvido interno.....	24
2.2.4 Audição, linguagem e aprendizagem.....	30
2.3 Os elementos de acústica.....	34
2.3.1 O som.....	36
2.3.2 O ruído.....	37
2.3.3 Características do som e do ruído.....	38

2.3.4	Tipos de ruídos.....	41
2.3.5	A reflexão, a reverberação e o tempo de reverberação.....	42
2.3.6	A absorção de som e o isolamento sonoro.....	45
2.4	A inteligibilidade de fala.....	47
2.4.1	Interferências do ambiente na inteligibilidade da fala	56
2.4.2.1	O efeito mascarador do ruído sobre a inteligibilidade de fala.....	56
2.4.2.2	O efeito mascarador da reverberação sobre a inteligibilidade de fala.....	60
2.4.2.3	O efeito da distância da fonte sobre a inteligibilidade de fala.....	62
2.4.2.4	Efeitos do ruído e da reverberação em pessoas com audição normal e em ouvintes especiais	65
2.5	A prática pedagógica	70
2.5.1	O papel do professor.....	72
2.5.2	O professor e a metodologia.....	74
2.5.3	O papel do aluno.....	77
2.5.4	Os desafios da prática pedagógica.....	79
2.6	O espaço físico da sala de aula.....	83
2.6.1	A construção das salas de aula em Curitiba.....	91
2.6.2	A medição do ruído.....	93
3	A PESQUISA.....	97
3.1	Material e métodos.....	97
3.2	Os instrumentos e técnicas.....	98

3.3 Descrição da população	101
3.4.Tipo de amostragem.....	101
3.5.Tamanho da amostra.....	102
4.RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	104
4.1 Os resultados da avaliação do ruído de fundo.....	104
4.2 Contribuição dos professores da comunidade	106
4.3 Contribuição dos pedagogos.....	109
4.4 Resultados da observação dos tipos de material empregados na construção, revestimento e mobiliário.....	111
5.CONCLUSÕES.....	114
REFERÊNCIAS BIBLOGRÁFICAS.....	120
ANEXOS.....	124

LISTA DE TABELAS E QUADROS

TABELA 1. Relação entre energia e inteligibilidade de fala.....	54
TABELA 2. Escores de discriminação de palavras monossilábicas combinando-se tempo de reverberação e razão de fala e ruído.....	67
TABELA 3. Escores percentuais de discriminação de palavras monossilábicas sob três condições de tempo de reverberação.....	68
TABELA 4. Ruído e seus valores médios em dB(A).....	87
TABELA 5.	92
QUADRO 1 Esforço vocal.....	107
QUADRO 2 Melhoria da condição acústica.....	108

RESUMO

Este trabalho apresenta uma pesquisa sobre o ruído de fundo presente nas salas de aula das escolas do Município de Curitiba e o conhecimentos que os professores têm sobre o ruído e suas interferências na aprendizagem.

A prática pedagógica é abordada sob um prisma holístico considerando a multiplicidade de questões que envolvem a sala de aula. Nesse sentido, dentre o universo de fatores intervenientes na educação esse estudo dedica especial atenção às questões do ruído de fundo e aquelas referentes à aprendizagem, sua relação com a audição e a compreensão da palavra falada que se estabelece em um ambiente físico.

Os resultados da pesquisa indicam a presença de ruído ambiental bastante intenso no interior das salas de aula, assim como indicam o fato de os cursos que formam os professores não fornecerem suporte teórico para uma prática pedagógica que releve o entendimento destas questões.

Tendo em vista que os educadores mostram-se abertos ao estudo, discussão e reflexão das questões ambientais e que o ruído e suas interferências podem ser minimizados com a adoção de medidas razoavelmente simples este estudo apresenta propostas para a minimização do problema.

RESUMO

Este trabalho apresenta uma pesquisa sobre o ruído de fundo presente nas salas de aula das escolas do Município de Curitiba e o conhecimentos que os professores têm sobre o ruído e suas interferências na aprendizagem.

A prática pedagógica é abordada sob um prisma holístico considerando a multiplicidade de questões que envolvem a sala de aula. Nesse sentido, dentre o universo de fatores intervenientes na educação esse estudo dedica especial atenção às questões do ruído de fundo e aquelas referentes à aprendizagem, sua relação com a audição e a compreensão da palavra falada que se estabelece em um ambiente físico.

Os resultados da pesquisa indicam a presença de ruído ambiental bastante intenso no interior das salas de aula, assim como indicam o fato de os cursos que formam os professores não fornecerem suporte teórico para uma prática pedagógica que releve o entendimento destas questões.

Tendo em vista que os educadores mostram-se abertos ao estudo, discussão e reflexão das questões ambientais e que o ruído e suas interferências podem ser minimizados com a adoção de medidas razoavelmente simples este estudo apresenta propostas para a minimização do problema.

ABSTRACT

This work presents a research about noise existent in the classrooms in the city of Curitiba and also the awareness that the teachers have about its interference on apprenticeship.

The pedagogic practice is approached under a Holist prism considering all the multiplicity of matters that involve the classroom. In this sense among the universe of facts interventions on education this study dedicates especial attention on matters of noise at the background and matters referent learning and this relation with education and the comprehension of the spoken word that establish in one physical environment.

The results of the research indicate the presence of very intense ambiental noise in the classrooms, as well as indicate the fact that the courses that graduate teachers don't provide theoretical support for pedagogic practice that allows knowledge of these matters.

Considering that the educators are open-minded for the study, discussion and reflection of the environment matters and the noise and its interferences can be minimized with adoption of some reasonable simple precautions this study presents proposals to the minimization of the problem.

ABSTRACT

This work presents a research about noise existent in the classrooms in the city of Curitiba and also the awareness that the teachers have about its interference on apprenticeship.

The pedagogic practice is approached under a Holist prism considering all the multiplicity of matters that involve the classroom. In this sense among the universe of facts intervenients on education this study dedicates especial attention on matters of noise at the background and matters referent learning and this relation with education and the comprehension of the spoken word that establish in one physical environment.

The results of the research indicate the presence of very intense ambiental noise in the classrooms, as well as indicate the fact that the courses that graduate teachers don't provide theoretical support for pedagogic practice that allows knowledge of these matters.

Considering that the educators are open-minded for the study, discussion and reflection of the environment matters and the noise and its interferences can be minimized with adoption of some reasonable simple precautions this study presents proposals to the minimization of the problem.

1 INTRODUÇÃO

Caminha, placidamente, em meio ao ruído e a pressa e pensa na paz que pode existir no silêncio.

Desiderata, mensagem encontrada na igreja de Saint Paul, Baltimore, datada de 1692.

1.1 O AMBIENTE ESCOLAR

A Educação é compreendida, desde as épocas mais primitivas, como meio de transmissão de todo o patrimônio sócio-cultural do homem à suas gerações mais novas.

Vista em seu voo mais livre, a educação é uma fração da experiência endoculturativa. Ela aparece sempre que há relações entre pessoas e intenções de ensinar e aprender. Intenções, por exemplo, de aos poucos modelar a criança, para conduzi-la ao ser *modelo* social de adolescente e ao adolescente, para torná-lo mais adiante um jovem e, depois um adulto. Todos os povos sempre traduzem de alguma maneira esta lenta transformação, que a aquisição do saber deve operar. Ajudar a crescer, orientar a maturação, transformar em, tornar capaz, trabalhar sobre, domar, polir, criar como um sujeito social, a obra de que o homem natural é matéria-prima. BRANDÃO, (1981, p.24)

Esse modo amplo de definição mostra como historicamente o homem vislumbrou a Educação. Apesar de maneiras transformadoras serem adotadas, nessa ou naquela época, como melhores ou piores, para desenvolver as possibilidades do *novo homem*, e a despeito da influência do papel familiar ou da comunidade nesse processo de ajuda ao crescimento, reconhece-se que é pelo ensino regular que se dá o aprender sistemático.

Como argumenta GUDSDORF (1987), apesar de a educação realizar-se sem o ensino, ela passa por ele. Crescer dá-se pelo contato, pela ligação, pelo diálogo entre o mestre e o seu aluno. Contato, tão íntimo, que nenhum livro ou

tecnologia educacional poderá substituir, apenas somar. Este contato ocorre desde o primeiro olhar, no primeiro dia de aula, quando se tem a experiência decisiva de que existe um outro mundo, uma outra vida, onde se aprende a descobrir no sofrimento, na alegria e na angústia, uma nova consciência de si mesmo e dos outros.

A verdadeira missão do professor, seguindo com o mesmo autor, seja qual for a sua especialidade, é ser um mestre de humanidade, é mitigar o encontro furtivo e aventureiro, o diálogo entre o mestre e o aluno, ou seja, o confronto de cada um consigo mesmo. Os anos de estudo passam e são esquecidas a regra de três, as datas de história e a classificação dos vertebrados. O que fica para sempre é a lenta e difícil tomada de consciência de uma personalidade.

Não se pode eliminar do contexto educacional a relação professor e aluno, os ensinamentos básicos e os mais complexos, os dados memorizados e o contínuo crescimento da pessoa, fruto da interação desses elementos e de um conhecimento, agora possuído pelo aluno.

Tudo é importante na escola. Tudo, inclusive seu aspecto, sua cor, seu cheiro, seus sons, o chão, as paredes e o teto. Todos esses aspectos marcam fortemente a trajetória no educando.

No desenvolvimento do homem futuro, tanto o aspecto do *o que se ensina*, *como se ensina*, e o *onde se ensina*, tem o mesmo valor. É no aspecto do *onde apropriado*, que se centra esse estudo. Sua preocupação orienta-se, especialmente, na investigação do ambiente escolar em Curitiba. Este ambiente pode ser objeto de estudo sob alguns aspectos, tais como os seguintes exemplos: iluminação, ventilação e a sonorização. Dessa forma, essa dissertação desenvolve-se, mais especificamente, com a pesquisa do ruído de fundo, dentro das salas de

aula, em Curitiba, e a influência desse fator na prática pedagógica do professor de todos os níveis.

Por ser um assunto que reúne uma variedade complexa de áreas de conhecimento, passando pela fisiologia, física-acústica e psicoacústica, não é tarefa fácil analisar-se a questão do ruído em sala de aula. Ele relaciona-se com algumas faces principais de relevância:

- a) o aspecto biológico;
- b) as questões físico-acústicas;
- c) as questões sobre a inteligibilidade de fala;
- d) o aspecto da construção das salas de aula;
- e) o aspecto da formação dos professores.

Estas faces de relevância são tratadas no referencial teórico, constituem-se suportes da pesquisa e são detalhadas abaixo:

O **aspecto biológico** torna-se relevante e se configura pela revisão dos conceitos anatômicos e fisiológicos da audição, bem como, pela procura dos efeitos de dificuldades auditivas que sejam relacionadas com os processos de aprendizagem escolar. Também procura-se rever os conceitos sobre teorias de aprendizagem e outros fatores ambientais, que podem interferir com os processos educacionais.

No aspecto **físico-acústico** objetiva-se revisar os conceitos de propagação do som em ambientes e suas características. Procura-se esclarecer o que é o som, o ruído, como eles se propagam em ambiente fechados, como minimizar seus efeitos nocivos, como eles podem interferir no relacionamento interpessoal, especialmente, na compreensão entre professor e aluno.

As questões relacionadas **à inteligibilidade de fala** enfocam-se sob

premissas que envolvem inter-relacionamento entre o ambiente físico, o aluno e o professor exercendo a atividade pedagógica pela comunicação oral.

Os aspectos referentes à **construção das salas de aula** são contemplados na pesquisa e a partir do conhecimento de normas, sugestões e exigências que lhes são pertinentes. No tocante a esse aspecto, questiona-se se há preocupação com a sonorização das salas de aula por parte dos órgãos competentes.

Outro aspecto relevante é a **formação dos professores**, que trilha-se a partir de informações obtidas nos questionários abertos realizados com professores e pedagogos, na procura de se obter uma noção sobre a densidade dos conhecimentos dos docentes, com relação às questões do ruído em sala de aula e suas interferências na aprendizagem.

O som no ambiente escolar, suas interferências e a busca do conforto dos professores e alunos para que ocorra o ensino e a aprendizagem deve ser objeto de estudo dos profissionais da Educação.

A quase ausência de estudos sobre a sonorização das salas de aula e em especial, a ausência de estudos do ruído de fundo nas salas de aula de Curitiba, campo delimitado para esta pesquisa, bem como, a relevância de seus pressupostos para Educadores, Fonoaudiólogos, Médicos, Psicólogos, Engenheiros, Arquitetos e demais profissionais envolvidos com a temática, determinam a escolha desse assunto.

1.2 O PROBLEMA

Os primeiros passos do estudo referem-se à problemática que envolve a presença de ruído ambiental na sala de aula, fator que está diretamente relacionada à educação e ao homem, ser bio-psico-social, que se encontra em um ambiente, do qual recebe influências e sobre o qual atua. A indagação sobre as questões legais relacionadas à construção das salas de aula, em Curitiba, e sobre a necessidade de que a formação profissional do professor considere a questão ambiental, na prática pedagógica, também são focos de atenção desta dissertação. Isto porque há necessidade de que o professor possa efetivamente, pelo conhecimento, superar, detectar e minimizar as eventuais interferências do meio ambiente sobre a aprendizagem do aluno.

Reconhecendo-se a importância do tópico, considera-se pertinente para a melhoria da qualidade educacional que o aspecto ambiental, no caso a sonorização, seja pesquisado e que se tente compreender como é o funcionamento atual das salas de aula, para se chegar à sugestões de aprimoramento.

Em um primeiro momento, o que se levanta é a problemática adequada às propostas aqui veiculadas. O exposto estimula a apresentação das seguintes perguntas de pesquisa:

Existe ruído de fundo acima dos níveis considerados adequados nas salas de aula, em Curitiba,?

Os professores vêm sendo preparados para a relevância desse cuidado na prática pedagógica?

1.3 OS OBJETIVOS DO ESTUDO

Considera-se importante traçar dois objetivos gerais, que permitam orientar a pesquisa de modo a torná-la consistente:

1. Conhecer as condições atuais de acústica, referentes ao ruído de fundo, nas salas de aula de Curitiba, abrangendo desde o ensino infantil até a Universidade.

2. Verificar a densidade de informações sobre o assunto que possuem os professores e pedagogos.

Para direcionar o estudo na rota destes objetivos gerais, busca-se operacionalizá-lo da seguinte forma:

a) Rever a literatura, no aspecto da aprendizagem, de anatomia e fisiologia do ouvido, nos aspectos de física acústica, nos aspectos relacionados à inteligibilidade de fala na sala de aula, nos materiais empregados na construção e revestimento das salas de aula.

b) Organizar instrumentos de coleta de dados e definir amostragem.

c) Medir o ruído de fundo nas salas de aula da rede escolar de Curitiba.

d) Observar e anotar os tipos de material empregados na construção e revestimento das salas de aula e o tipo de mobiliário.

e) Verificar, por amostragem, quais são as informações sobre a questão do ruído de fundo interferindo na aprendizagem que possuem os professores da comunidade e se nos cursos de Pedagogia existem discussões,

reflexões ou pesquisas que contemplem o tópico ambiental.

f) Analisar, interpretar e refletir sobre os resultados da avaliação do ruído em sala de aula, sobre as contribuições dos professores das escolas da comunidade e os pedagogos envolvidos na pesquisa.

g) Apontar contribuições sobre o tema pesquisado na formação do pedagogo e em especial na sua prática pedagógica.

1.4 AS HIPÓTESES DO ESTUDO

Tendo em vista a problemática e os objetivos, desenham-se as seguintes hipóteses de pesquisa:

1. O ruído de fundo, existente dentro das salas de aula de Curitiba, não é compatível com os padrões considerados adequados.

2. A formação do Pedagogo não prepara para uma prática pedagógica que contemple cuidados com as interferências do ruído na aprendizagem dos alunos.

1.5 A METODOLOGIA E OS PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

Considerando-se o que se levanta como problema e o que se

estabelece como objetivos, torna-se necessário, como primeiro passo, a elaboração do referencial teórico, para o apoio à pesquisa pretendida. Esse referencial divide-se em algumas vertentes básicas: a revisão dos conceitos básicos de anatomia e da fisiologia do ouvido, correlacionando-os com a aprendizagem; o levantamento das explicações da física e da acústica, voltadas às interpretações das problemáticas do ruído de fundo em ambientes fechados; as questões relacionadas à inteligibilidade de fala e suas relações com a aprendizagem; os materiais empregados na construção das salas e o mobiliário; e o preparo do professor para considerar a interferência do ruído na aprendizagem.

A partir do momento em que se referenciam as teorias explicativas dos processos auditivos e de suas implicações na aprendizagem, em que se compreende como atua o ruído nas salas de aula e como ocorre a compreensão da linguagem, podem-se estabelecer os critérios que direcionam os passos da escolha da amostra, da coleta dos dados, dos seus resultados, e das considerações pertinentes como contribuição acadêmica.

Opta-se pelo encontro da metodologia quantitativa e qualitativa. Com o objetivo de investigar o ruído de fundo, na realidade das escolas em Curitiba, utiliza-se uma abordagem quantitativa e para aprofundar a questão, uma abordagem qualitativa, envolvendo professores e pedagogos, para levantar o nível de informação sobre a problemática do ruído ambiental e a relevância desse aspecto na formação do professor.

Na primeira fase, coletam-se informações sobre o ruído de fundo presente nas salas de aula. Para as avaliações realizadas dentro das salas de aula, utilizar-se-á instrumento específico de medição do ruído ambiental denominado medidor de nível de pressão sonora.

Na segunda fase da pesquisa, que relaciona-se com a obtenção de informações dos pedagogos, que atuam na formação dos professores, sobre o ruído e suas interferências na aprendizagem, opta-se por aplicar um questionário aberto, com três profissionais da área de educação.

Também consulta-se, mediante o uso de questionário aberto, os professores envolvidos nas escolas onde as salas de aula foram avaliadas, na busca de informações que traduzam o seu conhecimento sobre o ruído como fator interveniente na aprendizagem e no seu desempenho como professor, bem como, sugestões que eles possam apresentar para melhorar a questão ambiental do espaço físico.

Na terceira fase da pesquisa, que diz respeito ao tipo de material de construção e revestimento utilizados e aos móveis existentes dentro das salas de aula, é utilizada a observação, e os dados são organizados em um formulário previamente planejado.

1.6 A AMOSTRA

Para a primeira fase da pesquisa, que relaciona-se diretamente com a medição do ruído em sala de aula, escolhe-se a amostra em um universo de escolas, estabelecido pelo mapa fornecido pela Fundação Educacional do Estado do Paraná (FUNDEPAR), que contém as escolas existentes no município de Curitiba, públicas e particulares. Selecionam-se, a esmo, quatorze escolas, dentre

as trezentas e setenta e uma dispostas no mapa, entre elas três universidades, para serem objeto da pesquisa. A escolha da sala de aula também é esmo.

A amostra, portanto, é do tipo **não probabilístico**, com características de seleção obtidas a **esmo**, tornando-se possível que os resultados sejam equivalentes aos de uma amostragem probabilística aleatória.

A segunda fase da pesquisa se realiza com a contribuição de quatorze professores que atuam em sala de aula nas escolas da comunidade e três pedagogos que atuam diretamente na formação de professores. Portanto, no processo de seleção dos sujeitos que permitiram avaliar o ruído em suas salas de aula e opta-se por três pedagogos envolvidos diretamente na formação de professores.

A terceira fase, que é a observação dos aspectos de construção e mobiliário, ocorre simultaneamente com a primeira, obedecendo aos mesmos critérios de amostragem.

1.7 AS ABORDAGENS

Tanto a revisão da literatura como a pesquisa possuem uma inspiração, que baseia-se na busca do sentido, da preocupação expressa no problema, que se pretende levar como contribuição para a Educação. Objetiva-se vislumbrar a sala de aula com uma visão centrada no todo, onde todos os aspectos

têm relevância e se interligam, o que constitui a tônica desta dissertação.

Como os educadores envolvidos na Global Alliance for Transforming Education (GATE, 1991), acredita-se que o objetivo fundamental da educação seja sustentar as possibilidades inerentes ao desenvolvimento humano. As escolas devem ser um lugar que facilite o ensino e o completo desenvolvimento dos alunos. O ensino deve enriquecer e aprofundar a relação do aluno com ele mesmo, com a família e os membros da comunidade, com a comunidade global, com o planeta e com o cosmos.

As questões ambientais fazem pelos motivos supra expostos, parte integrante do contexto educacional e devem ser refletidas intensamente por todos aqueles que se envolvem com o desenvolvimento do homem.

Deve-se crer, como o descrito no documento internacional elaborado pelo GATE, que o universo é uma totalidade integrada, na qual, tudo se relaciona. O referencial teórico, que inicia-se a seguir procura fornecer os subsídios para a pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Penso 99 vezes e nada descubro. Deixo de pensar, mergulho no silêncio e toda a verdade me é revelada.

Einstein

2.1 O AMBIENTE E A APRENDIZAGEM.

Na primeira parte deste estudo pretende-se comentar algumas questões sobre a aprendizagem, com a finalidade de se incrementar a compreensão das causas da audição se relacionar tão fortemente com o ambiente e com a aprendizagem. Embora, o estudo das teorias que explicam a aprendizagem não sejam foco primeiro de interesse desse trabalho, uma abordagem ampla e sintética torna-se necessária.

LURIA (1988) expõe: o que quer que se perceba do mundo ele é percebido de uma maneira estruturada, isto é, como um padrão de estímulos. Há uma reação e uma adaptação aos estímulos externos, e na realidade todo o comportamento humano equivale, essencialmente, a alguma acomodação mais ou menos adequada às diversas estruturas do mundo exterior. Para que haja adaptação eficaz, há necessidade de o indivíduo perceber as várias situações do mundo exterior da maneira mais clara e diferenciada possível, discriminando-as, escolhendo da totalidade dos complexos sistemas de formas que agem sobre ele, aquelas que para ele são as mais essenciais.

Portanto, o ambiente externo tem uma participação importante no

processo de aprendizagem. Neste trabalho, a aprendizagem é vista como sendo o resultado da interferência recíproca entre aprendizagem e maturação, ou seja, a maturação prepara e possibilita um determinado processo de aprendizagem, enquanto que o processo de aprendizagem estimula o processo de maturação e o faz avançar até um certo grau, conforme nos ensina LURIA (1988).

Para o processo de aprendizagem ocorrer de um modo eficiente, há necessidade da convergência de pelo menos dois parâmetros: a integridade dos sistemas neuro-psico-emocionais e uma oportunidade adequada. Como referem JOHNSON & MYKLEBUST (1983), a criança aprende ao receber informações por meio dos seus sentidos, pelos seus sistemas receptores. Basicamente a aprendizagem se dá via audição e visão, pois esses são os principais canais para a aprendizagem simbólica. A integridade dos mecanismos sensoriais é condição básica, portanto, para a ocorrência de aprendizagem normal. Paralelamente, para que ocorra aprendizagem a pessoa necessita de oportunidades para aprender. Mesmo que a criança tenha excelentes potencialidades, se não houver uma oportunidade adequada, a aprendizagem não se processa eficientemente. Pode-se dizer que entre estas oportunidades adequadas encontra-se o ambiente físico.

Seguindo uma concepção cognitivista da aprendizagem, e tendo como base os estudos de PIAGET (1951), há necessidade de internalização dos fenômenos ocorridos no meio para que haja a assimilação e a conseqüente aprendizagem. Parece haver uma hierarquia de processos psíquicos necessários para que haja a aprendizagem. Ao ocorrer a internalização, a criança começa a assimilar o seu mundo. Embora esses processos tenham sido observados mais em crianças do que em adultos, eles parecem básicos à compreensão de todas as pessoas, independente da idade.

Dentro de um conceito psiconeurológico da aprendizagem, opta-se pela abordagem de JONHSON & MYKLEBUST (1983) que descrevem a aprendizagem como sendo a resultante de um processo intra e intersensorial, verbal e não verbal. Este processo se inicia pelos sistemas sensoriais auditivos, visuais e táteis, funcionando isoladamente ou se mesclando e se completando. Então forma-se um caminho onde as informações são convertidas ou traduzidas em outros tipos de informações, espontaneamente. A aprendizagem sob o prisma psico-neuro-sensorial é basicamente formada a partir do funcionamento semi-autônomo, ou do funcionamento coordenado, ou do funcionamento simultâneo da audição, da visão e do tato. Cada um desses sistemas pode funcionar de maneira semi-independente de qualquer um dos outros dois. Outra forma de caracterizar a neurologia da aprendizagem é ressaltar que o cérebro precisa receber, categorizar, armazenar e integrar as informações para definitivamente aprender.

Neuropsicologicamente, os processos de aprendizagem podem ser encarados como uma hierarquia de experiências, a saber:

a) sensação, nível mais baixo do comportamento referindo-se basicamente aos mecanismos sensoriais periféricos, constituídos basicamente pela visão e audição;

b) percepção, tem início com a atuação do sistema nervoso central e refere-se ao discriminar ou diferenciar estímulos;

c) formação de imagens, meio pelo qual pode-se descrever alguns dos processos abrangidos pelo termo memória, que embora negligenciada pela Psicologia e pela Educação foi tornada importante pela Neurologia. Formar imagens é relembrar experiências ou aspectos delas, verbais ou não verbais, é uma etapa fundamental para as que se seguirão;

d) simbolização, capacidade de representar a experiência, é um comportamento representativo que parece ser exclusivo do ser humano;

e) conceituação, refere-se à capacidade de abstração, pois a categorização e a classificação fazem parte desse nível superior de aprendizagem. Alterações, em qualquer um dos níveis da escala hierárquica da aprendizagem, resulta na impossibilidade ou imperfeição do seu posterior. Desse modo, já se esboça uma idéia de quantos fatores podem intervir com a aprendizagem.

Resumindo, ressaltam-se a importância de uma adequação dos mecanismos internos do ser humano; do ambiente físico, onde ocorrem os fenômenos a serem percebidos e também as interações interpessoais, especialmente do adulto com a criança, que auxiliam no desenvolvimento do potencial mental do indivíduo. Este último aspecto baseia-se na premissa que a criança desenvolve melhor sua capacidade de compreensão quando esta é o resultado da atividade guiada pelo adulto. (LURIA In: VIGOSTSKI, 1988).

Torna-se de interesse um breve comentário de como o ambiente pode interferir na aprendizagem. Sabe-se que o ambiente escolar deve ser organizado de tal forma que permita que crianças ou adultos com um certo grau de distratibilidade possam executar as suas tarefas sem tanta interferência. Por exemplo, as salas de aula, com excesso de ilustrações, enfeites e gravuras penduradas nas paredes, podem promover uma estimulação visual excessiva, levando à criança ou o adulto à distração. O mesmo ocorre com as estimulações auditivas em excesso, que também podem promover a distração. Como aborda MYKLEBUST & JOHNSON (1983), a sala de aula deve estar livre de estimulação visual excessiva. Armários de brinquedos e estantes devem estar cobertos a fim de distraírem menos. As estimulações auditivas devem ser reduzidas da mesma forma, pois crianças

distraídas tendem a responder a sons estranhos, tais como os saltos de um sapato em um corredor ou o som de vapor de um radiador. Os mesmos autores também sugerem que a proximidade também pode interferir, de modo que as salas de aula de tamanho reduzido, em geral, fornecem melhores resultados. O objetivo desses cuidados é o de facilitar a aprendizagem. Quando a pessoa não possui mecanismos internos de regulação de atenção mecanismos externos de controle ambiental devem ser empregados, até que os internos se desenvolvam. Se controles externos não são aplicados, enquanto os internos não estão consolidados, haverá pouca aprendizagem.

Como aborda LURIA (1988), a consciência nunca foi um “estado primário” da matéria viva; os processos psicológicos surgem não no interior da célula viva, mas em suas relações com o meio circundante, na fronteira entre o organismo e o mundo exterior, e ela assume as formas de um reflexo ativo do mundo exterior que caracteriza toda a atividade vital do organismo.

Até aqui explanou-se sobre pessoas ditas normais e aprendizagem formal. Mas, deve-se lembrar que dentro de uma sala de aula comum é possível se ter algumas pessoas que possuem certos graus de alterações sensoriais, de memória, de inteligência, de maturação motora, ou mesmo estrangeiros, e que constituem uma aspecto importante a ser considerado. Segundo FINITZO-HIEBER (1981) há uma filosofia educacional constituída de princípios, onde pessoas com alterações sensoriais têm direito a uma educação formal adequada. Por exemplo, pessoas surdas têm direito à educação regular e podem chegar a altos graus de excelência acadêmica. As barreiras sociais devem ser quebradas no caso de pessoas portadoras de deficiências sensoriais.

Com esse modo de pensar, pessoas com deficiências, ou em situações

especiais, podem ser enquadradas em programas regulares de educação, e esse é mais um motivo pelo qual o ambiente físico escolar deve ser criteriosamente planejado e situações especiais devem ser consideradas.

Além das questões ambientais: sonorização, iluminação, temperatura, mobiliário, outros fatores intra-indivíduo podem interferir significativamente na aprendizagem, tanto da criança como do adulto. As alterações intelectuais, problemas emocionais, distúrbios motores, ou simplesmente as disfunções de aprendizagem, produzem uma gama de interferência significativa. Nesse universo de considerações, o que se reflete é uma dificuldade de aprender, mesmo estando íntegros os aspectos ambientais anteriormente citados.

Sintetizando, os aspectos externos relacionados ao ambiente escolar e os aspectos internos da aprendizagem devem ser refletidos com atenção por todos aqueles que, de uma maneira ou de outra, se encontram envolvidos com os processos educacionais.

Como o interesse dessa dissertação é o de aprofundar-se na questão do ruído de fundo como um aspecto de relevância na aprendizagem, e no intuito de colaborar com todos os envolvidos com a prática pedagógica, descreve-se, a seguir, o aparelho auditivo. Este é o responsável pela captação do som que se transmite pelo meio ambiente e se constitui em um dos primeiros estágios da aprendizagem, a sensação auditiva.

2.2 ANATOMIA E FISIOLOGIA DO APARELHO AUDITIVO

Esta parte da dissertação tem um caráter eminentemente teórico onde se busca na literatura o sentido da pesquisa, que possui uma “linha-mestra” e um fio condutor, onde os conhecimentos anatômicos e fisiológicos de um órgão sensorial - o ouvido - auxiliam na aquisição e desenvolvimento da linguagem, na aprendizagem e suas possíveis variáveis de desenvolvimento, inter-dependentes do meio onde acontecem. Faz-se, portanto, necessário conhecer alguns aspectos anatômicos e fisiológicos do aparelho auditivo para melhor se compreender os efeitos do ruído sobre este órgão sensorial e conseqüentemente seus efeitos sobre a aprendizagem.

O ouvido humano é um órgão muito sensível, capaz de identificar, reconhecer, localizar e categorizar inúmeras informações ao mesmo tempo. Para alguns autores, como NEPOMUCENO (1994), o sistema auditivo do homem é capaz de ser sensibilizado com uma faixa de frequência de dez oitavas e discriminar cerca de 3.000 a 4.000 tons diferentes, o que o torna mais sensível que a visão, uma vez que esta é capaz de ser sensibilizada com uma oitava. O ouvido humano é capaz de distinguir entre dois ou três tons concomitantes, enquanto que, a visão não distingue duas cores sobrepostas. Os sons podem ser percebidos quando vindos de qualquer direção, enquanto que a visão só capta aquilo que é possível dentro de um campo limitado. As privações auditivas são maiores que as privações visuais, quando há alterações nesse aparato.

As ondas de pressão sonoras captadas pelo pavilhão auricular e transmitidas ao cérebro possuem duas características principais: a intensidade e a frequência, e estas serão detalhadas a seguir.

Quanto à frequência, o aparato auditivo humano pode perceber sons de 20 a 20.000Hz, sendo que a maior sensibilidade encontra-se entre 2.000Hz e 3.000Hz. Os sons de frequências inferiores a 20 Hz, são chamados de infra-sons e os acima de 20.000Hz são chamados de ultra-sons. Tanto os infra-sons como os ultra-sons não são captados pelo sistema auditivo do ser humano. Quanto menor a frequência, mais grave é o som e quanto maior a frequência, mais agudo é o som. A unidade de medida da frequência são os ciclos por segundo ou Hertz (Hz).

Quanto à intensidade, o aparelho auditivo possui um limite mínimo a partir do qual é sensibilizado, e um limite máximo a partir do qual pode ser destruído. Entre estes dois limites situa-se o que se denomina de campo dinâmico da audição ou audição propriamente dita. NEPOMUCENO (1994) estabelece como sendo o limiar zero da audição, para as frequências de 1.000Hz, em indivíduos normais, a intensidade ou energia sonora equivalente a 10^{-12} W/m^2 ou em pressão sonora, $20 \cdot 10^{-6} \text{ N/m}^2$. O máximo capaz de suportar, em intensidade, o aparato auditivo sem ser destruído, está em torno de 10^2 W/m^2 ou em pressão sonora a 200 N/m^2 .

Anatômica e fisiologicamente, o aparelho auditivo divide-se em três partes distintas: o ouvido externo, o ouvido médio e o ouvido interno.

A seguir se descrevem estas três porções diferenciadas do aparelho auditivo.

2.2.1 O OUVIDO EXTERNO

O ouvido externo é composto pelo pavilhão auricular, conduto auditivo externo e suas porções cartilaginosa e óssea.

O pavilhão capta as ondas sonoras e as dirige ao conduto auditivo externo e à membrana timpânica. Sua função de auxílio à audição, há muito tempo é conhecida. Basta verificar a tentativa espontânea, das pessoas, de incrementar a intensidade do som movimentando o pavilhão auricular com a mão, ampliando o tamanho da concha.

O conduto auditivo externo tem uma forma cilíndrica, medindo aproximadamente 2,5 a 3,0 cm de longitude. Possui uma de suas extremidades cerrada pela membrana do tímpano.

Devido a esta conformação, atua como um ressonador. GOODHILL & HONRUBIA (1986) exemplificam que no conduto, semelhante a um tubo, se produz um efeito de ressonância parecido com o dos tubos dos instrumentos musicais, de modo que as pressões de som são maiores para certas frequências, quer dizer, aquelas cuja longitude de onda é múltipla da longitude do conduto há uma frequência de ressonância de 3.000Hz, para a qual há um incremento de 10dB de pressão sonora.

As alterações das estruturas do ouvido externo podem produzir diminuição da energia sonora conduzida à membrana timpânica, ocasionando as chamadas hipoacusias de condução.

2.2.2 OUVIDO MÉDIO

O ouvido médio é separado do ouvido externo pela membrana do tímpano. É um espaço cheio de ar, dentro do osso temporal.

O tímpano é um órgão membranoso, com duas inserções ósseas: uma anular, que fixa toda a sua circunferência no anel timpânico-ósseo e uma inserção central na manga da apófise curta do martelo. Esta última tem a forma de um cone, onde o vértice interno corresponde ao extremo inferior da manga do martelo.

Faz-se necessário tecer algumas considerações com relação às características físicas das membranas. A definição sobre as membranas, apresentada por NEPOMUCENO (1994) auxilia a compreensão do comportamento do tímpano, uma vez que este se comporta como uma membrana. Para a autora, as membranas são lâminas muito finas, cujas principais características são a resiliência (valor característico de resistência ao choque) e a espessura. Além do que, para entrar em vibração, a membrana, necessita ter as bordas fixas. O tímpano atende a estas características, sendo por isso chamado de membrana timpânica.

Um descrição mais detalhada de seu aspecto anatômico, dada por GOODHILL & HONRUBIA (1986), a diferencia em três camadas, compostas de maneira diversa: uma externa, epitelial escamosa; outra mediana, fibrosa; e uma interna, mucosa. Seu diâmetro total é de aproximadamente 9 mm. A sua superfície pode ser dividida em duas partes. A porção conhecida como parte tensa, ocupa a maior área da membrana, e a porção flácida ou Membrana de Scharapnell. Estas

duas partes separam-se pela prega tímpano maleolar posterior e anterior, que se estendem para fora a partir da apófise curta do martelo. O tímpano tem as suas bordas presas ao osso temporal pelo anel timpânico.

O tímpano vibra de maneira diversa, de acordo com as suas regiões e de acordo com a frequência e intensidade do som que chega à sua superfície. Sua mobilidade é regulada pela ação do músculo do martelo, ou tensor do tímpano, e em menor grau pela ação do músculo estapédico, ou tensor do estapédio.

As vibrações recebidas na superfície da membrana timpânica são transmitidas ao meio líquido do ouvido interno através da cadeia ossicular, composta pelo martelo, bigorna e estribo.

A cadeia ossicular encontra-se suspensa no espaço timpânico por ligamentos, comporta-se como uma unidade, transmitindo as vibrações da membrana timpânica à janela oval.

Além das estruturas acima descritas, encontra-se no ouvido médio outra estrutura importante, a Tuba Auditiva. Esta é a responsável pela conexão da nasofaringe e todos os seus anexos com o ouvido médio.

Sua principal função é a de promover a igualação das pressões de ar entre o ouvido médio e o ambiente exterior, por meio dos seus movimentos de abrir e fechar. Encontra-se basicamente fechada, porém ao deglutir-se, bocejar ou na elevação do palato mole, abre-se, igualando as pressões de ar.

Ainda, no ouvido médio, ocorre a compensação da perda da energia sonora, que se daria pela passagem do som do meio aéreo no ouvido externo, para meio líquido no ouvido interno. Esta compensação processa-se por dois motivos:

a) a superfície da membrana timpânica é dezessete vezes maior que a superfície da base do estribo, na janela oval, o que gera um aumento de

aproximadamente 25dB;

b) o chamado movimento de alavanca, produzido pelos ossículos, promove um ganho de energia sonora na ordem de aproximadamente 3 dB.

Estes dois itens somados, mais o efeito de ressonância produzido pelo formato do conduto auditivo externo, fazem com que a perda da intensidade da energia sonora ocasionada pela mudança de meio não altere a intensidade do som que chega ao cérebro.

Alterações em qualquer uma das estruturas do ouvido médio podem produzir redução na capacidade auditiva. As perdas auditivas ocasionadas por desordens no ouvido médio são chamadas de hipoacusias condutivas, uma vez que encontram-se na condução do som ao ouvido interno. Geralmente estas perdas auditivas podem ser corrigidas.

As desordens auditivas de ouvido médio e/ou externo, se não detectadas ou tratadas eficientemente, podem trazer prejuízos para o desenvolvimento da linguagem e para a aprendizagem da criança.

AZEVEDO (1996) exprime muito claramente este aspecto quando relata que os distúrbios da audição podem interferir com a aquisição e o desenvolvimento da linguagem, alterando o desenvolvimento social, psíquico e educacional de uma criança, daí a importância do estudo e informação dos professores sobre essa problemática.

Seguindo SANTOS (1996) encontram-se vários estudiosos que relacionam alterações de desenvolvimento a problemas auditivos "simples" como as alterações de ouvido médio e/ou externo. Há evidências de que aproximadamente 80% das crianças, nas idades escolar e pré-escolar, sofreram uma perda temporária de audição durante o ano escolar.

O comportamento auditivo das pessoas com hipoacusias condutivas é equivalente a estar fazendo uso de um protetor auricular. As perdas auditivas condutivas, mesmo muito leves, podem produzir sensação de abafamento do som, tornando a informação sonora menos rica em seus detalhes.

2.2.3 OUVIDO INTERNO

Diferentemente dos ouvidos externo e médio, o ouvido interno, do qual se tratará a seguir, recebe a onda sonora de um meio aéreo e a transmite, agora, através de um meio líquido.

Anatomicamente, é no ouvido interno, no interior do osso temporal, que situa-se a Cóclea (labirinto anterior), órgão sensorial da audição. Possui a forma de uma caracol com 2,5 voltas constituindo-se de três rampas ou canais, preenchidos por perilinfa e endolinfa, separados por duas membranas: a basilar, sobre a qual se apóia o Órgão de Corti, e a de Reissner, que separa a rampa média, preenchida por endolinfa, da timpânica, preenchida por perilinfa.

Reforçando a idéia já exposta, na passagem do som do ouvido médio para o ouvido interno há uma troca no meio pelo qual as ondas sonoras se transmitem. GINSBERG & WHITE (1989), referem que quando a base do estribo move-se para dentro, a janela coclear ou janela redonda move-se para fora, produzindo um movimento de 180°. O movimento de compressão dado pela base do

estribo à janela oval, e a descompressão dada pelo abaulamento para fora da janela redonda, produzem um movimento no líquido perilinfático da rampa coclear, gerando um movimento ondulatório na membrana basilar. Esta membrana suporta o Órgão de Corti, considerado o órgão sensorial da audição. Este órgão situa-se na rampa média da cóclea, que é preenchida por endolinfa e possui, segundo GOODHILL & HONRUBIA (1986), milhares de células ciliadas receptoras, cuja excitação transmite a energia acústica ao nervo auditivo. Os estudos atuais da membrana basilar sugerem a noção da existência de uma tonotopia na membrana basilar, responsável pela captação em áreas específicas da membrana da composição freqüencial dos sons. Isso quer dizer, que tons diferentes são captados em locais diferentes da membrana basilar e transmitidos por fibras organizadas de acordo com a distribuição espacial dos tons desde a membrana basilar. A freqüência dos sons tem uma correspondência com a localização das células ciliadas. Já a intensidade é determinada pelo número de fibras que entram em ação. Quanto mais intenso o som, mais fibras entram em ação (MACHADO, 1993).

O cérebro humano é sensível a informações transmitidas eletroquimicamente; portanto o som que chega ao ouvido interno mecanicamente deve ser transformado em energia elétrica para sensibilizar a área temporal do córtex cerebral, responsável pela recepção e integração dos sinais auditivos. A transformação do som em energia elétrica processa-se no Órgão de Corti e mais especificamente nos cílios das células ciliadas. Estes cílios estão presos na parte inferior à membrana basilar e na superior à membrana tectorial. Os movimentos ondulatórios da membrana basilar não são acompanhados pela membrana tectorial, uma vez que esta encontra-se presa à parede interna da cóclea. Desta forma, quando a membrana basilar desliza, os cílios das células ciliadas sofrem

deformações, produzindo uma diferença de potencial que gera a eletricidade, que impressiona o nervo auditivo. Ainda em GOODHILL (1986), se observa a descrição de outro fenômeno que torna possível a transdução do som de energia mecânica em bio-elétrica. As células ciliadas da cóclea tem uma disposição elétrica especial com outros elementos do ouvido interno. Elas estão situadas entre dois compartimentos de líquidos: a endolinfa e a perilinfa, que possuem carga elétrica distinta. O potencial endococlear de +80 mV da rampa média, junto com o potencial da membrana intra celular de -70 a 80 mV, origina um gradiente de potencial de 150-160 mV no extremo da superfície ciliar sensorial. Esta é a parte da membrana que troca de impedância durante o movimento dos cílios. Desta forma, dá-se a transdução da energia sonora em sinal elétrico.

O som transformado em sinal elétrico percorre o nervo acústico, VIII par craniano, para atingir os núcleos bulbares no tronco cerebral. As fibras homo e heterolaterais continuam o caminho aferente até impressionar os centros auditivos temporais, esquerdo e direito. Neste percurso, se fazem diferentes influências de outros sistemas que compõem o sistema nervoso central.

O fluxo da atividade elétrica no sistema neuronal é unidirecional, pois cada neurônio possui somente um axônio. Assim, para a transmissão em mais de um sentido são necessários dois conjuntos separados de neurônios. O sistema auditivo se compõe das vias aferentes ou sensoriais, que levam as informações para o sistema nervoso central, inclusive o cérebro (cóclea ao córtex) e as vias eferentes ou motoras, que transmitem as informações do sistema nervoso central para um órgão ou músculo (córtex à cóclea). Além destes dois tipos principais de vias auditivas, tem-se também um terceiro grupo de fibras, chamados de neurônios de associação, que parecem inter-conectar as vias aferentes e eferentes, no

sistema nervoso central (GINSBERG & WHITE, In: KATZ 1989).

As vias aferentes mantêm a característica tonotópica da cóclea, em todas as células e sinapses, até a córtex auditiva. Conforme GINSBERG & WHITE (1989), milhares de fibras nervosas fazem a conexão entre as células ciliadas e o tronco cerebral. A primeira sinapse da via aferente ocorre na altura da ponte do tronco cerebral no núcleo coclear. Este núcleo é dividido em núcleo coclear dorsal, antero-ventral e póstero-ventral. As fibras nervosas entram na ponte e fazem sinapses com os neurônios secundários em uma das divisões do núcleo coclear. Algumas fibras cruzam a linha mediana e fazem sinapse no complexo olivar superior. Outras, cruzam a linha média, circundam o complexo olivar superior e fazem sinapse no colículo inferior. Outras fibras também cruzam a linha média e fazem conexão com o núcleo do lemnisco lateral contralateral.

Algumas fibras partem do núcleo coclear ipsilateralmente para o complexo olivar superior e fazem sinapses com o núcleo do lemnisco lateral. Outras, ainda, contornam o complexo olivar superior e o lemnisco lateral e se dirigem, ipsilateralmente, ao colículo inferior.

No colículo inferior, as vias aferentes prosseguem paralelamente, algumas fibras cruzam através da comissura do colículo inferior para o colículo inferior do outro lado, e seguem em direção ao corpo geniculado medial contralateral. Ipsilateralmente, o braço do colículo inferior é a via de acesso para o corpo geniculado medial.

O corpo geniculado medial do tálamo possui três divisões: região ventral, medial e dorsal. É da região ventral que partem as fibras que se projetam para as áreas auditivas do córtex cerebral e são chamadas de projeções primárias.

Além desse trajeto, descreve GUYTON (1977) que se deve considerar

também os locais onde se fazem as ligações entre as fibras homo e heterolaterais, que são: no corpo trapezóide; na comissura de Probst; e na comissura que liga os dois colículos inferiores. Deve-se, ainda, considerar que há fibras colaterais diretas para o sistema ativador reticular do tronco encefálico, que se projetam difusamente em direção ao córtex auditivo e em direção a medula espinhal.

A área responsável pela recepção dos sons no córtex ocupa a porção transversal do Giro de Heschl. Esta é a área auditiva primária ou área das projeções primárias, tonotópica.

A estimulação do córtex auditivo leva a pessoa a ouvir sons simples, que podem ser de baixa ou alta intensidade, e baixa ou alta frequência. Porém, nunca se ouvem palavras ou quaisquer outros sinais inteligíveis. As experiências auditivas mais complexas são obtidas quando a área primária atua em conjunto com as áreas de associação auditiva, nas regiões adjacentes dos lobos temporais.

Ao redor das áreas de associação primária encontram-se as regiões denominadas de áreas de associação sensorial ou áreas sensoriais secundárias. A função genérica destas áreas é a de se possibilitar um nível mais elevado de interpretação das experiências sensoriais auditivas. Pessoas portadoras de lesões no lobo temporal, atrás e abaixo da área auditiva primária, no hemisfério cerebral dominante, freqüentemente perdem a capacidade de entender o significado das palavras ou de outras experiências auditivas, mesmo quando as ouvem bem.

Na parte posterior do lobo temporal superior, na parte anterior do giro angular, situa-se a área terciária da audição ou área interpretativa geral. Nessa região se processa a integração das áreas auditiva e visual. Com uma lesão nesta região pode haver audição perfeita e até o reconhecimento de determinadas palavras, mas não há a ordenação das mesmas em pensamentos coerentes. A

pessoa é capaz de ler as palavras escritas, mas é incapaz de compreender a mensagem contida nas palavras. As funções interpretativas do lobo temporal, normalmente, se desenvolvem plenamente em um dos dois hemisférios cerebrais e esse chama-se dominante. Na maioria das pessoas, o lobo temporal esquerdo e o giro angular esquerdo são dominantes, podendo haver no restante dupla dominância ou dominância direita.

A maior parte das funções intelectuais operam mediante a linguagem. Por isso, quando se fala em hemisfério dominante refere-se às funções intelectuais ligadas à linguagem. Não se pode esquecer, no entanto, que o outro hemisfério pode ser dominante em alguns outros tipos de associação. MUSIEK (1989) afirma, por isso, a importância da interação dos dois hemisférios, no corpo caloso, e a importância das vias de radiação, no resultado final da compreensão feita pelo indivíduo.

As pessoas portadoras de perdas auditivas resultantes de alterações no ouvido interno, possuem perdas do tipo Sensório-Neural. Seu efeito sobre o desenvolvimento da fala e da escolaridade vão depender, entre outros motivos, do nível da perda auditiva: leve, moderada, severa e profunda; de quais as frequências do som estão mais alteradas; e da época do surgimento do problema. Esse tipo de transtorno auditivo ainda não é passível de recuperação medicamentosa ou cirúrgica. Portanto, medidas de habilitação e reabilitação são emergentes, tais como: a indicação e o uso de aparelhos de audição, tão logo seja diagnosticada a perda auditiva, e medidas terapêuticas e “educacionais” adequadas para cada caso.

Perdas auditivas, tanto do tipo condutivo quanto do tipo sensório-neural, podem ocorrer em qualquer época da vida de uma pessoa.

2.2.4 AUDIÇÃO, LINGUAGEM E APRENDIZAGEM

O ato de ouvir, portanto, exige a integração de vários sistemas que atuam em conjunto, para tornar possível a consciência do som e do seu significado. A integridade de vários órgãos e suas conexões possibilitam a percepção e a compreensão da realidade física das coisas, por meio da linguagem. O pensamento, as funções intelectuais, a linguagem e a aprendizagem seguem quase que inseparavelmente no sistema nervoso central e são desencadeados a partir das sensações. Alterações nesse processo intelectual básico, por assim dizer, altera todos os demais processos até a simbolização e a conceitualização (JOHNSON & MYKLEBUST, 1983).

MACHADO (1993), apoiando-se em Lafon, coloca o sistema auditivo dividido de maneira clássica em sistema receptivo periférico; as vias auditivas, que transmitem e integram os sinais acústicos; e a estrutura cortical responsável pela decodificação da mensagem.

De um modo geral, considera-se que o sistema periférico da audição envolve a captação do som desde o pavilhão auricular até a sua condução ao núcleo coclear no tronco cerebral. A partir deste ponto, os estímulos sonoros seguem pelo que se conhece como sistema nervoso auditivo central. A interrupção desse processo, em qualquer ponto, pode acarretar em alterações no desenvolvimento tanto social como intelectual e lingüístico do ser humano.

Como refere GUYTON (1977), o processamento do estímulo auditivo

segue uma seqüência anatômica e fisiológica da cóclea ao córtex, sendo difícil separá-los e medi-los isoladamente. O estímulo sonoro é processado em três níveis inter-relacionados, onde primeiro se recebe, depois se percebe e por último, se entende o som. A criança com distúrbio auditivo pode estar comprometida na sua performance acadêmica, pode ter atraso no desenvolvimento da linguagem, pode não entender o que é dito e pode sentir-se frustrada ou ter o sentimento de amor-próprio reduzido. O processamento auditivo é o ponto básico para o desenvolvimento da linguagem. Quando se está diante de uma desordem de linguagem, escrita ou oral, deve-se levar em conta este ponto.

O mesmo autor salienta que as crianças aprimoram a linguagem desde a pré-escola até a terceira série, quando se conclui o processo de alfabetização. A percepção auditiva se desenvolve paralelamente à maturação neurológica. Algumas crianças podem não ter sucesso na escola por falta de habilidade auditiva. Quanto mais jovem a criança, mais difícil o diagnóstico de uma disfunção no processo auditivo, pois este amadurece com o tempo (KATZ 1989).

COUTO & LICHTIG (1997), apoiando-se em Doehring, explicam que os aspectos mais periféricos do sistema auditivo podem já estar desenvolvidos no nascimento, no entanto, os aspectos mais centrais da audição podem estar menos desenvolvidos sendo provável que existam diferenças individuais.

KATZ & WILDE (1989), baseados no trabalho de WILLEFORD & BILLGER, sugerem que alguns testes que avaliam a maturidade do sistema auditivo central podem ser usados em crianças com dificuldade de aprendizagem. Neste trabalho está demonstrado que há uma alta porcentagem de desempenho anormal para a percepção de fala.

MACHADO (1993), em sua tese de doutorado, busca a fundamentação

teórica dos processos perceptivos na criança, especialmente a percepção de fala ou a percepção auditiva como atividade primordial. Sob a sua ótica, a criança para progredir na escola deve utilizar muito bem a visão e a audição, pois passa grande tempo ouvindo a professora. Crê que, em algumas fases do desenvolvimento, a percepção dos sinais de fala assume um caráter crucial, especialmente nos primeiros anos de vida e no período de alfabetização, em que o sistema auditivo é fundamental para a aprendizagem da leitura e da escrita. Esclarece, no entanto, que ainda não se obteve o conhecimento exato da natureza da relação entre percepção de fala e aprendizagem e nem do processamento auditivo central em si.

AZEVEDO (1996), apoiando-se nos trabalhos de LEWIS, ZINCUZ, BRANDES & HERINGER, NORTHERN & DOWNS, BRUMFOR & SAUNDERS, nas últimas duas décadas, demonstrou uma associação significativa entre a ocorrência de perdas auditivas de grau leve a moderado, decorrentes de episódios repetidos de otite média nos primeiros anos de vida. Estas alterações podem vir a provocar distúrbios da linguagem, assim como do processo educacional.

Para DOWNS & NORTHERN (1989), alterações simples da audição, como as otites, podem ter efeitos bastantes significativos sobre os processos educacionais. Citam as experiências de Kaplan et al., realizadas na década de 70, que relatam que crianças com histórico de otite média anterior à idade de 2 anos e com níveis de audição de 26dB ou mais, mostraram perdas estatisticamente significativas de capacidade verbal e apresentaram atraso em leitura globalizada, matemática globalizada e linguagem, quando comparada a um grupo de crianças que não teve otite. Estes desníveis tem tendência a se alargar no decorrer da vida escolar. Dessa forma, as diferenças entre os dois grupos ficariam maiores com o passar do tempo. "Aqui está evidenciado que o efeito da otite média na linguagem

pode não ser permanente, mas pode aumentar progressivamente“ (NORTHERN & DOWNS, 1989, p.14).

DOWNS & NORTHERN (1989), sustentando-se nos trabalhos de Kessler e Randolph, também concluem que a doença precoce do ouvido médio pode trazer como consequência a dificuldade na aquisição de habilidades escolares e linguagem.

Além dos transtornos auditivos já citados, existem outros tipos de alterações que afetam os ouvidos e que também afetam o progresso escolar. Perdas auditivas unilaterais, que afetam apenas um ouvido, também parecem afetar o rendimento acadêmico. Os mesmos DOWNS & NORTHERN (1989), agora baseados em Boyd, relatam um atraso escolar, de aproximadamente 1 ano, em crianças com perda auditiva unilateral; e, com base em Bess, que encontrou prejuízos no desenvolvimento perceptivo educacional, lingüístico e auditivo na criança com perda auditiva unilateral.

Em PORTMANN (1993), encontra-se a indicação, segura, dos outros sistemas que interferem na recepção do som. Para os mesmos, é nas células corticais, da área temporal, que se produz a transformação do impulso elétrico nervoso em sensação consciente do som; e, além desse fenômeno, o som é integrado psico-intelectualmente, assumindo um valor significativo para o indivíduo. A atenção, a memória, o condicionamento e a habituação são outros mecanismos neuro-fisiológicos que intervêm na função auditiva. No ser humano, temos ainda um mecanismo mais complexo, que se constitui da soma da audição e mais os mecanismos superiores intelectuais, que permitem a compreensão da linguagem, entendendo linguagem como sendo um conjunto de elementos simbólicos, produzidos individualmente, que guardam relação com o precedente.

A compreensão da linguagem, portanto, depende de uma variedade de fatores e relaciona-se, diretamente, com o desempenho escolar. Intrinsecamente, depende de um sistema de recepção do som íntegro e depende de funções intelectuais atuando adequadamente. Extrinsicamente, depende de um ambiente que forneça elementos que sejam inteligíveis e que sejam compreendidos sem interferências desnecessárias. Assim, se os conteúdos ministrados em uma sala de aula são mais freqüentemente transmitidos pela linguagem oral, há de se cuidar com os aspectos ambientais, que aqui se considera serem extrínsecos ao ser humano, a fim de que haja a compreensão das mensagens dadas oralmente e, conseqüentemente, para que haja a aprendizagem adequada.

A seguir, elabora-se um capítulo destinado à explanação dos aspectos físicos do som e de como se comportam nos ambiente fechados, para que se possa ter um maior entendimento do que ocorre com este som na sala de aula.

2.3 OS ELEMENTOS DE ACÚSTICA.

As colocações abordadas anteriormente disseram respeito a aspectos preferencialmente orgânicos, referentes ao corpo, à saúde, internos ao ser humano. Mas, o homem ocupa um espaço e se relaciona com ele. Dessa maneira, a seguir o foco da indagação é o meio ambiente, especialmente o mundo de sons no qual se vive. Todo o aparato auditivo não teria o menor significado para o ser humano se não estivessem presentes, no ambiente, os estímulos físicos sonoros. A sua

existência, muitas vezes, se define apenas pelo fato de poderem ser sentidos, percebidos, identificados e analisados como significantes ou não, por um complexo sistema bio- sócio-psico-físico, que é o homem.

Para que ocorra a comunicação oral, necessita-se, no mínimo, de pessoas e de um meio ambiente fornecedor de certos elementos imprescindíveis. O ambiente está estreitamente ligado a este fenômeno humano, interferindo e interagindo com a comunicação. A relação entre a acústica do ambiente e a percepção e a inteligibilidade de fala é forte. Os fatores relacionados às características do falante, fatores relacionados ao ambiente (ruído e tempo de reverberação), fatores relacionados à mensagem e ao indivíduo que recebe a mensagem, fornecem uma série de elementos que constituem o conceito de redundância. Este conceito se refere à existência de um número exagerado de pistas, que de certa forma servem para garantir a transmissão da mensagem. As peculiaridades do ambiente físico dizem respeito à redundância extrínseca da fala, e a sua diminuição pode interferir no resultado final, que é a compreensão da mensagem.

A acústica do ambiente pode modificar a percepção do que é falado, dependendo especialmente de quatro fatores principais, segundo NÁBELEK & NÁBELEK (1989). Estes fatores são a reverberação da sala; a potência da fonte; a distância da fonte; e o ruído de fundo. Todos estes itens dizem respeito ao que ocorre acusticamente dentro de salas fechadas e podem ser transferidos para o que ocorre dentro das salas de aula. Existe, também, a possibilidade de interferência externa, ou seja, os sons produzidos fora da sala, que atravessam as paredes da construção e, dependendo da sua intensidade e freqüência, geram interferência, na percepção da fala. Para argumentar sobre fatores tão específicos como os acima

citados, é importante se iniciar pela discussão sobre os elementos fundamentais da acústica, definindo-se, assim, som e ruído.

2.3.1 O SOM

Som é “toda a vibração mecânica que se propaga em um meio elástico” (NEPOMUCENO, 1994). Em uma abordagem um pouco diversa, tem-se a definição de som apresentada por RUSSO (1993), apoiada em Merluzzi, onde o mesmo é compreendido como sendo qualquer perturbação ocorrida em um meio elástico, que produza uma sensação auditiva. Portanto, o som é um fenômeno físico e também um fenômeno bio-psico-fisiológico.

Quando temos de um lado um corpo qualquer que se movimenta, suficientemente rápido, produzindo uma onda, que necessariamente se transmite através de um meio, e do outro lado temos um ouvido e um cérebro, pronto a captá-lo e interpretá-lo, temos o que chamamos de som.

Por princípio, as ondas sonoras são ondas mecânicas longitudinais. Podem transmitir-se no meio sólido, líquido e gasoso. O meio mais comum de propagação do som audível é o ar. Objetos vibrantes, placas, barra e membranas esticadas, ao entrarem em vibração, originam uma onda sonora, pois produzem um movimento de compressão e rarefação das moléculas de ar que os rodeia. Desta forma, as ondas se propagam pelo meio aéreo, em todas as direções a partir da fonte, até atingirem os órgãos sensoriais da audição. As ondas cujos elementos

formantes são periódicos produzem uma sensação agradável, enquanto que as ondas constituídas de elementos aperiódicos formam o barulho.

Habitualmente, os conceitos de som e ruído são tratados de modo idêntico. De maneira geral, as características de som também se aplicam ao ruído. Assim, tratar-se-á do ruído, a seguir.

2.3.2. O RUÍDO

O ruído é definido por ROESER & DOWNS (1981) como sendo qualquer distúrbio não desejado, que interfere com aquilo que se quer ouvir. SANTOS & MATOS (1996) identificam o ruído como sendo o responsável pela produção de sensações auditivas não prazerosas, sendo por isso, diferente de som. NEPOMUCENO (1994), define ruído como sendo um fenômeno audível, cujas frequências não podem ser discriminadas, porque diferem entre si por valores inferiores aos detectáveis pelo aparelho auditivo, portanto diferencia ruído de barulho. Barulho seria todo o som indesejável, mas que possui espectro de frequência passível de análise.

NÁBELEK & NÁBELEK (1989) definem que os sons da fala ou de música, que se desejam ouvir, encontram-se misturados com os ruídos ambientais. Os ruídos podem ter origem interna ou externa. Os de origem interna relacionam-se aos ruídos gerados pela própria atividade que as pessoas desenvolvem no local e à presença de máquinas geradoras de qualquer nível de ruído, tais como: máquinas de escrever, luminárias fluorescentes defeituosas, ventiladores e sistemas de ar

O ouvido humano possui um limite fisiológico para a intensidade sonora. A partir de certa intensidade, os sons podem lesionar parcialmente ou totalmente, e de modo, irreversível, o órgão sensorial da audição. Este aspecto tem recebido, atualmente, grande atenção por parte dos fonoaudiólogos, pois a intensidade sonora pode ser, normalmente, controlada. Desta maneira, evitam-se assim transtornos auditivos permanentes, prejudiciais ao indivíduo e à sociedade, de um modo geral.

A pressão sonora relaciona-se à intensidade, e geralmente é mais empregada para designar intensidade. As partículas materiais ao se incidirem sobre uma superfície possuem uma determinada força. A essa força dá-se o nome de pressão. A intensidade sonora é proporcional ao quadrado da pressão sonora. Os valores médios de pressão sonora em 1.000Hz variam entre 20 μPa a 20 Pa. A pressão sonora também pode ser medida em dina/cm^2 . Estas são medidas absolutas de pressão sonora e energia, ou intensidade sonora.

Além da medida absoluta de intensidade e pressão sonora, pode-se estabelecer uma relação entre uma intensidade, energia ou pressão e uma intensidade ou pressão de referência. Estas são medidas relativas, que abrigam em si uma relação logarítmica ou exponencial e baseiam-se na lei de Fechner-Weber, onde a sensação (S) é o resultado da constante (K) logarítmica de um estímulo (E), sobre um estímulo de referência (E_0). O estímulo deve aumentar em uma relação exponencial para se modificar a sensação dele produzida no organismo.

Estas medidas relativas relacionadas à sensação nomeiam-se Nível de Intensidade Sonora (NIS) e Nível de Pressão Sonora (NPS), e sua unidade relativa de medida é o Bell (B) e o décimo deste é o decibell (dB). Assim, tem-se as seguintes expressões:

$$S=K \cdot \log I/I_0$$

$$\text{NIS}=\log I/I_0 \text{ medido em Bell ou } \text{NIS}= 10 \cdot \log I/I_0 \text{ dB}$$

$$I_0= 10^{-16} \text{ w/cm}^2, \text{ m\u00ednimo aud\u00edvel}$$

$$\text{NPS}=(\log P/P_0)^2 \text{ ou } \text{NPS}=20 \log P/P_0 \text{ dB}$$

$$P_0= 20\mu \text{ Pa, m\u00ednimo aud\u00edvel}$$

Onde:

I_0 = Intensidade de refer\u00eancia.

P_0 = Press\u00e3o de refer\u00eancia.

NPS= N\u00edvel de Press\u00e3o Sonora

NIS= N\u00edvel de Intensidade Sonora

A unidade de medida que se refere ao n\u00edvel de intensidade, ou n\u00edvel de press\u00e3o sonora, \u00e9 o BELL. \u00c9, portanto, uma unidade de medida relativa. O Bell, primeiramente, foi definido para medir o n\u00edvel de intensidade das perdas sonoras nos cabos telef\u00f4nicos, da Companhia Americana de Telefones, e seu nome homenageia Alexandre Graham Bell.

Al\u00e9m da intensidade, outra caracter\u00edstica importante do som, e que se relaciona diretamente ao conte\u00fado deste trabalho, ou seja, a inteligibilidade da fala em ambientes ruidosos diz respeito \u00e0 freq\u00fancia.

A freq\u00fancia \u00e9 o n\u00famero de vibra\u00e7\u00f5es completas em um segundo, sendo a sua unidade de medida o Hertz (Hz).

Como visto anteriormente, as freq\u00fancias captadas pelo ouvido humano est\u00e3o entre 20 e 20.000Hz. No entanto, a sensibilidade auditiva n\u00e3o \u00e9 igual ou linear para todas as freq\u00fancias. Para se avaliar a sensa\u00e7\u00e3o auditiva ao ru\u00eddo, conforme RUSSO (1993) foi realizada uma pesquisa onde se confrontou a sensibilidade auditiva para as v\u00e1rias freq\u00fancias com a de 1.000Hz, acrescentando-

se intensidade sonora. O resultado expresso em curvas denomina-se **curvas de igual audibilidade** ou **curvas isofônicas**. Nestas curvas, pode-se observar a diferença de sensibilidade auditiva variando conforme a frequência do som. A norma ISO R-226 apresenta as curvas isofônicas para os tons puros.

A frequência de um som ou ruído também podem ser mais ou menos nociva ao ouvido humano. Assim, ruídos de banda larga dispersam-se por várias células ciliadas e, conseqüentemente, são menos nocivos, uma vez que se concentram em uma grande área. Os ruídos de banda estreita, que se aproximam ao tom puro, costumam ser mais nocivos, pois concentram a energia sonora em uma área menor, de células ciliadas da cóclea. Os sons de frequências altas são mais nocivos que os sons de frequências graves, mas, geralmente, têm um controle mais fácil. SANTOS & MATOS (1996) concluem que, desta forma, a medição do ruído, quanto ao seu espectro de frequência, também é importante, uma vez que este aspecto do ruído também pode ser a causa de transtornos auditivos.

2.3.4 TIPOS DE RUÍDOS

Os ruídos também podem ser classificados quanto ao seu tipo. SANTOS & MATOS (1996) tratam de modo bastante didático a questão da classificação do ruído com relação ao espectro de frequência e ao tempo de sua duração. Relacionado ao **espectro de frequência** o ruído pode ser diferenciado

em:

espectro contínuo:

- a) a energia sonora é distribuída por uma grande parte das frequências audíveis;
- b) espectro com poucos tons audíveis;
- c) espectro com predomínio de poucas frequências, podendo chegar a tom puro, ou seja, ruído de banda estreita;
- d) espectro com predomínio de altas ou baixas frequências.

Quanto à **variação no tempo**, o ruído pode ser:

- a) contínuo, quando apresenta pouca variação entre mais ou menos 3dB durante o tempo observado;
- b) intermitente, quando o ruído cujo nível varia em valores superiores a mais ou menos 3dB, continuamente, durante o período de observação;
- c) impacto ou impulso, que se apresenta em picos de energia acústica de duração inferior a um segundo.

A classificação de ruídos é bastante detalhada na norma ISO 2.204/73.

2.3.5 A REFLEXÃO, A REVERBERAÇÃO E O TEMPO DE REVERBERAÇÃO

A reflexão de uma onda sonora é a parte refletida da onda sonora inicial, que após o confronto com algum obstáculo retorna ao seu ponto de origem.

Assim, a onda sonora transmitida em qualquer meio elástico transmite-se livremente até chocar-se contra um obstáculo. Uma vez que se choca, parte dela é absorvida, parte é transmitida, e parte é refletida, retornando ao ponto de origem, sem perder sua velocidade de propagação, mas perdendo energia sonora.

Para RUSSO (1993), os sons refletidos são algumas vezes chamados de ecos ou de ondas de reverberação, sendo que a diferença entre esses dois conceitos está na distância do obstáculo em relação à fonte sonora. Para essa autora, a **reverberação** ocorre quando o som refletido retorna à fonte em um intervalo de tempo inferior a 1/10 de segundo. O **eco** ocorre quando o intervalo é igual ou superior a 1/10 de segundo. Tendo-se que a velocidade de propagação do som é de 340m/s, o obstáculo deverá estar situado a uma distância inferior a 17 metros para haver reflexão e igual ou superior a 17 metros para haver eco. O som ao ser emitido, em um ambiente cerrado, se propaga em todos os sentidos sendo refletido por todos os obstáculos e superfícies lisas do ambiente. O tempo de reverberação é a denominação do tempo requerido para uma onda sonora refletida ser atenuada em 60dB, isso é, o tempo em que o som permanece no ambiente realizando inúmeras reflexões até atenuar 60dB do nível de intensidade original.

Estudos de NÁBELEK & NÁBELEK (1989) definem que a reverberação é o processo de diminuição da energia sonora em uma sala. Os autores relatam que a energia sonora não desaparece ao mesmo tempo em que cessa a emissão do som pela fonte sonora. O som emitido inicialmente continua a viajar pelo ar, chocando-se com as superfícies e perdendo energia sonora, a cada reflexão, até não ser mais detectado. A reverberação está sempre presente, em um espaço fechado. Ela pode ser longa ou curta dependendo da velocidade do declínio da energia sonora, sendo essa, uma das características mais importantes das salas. A

medida do declínio ou da reverberação é chamada de tempo de reverberação. É o tempo necessário para que o quadrado médio do nível de pressão sonora diminua 60dB após o impulso sonoro ter terminado. O tempo de reverberação varia conforme a frequência. Tende a ser mais longo abaixo de 500Hz do que acima (são poucos os materiais que permitem uma absorção adequada de sons graves). Frequentemente seu valor é dado por um único número, que representa a média da leitura em 500Hz, 1.000Hz e 2.000Hz.

RUSSO & BEHLAU (1993) expõem que quanto maior o tempo de reverberação, menor será a inteligibilidade de fala e este não deve ultrapassar, em uma situação ideal, os 0,5 segundos. O tempo de reverberação pode ser medido, automaticamente, com instrumentos específicos para esse fim.

Fatores como a absorção, a reverberação, o tempo de reverberação e o ruído ambiental, interno ou externo, são críticos para a inteligibilidade de fala.

KATZ (1989) explica que para a comunicação, a inteligibilidade de fala é mais importante que a qualidade sonora. A inteligibilidade de fala depende mais do tempo de reverberação e da razão entre a energia direta e a refletida, do que da distribuição temporal das reflexões. Devido a isso, o tempo de reverberação, o volume da sala e a distância da fonte determinam as condições de audição da fala, de maneira relativamente precisa. O tempo de reverberação aumenta com o volume da sala e diminui com a quantidade de absorção sonora.

2.3.6 A ABSORÇÃO DO SOM E O ISOLAMENTO SONORO

Introdução

Definição

Como foi explicado anteriormente, a onda sonora ao chocar-se contra um obstáculo, tem uma parte sua refletida, outra parte sua absorvida pelo obstáculo, convertida em calor, e outra parte transmitida através do obstáculo.

Exemplos

NÁBELEK & NÁBELEK (1989) dizem que para um observador dentro de uma sala anecóica, a energia sonora que não é refletida, é eliminada do campo sonoro do ouvinte, porque é absorvida pela parede. Desta forma, quanto maior a absorção, maior a quantidade de energia sonora eliminada da sala.

Definição

A absorção depende do material do qual se constitui o obstáculo. RUSSO (1993) salienta que quando um obstáculo não apresenta rigidez suficiente para refletir a onda sonora que incide sobre ele, oferecendo pouca resistência sobre a sua passagem, parte da energia penetra no material, sendo dissipada dentro do mesmo. Assim, na ocorrência desse fenômeno, diz-se que o material é absorvente.

O coeficiente de absorção sonora é definido por NÁBELEK & NÁBELEK (1989), como sendo uma medida de absorção de um dado material, sendo a proporção da energia incidente não refletida. Para estes autores, todos os materiais têm algum grau de absorção. Os materiais que possuem um grande grau de absorção são chamados de **absorventes sonoros** (coeficiente de absorção em torno ou maior que 0,20), enquanto que os materiais que possuem um baixo coeficiente de absorção são chamados de **refletores sonoros**. Os materiais absorventes, também chamados de materiais acústicos, geralmente são macios e porosos, enquanto que os materiais refletores são lisos e duros. Os coeficientes de

absorção, para a maior parte dos materiais, varia conforme a frequência do som. Praticamente, é especificado para as frequências que estão entre 125Hz e 4.000Hz. Os materiais absorvem mais facilmente frequências agudas que as frequências graves. Salas equipadas com materiais absorventes possuem, principalmente, dois objetivos: o primeiro é a redução da reverberação devido ao aumento da absorção, e o segundo é a redução da intensidade do ruído pela absorção do mesmo. Salas que possuem cortinas pesadas e mobília acolchoada são menos ruidosas que salas com paredes vazias e mobiliário de material duro.

Os materiais, que promovem o isolamento sonoro, possuem características distintas dos que promovem a absorção, pois sua finalidade é outra. Os materiais com propriedades de isolamento sonoro têm a finalidade de oferecer resistência ao som refletindo o mais possível as ondas sonoras que incidem sobre ele. A propriedade de isolamento sonoro é determinada pela chamada perda da transmissão. Dessa forma, um material isolante é aquele que absorve e transmite pouco o som.

ZUNINO ROSA (1992) estabelece tabela de variados materiais de acabamento e construção, e seus respectivos coeficientes de absorção sonora. Dessa forma, pode-se conhecer os coeficientes de absorção de materiais comumente empregados na construção, bem como pode-se planejar, coerentemente, com a conjugação de diversos materiais distintos, a construção das salas, a fim de que se possa fornecer um ambiente físico favorável ao convívio social. Refere a autora que o desenvolvimento da acústica arquitetônica é recente, mas que poderá contribuir muito com a melhoria social, tendo em vista que o ruído afeta a saúde física e mental dos indivíduos. A Tabela, elaborada pelo autor, encontra-se em anexo.

MILLS (1992) enfatiza que em paredes, onde há portas ou janelas, o coeficiente de absorção sonora será indicado pelo material que possui o menor grau de absorção. Assim, se a parede for construída de um material muito absorvente, mas a porta for construída com um material pouco absorvente, o coeficiente total de absorção acústica será determinado pelas características do menor, no caso, da porta. Portanto, deve haver cuidado com todos os materiais empregados, a fim de que se tenha absorção sonora adequada.

2.4. A INTELIGIBILIDADE DE FALA

Tendo visto os aspectos pertinentes à audição humana, a compreensão da mensagem e os conceitos de acústica, pretende-se, neste momento, explorar como estes dois aspectos se interligam na compreensão da comunicação oral. Também será abordada a interferência do ruído, positiva ou negativa, no entendimento da informação oral, no ambiente escolar.

Embora se reconheça que a percepção de fala também envolve o mecanismo visual de uma maneira bastante eficiente, trata-se nesse trabalho, quase que exclusivamente, do fator auditivo da compreensão da mensagem oral. Como diz KOSLOWSKI (1997), a percepção de fala não pode ser considerada como dependente somente da modalidade auditiva. A comunicação não ocorre sempre em condições acústicas ideais, e a percepção da fala é freqüentemente dependente da informação complementar, da modalidade visual. Crê-se, no entanto, que este

aspecto da percepção da fala deva ser estudado separadamente, quando avaliada a situação de sala de aula, para que aspectos tais como iluminação, possam ser aprofundados. Aqui, pretende-se indagar sobre as questões relativas à audição e ao meio ambiente, relacionadas à aprendizagem em sala de aula.

As escolas de educação infantil, as de ensino fundamental, médio e superior, fazem uso da fala para estabelecerem o contato dos seus alunos com as várias áreas de estudo. Recursos audiovisuais e outras ferramentas, bem como a linguagem expressa graficamente, são utilizados como suporte importante, mas jamais assumem um papel primordial, no desenvolvimento do conhecimento. A ligação cognitiva entre o professor e o seu aluno se dá, quase que exclusivamente, por meio da fala.

Uma forma de se observar esse fenômeno, segundo MYKLEBUST & JOHNSON (1983), é o estudo das pessoas com deficiências de aprendizagem, que geralmente são percebidas ou diagnosticadas, tendo-se em vista parâmetros de aprendizagem verbal, fator que está diretamente relacionado ao desempenho acadêmico. Embora existam outros parâmetros, tais como os não verbais, que podem interferir no desempenho acadêmico são sempre os relacionados à linguagem verbal, aprendizagem da leitura, uso de linguagem escrita, soletração ou cálculo, os que mais chamam à atenção dos pais e professores.

Assim sendo, procura-se a seguir detalhar o que é a compreensão da mensagem expressada verbalmente, como é que ela ocorre e quais são os fatores que podem interferir no complexo processo que se denomina: **inteligibilidade de fala.**

Em PORTMANN (1993) tem-se que a inteligibilidade das palavras, certamente, recorre à audição, mas também ao conhecimento da língua que possui

o ouvinte, à inteligência do mesmo, o seu poder de suplência mental e a qualidades relacionadas ao próprio locutor. Conforme se aumenta a intensidade das palavras, pode-se encontrar três limiares distintos. O primeiro é o limiar de detecção, onde há a percepção de qualquer som, mas não há o reconhecimento. O segundo é o limiar de audibilidade, onde o indivíduo começa a reconhecer o som (ato neuro-sensorial puro), mas não compreende sua significação na linguagem. O terceiro, e que é o de interesse nesse trabalho, é o limiar de inteligibilidade, no qual o indivíduo ouve e compreende a palavra pronunciada.

PEREIRA (1996) refere que a detecção é a habilidade de apresentar respostas diferenciadas mediante a presença ou ausência de som; a discriminação é a capacidade de diferenciar os sons; e o reconhecimento refere-se à condição de identificação dos sons. Desta forma, para se chegar à **compreensão ou inteligibilidade de fala** passa-se por um processo progressivo, onde primeiro se detecta a presença ou não de estímulos de fala, depois se **discrimina**, fazendo-se a diferenciação entre os sons, e posteriormente se **reconhece** a fala diferenciando-se os sons.

O termo inteligibilidade de fala, portanto, refere-se à compreensão das palavras faladas e é o resultado de um complexo sistema que ocorre em etapas sucessivas, desde a detecção do som até a sua compreensão.

De acordo com RUSSO & BEHLAU (1993), para que ocorra a inteligibilidade há a dependência de alguns fatores, tais como a distância entre o emissor e o receptor; o nível de intensidade da emissão oral; o nível do ruído ambiental no local onde se dá a conversação; o nível de inteligência do receptor; o conhecimento anterior do significados das palavras utilizadas na mensagem; bem como os padrões de fala e voz utilizados pelo falante. Além disso, a compreensão

da mensagem, vai aproveitar-se de uma série de pistas, dependendo do contexto e da situação em que é emitida a mensagem.

Seguindo a mesma ótica, e detalhando as interferências que podem ocorrer para se chegar à compreensão da mensagem falada, tem-se que a percepção dos sons da fala envolve um sistema de complexas interações, maior do que a simples detecção de sinais acústicos. A compreensão adequada da fala depende, portanto, de processos diretamente relacionados conforme abaixo descritos.

O cérebro é capaz de receber um grande número de estimulações acústicas em um mesmo período de tempo. É capaz de selecionar o que é ou não importante para a compreensão da mensagem e isso envolve um outro processo cognitivo que é a atenção, que determina o que é ou não relevante dos sinais acústicos recebidos.

Para RUSSO & BEHLAU (1993), o processo de tomar decisões e executá-las é conhecido como comportamento de atenção. Assim, há um processo onde se prioriza um determinado sinal acústico em relação à outro fornecendo-lhe um significado. Desta forma, escutar a fala significa prestar atenção com o objetivo de atribuir um significado à mensagem, no sentido de facilitar a compreensão, enquanto que ouvir significa receber o sinal acústico sem ter uma atitude de atenção, e conseqüentemente sem a compreensão da mensagem.

Para MACHADO (1993), perceber a fala envolve focalizar a atenção, classificar o sinal, reconhecê-lo, compará-lo com dados da memória, recompor e reestabelecer a seqüência fonológica. Perceber é uma característica da mente humana, capaz de dirigir a atenção para fatos do mundo externo.

Há variações constantes no nível de pressão sonora recebido, pelo

aparato auditivo, advindos de sinais de fala. Os sinais sonoros podem ser modificados em função da frequência, da duração e da fase, e podem alterar a sensação subjetiva da intensidade na recepção da mensagem. Em geral, relatam RUSSO & BEHLAU (1993), uma conversação espontânea ocorre entre intensidades que variam de 46dBNPS a 86dBNPS a uma distância de um metro, a partir dos lábios do falante. A intensidade atenua-se em 6dB à medida em que a distância, entre o emissor e o receptor, dobra excetuando-se os efeitos da reverberação já explanados anteriormente. Para as mesmas autoras, a intensidade da mensagem falada necessitará ser menor, quanto mais homogênea e fácil for a mensagem.

A relação entre o ruído do ambiente e o sinal de fala podem interferir na inteligibilidade de fala. RUSSO & BEHLAU (1993), levantam como situação ideal de comunicação um ruído ambiente não superior a 30dBNPS. As autoras referem como ideal a situação em que a intensidade da fala e o nível ruído de fundo mantenham, entre eles, uma diferença de 30dB, para que a intensidade sonora da mensagem se sobreponha ao nível de ruído do ambiente, não permitindo que esse interfira na compreensão da mesma. Relembra-se aqui os efeitos nocivos do tempo de reverberação sobre a inteligibilidade de fala, em ambientes sem tratamento acústico, quando esse é superior a 0,5 segundos.

É importante fazer-se referência aos controles internos do ser humano, que auxiliam a regulação dos fatores interferentes na comunicação. Assim, sabe-se que entre o colículo olivar superior e o corpo geniculado medial, nas vias auditivas nervosas centrais, faz-se a conexão das várias vias com o complexo reticular, regulando-se, por esse processo, o nível de vigilância, a resistência a interferências e a eficiência na detecção da mensagem. Falhas nesses pontos determinam alterações na compreensão da mensagem.

Em SCHOCHAT (1996), encontra-se referência de que em presença de ruído o indivíduo deve fazer um determinado esforço para obter a compreensão da fala. O ruído pode afetar a cognição, pois pode encobrir estímulos que aumentariam a discriminação ou que ativariam a memória, com relação às informações relevantes para a compreensão da fala.

GUIMARÃES (1994) apoiada em COHEN, salienta outro aspecto importante da interferência do ruído sobre a fala. Pesquisas realizadas pela autora sugerem que crianças expostas a ruídos, repetidas vezes, ativam um mecanismo central de filtragem em que sons indesejáveis são deliberadamente excluídos da atenção imediata. A criança pode tornar-se desatenta para pistas acústicas quando elas se esforçam para dominar repetidamente os sons indesejáveis. Isso quer dizer que quanto mais persistente for o ruído, mais ela ignora todos os sons, sejam eles relevantes ou não. Uma provável consequência desse processo é a falha para aprender.

O tipo do material de fala interfere na compreensão da mensagem falada. Tanto a diferenciação dos sons articulados, se vogais ou consoantes, quanto a complexidade do vocabulário utilizado. Assim como a construção sintática e semântica, o grau de conhecimento com o assunto tratado e as pistas ou redundâncias da mensagem, interferem na compreensão.

PEREIRA (1996) aproveitando os estudos de LÍDEN, relata que a inteligibilidade melhora quando o indivíduo possui uma expectativa de qual palavra ele irá ouvir. KALIKOW, STEVENS e ELLIOT, citados na mesma obra, demonstraram que a previsibilidade das palavras influencia diretamente a inteligibilidade, bem como o conhecimento do contexto em que a palavra é falada, aumenta a possibilidade de compreensão de mensagem. Outro aspecto relacionado ao tipo de

material de fala é a familiaridade da palavra, ou seja, a frequência com que a mesma é utilizada por um determinado grupo. Este ponto é de muita relevância na inteligibilidade da mensagem.

Aspectos relacionados à formação das palavras na língua também são de grande importância para a inteligibilidade de fala. RUSSO & BEHLAU (1993), baseando-se em STEVENS & HOUSE, afirmam que a fala não se constitui de um encadeamento simples e sucessivo de sons isolados. Há a coarticulação, que é a intersecção de vários sons que antecedem e sucedem um movimento articulatorio. Estes efeitos influenciam os formantes das vogais vizinhas e as regiões de altas frequências das consoantes. Também fatores supra-segmentais, tais como um aumento na duração da sílaba tônica, ou uma pausa, ou a diminuição da frequência, oferecem informações adicionais, podendo inclusive alterar o conteúdo da mensagem.

A frequência dos sons da fala interferem na compreensão. Como já foi explanado, o ouvido humano é capaz de perceber e discriminar sons entre 20 e 20.000Hz e pode detectar, variações de frequências na ordem de 1%.

Os sons da língua portuguesa, incluindo-se as vogais e as consoantes, encontram-se em uma faixa de frequência entre 400Hz e 8.000Hz. Já a voz da pessoa que fala pode variar conforme a idade e o sexo. Assim, o sexo masculino possui a voz com a frequência fundamental em torno dos 105Hz, as pessoas do sexo feminino possuem uma voz cuja frequência fundamental encontra-se na ordem dos 213Hz. As crianças, antes da puberdade, apresentam uma frequência média de 290Hz e os bebês recém-nascidos em torno dos 440Hz. Na língua portuguesa, a maior concentração de energia sonora encontra-se nas vogais. Quanto mais aguda a consoante, menos energia sonora ela possui. Há uma diferença de 30dB entre a

vogal com maior concentração de energia sonora e a consoante com menor concentração de energia sonora (RUSSO & BEHLAU, 1993).

A inteligibilidade da fala depende mais das consoantes que das vogais. Todavia, as vogais concentram maior quantidade de energia sonora, enquanto as consoantes apresentam uma concentração de 25 a 30dB a menos de energia. Em RUSSO & BEHLAU (1993) explana-se que as vogais apresentam uma maior concentração de energia sonora e se encontra na região das baixas frequências, cerca de 60% da energia sonora situa-se nessa faixa. Elas contribuem para a inteligibilidade da mensagem, com cerca de 5%, quando a faixa de frequência é inferior a 500Hz o que é muito pouco. Nas frequências entre 500Hz e 1.000Hz, tanto a energia sonora quanto a inteligibilidade situam-se nos 35% e para as frequências acima de 1.000Hz encontra-se 5% da energia sonora, e esses sons são os responsáveis por 60% da inteligibilidade da mensagem falada. Este fato explica as dificuldades dos portadores de deficiências auditivas em sons de frequências agudas para compreender o que é dito, mesmo que refiram boa audição para sons em geral. A dificuldade está na inteligibilidade da informação.

RUSSO & BEHLAU (1993) destacam os estudo de Fletcher, que estabeleceu, em 1953, a relação entre a energia de fala e a sua inteligibilidade, como se observa a seguir.

Tabela 1

RELAÇÃO ENTRE ENERGIA E INTELIGIBILIDADE DE FALA

Faixa de Frequência (Hz)	Energia de Fala (%)	Inteligibilidade (%)
65-125	5	1
125-250	13	1
250-500	42	3

500-1000	35	35
1000-2000	3	35
2000-4000	1	13
4000-8000	1	12

Fonte: FLETCHER (1953), em RUSSO & BEHLAU ,1993

A velocidade da emissão e o seu ritmo referem-se à agilidade em se encadear diferentes ajustes motores para a fala, e interferem significativamente na compreensão da mensagem. São fatores temporais, dependem da organização e da maturação neurológica, bem como das estruturas anatômicas do falante. Geralmente estão associados a fatores psicológicos e refletem a noção de tempo interior e rapidez mental do emissor.

A voz tem muita influência na inteligibilidade da palavra falada. O tipo de voz pode facilitar ou prejudicar a compreensão. Qualquer alteração nos padrões vocais, tais como: rouquidão, aspereza ou hiper-nasalidade, podem diminuir sensivelmente as oportunidades de se compreender o conteúdo da informação. A voz é o resultado da ação conjunta de diversos órgãos: pulmões, laringe e órgãos articulatórios, na produção de um som composto por vários harmônicos.

Não é raro se encontrar alterações nas qualidades vocais entre os profissionais da voz, como os professores.

Para RUSSO & BEHLAU (1993), a articulação diz respeito aos ajustes motores realizados pelos órgãos fono-articulatórios na produção e formação dos sons e ao encadeamento destes na fala. A articulação pode favorecer ou não a inteligibilidade. Uma palavra bem articulada facilita a tarefa do ouvinte em compreender, enquanto que uma articulação travada, por exemplo, com pouca ou muita abertura bucal, dificulta sobremaneira esta tarefa. No aspecto da pronúncia se

o receptor não estiver bem familiarizados com os hábitos sonoros de cada região ou com a presença de algum sotaque do falante pode haver maior dificuldade na inteligibilidade.

2.4.1 AS INTERFERÊNCIAS DO AMBIENTE NA INTELIGIBILIDADE DE FALA.

O ambiente pode interferir significativamente na compreensão das palavras faladas. Normalmente, as pessoas estão sujeitas a ruídos variados, nas suas atividades diárias de vida .

Para NÁBELEK & NÁBELEK (1989), a inteligibilidade de fala está sujeita a efeitos de mascaramento de dois tipos: o mascaramento por ruído e o mascaramento por reverberação, que interferem na inteligibilidade da fala. Além disso, a distância da fonte sonora, a localização e a reverberação também interferem na inteligibilidade da fala, tanto para os ouvintes normais como para os ouvintes especiais e estes fatores serão detalhados a seguir.

2.4.1.1 O EFEITO MASCARADOR DO RUÍDO SOBRE INTELIGIBILIDADE DE FALA

Compreender a fala em um ambiente com ruído, indubitavelmente, não é tarefa fácil.

Em SCHOCHAT (1996), encontra-se referência de que o esforço que o ouvinte deve fazer para compreender a fala com ruído pode ter conseqüências sobre a cognição, especialmente por falta de estímulos discriminativos ou pistas que permitam recuperar na memória as informações relevantes para a compreensão da fala.

Nas salas de aula, comumente, são dois os tipos de ruídos encontrados, os que têm origem interna e os que têm uma origem externa à sala de aula. Dentro das salas, é comum observar-se movimentação das pessoas, conversas paralelas, barulho produzido pelos materiais de manuseio, como lápis no papel, passos do professor ou de outros alunos, luzes fluorescentes defeituosas, ventiladores e outros.

Fora das salas de aula, podem ser produzidos ruídos tais como, buzinas, ruído de motores, trânsito de pessoas, de carros e outros. Não é raro que salas de aula estejam locadas nas proximidades de áreas de prática de esportes ou próximas a áreas de lazer ou ainda, perto a estacionamentos de veículos automotivos.

O efeito do ruído externo à sala de aula no interior da sala de aula vai depender do isolamento sonoro das divisões da sala, da absorção sonora da sala e do nível do ruído externo. Deve-se citar, no entanto, que uma certa quantidade de ruído de fundo pode ser bem tolerada, pela maioria das pessoas, e que algumas delas até preferem uma certa quantidade de ruído de fundo para a execução de alguma tarefa intelectual (KATZ, 1989).

Observe-se, contudo, que níveis intensos de ruído não são bem aceitos. O que se considera adequado, especialmente para o interior de uma sala de aula, é um nível que permita a comunicação oral sem esforços adicionais para

ser emitida ou compreendida. Portanto, em uma sala de aula, onde o professor tenha que fazer um grande esforço para ser compreendido ou que o aluno tenha que fazer um grande esforço para compreender o professor, os níveis de ruído seja interno ou externo, ou ambos, não estão dentro do aceitável.

Há algumas diferenças, entre o autores, quanto aos níveis exatos de ruído de fundo bem tolerados pelas pessoas, dentro de uma sala de aula. Mas, sabe-se que uma excelente condição acústica é aquela em que há ruído em torno de 30dB. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 10.152, de dezembro de 1987, sugere que salas de aula devem ter um ruído entre 40dB e 50dB, para haver conforto acústico.

Dentro de uma sala de aula, os sons de fala apresentam-se misturados aos ruídos. Esta é a situação habitual. O que ocorre é que os sinais da fala podem ser encobertos, ou seja, mascarados, tornando-se inaudíveis aos alunos. Portanto, fala e ruído devem manter uma proporcionalidade entre si, a fim de que, as palavras faladas sobreponham-se aos ruídos, tornando-se audíveis.

Em SANTOS (1996), o máximo de ruído ambiente desejado para a aprendizagem para crianças, com audição normal, é de 35dB. Com 25 estudantes e um professor o nível de ruído pode chegar a 60dB, equivalente a ruidosas datilógrafas em um escritório, valor quase duas vezes maior do que o aconselhado para crianças ouvirem adequadamente o seu professor.

É importante fazer-se uma reflexão neste ponto do trabalho, para clarificar se o ruído ambiente oferece riscos para a compreensão da fala, e o desenvolvimento escolar na criança. O adulto pode sofrer os mesmos riscos. Embora o adulto já tenha linguagem adquirida e também habilidades auditivas mais bem estruturadas, os ambientes ruidosos podem interferir na sua compreensão da

linguagem, especialmente se houver danos auditivos periféricos, mesmo que leves.

KATZ (1989) esclarece que o efeito mascarador do ruído depende de alguns parâmetros, como por exemplo: a extensão da faixa de frequência, a flutuação da intensidade do ruído no tempo e a intensidade média relativa à intensidade de fala.

O efeito total do ruído sobre a discriminação de fala pode ser inferido pela razão da intensidade da fala (F) pela intensidade do ruído (R), resultando em F/R , onde o valor obtido não possui unidade específica. Utiliza-se a unidade dB, para referir tal medida, convencionalmente.

O autor supracitado, utilizando-se dos estudos de PEARSONS e colaboradores, relatam que os níveis médios dos ruídos de fundo, para escolas e residências estão entre 45 e 55dB, sendo que, o nível da fala encontra-se em aproximadamente 65dB, medidos a uma distância de um metro da boca do falante. Isso implica em uma razão de + 10 a +20dB, ou seja, o nível de fala deve estar 10 ou 20dB, acima do nível de ruído. Também observaram que a tendência é a intensidade da voz do professor aumentar conforme aumenta a quantidade de intensidade do ruído de fundo, mantendo uma média relativamente constante, do grau de intensidade de fala superior em 15dB, do nível de ruído de fundo.

NÁBELEK & NÁBELEK (1989) discutem a veracidade destas afirmações, ao verificarem que a razão fala-ruído, relatada, supõe níveis de audição adequados em ambientes escolares e residenciais, o que nem sempre é verdadeiro. Também, a distância habitual entre emissor e receptor não é de apenas 1 metro, o que supõe uma razão fala-ruído maior. Além disso, suportam a premissa de que não é razoável se esperar que um professor aumente sua voz, para sobrepô-la ao nível de ruído de fundo. Outra crítica está nos resultados expressos nas médias, que

supõem a existência de escolas com muito ruído de fundo e outras com muito pouco ruído de fundo, que falseiam esta hipótese.

GUIMARÃES (1994) referindo-se aos estudos de BRADLEY, conclui que o nível de ruído de fundo dentro de uma sala de aula não deve exceder a 30dB.

2.4.1.2 O EFEITO MASCARADOR DA REVERBERAÇÃO SOBRE INTELIGIBILIDADE DE FALA

KATZ (1989) toma, por exemplo, a idéia do professor falando, em uma sala de aula, constituída de espaço físico limitado por paredes, chão e teto. O som emitido pelo professor, transmite-se em linha reta, via direta, para os ouvidos dos alunos, que estão dentro deste mesmo espaço físico. Pouco tempo depois, o som refletido nas paredes e objetos da sala de aula, alcança o indivíduo. Algum tempo mais, e outro som refletido, alcança o aluno, e assim sucessivamente. A intensidade destas reflexões são menores quanto mais tardias elas forem, uma vez que, em cada choque para ser refletida, a onda sonora perde energia sonora. Também a intensidade destas ondas refletidas será menor quanto menos reflexivo, e portanto mais absoritivo, for o ambiente.

Há, portanto, uma via direta de som que chega ao ouvido dos alunos e uma série de outras vias de transmissões secundárias, que chegam após algum tempo, ao ouvido dos alunos, resultado da reflexão da onda sonora original. O ouvido, por sua vez, possui um tempo de recepção e um tempo onde o órgão

interno da audição, a cóclea, bloqueia a recepção de sons refletidos.

Para NEPOMUCENO (1994), um som refletido que chegue à cóclea em um tempo de 50 milissegundos (ms) do som, vindo por via direta, não será discriminado, uma vez que a cóclea encontra-se bloqueada nesse período, sendo o mesmo entendido apenas como reforçador do som direto. Este som pode ser considerado útil, na medida em que a relação entre o som direto e seu reforço determinam a nitidez ou a clareza da mensagem. O tempo ótimo do som útil está em torno de 30ms. Quando a cóclea começa a discriminar, ainda que parcialmente, os sons refletidos dos sons diretos, após o tempo de 50ms, a sensação é de confusão, sendo o som não claro, e por isso considerado prejudicial.

A total discriminação entre som direto e refletido ocorre após os 100ms e é o eco. Neste aspecto, observa-se que, pelas propriedades inerentes ao ouvido humano e pelas propriedades de reflexão do som, as construções de salas de aula planejadas, com preocupações de acústica ambiental, podem prever e favorecer a clareza ou a nitidez com que as informações dadas pelo professor chegam ao ouvido dos seus alunos, bem como proporcionar conforto acústico.

O Instituto de Padrões Nacionais Americano (ANSI, 1960) define a reverberação do som como sendo a persistência do som, em lugares fechados, como resultado de reflexões múltiplas, depois que a fonte sonora tenha cessado. Seu grau depende do tempo, para que o nível de pressão sonora inicial caia 60dB depois de ter sido extinto da fonte.

A fala pode ser mascarada por reverberação do som no ambiente, e este tipo de mascaramento é mais complexo que o mascaramento por ruído.

KATZ (1989) afirma que os sons da fala sofrem um efeito de sobreposição pela presença do fenômeno de reverberação. As consoantes emitidas

posteriormente às vogais são menos audíveis do que as que são emitidas antes das vogais, pois a energia acústica destas é prolongada pela reverberação, e a energia acústica das consoantes é mascarada por este prolongamento. Se o tempo de reverberação é longo, superior a 0,5 s, ou se a fala é muito rápida, as pausas entre as palavras são preenchidas pela reverberação e os finais.

Para os mesmos autores, o mascaramento por reverberação é dependente de fatores, tais como a quantidade de energia reverberante na sala e a velocidade de seu declínio. Assim, quanto mais intensas as reflexões das ondas sonora maior é a energia de reverberação, mais lento é o declínio, maior é o tempo de reverberação e, conseqüentemente, maior é o mascaramento da fala.

Num estudo realizado em escolas públicas, por DEVENS & McCROSKEY, descobriu-se que o tempo de reverberação médio variava entre 0,47 e 1,21 segundos, nas 78 salas de aula. Identificou-se, também, que em construções mais novas, devido a diminuição do seu tamanho, atapetamento dos pisos e rebaixamento dos forros, este tempo de reverberação diminuiu consideravelmente (KATZ, 1989).

GUIMARÃES (1994) apoiada nos estudos de BRADLEY, realizados em 200 escolas, refere que o tempo de reverberação, para garantir a inteligibilidade de fala, deve estar em torno 0,4 s.

2.4.1.3 O EFEITO DA DISTÂNCIA DA FONTE SONORA SOBRE A INTELIGIBILIDADE DE FALA

Em salas de aula muito grandes, o professor pode ficar muito distante

dos alunos fazendo com que os sons diretos, que predominam perto das fontes sonoras, sejam menos presentes que suas reflexões, que atuam mais longe da fonte sonora, diminuindo a clareza da comunicação oral. KATZ (1989) refere que o nível de pressão sonora é maior na fonte e atenua-se 6dB a cada duplicação da distância da fonte sonora. Por isso, a distância da fonte sonora também pode interferir na recepção da mensagem oral, e em salas de aula a intensidade da fala do professor tende a diminuir conforme aumenta a distância entre ele e os seus alunos. Desta forma, a recepção da mensagem falada pode ser dificultada.

Outro fenômeno que se associa a este, interferindo na compreensão da fala, é o fato de que até uma determinada distância, chamada “distância crítica”, a relação entre a inteligibilidade de fala e a distância da fonte é verdadeira, ou seja, quanto mais próxima a estiver a fonte, maior a intensidade e melhor é a inteligibilidade. No entanto, após a distância crítica, a inteligibilidade permanece constante, não melhorando com a proximidade da fonte.

A energia sonora total de uma sala é a somatória entre os sons diretos e os sons refletidos. O nível do som refletido embora, mais ou menos constante em todo o ambiente, depende do volume da sala e do tempo de reverberação. Em uma determinada distância, chamada de crítica, os sons refletidos encontram-se com os sons diretos, piorando a qualidade da recepção da mensagem. Pode-se dizer que a distância crítica é proporcional à raiz quadrada do volume da sala, e é inversamente proporcional à raiz quadrada do tempo de reverberação (KATZ, 1989). Exemplifica a questão com argumentos práticos calculando que para uma sala de aula de tamanho médio, com um tempo de reverberação moderado, a distância crítica está em torno dos 2 metros ou 6 pés.

Apoiado nos estudos de Peutz, que realizou medições da

discriminação da fala em variadas distâncias da fonte sonora e com diversos tempos de reverberação, o mesmo autor relata que o nível da pressão sonora da fala foi mantido constante e concluiu-se que a discriminação apresentou-se muito boa a uma distância de 1 metro da fonte sonora e foi gradativamente piorando conforme se aumentava a distância até que, a partir de um determinado ponto, permanecia constante, não havendo mais a relação entre a fonte e a qualidade da inteligibilidade. PEUTZ (In KATZ, 1989) descobriu que esta distância era igual a distância crítica e isto indica que além do ponto, chamado de "distância crítica", o mascaramento por reverberação ocorre e mantém-se constante depois deste.

Reduz-se a interferência da distância da fonte sonora na inteligibilidade em dois pontos: em primeiro que há forte relação, até uma certa distância, entre fonte sonora e ouvinte. Quanto mais próximo à fonte, melhores as condições de inteligibilidade; em segundo, que a reverberação atua sobre a inteligibilidade, após a distância crítica, homogeneamente.

O professor ao emitir a fala, possui uma potência de som limitada por suas características físicas. Por isso, sugere-se que dependendo da sala, das suas características acústicas e das capacidades vocais do professor, a voz deste deve ser amplificada por sistemas especiais de som. Assim, um professor com uma voz pouco abrangente, em um ambiente deficiente em cuidados acústicos, pode não ser ouvido por todos os alunos da sala. Pode, também, fazer um esforço nocivo à sua própria saúde ao tentar superar seu limites vocais, ao tentar sobrepor-se ao ruído de fundo e emitir uma voz mais intensa para ser ouvido por todos. O uso de recursos de amplificação do som, nestes casos, é de grande importância.

2.4.2.4 OS EFEITOS DO RUÍDO E DA REVERBERAÇÃO SOBRE A INTELIGIBILIDADE DE FALA EM OUVINTES NORMAIS E OUVINTES ESPECIAIS

Como visto anteriormente, tanto o ruído de fundo quanto a reverberação interferem significativamente na compreensão da fala. A combinação do ruído com a reverberação pioram as condições de inteligibilidade, sensivelmente, mesmo para os ouvintes normais. Por outro lado, há sempre uma certa quantidade de ruído nos ambientes em que normalmente se desenvolve uma conversação.

GUIMARÃES (1994), apoiando-se nos estudos de Astete, refere que um dos efeitos mais notados do ruído é a sua interferência na comunicação oral. O ruído intenso provoca o mascaramento da voz. Os sons nas frequências de 500Hz, 1.000Hz e 2.000Hz são os que mais interferem na comunicação. Esse tipo de interferência atrapalha a execução ou entendimento de ordens verbais, a emissão de avisos de alerta e perigo, entre outros.

BESS & McCONNELL (1981) relata que as salas de aula são locais bastante ruidosos.

SANDERS, documentado por KATZ (1989), descreve as condições de ruído nas escolas e, em seu estudo, descobriu níveis de ruído entre 52dB e 69dB, em 47 salas de aula, de ensino infantil, fundamental, médio e superior. As salas de ensino infantil apresentam-se com mais ruído de fundo. Consideram-se tais valores de ruídos altos, uma vez que a expectativa é de que o ruído esteja entre 40dB e 50dB para que haja conforto acústico, segundo as recomendações expressas na literatura e nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Há, também, que se discorrer sobre a diversidade entre o ruído de

fundo obtido em salas de aula ocupadas e desocupadas. As pessoas promovem ruído. Dentro de uma sala de aula é comum ouvir-se ruído de papel, conversas paralelas e outros barulhos.

BESS & McCONNELL (1981) em conjunto com SINCLAIR, realizaram um estudo, em 19 salas de aula para deficientes auditivos, comparando-se os níveis de ruído obtidos quando as salas estavam ocupadas e desocupadas. Abaixo demonstram-se os resultados desse estudo, em uma forma de tabela elaborada para a presente dissertação, para melhor exemplificar.

COMPARAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO ENTRE AS SALAS

SALAS DE AULA				FILTRO (A)	FILTRO(B)	FILTRO(C)
NÍVEL MÉDIO DE RUÍDO SALA DESOCUPADA				41 dB	50 dB	58 dB
NÍVEL MÉDIO DE RUÍDO SALA OCUPADA				56 dB	60 dB	63 dB

Observa-se que há uma variação de aproximadamente de 10dB, entre a sala ocupada e desocupada. Ressalva-se, também, que os valores obtidos estão acima do que se prevê como índice ótimo para o conforto acústico, tanto em salas de aula ocupadas como em salas de aula desocupadas.

Ainda baseando-se nos autores citados acima, esclarece-se que à medida em que o ruído da sala de aula aumenta, a razão entre a fala e o ruído de fundo se altera, havendo um favorecimento do ruído aos ouvidos do ouvinte. Isto, por que conforme a distância varia, a razão fala-ruído se deteriora.

Enquanto os níveis de fala diminuem com a distância, os níveis de ruído se mantêm constantes, de modo que os alunos sentados ao fundo de uma sala de aula estão em desvantagem acústica comparados aos que estão sentados na proximidade do professor.

Outro aspecto, a ser considerado, é a porcentagem de discriminação de palavras quando se modifica a proporção entre o sinal de fala e o ruído com o tempo de reverberação combinado. Assim, a discriminação tende a ser maior quanto maior estiver a favor do sinal de fala, a proporção fala-ruído.

ROESER & DOWNS (1981) descrevem os diferentes escores obtidos na situação acima citada, medindo a discriminação de palavras monossilábicas com a variação da razão entre fala e ruído, combinado com o tempo de reverberação, em crianças com audição normal e em crianças com deficiência auditiva. Na tabela que se segue, pode-se verificar as diferenças obtidas, e ter-se uma noção do prejuízo que ocorre na recepção da mensagem, para as crianças com audição normal e para as crianças com deficiência auditiva.

Tabela 2

**ESCORES DE DISCRIMINAÇÃO DE PALAVRAS MONOSSILÁBICAS
COMBINANDO-SE TEMPO DE REVERBERAÇÃO E RAZÃO SINAL DE FALA E
RUÍDO**

TEMPO DE REVERBERAÇÃO	PROPORÇÃO FALA RUÍDO	ESCORE EM CRIANÇAS NORMAIS	ESCORES EM CRIANÇAS COM D.A.
0.4 SEG.	+12dB	83%	60%
	+6dB	71%	52%
	0 dB	48%	28%
1.2 SEG.	+12dB	70%	41%
	+6dB	54%	27%
	0 dB	30%	11%

Fonte: ROESER & DOWNS, 1981

Observando-se a tabela acima, pode-se notar como a discriminação é afetada pelo tempo de reverberação, diminuindo consideravelmente conforme se aumenta o tempo de reverberação e conforme se modifica a proporção do sinal de

fala e o ruído. Tanto as crianças normais, como as crianças portadoras de deficiência auditiva, são prejudicadas na habilidade de discriminação de palavras quando considerados esses fatores intervenientes.

Os efeitos da reverberação também foram testados, por estes autores, em três tempos de reverberação distintos: de 0,0s ou ambientes anecóicos; 0,4s ou ambientes de boa qualidade acústica; e 1,2s ambientes muito reverberantes. A contribuição do tempo de reverberação sobre o percentual de discriminação de palavras monossilábicas, em crianças normais e em crianças com deficiência auditiva fazendo uso de Aparelhos de Amplificação Sonora, são demonstrados na tabela que se segue.

Tabela 3

ESCORES PERCENTUAIS DE DISCRIMINAÇÃO DE PALAVRAS MONOSSILÁBICAS SOB TRÊS CONDIÇÕES DE TEMPO DE REVERBERAÇÃO

OBJETOS	TEMPO DE REVERBERAÇÃO 0,0 s NÃO HÁ REVERBERAÇÃO	TEMPO DE REVERBERAÇÃO 0,4 s BOA ACÚSTICA	TEMPO DE REVERBERAÇÃO 1,2 s MUITO REVERBERANTE
Ouvintes normais N=12	95%	93%	77%
Deficientes auditivos com AASI N=12	83%	74%	45%

Fonte: FINITZO-HIEBER, In ROESER & DOWNS, 1981

Observa-se que há grande interferência do tempo de reverberação nos valores percentuais de discriminação, especialmente para as crianças que fazem uso de aparelhos de amplificação sonora individual, que chegam a ter reduzida, quase pela metade, o valor de palavras discriminadas em condições de tempo reverberação de 1,2s. Como há um movimento mundial, no sentido de adaptar crianças com deficiência auditiva em salas de aula regulares, há de se precaver quanto às condições acústicas das mesmas, para o recebimento destas crianças.

Em KATZ (1998) lê-se que, além de as crianças deficientes auditivas, que se utilizam de aparatos especiais para a amplificação do som, existe ainda um outro grupo de pessoas que são considerados ouvintes especiais. Estes são os adultos acima dos 40 anos, as crianças com idade inferior a 13 anos, as crianças com distúrbios de comunicação, os adultos com distúrbios de aprendizagem e os alunos de língua estrangeira.

As salas de aula que apresentam condições acústicas boas para os ouvintes normais, nem sempre fornecem estas mesmas boas condições para os ouvintes especiais. Normalmente, esse grupo necessita de um nível de pressão sonora acima de 20dB a mais que os ouvintes normais, para terem boas condições de discriminação, mesmo que sua audição tenha valores normais ou próximos ao normal. Além disso, as salas devem possuir um tempo de reverberação em torno dos 0,5s, e o sinal de fala emitido pelo professor deve sobrepor o ruído em, no mínimo, 10dB. A pouca distância da fonte sonora contribui para a discriminação, além de, pela proximidade, aumentar as possibilidades de pistas visuais, porém até um certo limite, dentro da chamada distância crítica.

Em FINITZO-HIEBER (1981), encontram-se as seguintes recomendações, para as salas de aula que atendem a alunos considerados especiais: ter uma proporção entre fala e ruído não menor que 20dB, possuir um tempo de reverberação entre 0,4 s e 0,6 s e manter-se uma distância entre aluno e professor de 6 pés ou 2 metros, para minimizar o efeito da reverberação e maximizar o apoio visual.

Resumindo, as salas de aula são locais bastante sujeitos a interferências na comunicação estabelecida oralmente: por primeiro ressalta-se que nem todas as pessoas presentes apresentam, obrigatoriamente, audição dentro dos

padrões de normalidade; por segundo, as características de construção, revestimento e o tipo de material empregado no mobiliário podem determinar características de acústica que favoreçam ou não a inteligibilidade da fala.

A compreensão destes fenômenos, por parte dos professores pode auxiliar na prática pedagógica, significativamente, uma vez que medidas de redução destas interferências podem ser adotadas incrementando-se a qualidade do ambiente escolar e desta forma, aumentando o conforto dos estudantes e dos docentes, que passam grande parte de horas do dia, dentro do ambiente escolar.

A seguir, discutir-se-á as questões relacionadas à prática pedagógica, propriamente ditas, na tentativa de se incrementar as fortes relações existentes entre ela, o ambiente, e o aluno, mediante a explanação do papel do professor, o papel do aluno e os desafios atuais da pedagogia frente as exigências do mundo moderno sob uma visão inspirada no holismo.

Pretende-se salientar que a formação dos profissionais em educação e professores deve refletir sobre os aspectos que permeiam a prática pedagógica em sala de aula, com ênfase no TODO.

2.5 A PRÁTICA PEDAGÓGICA

A reflexão e o estudo sobre o ruído de fundo que se apresenta nas escolas, em todos os níveis, conduz ao repensar sobre a prática pedagógica desenvolvida na sala de aula.

A forte influência positivista, na década de 60 e 70, instigaram os

docentes a buscarem a eficiência e a eficácia nos processos de ensinar e aprender. Esta visão fragmentada e mecanicista do pensamento Newtoniano-cartesiano, gerou o seccionamento do conhecimento em partes (CAPRA, 1996).

Esta fragmentação levou os docentes a se preocuparem excessivamente com a dimensão técnica perdendo a noção do todo que envolvia os conhecimentos apresentados aos alunos, que freqüentavam as escolas em todos os níveis. O professor passou a ter uma visão mecanicista e reducionista do processo de aprendizagem.

Nos anos 90, o pensamento cartesiano-Newtoniano passa a ser questionado e os educadores têm sido impulsionados a refletirem sobre a sua ação docente. A proposta de recuperar a visão do todo, denominado por Capra (1996), como visão holística, sistêmica ou ecológica leva a repensar no papel do aluno, do professor e da metodologia nesse paradigma.

A sensibilidade, a responsabilidade, a solidariedade, a busca da paz, da harmonia e da qualidade de vida são alguns dos pressupostos promulgados pelo paradigma holístico.

Este estudo sobre o ruído de fundo na sala de aula torna-se relevante na abordagem holística, pois relaciona-se diretamente com a busca da qualidade de vida. Esse posicionamento leva a repensar o processo de aprender a aprender em condições mínimas de salubridade oferecidas na escola.

O advento das máquinas, dos motores, do trânsito de carros nas ruas, instalaram no universo um volume de som prejudicial ao organismo humano. Mas acredita-se que, este fato tem passado despercebido, por educadores e fonoaudiólogos envolvidos com alunos nas instituições de ensino, o que impulsionou a realizar esta pesquisa. E neste contexto acredita-se que os ruídos

internos da salas de aula, não tem sido considerados.

A busca do cuidado com a qualidade de vida dentro da escola, e em especial as proposições de condições favoráveis ao processo de aprendizagem levam a propor um novo paradigma nas ações desencadeadas pelos alunos, professores e pela metodologia.

Neste momento histórico acredita-se que a recuperação de uma visão holística, sistêmica ou ecológica no pensar e no fazer da prática pedagógica auxiliaria os alunos no processo de aprendizagem.

2.5.1 O PAPEL DO PROFESSOR

O papel do professor pode ser analisado sob vários aspectos. As características do docente não podem ser definidas apenas como uma lista do que se espera que ele cumpra e sim devem ser definidas a partir da análise da exigências emanadas da comunidade e da época, na qual o professor se insere.

Pode-se supor que as expectativas relativas ao desempenho docente podem ser estereotipadas, pois refletem sempre o que se espera como situação ideal, sem considerar a realidade dos contextos educacionais. Na verdade, a análise do papel do professor envolve parâmetros bastante complexos, pois a interação das personalidades de professores e alunos e suas motivações internas, determinam características imprevisíveis e bastante dinâmicas da sala de aula.

A Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) da França (1994), órgão que tem como um dos seus objetivos encorajar e

sustentar as atividades de pesquisa e inovação no ensino, traz em seu relatório a colocação de que a evolução das regras de ensino exige, hoje, o conhecimento de novas capacidades. Para definir a noção de qualidade de professores é necessária a reflexão sob cinco dimensões:

1) conhecimento dos domínios da especialização e do conteúdos dos programas;

2) a habilidade pedagógica, sob o prisma da aprendizagem de uma série de métodos pedagógicos e a amplitude que se deseja atingir;

3) poder da reflexão, no campo da autocrítica, como um sinal distintivo do profissionalismo do professor;

4) a empatia, como capacidade de se identificar com o outro e reconhecer sua dignidade.

5) competência na gestão, onde o docente assume uma série de responsabilidades do tipo interno.

É necessário desenhar-se o papel do professor "ideal", em função de um contexto escolar, comunitário e nacional, comum a uma gama de atitudes, de interesses de experiências e de características, mais complexas que um simples esboço de uma lista de características.

O aspecto temporal e espacial, a busca de pessoas altamente qualificadas para o desempenho da docência face a concorrência dos outros setores da economia e a cultura organizacional da própria instituição é que definem as características do docente bem como, de certa forma, determinam o seu papel.

WHITEHEAD (1969) afirma que o papel do mestre é dar vida à sabedoria e à beleza que, se não fosse por sua magia, ficariam perdidas no passado.

Sob um ponto de vista mais amplo, fundamenta-se em BEHRENS (1996), para quem o professor assume o papel de transformador da sociedade agindo como homem, cidadão e profissional na sociedade. Esta abordagem refere-se a uma exigência da modernidade tendo o professor como articulador da produção de conhecimento, sempre aberto ao aprender, utilizando meios tecnológicos modernos, atuante em projetos de pesquisa, tendo como papel prioritário a capacitação do aluno para a busca de informações, tratamento e utilização das mesmas. O professor passa a ser o protagonista da inovação, na medida em que constrói e estimula o conhecimento próprio e produz, orienta e articula o conhecimento dos seus alunos.

Sintetizando, o papel do professor é determinado pelo momento histórico, mas a sua atuação competente e relevante determina a sua história e a de seus alunos, a partir do momento que atua na sociedade e pode transformá-la.

2.5.2 O PROFESSOR E A METODOLOGIA

Uma das exigências modernas é a existência de profissionais que mantenham-se em formação continuada, investigando e pesquisando continuamente na sua área de conhecimento. A rapidez com que surgem novas teorias e práticas fazem com que os profissionais que desejam a competência estejam em constante aprimoramento. Sob este prisma o professor deve preparar o aluno para a pesquisa contínua e capacitá-lo a tornar-se um profissional de rápida

adaptação ao instrumental novo e em eterno aprimoramento teórico-prático para produzir conhecimento próprio e ter autonomia para elaborar projetos inovadores.

É natural, tendo em vista o acima exposto, que metodologias reprodutivas, tradicionais e conservadoras, já não sejam relevantes como únicas formas de ensinar. Como relata BEHRENS (1996), o caminho para a produção do conhecimento tem encontrado suporte em metodologias que se proponham a ultrapassar a reprodução, a repetição e a cópia nos meios acadêmicos.

No entanto, cabe aqui o comentário, de que as metodologias reprodutivas possam contemplar a reprodução como um estágio inicial do aprender a aprender, na busca da produção de novos conhecimentos. Elas são importantes por, não se constituírem como finalidade exclusiva do processo educativo, mas como meio para se chegar a abordagens mais amplas de produção de conhecimento científico.

Para DEMO (1992) há a necessidade, pela exigência da modernidade, de domínio, por parte do professor, sobre os novos recursos instrumentais disponíveis e um incremento na qualidade humana do profissional, pois este profissional constrói o seu saber continuamente, de uma forma criativa e crítica, tendo como referência a didática do saber pensar ou do aprender a aprender.

As metodologias baseadas exclusivamente na transmissão do conhecimento, não podem restringirem-se em si mesmas. Devem abranger a modernidade, entender e absorver as rápidas mudanças ampliando continuamente os conhecimentos já adquiridos. O ensino baseado na pesquisa, como propõe BEHRENS (1996), é uma metodologia que atende, em qualquer nível de ensino, às exigências do mundo moderno. No entanto, deve ser utilizada como método para

geração e ampliação de conhecimento. Pesquisar, sem ousar, não gera acréscimo ao conhecimento e não atende às necessidades do mundo científico e profissional.

Paralelamente às idéias acima expostas, tem-se também as proposições de WHITEHEAD (1969), para quem, tanto o ensino como a pesquisa isoladas não justificam a existência de instituições de ensino, pois essas funções poderiam ser desempenhadas com menor despesa fora das universidades, que são instituições dispendiosas. Para esse autor, deve-se buscar o elo que reúne experiência e imaginação, pois é a imaginação quem ilumina os fatos, sendo a universidade a conexão entre o conhecimento e o gosto pela vida, unido jovens e velhos na causa imaginativa do ensino.

A juventude é cheia de imaginação, e se esta for fortalecida pela disciplina, a energia da imaginação poderá, em grande parte, ser preservada através da vida. A tragédia do mundo está em terem as pessoas dotadas de imaginação pequena experiência, e as que são experientes terem fraca imaginação. Os tolos agem pela imaginação sem que o saibam: os pedantes agem com conhecimento próprio, mas sem imaginação. À universidade cabe soldar a imaginação à experiência. (WHITEHEAD, 1969. p 102)

Observam-se, portanto, algumas diferenças de conceito sobre quais seriam as funções das instituições de ensino, e quais seriam as metodologias mais adequadas ao momento atual, mas é certo supor, como o fez WHITEHEAD (1969), que a razão de uma universidade é colocar o jovem sob a influência intelectual de um grupo de estudiosos imaginativos.

Por isso, a reflexão sobre os aspectos metodológicos faz-se urgente, pois para atender às exigências da modernidade, é impossível separar imaginação e intelectualidade, em especial em uma época onde as relações nas organizações são bastante complexas e necessitam desses dois aspectos para seu sucesso. Metodologias de ensino adequadas, que direcionem, coliguem e fortaleçam a criatividade com a atividade intelectual são imprescindíveis na atualidade.

2.5.3 O PAPEL DO ALUNO

Com o desenvolvimento da neuropsicologia tornou-se possível compreender alguns aspectos internos relacionados à neurologia da aprendizagem. Esta ciência, sem dúvida, tornou possível deslumbrar-se um vasto campo onde a educação tem um papel importantíssimo: o desenvolvimento do ser humano. Embora, o desenvolvimento do indivíduo, não seja exclusividade do sistema educacional, este atua de forma significativa.

Sabe-se hoje, por exemplo, pelos estudos de VIGOTSKI (1988), que a linguagem interior e o pensamento verbal nascem do complexo de inter-relações entre as crianças e as pessoas que a rodeiam, assim estas inter-relações são origem dos processos volitivos da criança. Sabe-se também, que adultos também tem grande capacidade de aprendizagem embora, os processos sejam diferentes. O intelecto não é considerado como uma reunião de determinado número de capacidades, mas a soma de muitas capacidades diferentes, cada uma das quais independente umas das outras. Desenvolver o intelecto significa desenvolver muitas capacidades específicas e independentes. A tarefa do docente não consiste em desenvolver uma única capacidade de pensar, mas desenvolver muitas capacidades particulares de pensar em campos diferentes; não em reforçar a capacidade de prestar a atenção, mas em desenvolver diferentes faculdades de concentrar a atenção sobre diferentes matérias.

Esta nova visão de como ocorre a aprendizagem inspira reflexões, bastante intensas, com relação ao papel do professor, o papel da metodologia e das instituições de ensino no desenvolvimento do aluno como pessoa livre, criativa,

culta e feliz. Aluno que seja capaz de desempenhar-se com sucesso em seu trabalho e na sua vida pessoal diante das expectativas da atualidade. Bem como, sugere o questionamento de qual é o papel do aluno dentro do contexto educacional.

O aluno deve ser preparado e estimulado para perguntar, buscar, pesquisar, experimentar, aprofundar estudos produzir conhecimento com responsabilidade e autonomia.

DEMO (1992) propõe que a metodologia para o final do século seja a do aprender a aprender e apregoa que o sucesso do aluno está na união entre o saber e o mudar.

FERGUSON (1980) reforça que o aluno dentro de uma educação interpessoal e transpessoal, seja encorajado a estar atento, ser autônomo, ser explorador, curioso e interrogativo. Para desenvolver o aluno com estas características o professor precisa desenvolver metodologias que contemplem as inteligências múltiplas.

O paradigma holístico apregoa que o papel primordial do aluno está ligado ao tornar-se aberto para “aprender a aprender” continuamente, tornando-se um ser completo e cooperativo em várias dimensões. Cabe a ele, aluno, estar disposto ao saber e a produzir conhecimento próprio significativo, relevante e com autonomia. Neste paradigma o aluno precisa estar aberto para aprender, para tornar-se cidadão e buscar uma melhor qualidade de vida.

2.5.4 OS DESAFIOS DA PRÁTICA PEDAGÓGICA

Tendo em vista, as considerações expostas até aqui, observa-se o quanto é complexa e desafiadora a prática pedagógica na atualidade. Com as expectativas diversificadas, advindas das características do mundo atual, as escolas têm que se preparar para repensar no seu papel. Igualmente, os professores e alunos, bem como, as metodologias devem ser reanalisadas.

Os grandes desafios da Educação, em todos os níveis educacionais, frente ao novo século dizem respeito principalmente à sociedade capitalista que vem se transformando na sociedade da informação e do conhecimento, a indefinição das profissões do futuro, à rapidez da disseminação do conhecimento pelas inovações tecnológicas, e o novo papel da universidade como detentora e geradora de conhecimento, para concorrer com outras organizações do mundo globalizado.

Por outro lado, tem-se o desafio prático pedagógico ligado à responsabilidade da formação de um homem como pessoa útil, criativa e culta, no sentido mais amplo da palavra, onde se enfatizam as questões das idéias.

Resumindo, existem desafios de abrangência técnica e desafios de abrangência humanística, para serem discutidos e enfrentados pela prática pedagógica.

A fragmentação, que leva o ensino a uma reprodução pura e simples do conhecimento, precisa ser superada por uma produção de conhecimento significativa, relevante e autônoma. Com uma visão da totalidade, que contemple o todo, o professor pode oferecer uma prática pedagógica que beneficie as

inteligências múltiplas e que propicie acentuada relevância à intuição, à emoção e a cidadania.

Uma abordagem que parece adequada para enfrentar tal amplitude de questões emerge de uma postura onde se verifica a realidade como um todo, sem fragmentação, sem técnica dissociada do humanismo e vice-versa. O paradigma holístico, não trata as questões isoladamente, com uma visão mais ampla favorece o enfrentamento da problemática complexa da modernidade, que se refletem e são refletidas na Educação

O paradigma que se torna emergente, tendo como referência a prática pedagógica é a educação da pessoa como um todo. FERGUSON (1980) relata que a educação vista holisticamente dá ênfase à continuidade do conhecimento em lugar da matéria isolada(...) ajuda o educando na busca de significado, na necessidade de discernir formas e modelos, na necessidade de harmonia, de aprofundar a percepção de como um paradigma muda e como a frustração e a luta precedem as descobertas. Este tipo de educação promove ambientes amistosos para tarefas difíceis. É a busca do equilíbrio na educação.

O novo paradigma proposto para responder às questões complexas volta-se para o bom-senso, onde se busca o encontro entre a ciência, a técnica e a cultura. Preocupa-se com o conhecimento da natureza das coisas, tendo em vista, um todo indissociável, que reúne ciência, tecnologia, cultura e provoca transformações.

Compreender o novo paradigma, o novo conjunto de idéias, que dão origem a um novo comportamento no mundo deve ser o primeiro passo a ser

enfrentado como um desafio pelo ser humano, independente de sua ocupação ou crença.

As exigências da modernidade referem-se, justamente, à passagem de um modo de perceber a realidade para outra modalidade de percepção, em conjunto, que determinam novos valores, que orientam a percepção e o pensamento. CAPRA (1996), exemplifica que um pensamento holístico implica no valor de qualidade e que o valor que rege o novo paradigma deixa de ser centrado no homem para ser centrado na Terra, compreendendo que todos os seres vivos são membros de comunidades ecológicas ligadas umas às outras em uma rede de interdependências. Esta percepção deve tornar-se parte da consciência cotidiana. A transformação requerida atualmente é, então, a passagem de um pensamento mecanicista, que enfatiza as partes; para um pensamento holístico cuja ênfase está no todo.

Dentro deste modo de percepção a explicação dos fenômenos só pode ser elaborada considerando-se o seu meio ambiente ou o seu contexto.

Pensando-se, desta forma e tendo a qualidade como valor primordial, observa-se quão radicalmente e desafiadoramente devem ser revistas as questões da prática pedagógica

O motivo principal deste estudo sobre o ambiente da sala de aula, tem suas origens, exatamente, dentro de uma concepção que prioriza o todo. As questões da prática pedagógica, no dia a dia escolar, devem envolver o contexto, entendendo como contexto, as interligações que se estabelecem entre os alunos, o professor, entre os próprios alunos e o ambiente. Além disso, ter em mente, como

refere CAPRA (1996), que a unicidade do ser humano reside na capacidade deste em tecer continuamente a rede lingüística na qual ele está embutido. Ser humano é existir na linguagem. Na linguagem coordena-se o comportamento e cria-se o mundo. Por isso, o estudo do ambiente, de como a linguagem ocorre neste meio e como favorece as interligações entre as pessoas é bastante pertinente. Pensar na sala de aula, no professor e nos alunos, em como se estabelecem as suas relações, em como se interligam pessoas e ambiente e quais são os fatores intervenientes, tais como o ruído, nesse processo, é o foco de atenção deste estudo.

Estudar o ruído presente dentro das salas de aula em Curitiba, e compreender suas interferências nos processos comunicativos, pois este cuidado não é apenas um item isolado, constitui-se em parte integrante da prática pedagógica que aspira perceber o todo.

Como afirma VIGOTSKI (1988), a consciência se forma como reflexo do mundo exterior, por essa razão a consciência é a habilidade em avaliar as informações sensórias, em responder a elas com pensamentos e ações críticas e em reter traços na memória de forma que traços ou ações passadas possam ser usadas no futuro.

Estudar as modalidades sensoriais, como a audição, entender como ocorrem a compreensão da linguagem e o quanto estes aspectos relacionam-se com a formação da consciência do homem integrado ao mundo constituem-se na atenção desta dissertação.

Sintetizando, considera-se neste estudo que tudo o que se relaciona com as salas de aula, desde a sua construção até a prática pedagógica que nela se

desenvolve, constituem-se fatores relevantes pois a visão da totalidade torna-se significativa para a Educação.

Os cuidados com as construções das salas de aula não podem ser menos valorizados que a modernização de equipamentos ou técnicas. A transformação dos paradigmas exige a consciência de que todos os aspectos envolvidos no ensino e na aprendizagem devem ser foco de reflexão e aperfeiçoamento constantes.

Tendo como valor primordial a qualidade objetiva-se provocar uma reflexão sobre a influência do ruído de fundo nas salas de aula e como este fator interfere na qualidade do processo de aprendizagem. O cuidado desde a construção das salas de aula, com uma visão de totalidade poderá instrumentalizar os gestores e os professores para que possam propor um ensino mais significativo, e em especial, que atenda à qualidade de vida dos alunos e dos professores que na realidade se mantém, grande parte de suas vidas, dentro da escola. Com este intuito buscou-se estruturar um referencial teórico para subsidiar a pesquisa sobre a construção das salas de aula.

2.6 O ESPAÇO FÍSICO DA SALA DE AULA

A construção das salas de aula devem ter características priorizem um certo grau de conforto para professores e alunos, relacionados a vários aspectos, físicos, tais como, ventilação, iluminação, proporções e sonorização.

Como já comentado anteriormente a aprendizagem requer uma série de condições para a sua ocorrência normal. Tanto os fatores internos quanto os fatores externos se relacionam para o acontecimento do aprender.

Seguindo a concepção descrita por NEUFERT (1974), pode-se detalhar os itens acima, da seguinte forma:

A superfície de construção deve ser de 2,0 a 2,5m² por aluno. A superfície de área ocupada individualmente por aluno deve ser maior ou igual a 1,5m². O pé direito, observando-se uma profundidade de 6 a 8m, deve ser de 3,25m a 3,75m.

A iluminação deve ser através das janelas, porém se for excessiva devem-se utilizar persianas, que a tornam mais uniforme, evitando o que se chama de deslumbramento. No caso da iluminação elétrica, pode-se usar a luz direta, difundida ou fluorescente. O quadro-de-giz deve ser iluminado, preferencialmente de forma indireta com luz específica.

A climatização deve oferecer uma temperatura de aproximadamente 18°C. Quando entrar calor excessivo pelas janelas, este deve ser atenuado com o uso externo de toldos ou persianas.

A ventilação de uma sala de aula, se considerado um espaço de ar de 6m³ por aluno, deve ser renovado de 3 a 5 vezes por hora.

O mobiliário depende do tipo de atividade a ser desempenhada, e as suas dimensões devem levar em consideração o tamanho dos alunos, inclusive variando conforme a faixa etária do estudante.

Todas estas considerações acima expostas estão consubstanciadas na obra de Neufert, que dedicou uma parte do seu estudo à pesquisa do ambiente físico da escola.

MILLS (1992) esclarece que o caráter de um ambiente depende da iluminação e da cor. Nas escolas devem-se utilizar cores claras, com uma reflexão de aproximadamente 30% a 40%. Pequenas áreas de pintura, dentro do todo da sala de aula, em sua opinião, devem ter cores intensas para fornecer maior alegria e variedade.

A sonorização da sala de aula, que constitui o tema central deste estudo, discute-se a seguir.

Um nível de ruído considerado aceitável, para a maioria das pessoas é aquele que não interfere na comunicação oral.

O Guide Des Écoles, em SILVEIRA (1994), manual teórico prático que orientou a prática pedagógica e a atividade educacional dos Irmãos Maristas desde 1853 até meados do nosso século, já referenciava o silêncio, em sala de aula, como sendo um meio importante para garantir o êxito dos alunos. Também se referia ao trabalho cansativo do professor quando a sala de aula se torna um local barulhento: o mestre cansa excessivamente a garganta e o peito, arruina a saúde inutilmente e, apesar de todos os seus cuidados e esforços, não consegue nem o respeito, nem a aplicação dos alunos e, por conseguinte, não logra êxito algum. Observe-se que apesar de toda a rigidez, própria desse tempo, há uma certa lógica nas afirmações do guia. O meio ambiente interfere naquilo que se aprende e de certa forma determina as ações do homem sobre o mundo.

Como explana LURIA (1988), as pesquisas das últimas duas décadas revelam que é com base na linguagem que se formam complexos processos de regulação das próprias ações do homem. Embora, no início, a linguagem seja uma forma de comunicação entre o adulto e a criança, ela vai gradualmente se transformando em uma forma de organização da atividade psicológica humana. É

através da fala, que o homem, refletindo o mundo exterior, é capaz de executar tanto a mais simples forma de reflexão da realidade como as mais altas formas de regulação do próprio comportamento.

Utilizando-se os conceitos acima, observa-se como as questões do meio ambiente são decisório para os processos que envolvem a comunicação e a formação da pessoa.

Ressalta-se, por outro lado, que nem todo o ruído de fundo existente em um ambiente é considerado nocivo e há algumas pessoas que preferem realizar atividades com a presença de um certo nível de ruído no ambiente (KATZ 1989).

Tem-se uma idéia, na mesma obra, de como deve ser a sonorização de alguns ambientes: uma sala de concerto exige um nível de ruído inferior a 20dB, auditórios e teatros, com uma boa condição de audição, são obtidos quando o nível de ruído de fundo não ultrapassa aos 45dB; o nível de ruídos ambiental de lojas, escritórios e ambientes de computação possuem um ruído ambiental em torno dos 60dB. Muitos ambientes de trabalho, como fábricas ou indústrias possuem seus compartimentos com nível de ruído de fundo superior a 80dB, o que torna quase impossível a comunicação oral, além de trazerem danos à saúde geral e poderem lesar o órgão auditivo irreversivelmente.

RUSSO (1993), elabora uma tabela em que relaciona certa atividades com o nível de ruído que as acompanha, classificando-as de acordo com a sensação subjetiva que o ruído produz na pessoa. Assim exemplifica-se quais são os locais muito silenciosos, silenciosos, tranquilos, moderadamente tranquilos, barulhentos, muito barulhentos e estrondosos. A tabela reproduz-se abaixo, e auxilia a reflexão com relação aos ruídos esperados em alguns ambientes.

Tabela 4

RUÍDOS E SEUS VALORES MÉDIOS EM dB (A).

Nível subjetivo do ruído	Descrição do ambiente	Nível de db(A)	Energia w/cm2
Muito silencioso	Câmara anecóica.	0	10 -16
	Deserto, respiração normal, região polar sem ventos.	10	10 -15
Silencioso	Movimento de folhas de árvore, sussurro, estúdio de gravação.	20	10 -14
	Noite no campo, quarto de dormir.	30	10 -13
Tranqüilo	Sala de aula ideal, escritório ideal, ruídos caseiros, conversa telefônica, torneira gotejante	40	10 -12
	Escritório indivíduos, escritório movimentado calmo e restaurante calmo.	50	10 -11
Moderado	Conversação entre vários, canto de pássaros.	60	10 -10
	Rádio, TV em volume médio, máquina de escrever, choro de criança e rua de movimento médio.	70	10 -9
Barulhento	Auto-estrada, grito, escritório muito barulhento, dentro de um automóvel em alta velocidade, caminhão diesel.	80	10 -8
	Fábricas, orquestra sinfônica, asoirador de pó, liquidificador.	90	10 -7
Muito barulhento	Indústria mecânica, cortador de grama, fundição, tecelagem, marcenaria, discoteca, fones de ouvido em volume máximo.	100	10 -6
	Trem de metrô, buzina de carro, sirene, conjunto de rock.	110	10 -5
	Carro de corrida, motocicleta, limiar de desconforto.	120	10 -4
Estrondoso.	Perfuratriz, martelo pneumático.	130	10 -3
	Limiar de dor.	140	10 -2
	Decolagem de avião a jato, tiro de revólver.	150	10 -1

Fonte: RUSSO (1993).

Esta tabela, fornece uma idéia, do que significam alguns ruídos para o ser humano e a possibilidade de se levantar questões sobre o nível de ruído em sala de aula.

A sala de aula deve possuir um nível de ruído, que ofereça uma sensação de tranquilidade. Não se pode almejar um ambiente de silêncio absoluto, pois, conseguir distinguir entre os vários ruídos, aquilo que tem maior ou menor importância, é uma tarefa importante, que se aperfeiçoa ao longo da vida conforme amadurecem as habilidades auditivas, do ser humano e que deve ser estimuladas com a presença de certos ruídos ambientais. No entanto, os ambientes devem proporcionar um mínimo de conforto para que os prejuízos não sejam significativos ao longo do desenvolvimento de alguma atividade.

Mesmo em salas de aula, a decodificação dos sons de fala deve ser extraída de ambientes onde há presença de algum ruído, mas ele não pode interferir em grandes proporções na realização das atividades escolares.

Para NEPOMUCENO (1994), a inteligibilidade de fala deve ser superior a 90%, entendendo como inteligibilidade a relação entre as palavras faladas e as palavras entendidas. Para a mesma autora procurar, favorecer inteligibilidade e eliminar os fatores que possam produzir falta de nitidez ou desconforto auditivo, são os principais alvos no que diz respeito à obtenção de conforto interno de um ambiente. Quando se pretende, então, obter conforto acústico necessita-se considerar o aspecto de absorção sonora, que é freqüentemente obtido, com a utilização de materiais de construção e revestimento de maior porosidade. A idéia de conforto acústico se relaciona, dessa forma, com a atenuação dos sons indesejáveis, externos ou internos, em um ambiente.

Além da necessidade de se tratar um ambiente acusticamente para se obter conforto acústico e conforto vocal para os professores e alunos, há outros aspectos de relevância a serem considerados nas salas de aula, onde se pretende alcançar a aprendizagem.

JOHNSON & MYKLEBUST (1983), advertem quanto às questões da distratibilidade, especialmente de crianças de pouca idade, quando colocadas em situação de excessiva estimulação visual ou acústica. Estas crianças respondem aos estímulos de qualquer natureza, já que não possuem completamente formado o sistema de seleção das respostas e inibição das respostas a estímulos não importantes. Com o amadurecimento as crianças normais aprendem a inibir os ruídos de fundo e a selecionar aqueles que são mais pertinentes. Embora reconheçam que nem sempre é possível a mudança do espaço físico das escolas, sugerem que crianças com problemas de aprendizagem ou crianças de pouca idade devem frequentar salas de aula que sejam locadas longe de ruído de ruas e distantes dos “playgrounds”. Não obstante, o isolamento acústico total ou a absorção total não são recomendados, pois há necessidade da presença de um certo nível de ruído de fundo e de primeiro plano, para que se proceda a estruturação da área auditiva do cérebro, que efetuará a diferenciação entre ambos os ruídos.

Em KATZ (1989), encontra-se referência também, das dificuldades de inteligibilidade em crianças com menos de 13 anos, em idosos, adultos com distúrbios de aprendizagem e ouvintes não-nativos, quando submetidos à tarefas que envolvem a comunicação em ambientes com poucas propriedades acústicas, mas que deve-se salientar que ambientes sem reverberação e/ou ruídos, são bastante desagradáveis para o ser humano. Portanto, tratar uma sala de aula acusticamente significa diminuir e não eliminar, os efeitos do ruído e do tempo de reverberação, para melhorar a inteligibilidade de fala.

Na mesma obra, encontram-se sugestões para a construção de salas de aula, tais como: o emprego de carpetes, para reduzir o ruído dos pés, instalar

materiais absorptivos no teto, preferencialmente e cortinas pesadas lembrando que embora úteis, não são suficientes como medida única para absorver o som. As escolas devem, sempre que for possível, ser construídas em localidades distantes de ruídos e com janelas e portas duplas. Também, os mesmos autores, sugerem a utilização de equipamentos de amplificação sonora, os quais permitam que o sinal de fala atinja níveis superiores em relação ao ruído e a reverberação.

FINITZO-HIEBER (1981) relata que principalmente dois fatores são fundamentais para a compreensão da mensagem oral em sala de aula: tempo de reverberação e ruído de fundo. Esses dois aspectos reunidos podem distorcer a mensagem. O montante da reverberação depende do tamanho da sala, da distribuição e absorção das ondas sonoras. Portanto, depende do tipo de superfície das paredes, teto e chão. Um razoável tratamento acústico e o mais efetivo para minimizar o efeitos da reverberação, é o tratamento do teto. O tratamento de paredes e áreas de janelas são mais difíceis, mas cortinas pesadas podem ajudar.

Portanto, ao se planejar a construção de salas de aula deve-se ter em conta as atividades que se desenvolvem no seu interior. O conforto acústico deve ser priorizado a fim de fornecer aos alunos e professores uma ambiente tranquilo e adequado ao desenvolvimento de atividades intelectuais.

Professores e pedagogos precisam considerar as questões acima expostas, no desempenho de suas atividades pedagógicas dentro do ambiente escolar.

2.6.1 A CONSTRUÇÃO DE SALAS DE AULA EM CURITIBA

Levantando-se as normas que dispõe sobre as construções das salas de aula verifica-se a existência, no Estado do Paraná, de recomendações básicas para a execução de escolas sugeridas pela Fundação Educacional do Estado do Paraná (FUNDEPAR). Observe-se que são recomendações e não normas oficiais. Essas recomendações referem-se às exigências ambientais relacionadas à sala de professores, almoxarifado, salas de aula de ensino infantil, fundamental, e classes especiais. Abaixo, transcreve-se o texto onde se recomendam as exigências ambientais das salas de aula, excetua-se desse estudo os outros ambientes que fazem parte da escola.

Sugere-se que as salas de aula devam ter uma área mínima de $1,20 \text{ m}^2$, por aluno, pé direito mínimo de $2,70\text{m}$ (viga- piso), pé direito mínimo de 3m (laje ou forro-piso), área de iluminação mínima de $1/5$ da área do piso, área de ventilação mínima de $1/10$ da área do piso, iluminação natural à esquerda da lousa, vista de frente, ou iluminação zenital, ventilação cruzada obrigatória através de pequenas aberturas localizadas na parte superior da parede oposta à das janelas, paredes com acabamento de cor clara, até a altura do peitoril com acabamento semi-impermeável, existência de laje ou forro obrigatório, iluminação incandescente ou fluorescente, nível de iluminação de 300 lux , carga acidental a ser prevista de 300Kgf/m^2 , piso no mínimo 5 cm acima do nível de circulação , verga máxima de $1/8$ do pé direito, acesso à sala pela frente, junto ao quadro verde e colocação as paredes com exceção da para do quadro verde.

Apesar do detalhamento das sugestões, observa-se que não há nenhum item específico que verse sobre: espessura das paredes, tipo de material utilizado no revestimento das paredes, espessura dos vidros das janelas e espessura da porta, material de acabamento interno com tratamento acústico, forração do piso, ou outro cuidado acústico nas salas de aula, que possam diminuir os efeitos do ruído interno ou externo, da reverberação ou da reflexão do som caso existam.

A Associação Brasileira de Normas Técnica (ABNT) fixa os níveis de ruído compatíveis com conforto acústico, em ambientes diversos, através da Norma Brasileira de Registro (NBR) 10152, de dezembro de 1987. Abaixo segue-se a tabela da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), referente à escola, com os valores correspondentes ao conforto acústico dado pelo valor mínimo, e o valor superior indicativo do nível aceitável para a finalidade, porém considerado de desconforto, sem implicar em danos à saúde.

Tabela 5

LOCAIS: escolas	NÍVEL DE PRESSÃO SONORA (dB)	CURVA DE AVALIAÇÃO DE RUÍDO (NC).
Biblioteca, salas de música, salas de desenho,	35-45	30-40
Salas de aula e laboratório	40-50	35-45
Circulação	45-55	40-50

Fonte: Norma 10.152 ABNT.

ROESER & DOWNS (1981), apoiados nos trabalhos de Gengel, sugerem que um nível razoável de ruído em salas de aula tradicionais, deve corresponder a 35dB(A) e em salas para deficientes auditivos, esse número deve estar em torno dos 30dB(A).

Uma das finalidades desse estudo é a verificação, na realidade das

escolas de Curitiba, da quantidade de ruído de fundo existente dentro das salas de aula e a posterior comparação dos resultados obtidos com os limites sugeridos pelos autores acima e pela norma.

A seguir explica-se qual é o procedimento considerado adequado, para medição de ruído de fundo em ambientes internos, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Este procedimento foi o adotado pela autora, para a avaliação do ruído ambiente nas salas de aula, em Curitiba. Sugestões de outros autores com relação as especificações de aparelhos e filtros, também são explicadas em seguida.

2.6.2 A MEDIÇÃO DO RUÍDO

O ruído ambiental pode ser medido de maneiras distintas, no entanto, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), 10.151 dispõe de detalhada descrição de como se deve proceder para efetuar medições de ruídos em ambientes internos e está nos anexos.

Segundo a mesma, a medição deve se realizar com a utilização de medidor de nível sonoro, designados de sonômetros. Existem vários tipos e modelos de medidores de nível sonoro. Sua escolha depende do tipo de ruído a ser avaliado, bem como, do tipo de dado que se procura.

Para ROESER & DOWNS (1981), para se medir o ruído de fundo em uma sala de aula, um sonômetro pequeno e portátil é o suficiente e a medição pode ser efetuada por um audiologista educacional ou um consultor em acústica.

Para SANTOS & MATOS (1996), como o ouvido humano não responde linearmente à intensidade conforme se varia a frequência, os medidores de pressão sonora, possuem filtros de ponderação ou circuitos de compensação, onde se pretende aproximar as medições das características do ouvido. Existem 4 tipos de filtros A, B, C, e D. O que mais se utiliza para a medição de ruídos contínuos é o do tipo A, uma vez que, possui propriedades mais próximas ao ouvido, reproduzindo a audibilidade em função da frequência sonora para a medição.

ROESER & DOWNS (1981), sugerem que o audiologista pode escolher entre três filtros, para a medida do ruído. As medidas encontradas são referentes à dB(A), dB(B) e dB(C), dependendo do tipo de filtro que foi utilizado. O filtro do tipo (A) é o mais largamente utilizado porque corresponde melhor à resposta de frequência do ouvido.

A Norma Brasileira de Registro (NBR) 10.151 (1987), recomenda a utilização da escala de compensação A, para a medição do ruído interno.

SANTOS & MATOS (1996) explicam que existem os medidores convencionais e os integrados. Os primeiros apresentam circuitos de resposta *Slow* e *Fast* e capacidade de integração de resposta em tempo de muito curta duração, quase instantâneo.

Caso se utilize um medidor convencional a norma NBR 10.151, indica o uso da leitura de resposta rápida.

Os sonômetros do tipo, integrados, apresentam um circuito de integração de respostas para L_{eq} (nível equivalente), sendo indicados para registrar a pressão sonora num tempo maior e expressar o resultado refletindo a interação dos diversos valores instantâneos medidos. Para os autores acima, esse tipo de resposta reflete melhor as variações dos níveis de pressão sonora, do ambiente a

ser avaliado.

A Norma Brasileira Registrada (NBR) 10.151 da ABNT especifica que se o ruído variar com o tempo de um modo mais complicado, que dizer, com a ocorrências de ondas sonoras que se comportem de um modo mais imprevisível variando em uma faixa de valores muito extensa, deve-se medi-lo utilizando o nível sonoro equivalente L_{eq} , por exemplo, através de uma análise estatística da história temporal do nível sonoro em dB (A).

O nível sonoro equivalente é calculado através de uma fórmula baseada no princípio de igual energia.

$$L_{eq} = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{1}{100} \sum t_i \cdot 10^{L_i/10} \right)$$

Onde:

L_i = nível sonoro correspondente ao ponto médio da classe, em dB (A).

t_i = intervalo de tempo (expresso em percentagem do período de tempo relevante ou representativo escolhido), para o qual o nível sonoro permanece dentro dos limites da classe 1.

Sintetizando o exposto até este ponto do trabalho, o estudo do espaço físico da sala de aula consiste em um tópico de fundamental interesse para a prática pedagógica. O ambiente pode tanto constituir-se num facilitador no processo de ensino aprendizagem como pode fornecer obstáculos para a ocorrência normal deste processo. Portanto, os cuidados com a construção das salas de aula constitui tópico de interesse para os Educadores. A formação dos profissionais em educação, sejam quais forem seus objetivos mais amplos, não devem negligenciar em aspectos básicos, tais como o ambiente escolar. A atenção daqueles que se

envolvem com a educação deve ser direcionada ao todo: ambiente e pessoas.

A partir das premissas teóricas descritas até aqui, o que se elabora a seguir é a pesquisa descritiva do ruído de fundo existente nas salas de aula em Curitiba.

3 A PESQUISA

Pesquisar é buscar a solução de um problema, seguindo os passos do método científico, isto é, procurar uma solução iluminada por uma teoria.

Alvino Moser

3.1 MATERIAL E MÉTODOS

Esse tópico, diferentemente dos anteriores, busca, na prática, a realidade referente ao ambiente sonoro, dentro das salas de aula, da cidade de Curitiba. Reunindo-se os aspectos já abordados na teoria, busca-se conhecer, neste momento, o ruído existente no ambiente interno das salas de aula avaliadas; a densidade de conhecimentos que o docente possui sobre o ruído; a informação dos professores sobre o tema, adquirida em alguns cursos de Pedagogia, em Curitiba; e a observação formal, com registro, de aspectos relacionados ao tipo de material de construção e acabamento, utilizados nas salas de aula.

A determinação do nível do ruído em sala de aula exigiu uma abordagem quantitativa. No entanto, os aspectos relacionados à prática pedagógica possibilitaram a opção por uma abordagem metodológica qualitativa, pois esta favoreceu a obtenção de rico material em descrições, originando reflexões pedagógicas mais amplas. Foi utilizada a pesquisa descritiva, caracterizada pela adoção de uma série de estratégias metodológicas que envolveram cada fase da pesquisa.

3.2 INSTRUMENTOS E TÉCNICAS.

Em uma primeira fase, objetivou-se medir o ruído, nas salas de aula de instituições de ensino, do Município de Curitiba. Para isso, foi usada a técnica de documentação direta extensiva, onde se realizou, mediante o uso de teste apropriado, a medição da quantidade de ruído de fundo existente dentro de salas de aula, durante a atividade regular. Conjuntamente, foi adotada a técnica de documentação intensiva, via observação e questionário, assentada no referencial de LAKATOS & MARCONI (1995).

A medição do ruído foi realizada seguindo as condições sugeridas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) 10151, que se encontra em anexo.

O aparelho utilizado para a medição do ruído foi colocado em quatro posições diferentes da sala de aula: frente e fundo à direita, e frente e fundo à esquerda. Foram mantidas as seguintes condições, durante a medição:

a) distância mínima, entre o medidor e as paredes da construção, de 1 metro;

b) distância mínima, entre o medidor e o piso, de 1,2m acima do piso. Cuidou-se que o medidor estivesse a uma altura aproximada dos ouvidos dos sujeitos da pesquisa;

c) distância mínima entre o medidor e as janelas, de 1,5 m; distância mínima entre as tomadas de medida (frente e fundo), de 0,5m uma da outra; e

d) os valores que determinaram o ruído existente nas salas de aula

são o resultado seguindo o L_{eq} (nível equivalente).

Foi escolhido o nível equivalente pois este é mais adequado para representar ruídos complexos, segundo a ABNT.

Serviu de equipamento, na medição, um medidor de nível de pressão sonora, marca BRÜEL & KJAER, tipo 2231 com BZ 7110, cujas especificações, mais detalhadas, encontram-se em anexo.

Foram feitas tomadas de medidas de ruído ambiental nos quatro pontos acima descritos possibilitando a configuração dos quadros com os seguintes parâmetros:

L_{90} , nível de ruído obtido 90% das vezes;

L_{50} , nível de ruído obtido em 50% das vezes;

L_{10} , nível de ruído obtido em 10% das vezes;

L_{mo} , nível de ruído de maior ocorrência;

$L_{máx}$, nível de ruído máximo;

L_{min} , nível de ruído mínimo;

L_{eq} , valor que representa o ruído ambiental.

Os quadros com os valores de ruído de fundo obtidos nas quatorze escolas, nas várias posições estão no anexo 1.

Numa segunda fase, utilizou-se uma abordagem qualitativa, optando-se por aplicar um questionário aberto dialético envolvendo quatorze professores diretamente relacionados com a prática pedagógica em sala de aula, e com três pedagogos que atuam na formação de professores. As questões esboçadas foram assentadas no referencial teórico de LÜDKE & ANDRÉ (1986), uma vez que esta

técnica permite a captação imediata e corrente da informação desejada, em tempo real, com informantes isentos de interferência, inclusive conceitual, sobre a metodologia e a técnica.

Na terceira fase da pesquisa, optou-se pela observação, como método de coleta de dados, a fim de se reconhecer os tipos de materiais empregados na construção das salas de aula, bem como no tipo de material empregado no mobiliário das salas. As observações foram registradas, mediante um controle sistemático, em um formulário previamente planejado e elaborado, que se encontra em anexo, com o objetivo de instrumentalizar a investigação.

A pesquisa realizou-se adotando uma reunião entre as metodologias qualitativa e quantitativa, tendo como base o trabalho de MINAYO (1993) que salienta que sob o ponto de vista metodológico, não há contradição e sim aproximação, entre investigação quantitativa e qualitativa. Ambas são de natureza diferente, mas se complementam.

A primeira tem como campo de práticas e objetivos trazer à luz dados, indicadores e tendências e a segunda trata de aprofundar a complexidade dos fenômenos, fatos e processos particulares. Nesta aproximação das duas abordagens, busca-se a complementariedade, utilizando-se os dados da pesquisa quantitativa para reflexão da realidade e a abordagem qualitativa para aprofundar a complexidade dos fenômenos observados. As duas abordagens não são contraditórias, pois embora de natureza diversa, sob o ponto de vista epistemológico nenhuma das duas abordagens é mais científica que a outra. Desta forma um estudo quantitativo pode gerar questões para serem aprofundadas qualitativamente. Como o estudo baseia-se em uma visão da totalidade a união entre as duas abordagens metodológicas tornou-se adequada.

3.3 A DESCRIÇÃO DA POPULAÇÃO

As medidas de ruído de fundo foram tomadas em salas de aula, em quatorze escolas de ensino regular pertencentes ao Município de Curitiba. Foram reunidos estabelecimentos de ensino pertencentes à rede Municipal, Estadual e Particular, bem como os de níveis de ensino infantil, fundamental, médio e superior.

Os quatorze professores que responderam ao questionário aberto atuam na sala de aula e pertencem aos quatro níveis de ensino. Sendo três de nível superior, dois de nível infantil, cinco de nível fundamental e quatro de nível médio. Complementou-se com o questionário aberto envolvendo três pedagogos que atuam em cursos de Pedagogia.

3.4 TIPO DE AMOSTRAGEM

Para a primeira fase da pesquisa, a coleta de dados realizou-se utilizando-se um tipo de amostragem não-probabilístico, por dois motivos principais: pela sua simplicidade; e porque para alguns autores, como por exemplo, COSTA (1977), os efeitos de uma amostragem não-probabilística podem ser considerados equivalentes aos de uma amostragem probabilística, especialmente se a amostra do universo é colhida sem regras. Como a população foi considerada homogênea no aspecto da escolha, as escolas foram selecionadas a esmo. Não houve norma para a sua seleção.

A escolha das salas de aula em que se realizaram as medições do ruído de fundo também foi balizada por uma seleção a esmo. Dentre todas as salas de aula em atividade, qualquer uma poderia ser a selecionada para a medição. Assim sendo, a probabilidade de escolha era a mesma para qualquer uma, o que aproxima o procedimento a uma análise probabilística.

Para atuar como sujeitos, via questionário aberto, na segunda fase da pesquisa, foram também escolhidos, pelo mesmo critério acima, os profissionais envolvidos na educação. Optou-se por aplicar os quatorze questionários abertos nos professores das salas de aula avaliadas das escolas da comunidade e pelos pedagogos por estarem diretamente envolvidos com a formação dos professores.

Para a terceira fase da coleta de dados, a observação dos materiais de construção e do mobiliário da sala de aula, utilizou-se o cenário da amostra da primeira fase.

3.5 TAMANHO DA AMOSTRA

Das trezentas e setenta e umas escolas documentadas no mapa das escolas pertencentes ao universo previamente estipulado pela autora, que foi fornecido pela Fundação Educacional do Estado do Paraná (FUNDEPAR), foram selecionadas quatorze escolas.

O tamanho da amostra foi sustentada por três motivos contundentes:

a) os resultados obtidos tornaram-se consistentes e estáveis, uma vez que não se observaram mudanças significativas na quantidade de ruído de fundo presente no

ambiente da sala de aula, durante a realização do processo de medição e análise;

b) nas contribuições obtidas pelas entrevistas realizadas com os professores, observou-se que esse tópico, ruído, não é levado em consideração, o que indica uma tendência próxima de zero na mudança de padrão, que viesse a alterar os resultados, significativamente;

c) sobre os materiais empregados na construção das salas de aula, não se configuraram variações: todas as salas de aula têm características de construção, revestimento e mobiliário, bastante semelhantes.

Considerou-se, portanto, a proposta de GUGLIEMO (1978), segundo a qual uma amostra é suficientemente numerosa quando fornece resultados consistentes e estáveis. É o princípio da estabilidade, onde os resultados praticamente não variam dependendo do tamanho da amostra.

Nos próximos tópicos realiza-se a análise dos resultados obtidos e a discussão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Depois de feitas todas as concessões, um bom teste que dirá da eficiência geral de uma faculdade é se ela, como um todo, está produzindo, em forma impressa, sua quota de produções para o espírito. Deve-se considerar essa quota em importância de pensamento e não em número de palavras.

Whitehead

4.1 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DO RUÍDO DE FUNDO

Neste tópico objetiva-se apresentar a análise dos resultados da avaliação do ruído de fundo nas quatorze escolas do Município de Curitiba e as discussões pertinentes. Os dados levantados, referentes ao ruído de fundo, nas salas de aula avaliadas possibilitaram a organização e a apresentação dos quadros gráficos, que encontram-se em anexo.

As tomadas de medida de ruído de fundo, contempladas na primeira fase da pesquisa, realizada nas instituições de ensino, revelam a presença de ruído de fundo, em 100% delas, superior ao que se prevê como situação de conforto acústico pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que é de 50dB(A).

O ruído de fundo, obtido nos quatro pontos distintos da sala de aula apresenta-se com um nível equivalente de em média 70,93dB(A). Esse valor é aproximadamente 20dB acima do que a referida norma estabelece, ou seja a média dos L_{eq} de ruído de fundo é 41,86% maior que o sugerido pela ABNT.

Tendo em vista os resultados obtidos confirma-se a hipótese levantada de que **o ruído de fundo existente dentro das salas de aula de Curitiba não é**

compatível com os padrões considerados adequados.

Além do valor de referência da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) pode-se comparar os valores obtidos como padrões sugeridos por outros autores. COUTO & LICHTIG (1997), baseadas em estudos recentes, relacionam alguns parâmetros da quantidade de ruído de fundo que é aceitável para uma sala de aula. Estes são mostrados a seguir em conjunto com os resultados desta pesquisa. Assim temos:

Autores	Níveis de ruído dB(A)
Finitzo-Hieber (1981)	35
Staloff & Staloff (1987)	30 a 40
Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT (1987)	50
Pekkarinem & Viljanen (1991)	35
Média do nível de ruído obtido nas salas de aula de Curitiba	70,93

Observa-se que o nível de ruído de fundo obtido nesta pesquisa é bastante superior aos valores que servem como referencial. Embora sendo este valor (70,93 dB(A)), uma média dos valores obtidos nos quatro pontos das quatorze escolas avaliadas, ressalta-se que o nível mínimo obtido isoladamente foi de 50dB(A) na escola 13, não havendo portanto, nenhum valor isolado inferior aos padrões supra citados.

Das salas avaliadas, 85,72% tinham mais de 20 alunos presentes e 14,28% tinham menos de 20 alunos presentes. As salas de aula com mais de 20 alunos presentes apresentam um nível de ruído 5,8% maior que as salas de aula com menos de 20 alunos.

Os resultados apontam para a presença de um ruído de fundo acima

dos padrões de conforto acústico para alunos e professores, dentro das salas de aula avaliadas. Como se verificou no referencial teórico esse é um dos fatores que podem comprometer a mensagem oral podendo ser prejudicial à aprendizagem dos alunos e ao desempenho do professor. Não obstante, este nível de ruído pode ser minimizado com a adoção de cuidados acústicos na construção das salas e as sugestões cabíveis serão apresentadas na conclusão.

4.2 CONTRIBUIÇÃO DOS PROFESSORES DA COMUNIDADE

Na segunda fase da pesquisa procura-se mostrar e discutir as contribuições fornecidas pelos professores da comunidade, que responderam ao questionário aberto.

Dos quatorze profissionais envolvidos na pesquisa que responderam ao questionário aberto, 57,14% dos mesmos consideraram que há ruído significativo em sala de aula e 42,85% acreditam que não há ruído significativo na sala de aula.

Na questão de definição de qual o ruído que mais incomoda, na sala de aula, 35,70% responderam não haver ruído causador de incômodo. Os demais 64,39% dos professores, relataram os seguintes ruídos como perturbadores: trânsito de carros na rua, freada de ônibus, máquina de cortar grama, caminhão do gás tocando música, trânsito e conversas de pessoas pelo corredor ao lado da sala de aula, barulho no pátio durante a aula de Educação Física, e barulho das próprias crianças dentro da sala de aula.

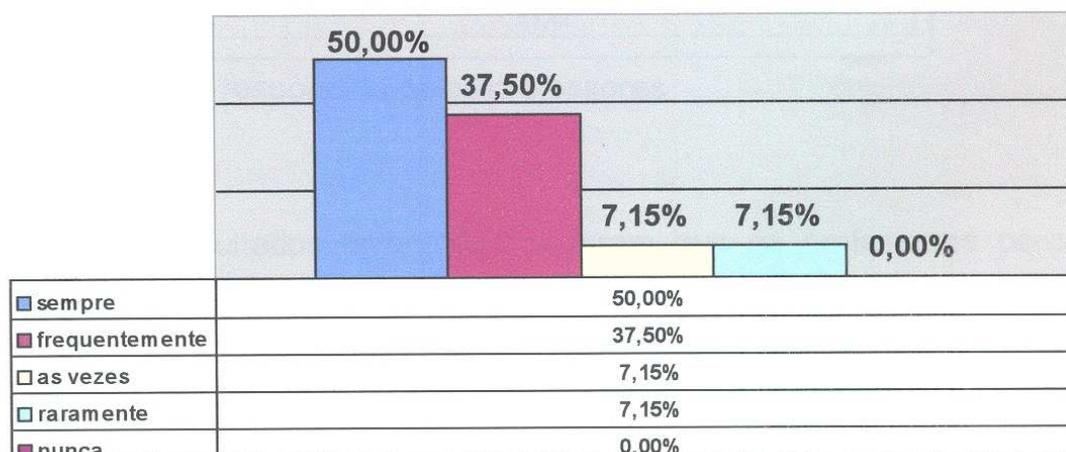
Ao serem questionados sobre a interferência do ruído sobre o

desempenho escolar do aluno, 50%, acreditam que o mesmo não interfere, 7,15% não sabem se interfere ou não e 42,85% crêem que sim, o ruído interfere no desempenho do aluno.

Com relação à formação profissional, 92,84% disseram não ter tido informações específicas sobre fatores ambientais intervenientes na aprendizagem, nos seus cursos, 7,15% referem ter essa informação, mas relacionada a fatores ambientais interferindo nos processos de produção e por analogia sugere que o mesmo tipo de problema deve ocorrer com os alunos em sala de aula.

Quanto ao esforço vocal empregado em aulas expositivas orais, 50% dizem que **sempre** precisam falar mais alto, que o habitual, para serem compreendidos. 35,70% afirmam aumentar **frequentemente** a voz, 7,15% dizem que, **as vezes**, utilizam a voz mais alta e 7,15% relatam **raramente** falar mais alto. Nenhum professor referiu **nunca** ter que falar mais alto para comunicar-se com seus alunos.

Quadro 1 – Esforço vocal



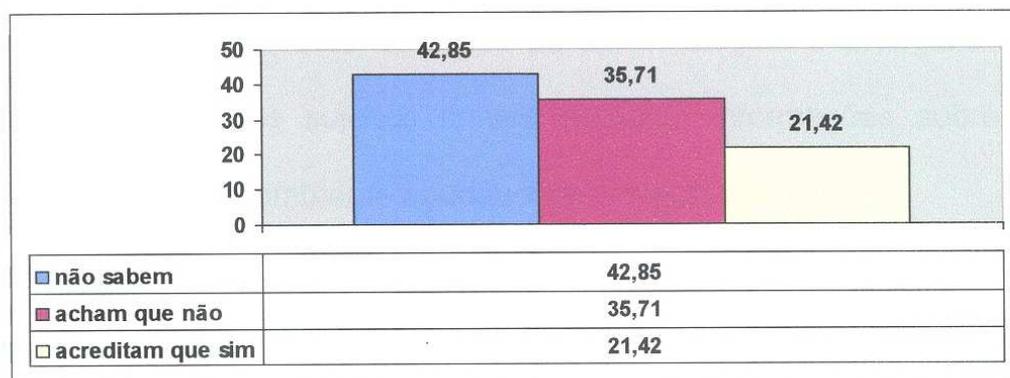
Fonte: questionário respondido por professores

Ao serem argüidos como se percebem fisicamente após um dia de trabalho, ministrando aula, os professores levantaram como os pontos de maior relevância foram: sensação de cansaço, rouquidão, dor de garganta e ardência na garganta.

Quando perguntado se algum aspecto arquitetônico poderia ser mudado para melhorar a condição acústica da sala de aula, 42,85% não sabem, 35,71% acham que não e 21,42% acreditam que sim. Estes últimos sugerem, por exemplo, o uso de cortinas mais grossas, que as salas de aula não sejam construídas próximas as pátio ou cantina.

Outras sugestões de relevância para diminuir o ruído, não foram apresentadas.

Quadro 2 – Melhoria da condição acústica



Fonte: Questionário respondido pelos professores

Os resultados levantados sugerem que os professores percebem a existência de ruído de fundo dentro das suas salas de aula, mas não o sentem como sendo um fator prejudicial à aprendizagem do aluno e à sua própria saúde. Também, a grande maioria deles afirma que não há estudos sobre aos aspectos ambientais, nos cursos que formam os professores e por conseguinte não identificam soluções para sua melhoria.

Uma abordagem, nos cursos de pedagogia e magistério, que incluíssem discussões sobre o ambiente é bem aceita pelos professores, os quais identificam a questão, como sendo uma lacuna em sua formação, mas se mostram durante o diálogo, bastante interessados em preenchê-la.

4.3 CONTRIBUIÇÃO DOS PEDAGOGOS

Optou-se por elencar duas questões significativas para este estudo ao realizar o questionário com os pedagogos envolvidos com a formação de professores. A primeira questão diz respeito ao posicionamento dos docentes, sobre a interferência do ruído de fundo na aprendizagem e a segunda, se na formação para docência, os sujeitos tinham recebido informações sobre a relevância do cuidado com um ambiente saudável para a aprendizagem.

Dos sujeitos envolvidos todos acreditam que o estudo do ambiente físico escolar, especificamente o ruído ambiental, é importante e que o mesmo deve interferir na aprendizagem. Destacam-se, transcrevendo-se a seguir, os fatores relevantes nas respostas dos profissionais entrevistados:

O estudo do ambiente físico é importante, pois pode interferir e muito na aprendizagem dos alunos. Conhece-se a influência das cores sobre as pessoas. Alguns ficam mais agitados quando estão em ambientes de cores vivas. Quanto ao ruído, nunca li nada específico para a sala de aula, mas observo que em dias de chuva, por exemplo, os alunos pequenos costumam deixar o ambiente barulhento e por isso o dia fica mais cansativo. Acho que estudar a questão do ruído e outros fatores do ambiente são importantes, sim. (Sujeito A)

Acredito que o estudo do ambiente seja importante, sim. Deve haver muita interferência dos elementos ambientais sobre o comportamento e capacidade de aprender dos alunos. Hoje se comentam até de estudos orientais que falam da influência do ambiente sobre a disposição do indivíduo para diversas atividades. Ouvi muito sobre interferências externas à sala de aula, mas nunca ouvi a respeito das interferências internas da sala de aula ou do ruído dentro da sala de aula. (Sujeito B)

Acho muito bom que estes fatores sejam considerados no momento em que se planejam as escolas. É muito difícil dar aula com aquele barulhão no corredor ou dentro da própria sala. Conheço escolas em que é impossível fazer os alunos manterem a atenção à aula, pois o barulho de fora os atrai o tempo todo. Acho também que estudar a questão do ambiente mesmo que sob outros fatores diferentes do ruído seja muito importante. (Sujeito C)

As respostas apresentadas confirmam que há interesse sobre o tema ruído em sala de aula e que o mesmo pode interferir na aprendizagem do aluno.

Na segunda questão referente a importância do profissional da educação ter conhecimento sobre a interferência do ruído de fundo na aprendizagem todos concordam que não há, nos cursos de formação de professores, espaços para discussões ou atividades que se ocupem com o estudo do ambiente escolar, especialmente com a questão do ruído em sala de aula, mas acreditam que seja um fator relevante na aprendizagem.

Com a colaboração dos professores e pedagogos confirma-se a segunda hipótese da dissertação: **a formação do pedagogo não prepara para uma prática pedagógica que contemple cuidados com as interferências do ruído ambiental na aprendizagem dos alunos.**

Dos aspectos significativos apresentados nas contribuições tornou-se de maior importância elencar:

Acredito que os cursos de Pedagogia e Magistério deveriam observar os aspectos ambientais, relacionados tanto ao interior como ao exterior da sala de aula. Os cursos de Pós Graduação, também deveriam considerar a importância do estudo do ambiente e a interferência do ambiente sobre o ser humano. Creio que se o assunto for estudado poderá ser verificado que até soluções simples podem mudar o ambiente e auxiliar no desempenho do aluno. (Sujeito A)

Gostaria muito que nos cursos de Pedagogia se estudassem as questões ambientais. Considero muito relevantes as interferências do ambiente e do ruído na aprendizagem. Acredito que isso seja uma questão que envolve a melhoria da qualidade de vida das pessoas. (Sujeito B).

Sem dúvida, o estudo do ambiente, inclusive o ruído poderiam ser estudados nos cursos de Pedagogia e em todos os outros que formam os professores, gerando grande acréscimo aos educadores. Cada vez mais se fala nas relações da pessoa com o meio ambiente e acredito que discussões a este respeito sejam de real importância, neste momento. (Sujeito C).

Observa-se pelas respostas obtidas que as questões ambientais podem ser tratadas nos cursos de Pedagogia e que os profissionais da área mostram interesse acentuado sobre o tema e mostram-se abertos para este tipo de discussão e reflexão.

Considerando-se o supra exposto, confirma-se que existe a possibilidade de abrirem-se novos campos de estudo e conhecimento visando um incremento na qualidade de vida de docentes e alunos. Neste contexto acredita-se que esta dissertação será de grande valia para provocar a discussão desta temática nos cursos de formação de professores. A Educação pode tratar da aprendizagem enfocando o seu sentido mais amplo e com uma visão no todo relevando o aspecto ambiental.

FERGUNSON (1980) aborda a importância de se compreender as conexões do contexto que dão origem ao significado das coisas. O aprender a aprender exige o aprender a ver as relações entre as coisas. É pois, importante se observar a escola enquanto um todo relacionado, um contexto onde deve haver conexão entre as coisas e os seres.

4.4 RESULTADOS DA OBSERVAÇÃO DOS TIPOS DE MATERIAL EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO, REVESTIMENTO E MOBILIÁRIO

Na terceira fase da pesquisa a contempla-se a observação dos elementos que foram utilizados na construção, no revestimento das salas de aula e o tipo de mobiliário utilizado.

A análise das observações permitem verificar que todas as escolas são

construídas em alvenaria e apresentam revestimento de reboco, com pintura. Somente uma das escolas apresenta meia parede com forração de madeira, sobre o reboco.

Todas as salas são construídas com janelas simples, com um só vidro. 21,43% apresentavam-se fechadas, 35,72% estavam abertas e 42,85% estavam semi-abertas, durante a observação. 50% possuem cortina de tecido fino, 42,85% não tem cortina, e uma das salas tem cortina grossa.

Todas as salas verificadas possuem portas simples de madeira, sendo que 85,72% apresentavam-se fechadas durante a observação. 14,30% das escolas estavam com a sala, em atividade, de porta aberta.

O "carpet" foi encontrado como forração de piso em 7,15% das escolas, as demais constituindo, 92,85%, apresentam taco de madeira sobre o piso.

O teto é de laje em 92,85% das salas de aula. O teto em madeira foi observado em 7,15% das salas.

Quanto ao mobiliário 78,57 % apresentam mesa e cadeira de madeira com as pernas de metal. 14,24% tinham carteira e cadeira unicamente de madeira, e 7,15% tinham mesa de "fórmica" com cadeira estofada com pano.

FINITZO-HIEBER (1981) diz que o ruído de fundo é um dos importantes fatores que podem intervir na compreensão da mensagem oral em sala de aula e que ele se relaciona com o tipo de material empregado nas superfícies da sala. Um tratamento acústico razoável pode diminuir o ruído de fundo e a reverberação tornando o ambiente mais confortável no aspecto acústico.

NEPOMUCENO (1994), também diz que o conforto acústico se relaciona com o favorecimento da inteligibilidade de fala e pode ser produzido pelo emprego de materiais de construção e revestimento com maior porosidade.

Considerando-se o referencial teórico, a observação feita no local e o exposto acima sobre a importância do tipo de material empregado e as características acústicas que eles atribuem ao ambiente, observa-se que as salas de aula avaliadas, do modo como se encontram, não foram contempladas com um planejamento e execução que levasse em consideração os cuidados com o aspecto de sonorização. Observa-se que não há utilização de materiais acústicos nos tetos, paredes ou chão. As janelas e portas são de material comum e o mobiliário, em grande parte das escolas é solto podendo ser arrastado promovendo ruído.

Desta forma, acredita-se que o tratamento acústico das salas de aula constitui tema de grande importância para uma escola que almeje uma condição de maior aproveitamento, conforto e melhor trabalho para alunos e professores.

O desenvolvimento de materiais de construção e revestimento com propriedades acústicas adequadas parece ser um campo em aprimoramento. Como diz ZUNINO ROSA (1992), conforme se amplia a preocupação com a poluição sonora e qualidade do ambiente construído e se aumenta o número de técnicos atuando nesta área, maior a pressão sobre o mercado para o desenvolvimento de pesquisas com materiais alternativos (com menor custo), o surgimento de novos materiais e novas soluções e padrões de construção urbana.

Os resultados obtidos na pesquisa e o referencial teórico suportam as conclusões que se seguem.

5 CONCLUSÕES

A liberdade acadêmica é definida positivamente pela responsabilidade a respeito do saber.

Deurink

O ambiente físico da sala de aula não é o único fator importante no processo de ensino aprendizagem, no entanto, é nele que se estabelecem as ligações entre as pessoas, ligações estas sim, fundamentais para o aprender. Quanto maior o conforto estabelecido no ambiente escolar e quanto melhores as suas condições, maiores são as possibilidades de fortalecimento das relações entre as pessoas que nele trabalham e vivem. É uma questão de acréscimo da qualidade de vida de alunos e professores.

Este estudo procurou fornecer subsídios para que se possam estabelecer as conexões entre o ambiente, o ouvir, compreender, aprender, falar e ser compreendido como fatores relevantes para desenvolver uma prática pedagógica adequada e significativa.

No referencial teórico buscaram-se as conexões entre a aprendizagem e audição, sentido do qual ela é parcialmente dependente. Também procurou-se relacionar o ambiente e os fenômenos físicos que nele ocorrem e que podem influenciar positiva ou negativamente a compreensão da palavra falada e a prática pedagógica com uma abordagem inovadora que possibilite uma educação de qualidade, onde tanto os aspectos internos da pessoa como os aspectos externos do ambiente são tratados com igual importância.

Na pesquisa avaliou-se o ruído de fundo existente dentro das salas de aula, a densidade dos conhecimentos sobre este assunto que possuem os

professores e se a formação deste profissional nos cursos de pedagogia contempla cuidados com o ruído no ambiente escolar.

Ao realizar as avaliações da sonorização das salas de aula, considerando cuidados técnicos e científicos detectou-se a presença de ruídos de fundo em intensidades muito acima dos padrões recomendados para o conforto acústico dos professores e alunos envolvidos nas escolas

Esta constatação permite afirmar a hipótese de que o ruído de fundo existente nas escolas em Curitiba não se encontra dentro dos padrões considerados adequados.

O ambiente escolar com os níveis de ruído que foram encontrados podem estar interferindo negativamente tanto no desenvolvimento escolar do aluno, quanto nas condições de salubridade do professor.

Quanto aos materiais de construção, revestimento e o tipo de mobiliário empregado nas salas de aula avaliadas, as observações permitem apontar que não há o cuidado com a utilização de materiais que promovam absorção ou isolamento sonoro.

Para que medidas de minimização de efeitos acústicos prejudiciais, sejam adotadas há necessidade de se reavaliar as normas ou sugestões de construção de salas de aula e que as normas oriundas desta reavaliação contemplem o cuidado com a questão da acústica das salas de aula. Enfatiza-se que os profissionais envolvidos com as construções das escolas precisam ser informados e sensibilizados para esta problemática.

Sugere-se a seguir, alguns cuidados que podem reduzir o nível de ruído de fundo e ampliar a inteligibilidade de fala, nas salas de aula:

a) uso de materiais de construção e acabamento com maior coeficiente de absorção

- a) sonora nas paredes;
- b) uso de cortinas mais pesadas nas janelas;
- c) janelas com vidros duplos, ou tratamento acústico, e com boa vedação;
- d) portas duplas, ou com tratamento acústico, e fechamento adequado;
- e) uso de materiais mais absorventes no chão;
- f) teto com tratamento acústico;
- g) as carteiras e as cadeiras não devem ter as pernas de metal, e se tiverem o contato direto do metal com o chão, deve ser evitado com o uso de borracha ou material que amortize o arrasto ruidoso;
- h) sistemas de amplificação de voz para o professor, que reduziriam o esforço vocal, assim como ajudariam os alunos, especialmente os que ocupam os lugares no fundo da sala e os ouvintes especiais;
- i) disposição dos alunos de tal forma, que possa ser minimizado o efeito de distância crítica em função do afastamento da fonte sonora;
- j) e controle do número de alunos por sala de aula, a fim de que, salas com número elevado de alunos sejam evitadas.

A adoção de medidas que diminuam o ruído das salas de aula podem melhorar significativamente as atividades desenvolvidas no ambiente escolar. Podem auxiliar os alunos com perdas auditivas, os alunos estrangeiros, os alunos idosos, auxiliar no direcionamento da atenção diminuindo a distratibilidade, auxiliar alunos com alterações de aprendizagem, diminuir o desgaste do professor e incrementar, em consequência, a qualidade de trabalho e de vida de alunos e professores.

A contribuição dos professores da comunidade tornou-se relevante pois permitiu a constatação que a maioria dos professores considera que há um nível de

ruído significativo dentro das salas de aula, que sempre necessitam falar mais alto do que o habitual durante a aula, mas não acreditam que ruído possa ser um fator prejudicial ao processo de aprendizagem dos alunos e ao seu desempenho como professor. Estas considerações revelam a carência de discussões e reflexões sobre o tema na formação do profissional.

Portanto, a contribuição dos pedagogos e dos docentes da escola permite afirmar os professores não vêm sendo preparados para a relevância do cuidado com o ruído de fundo na prática pedagógica.

Neste contexto, sugere-se que os cursos que formam professores, e em especial, os de magistério e de pedagogia, precisam promover discussões e estudos em relação a esta temática, pois acredita-se que o ruído de fundo interfere prejudicialmente no processo ensino e aprendizagem. Dentro de uma visão sistêmica o estudante deve ser conectado com o mundo externo e com seu próprio mundo interno compreendendo as suas inter-relações. Formar professores dentro deste preceito é tornar sua atuação como pessoa e profissional mais consistente e com maior qualidade trabalho e vida. Refletir sobre as questões do meio ambiente é de certa forma ampliar a consciência sobre o mundo do qual somos parte integrante e inter-dependente. Ter uma visão sistêmica ou holística é considerar o complexo de relações em rede, conexões múltiplas e imprevisíveis, é perceber o ser humano no seu contexto, no seu meio ambiente.

Fomentar os estudos que envolvam a sala de aula, sob qualquer aspecto, na formação dos professores, é acrescentar conhecimento e abrir novos espaços para pesquisas criativas.

Como se encontra no Global Alliance For Transforming Education GATE (1991), a educação deve conectar o educando com o funcionamento integral

da sociedade e também, deve familiarizá-lo com seu próprio mundo interior por meio das artes, do diálogo sincero e de momentos de reflexão silenciosa.

Todos os aspectos referentes ao ambiente externo e interno do homem são passíveis de reflexão, geram acréscimo ao conhecimento, podem melhorar as relações inter-pessoais e aumentar a qualidade de vida das pessoas.

Os cursos de Pedagogia podem preparar os professores sobre questões específicas, tais como, uso da sua voz, medidas de higiene vocal, técnicas de colocação adequada da intensidade vocal, para minimizar efeitos referentes ao abuso da vocal, que pode gerar as sensações desagradáveis de ardência na garganta, rouquidão, cansaço e outras queixas referidas pelos professores argüidos. O professor pode ser conscientizado de que se o nível de ruído no interior de uma sala de aula é intenso há uma tentativa natural, por parte dele, em sobrepor o sinal de fala ao ruído, fato que pode ser o gerador de um esforço vocal, bastante significativo. Como o ruído de fundo obtido na avaliação das salas de aula em Curitiba é de aproximadamente 70dB e sabe-se que o sinal de fala deve ser 20dB mais intenso, há a possibilidade do professor estar fazendo uma emissão oral com muito mais esforço do que se considera adequado, fato que aparentemente justificaria as sensações físicas desagradáveis, referidas na pesquisa, após um dia de trabalho. Pela discussão e conscientização o professor pode adotar ou sugerir medidas que diminuam o ruído

Observa-se nas contribuições dos pedagogos que ao serem questionados estes profissionais foram provocados e puderam refletir sobre a temática. Os depoimentos acentuam a urgente e necessária formação dos professores com uma visão mais global e que contemple a reflexão sobre a interferência de fatores que podem prejudicar o aprender a aprender. Cabe aos

educadores encontrar caminhos que além de tornarem seus alunos intelectuais competentes busquem uma qualidade de vida digna respeitando o indivíduo e procurando sua formação para a cidadania.

Neste contexto, cabe propor uma aliança, uma parceria entre professores, pedagogos e fonoaudiólogos que podem contribuir significativamente com o seu trabalho na orientação e sugestão de medidas que diminuam o ruído em sala de aula.

COUTO & LICHTIG (1997) apoiadas nos estudos de Peter-Jonhson de 1992, citam as responsabilidades do audiologista na escola enfatizando que cabe ao mesmo atuar na equipe educacional no processo de avaliação, planejamento e implantação das escolas fazendo recomendações sobre o ambiente da sala de aula e análise do ruído e da acústica das salas de aula recomendando o que for necessário para sua minimização.

Finalizando, recomenda-se o trabalho em conjunto, multidisciplinar, entre Pedagogos, Fonoaudiólogos, Médicos, Arquitetos e Engenheiros que pode provocar atitudes e ações que desencadeiem projetos importantes na Educação, especialmente, no que se refere à construção de ambientes escolares mais adequados acusticamente favorecendo a todos os que dedicam grande parte do seu tempo de vida à escola.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, M. F. Programa de prevenção e identificação precoce dos distúrbios da audição. In: SCHOCHAT, E. **Processamento auditivo**. São Paulo: Lovise, 1996. p. 75-100.
- BESS, F.H.& McCONNELL, F.E. **Audiology, education and the hearing ilmpaired child**. St. Louis: C.V. Mosby, 1981.
- BEHRENS, M. **Formação continuada dos professores e a prática pedagógica**. Curitiba: Champagnat, 1996.
- CAPRA, F. **A teia da vida**. São Paulo: Cultrix, 1996.
- COSTA NETO, P.L.O. **Estatística matemática 1**. 2. ed. São Paulo: Edgar Blucher, 1977.
- COUTO, M. & LICHTIG, I. Efeitos do ruído e da reverberação na percepção da fala de escolares. In: LICHTIG, I. & CARVALLO, R. **Audição abordagens atuais**. São Paulo: Pró-Fono, 1997.
- DEMO, P. Formação de formadores básicos", In: EM ABERTO. **Tendências na formação de professores**. Brasília: ano 12, nº 54, abr/jun. 1992.
- DOWNS, M. & NORTHERN, J. **Audição em crianças**. 3. ed. São Paulo: Manole, 1989.
- FERGUNSON, M. Ver e voar: caminhos para o aprendizado. In: **Conspiração aquariana**. Trad. Costa, E. 7. ed., Rio de Janeiro: Record, 1992.
- FINITZO-HIEBER, T. Classroom acoustics. In: ROESER, R. & DOWNS, M. **Auditory disorders in school children**. New York: Thieme-Stratton, 1881. p. 250-262.
- GINSBERG, I. & WHITE, T. Considerações otológicas em audiologia. In: KATZ, J. **Tratado audiologia clínica**. 3. ed. São Paulo: Manole, 1989. p. 14-38.

- GLOBAL ALLIANCE FOR TRANSFORMING EDUCATION. **Educacion 2000. Una perspectiva holística.** Viermont: P O Grafton, 1991.
- GUIMARÃES, V. **Ruído em escola comum e especial para deficientes auditivos.** Tese de Mestrado, PUC de São Paulo. São Paulo: 1994.
- GUYTON, A. **Anatomia e fisiologia do sistema nervoso.** Rio de Janeiro: Interamericana, 1977.
- HONRUBIA, V. & GOODHILL, V. Anatomía y fisiología clínicas del oído periférico. In: GOODHILL, V. **El Oído enfermedades, sordera e vertigo.** Barcelona, Salvat, 1986. p. 3-84.
- KATZ, J. **Tratado de audiologia clínica.** 3. ed. São Paulo: Manole, 1989.
- KOZLOWSKI, L. **A Percepção auditiva e visual da fala.** Rio de Janeiro: Revinter, 1997.
- LAKATOS, E. & MARCONI, M. **Metodologia do trabalho científico.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 1995.
- LUDKE, M. & ANDRÉ, M. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas.** São Paulo: EPU, 1986.
- LURIA, A. A psicologia experimental e o desenvolvimento infantil. In: VIGOSTKI, L. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem.** São Paulo: Ícone, 1988. p.85-117.
- LURIA, A. O cérebro humano e a atividade consciente. In: VIGOSTSKI, L. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem.** São Paulo: Ícone, 1988. p.191-224.
- MACHADO, S. F. **O Teste SSW: A validação e aplicação de um instrumento no estudo e avaliação da percepção da fala.** Tese de Doutorado em Psicologia da Educação, PUC de São Paulo. São Paulo, 1993.
- MILLS, E. **La gestion del proyeto en arquitetura.** Barcelona: Gustavo Gilli, 1992.

- MINAYO, M. & SANCHES, D. **Quantitativo-Qualitativo: oposição ou complementariedade?** Rio de Janeiro: Caderno Saúde Pública, 9 (3): 239-262, jul/set, 1993.
- MUSIEK, F. Aplicação de testes auditivos centrais: uma abordagem geral. In: KATZ, J. **Tratado de audiologia clínica**. 3. ed. São Paulo: Manole, 1989. p. 324-339
- MYKLEBUST, H. JOHNSON, D. **Distúrbios de aprendizagem**. São Paulo: Livraria Pioneira, 1983.
- NÁBELEK, A. & NÁBELEK, I. Acústica ambiental e percepção de fala. In: KATZ, J. **Tratado de audiologia clínica**. 3. ed. São Paulo: Manole, 1989. p. 844-855.
- NEPOMUCENO, L. A. **Elementos de acústica física e psicoacústica**. São Paulo: Edgard Blucher, 1994.
- NEUFERT, E. **Arte de projetar em arquitetura**. 4. ed. São Paulo: Gustavo Gilli, 1974.
- PEREIRA, D.L. Identificação de desordem do processamento auditivo central através de observação comportamental: organização de procedimentos padronizados. In: SCHOCHAT, E. **Processamento auditivo**. São Paulo: Lovise, 1996. p.43-56.
- PIAGET, J. **Play, dreams and imitation in childhood**. Nova York: W.W. Norton, 1951.
- PORTMANN, M.& PORTMANN, C. **Tratado de Audiometria clínica**. 6. ed. São Paulo: Roca, 1993.
- RUSSO, I. **Acústica e psicoacústica aplicadas à fonoaudiologia**. São Paulo: Lovise, 1993.
- RUSSO, I. & BEHLAU, M. **percepção de fala: análise acústica do português brasileiro**. São Paulo: Lovise, 1993.
- SANTOS, T.M.M. Otite média: implicações para o desenvolvimento da linguagem. In: SCHOCHAT, E. **Processamento auditivo**. São Paulo: Lovise, 1996. p. 107-124.

SANTOS, U. & MATOS, M. Aspectos de física In: SANTOS, U.; MATOS, M.;MORATA, T.;OKAMOTO,V. Ruído riscos e prevenção. 2. ed. São Paulo: Hucitec, 1996. p. 7-24.

SCHOCHAT, E. **Processamento auditivo**. São Paulo: Lovise, 1996.

SILVEIRA, L. O segundo capítulo geral do instituto dos pequenos irmãos de Maria 1852-1853-1854. Belo Horizonte, 1994.

VIGOSTKI, L. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo: Ícone, 1988.

ZUNINO ROSA, L. **Absorção acústica na qualidade do ambiente construído: da sala de estar ao estúdio de som**. Tese de Mestrado Arquitetura, FAU/UFRJ 1992.

WHITEHEAD, A. **Os fins da educação e outros ensaios**. São Paulo: Nacional, 1969.

6 ANEXOS

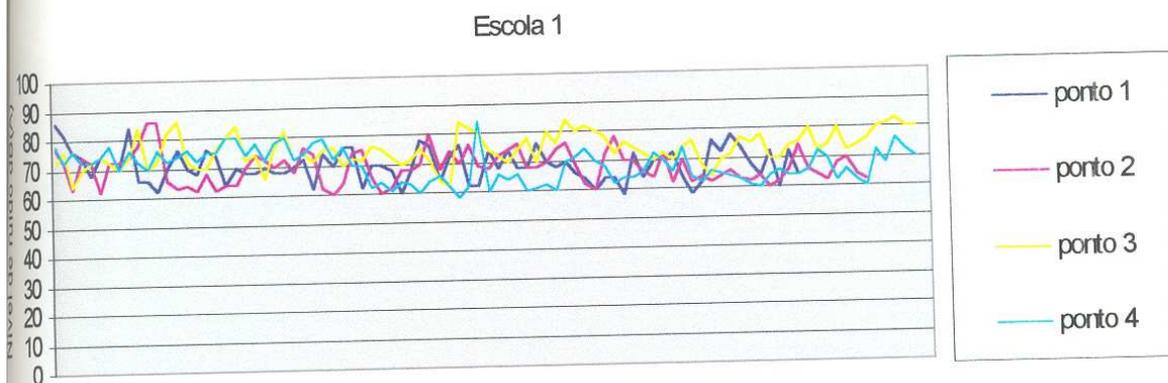
ANEXO 1

Quadros dos níveis de ruído de fundo

Quadro 1

Escola 1

PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4
L 10 = 77 dB(A)	L 10 = 76 dB(A)	L 10 = 82 dB(A)	L 10 = 78 dB(A)
L 50 = 70 dB(A)	L 50 = 69 dB(A)	L 50 = 74 dB(A)	L 50 = 70 dB(A)
L 90 = 63 dB(A)	L 90 = 62 dB(A)	L 90 = 70 dB(A)	L 90 = 62 dB(A)
L eq = 72 dB(A)	L eq = 71 dB(A)	L eq = 78 dB(A)	L eq = 73 dB(A)
Lmin = 58 dB(A)	Lmin = 60 dB(A)	Lmin = 62 dB(A)	Lmin = 58 dB(A)
Lmax = 86 dB(A)	Lmax = 86 dB(A)	Lmax = 86 dB(A)	Lmax = 84 dB(A)
L mo = 70 dB(A)	L mo = 62 dB(A)	L mo = 72 dB(A)	L mo = 72 dB(A)



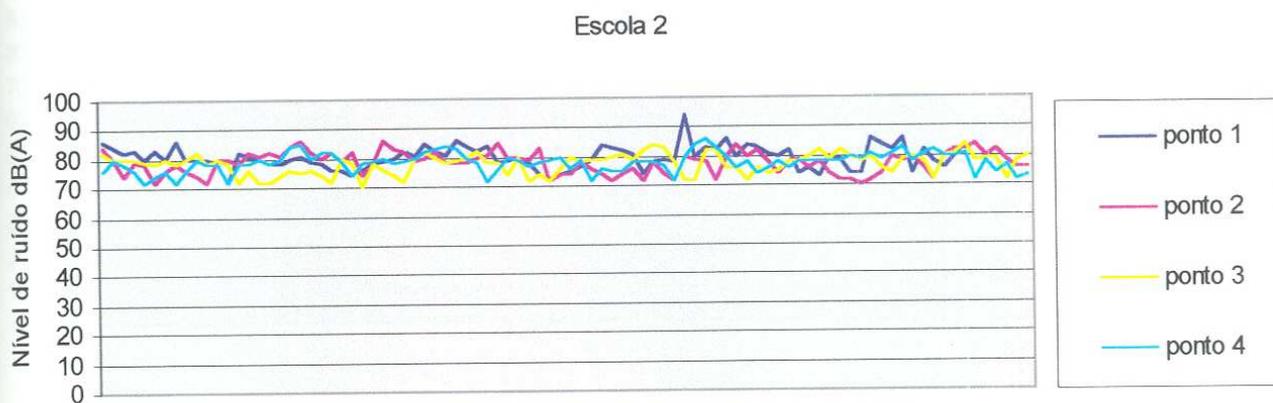
Fonte: valores medidos em sala de aula

Comentário: os valores de ruído de fundo estão bem acima do recomendável

Quadro2

Escola 2

PONTO 1		PONTO 2		PONTO 3		PONTO 4	
L 10 =	85 dB(A)	L 10 =	83 dB(A)	L 10 =	82 dB(A)	L 10 =	83 dB(A)
L 50 =	81 dB(A)	L 50 =	79 dB(A)	L 50 =	79 dB(A)	L 50 =	79 dB(A)
L 90 =	75 dB(A)	L 90 =	73 dB(A)	L 90 =	73 dB(A)	L 90 =	74 dB(A)
L eq =	81 dB(A)	L eq =	79 dB(A)	L eq =	79 dB(A)	L eq =	79 dB(A)
Lmin =	72 dB(A)	Lmin =	70 dB(A)	Lmin =	70 dB(A)	Lmin =	72 dB(A)
Lmax =	94 dB(A)	Lmax =	86 dB(A)	Lmax =	84 dB(A)	Lmax =	86 dB(A)
L mo =	80 dB(A)	L mo =	80 dB(A)	L mo =	80 dB(A)	L mo =	78 dB(A)



Fonte: valores medidos em sala de aula

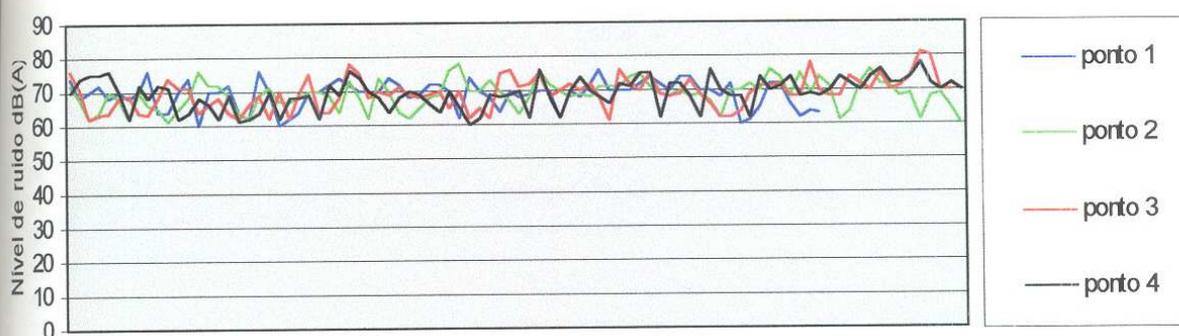
Comentário: o ruído de fundo esta muito acima do valor recomendável

Quadro 3

Escola 3

PONTO 1		PONTO 2		PONTO 3		PONTO 4	
L 10 =	75 dB(A)	L 10 =	75 dB(A)	L 10 =	76 dB(A)	L 10 =	75 dB(A)
L 50 =	71 dB(A)	L 50 =	70 dB(A)	L 50 =	70 dB(A)	L 50 =	70 dB(A)
L 90 =	63 dB(A)						
L eq =	70 dB(A)	L eq =	70 dB(A)	L eq =	71 dB(A)	L eq =	71 dB(A)
Lmin =	60 dB(A)	Lmin =	60 dB(A)	Lmin =	61 dB(A)	Lmin =	60 dB(A)
Lmax =	76 dB(A)	Lmax =	78 dB(A)	Lmax =	81 dB(A)	Lmax =	78 dB(A)
L mo =	70 dB(A)	L mo =	68 dB(A)	L mo =	68 dB(A)	L mo =	70 dB(A)

Escola 3



Fonte: valores medidos em sala de aula

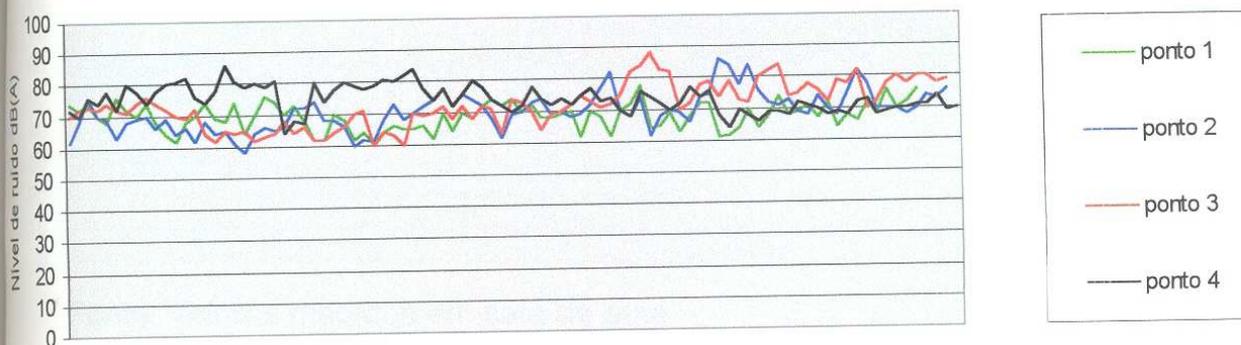
Comentário: os valores de ruído de fundo estão muito acima do recomendável

Quadro 4

Escola 4

PONTO 1		PONTO 2		PONTO 3		PONTO 4	
L 10	= 75 dB(A)	L 10	= 77 dB(A)	L 10	= 81 dB(A)	L 10	= 81 dB(A)
L 50	= 69 dB(A)	L 50	= 70 dB(A)	L 50	= 72 dB(A)	L 50	= 74 dB(A)
L 90	= 63 dB(A)	L 90	= 63 dB(A)	L 90	= 64 dB(A)	L 90	= 69 dB(A)
L eq	= 71 dB(A)	L eq	= 72 dB(A)	L eq	= 76 dB(A)	L eq	= 76 dB(A)
Lmin	= 61 dB(A)	Lmin	= 58 dB(A)	Lmin	= 60 dB(A)	Lmin	= 64 dB(A)
Lmax	= 78 dB(A)	Lmax	= 86 dB(A)	Lmax	= 88 dB(A)	Lmax	= 86 dB(A)
L mo	= 68 dB(A)	L mo	= 68 dB(A)	L mo	= 72 dB(A)	L mo	= 74 dB(A)

Escola 4



Fonte: valores medidos em sala de aula

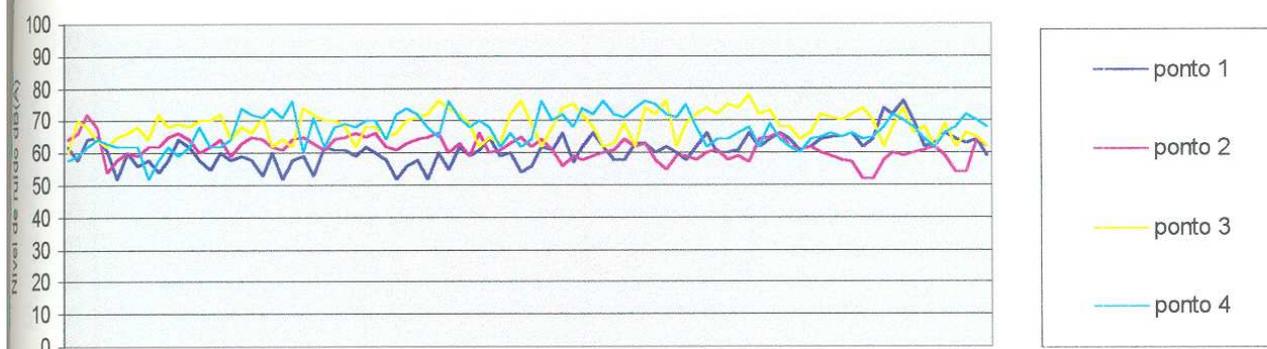
Comentário: os níveis de ruído estão todos muito acima do recomendável

Quadro 5

Escola 5

PONTO1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4
L 10 = 67 dB(A)	L 10 = 66 dB(A)	L 10 = 75 dB(A)	L 10 = 75 dB(A)
L 50 = 61 dB(A)	L 50 = 62 dB(A)	L 50 = 69 dB(A)	L 50 = 68 dB(A)
L 90 = 56 dB(A)	L 90 = 58 dB(A)	L 90 = 62 dB(A)	L 90 = 62 dB(A)
L eq = 63 dB(A)	L eq = 63 dB(A)	L eq = 70 dB(A)	L eq = 70 dB(A)
Lmin = 52 dB(A)	Lmin = 52 dB(A)	Lmin = 60 dB(A)	Lmin = 52 dB(A)
Lmax = 76 dB(A)	Lmax = 72 dB(A)	Lmax = 78 dB(A)	Lmax = 76 dB(A)
L mo = 62 dB(A)	L mo = 64 dB(A)	L mo = 68 dB(A)	L mo = 62 dB(A)

Escola 5



Fonte: valores medidos em sala de aula

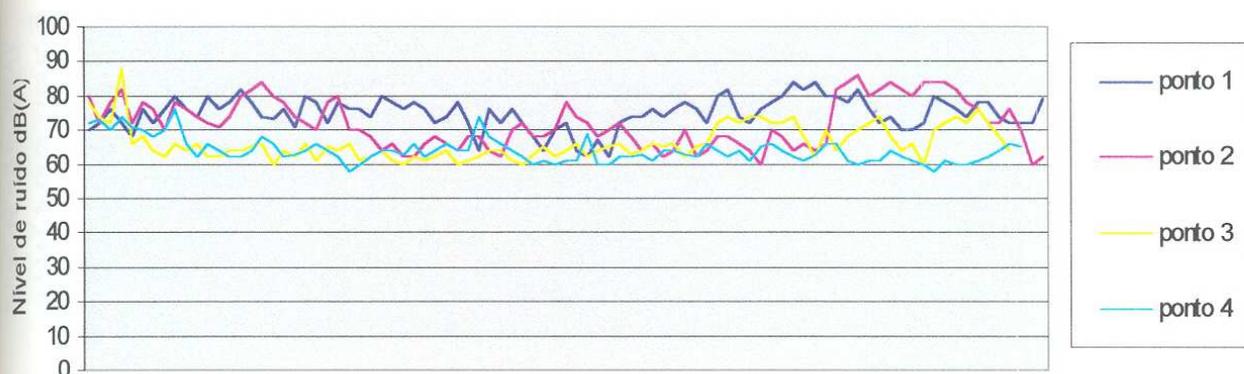
Comentário: os níveis de ruído estão todos acima do recomendável

Quadro 6

Escola 6

PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4
L 10 = 82 dB(A)	L 10 = 83 dB(A)	L 10 = 74 dB(A)	L 10 = 70 dB(A)
L 50 = 76 dB(A)	L 50 = 71 dB(A)	L 50 = 65 dB(A)	L 50 = 64 dB(A)
L 90 = 70 dB(A)	L 90 = 64 dB(A)	L 90 = 62 dB(A)	L 90 = 61 dB(A)
L eq = 77 dB(A)	L eq = 77 dB(A)	L eq = 70 dB(A)	L eq = 66 dB(A)
Lmin = 62 dB(A)	Lmin = 60 dB(A)	Lmin = 60 dB(A)	Lmin = 58 dB(A)
Lmax = 86 dB(A)	Lmax = 86 dB(A)	Lmax = 88 dB(A)	Lmax = 76 dB(A)
L mo = 76 dB(A)	L mo = 68 dB(A)	L mo = 64 dB(A)	L mo = 64 dB(A)

Escola 6



Fonte: valores medidos em sala de aula

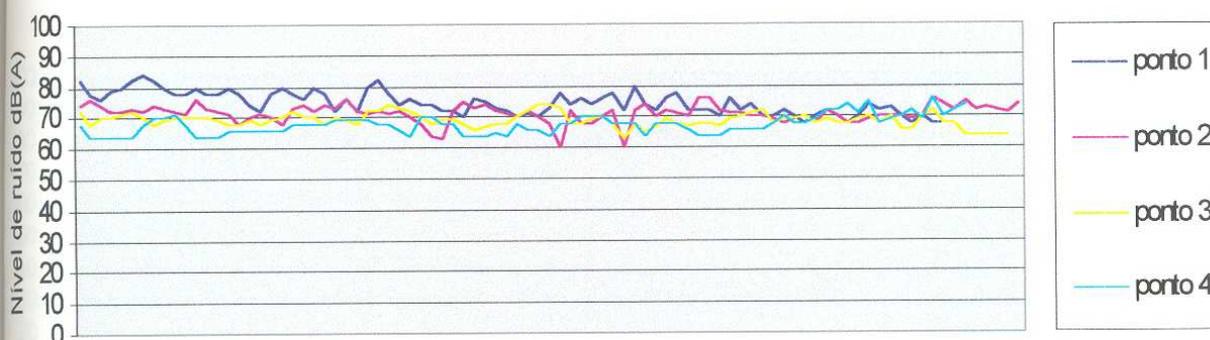
Comentário: os níveis de ruído estão acima do recomendável

Quadro 7

Escola 7

PONTO 1		PONTO 2		PONTO 3		PONTO 4	
L 10 =	81 dB(A)	L 10 =	75 dB(A)	L 10 =	73 dB(A)	L 10 =	72 dB(A)
L 50 =	75 dB(A)	L 50 =	72 dB(A)	L 50 =	69 dB(A)	L 50 =	68 dB(A)
L 90 =	70 dB(A)	L 90 =	68 dB(A)	L 90 =	67 dB(A)	L 90 =	64 dB(A)
L eq =	77 dB(A)	L eq =	72 dB(A)	L eq =	70 dB(A)	L eq =	69 dB(A)
Lmin =	68 dB(A)	Lmin =	60 dB(A)	Lmin =	63 dB(A)	Lmin =	64 dB(A)
Lmax =	84 dB(A)	Lmax =	76 dB(A)	Lmax =	74 dB(A)	Lmax =	76 dB(A)
L mo =	72 dB(A)	L mo =	72 dB(A)	L mo =	68 dB(A)	L mo =	68 dB(A)

Escola 7



Fonte: valores medidos em sala de aula

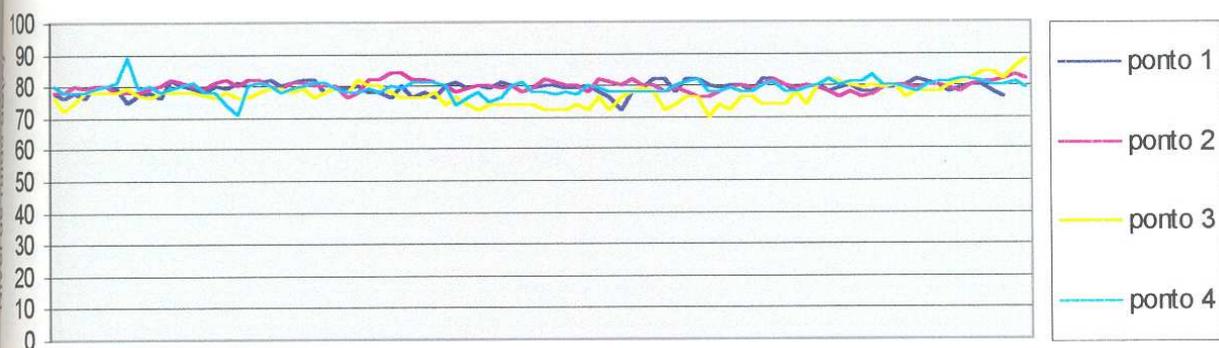
Comentário: os valores do ruído de fundo estão acima do recomendável

Quadro 8

Escola 8

PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4
L 10 = 82 dB(A)	L 10 = 83 dB(A)	L 10 = 81 dB(A)	L 10 = 82 dB(A)
L 50 = 80 dB(A)	L 50 = 80 dB(A)	L 50 = 78 dB(A)	L 50 = 80 dB(A)
L 90 = 76 dB(A)	L 90 = 78 dB(A)	L 90 = 74 dB(A)	L 90 = 78 dB(A)
L eq = 80 dB(A)	L eq = 81 dB(A)	L eq = 78 dB(A)	L eq = 80 dB(A)
Lmin = 72 dB(A)	Lmin = 76 dB(A)	Lmin = 70 dB(A)	Lmin = 71 dB(A)
Lmax = 82 dB(A)	Lmax = 80 dB(A)	Lmax = 88 dB(A)	Lmax = 89 dB(A)
L mo = 80 dB(A)	L mo = 84 dB(A)	L mo = 78 dB(A)	L mo = 78 dB(A)

Escola 8



Fonte: valores medidos em sala de aula

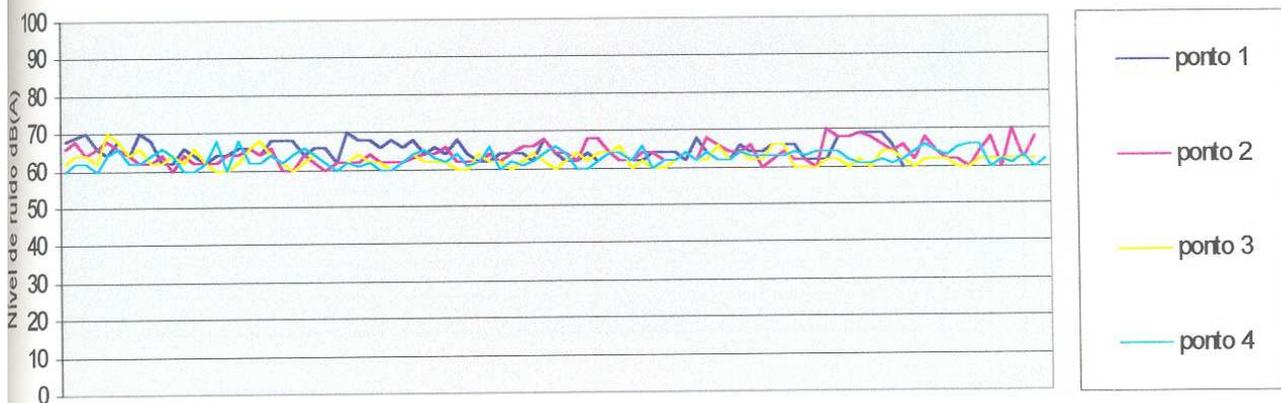
Comentário: os valores do ruído de fundo estão muito acima do recomendável

Quadro 9

Escola 9

PONTO 1		PONTO 2		PONTO 3		PONTO 4	
L 10	= 69 dB(A)	L 10	= 69 dB(A)	L 10	= 69 dB(A)	L 10	= 66 dB(A)
L 50	= 66 dB(A)	L 50	= 65 dB(A)	L 50	= 63 dB(A)	L 50	= 63 dB(A)
L 90	= 63 dB(A)	L 90	= 62 dB(A)	L 90	= 61 dB(A)	L 90	= 60 dB(A)
L eq	= 66 dB(A)	L eq	= 66 dB(A)	L eq	= 66 dB(A)	L eq	= 64 dB(A)
Lmin	= 60 dB(A)						
Lmax	= 70 dB(A)	Lmax	= 70 dB(A)	Lmax	= 84 dB(A)	Lmax	= 68 dB(A)
L mo	= 64 dB(A)	L mo	= 62 dB(A)	L mo	= 62 dB(A)	L mo	= 62 dB(A)

Escola 9



Fonte: valores medidos em sala de aula

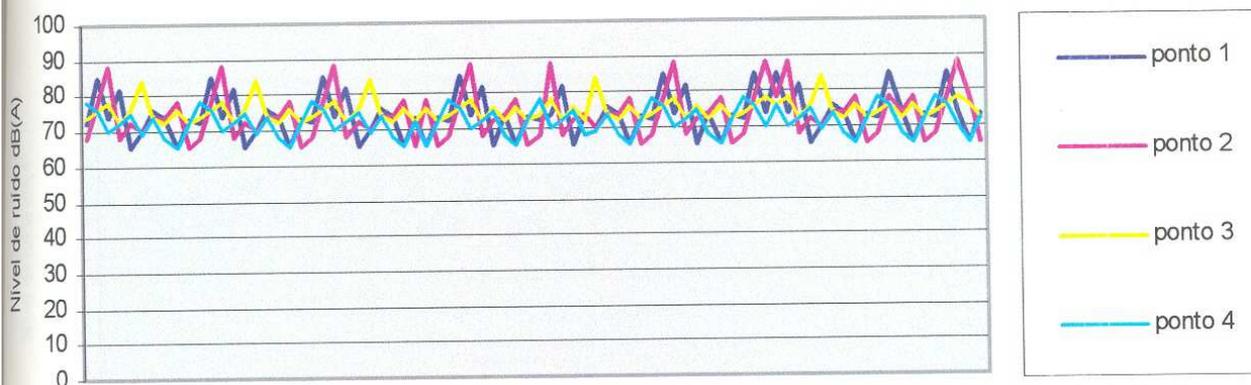
Comentário: os valores do ruído de fundo estão acima do recomendável

Quadro 10

Escola 10

PONTO 1		PONTO 2		PONTO 3		PONTO 4	
L 10 =	85 dB(A)	L 10 =	88 dB(A)	L 10 =	84 dB(A)	L 10 =	78 dB(A)
L 50 =	74 dB(A)	L 50 =	74 dB(A)	L 50 =	76 dB(A)	L 50 =	76 dB(A)
L 90 =	66 dB(A)	L 90 =	68 dB(A)	L 90 =	73 dB(A)	L 90 =	68 dB(A)
L eq =	79 dB(A)	L eq =	82 dB(A)	L eq =	80 dB(A)	L eq =	74 dB(A)
Lmin = 65 dB(A)		Lmin = 65 dB(A)		Lmin = 72 dB(A)		Lmin = 65 dB(A)	
Lmax = 85 dB(A)		Lmax = 88 dB(A)		Lmax = 84 dB(A)		Lmax = 78 dB(A)	
L mo = 74 dB(A)		L mo = 74 dB(A)		L mo = 76 dB(A)		L mo = 72 dB(A)	

Escola 10



Fonte: valores medidos em sala de aula

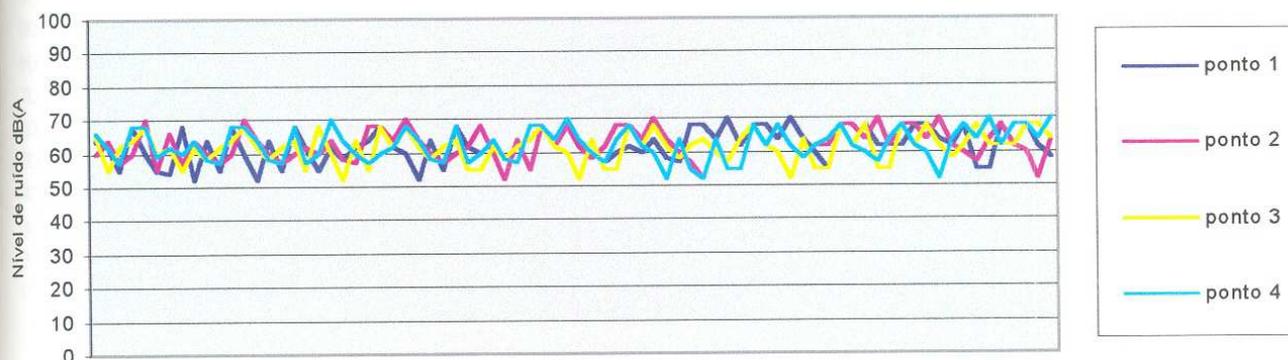
Comentário: os valores do ruído de fundo estão muito acima do recomendável

Quadro 11

Escola 11

PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4
L 10 = 68 dB(A)	L 10 = 70 dB(A)	L 10 = 68 dB(A)	L 10 = 68 dB(A)
L 50 = 62 dB(A)	L 50 = 63 dB(A)	L 50 = 63 dB(A)	L 50 = 63 dB(A)
L 90 = 54 dB(A)	L 90 = 57 dB(A)	L 90 = 57 dB(A)	L 90 = 58 dB(A)
L eq = 63 dB(A)	L eq = 65 dB(A)	L eq = 64 dB(A)	L eq = 64 dB(A)
Lmin = 52 dB(A)	Lmin = 55 dB(A)	Lmin = 55 dB(A)	Lmin = 57 dB(A)
Lmax = 68 dB(A)	Lmax = 70 dB(A)	Lmax = 68 dB(A)	Lmax = 68 dB(A)
L mo = 64 dB(A)	L mo = 60 dB(A)	L mo = 62 dB(A)	L mo = 62 dB(A)

Escola 11



Fonte: valores medidos em sala de aula

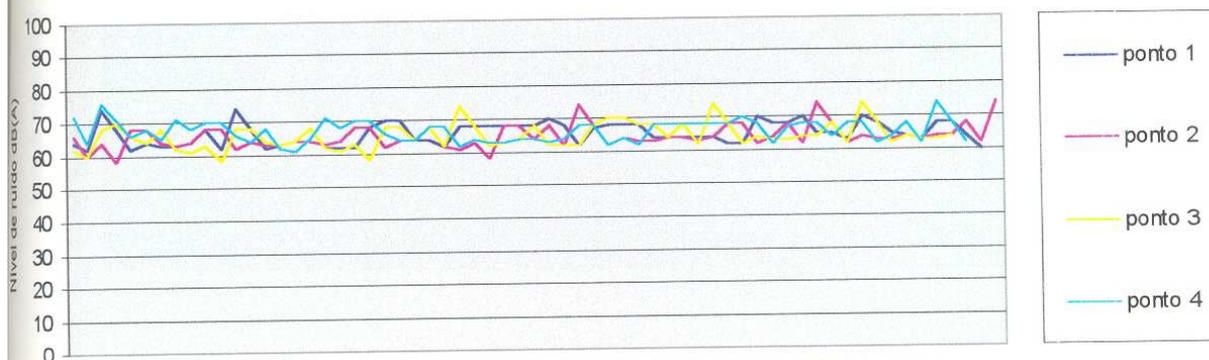
Comentário: os valores do ruído de fundo estão acima do recomendável

Quadro 12

Escola 12

PONTO 1		PONTO 2		PONTO 3		PONTO 4	
L 10	= 74 dB(A)	L 10	= 68 dB(A)	L 10	= 70 dB(A)	L 10	= 76 dB(A)
L 50	= 65 dB(A)	L 50	= 65 dB(A)	L 50	= 64 dB(A)	L 50	= 70 dB(A)
L 90	= 63 dB(A)	L 90	= 60 dB(A)	L 90	= 61 dB(A)	L 90	= 65 dB(A)
L eq	= 70 dB(A)	L eq	= 65 dB(A)	L eq	= 66 dB(A)	L eq	= 72 dB(A)
Lmin	= 62 dB(A)	Lmin	= 58 dB(A)	Lmin	= 60 dB(A)	Lmin	= 64 dB(A)
Lmax	= 74 dB(A)	Lmax	= 68 dB(A)	Lmax	= 70 dB(A)	Lmax	= 76 dB(A)
L mo	= 64 dB(A)	L mo	= 64 dB(A)	L mo	= 68 dB(A)	L mo	= 71 dB(A)

Escola 12



Fonte: valores medidos em sala de aula

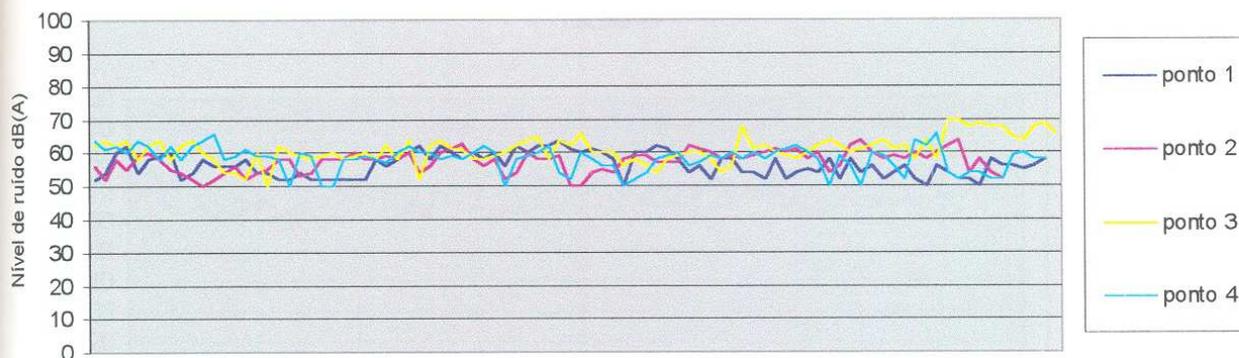
Comentário: os valores do ruído de fundo estão acima do recomendável

Quadro 13

Escola 13

PONTO 1		PONTO 2		PONTO 3		PONTO 4	
L 10	= 72 dB(A)	L 10	= 62 dB(A)	L 10	= 68 dB(A)	L 10	= 63 dB(A)
L 50	= 57 dB(A)	L 50	= 59 dB(A)	L 50	= 61 dB(A)	L 50	= 59 dB(A)
L 90	= 53 dB(A)	L 90	= 53 dB(A)	L 90	= 55 dB(A)	L 90	= 53 dB(A)
L eq	= 66 dB(A)	L eq	= 58 dB(A)	L eq	= 63 dB(A)	L eq	= 59 dB(A)
Lmin	= 50 dB(A)						
Lmax	= 72 dB(A)	Lmax	= 68 dB(A)	Lmax	= 70 dB(A)	Lmax	= 66 dB(A)
L mo	= 58 dB(A)						

Escola 13



Fonte: valores medidos em sala de aula

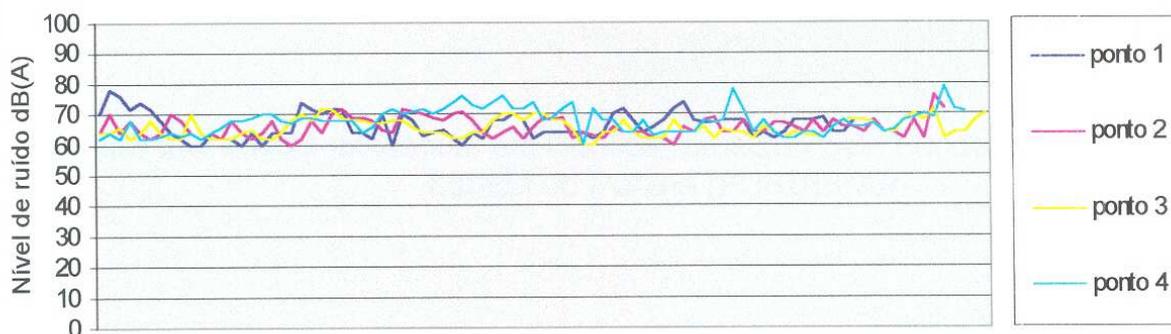
Comentário: os valores do ruído de fundo estão acima do recomendável

Quadro 14

Escola 14

PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4
L 10 = 73 dB(A)	L 10 = 70 dB(A)	L 10 = 70 dB(A)	L 10 = 73 dB(A)
L 50 = 66 dB(A)	L 50 = 65 dB(A)	L 50 = 65 dB(A)	L 50 = 68 dB(A)
L 90 = 62 dB(A)	L 90 = 62 dB(A)	L 90 = 62 dB(A)	L 90 = 63 dB(A)
L eq = 69 dB(A)	L eq = 67 dB(A)	L eq = 67 dB(A)	L eq = 69 dB(A)
Lmin = 60 dB(A)			
Lmax = 78 dB(A)	Lmax = 72 dB(A)	Lmax = 72 dB(A)	Lmax = 76 dB(A)
L mo = 64 dB(A)	L mo = 64 dB(A)	L mo = 64 dB(A)	L mo = 68 dB(A)

Escola 14



Fonte: valores medidos em sala de aula

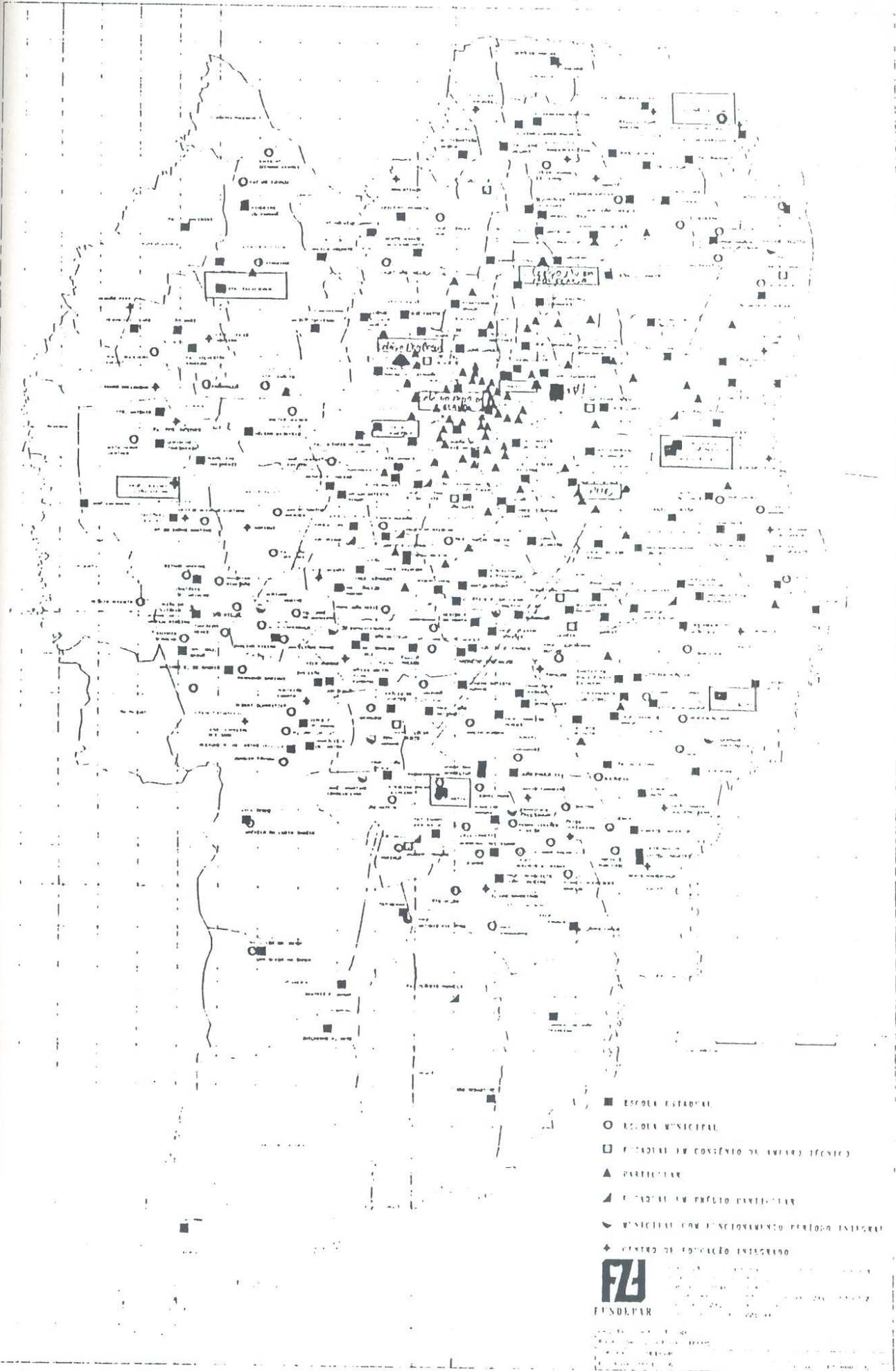
Comentário: os valores do ruído de fundo estão bem acima do recomendável

ANEXO 2

Mapa das escola existentes em Curitiba fornecido pela Fundação Educacional do Estado do Paraná (FUNDEPAR).



REDE ESCOLAR DE CURITIBA



ANEXO 3

Questionários dos professores e Pedagogos e ficha de observação dos materiais e mobiliários das salas de aula.

QUESTIONÁRIO SOBRE O RUÍDO EM SALA DE AULA

1. O Sr.(a) considera que há muito ruído ambiental, na sua sala de aula?

SIM ()

NÃO ()

NÃO SEI ()

2. Qual é o ruído que mais o incomoda ?

.....
.....
.....

3. O Sr.(a) considera. que ruído na sala de aula pode interferir no desempenho escolar do aluno?

SIM ()

NÃO ()

NÃO SABE ()

outras observações

.....
.....

4. No seu curso de formação profissional, recebeu alguma informação específica sobre fatores ambientais que podem prejudicar o desempenho escolar?

SIM ()

NÃO ()

5. Enquanto o Sr.(a) está dando aula precisa falar mais alto para ser entendido?

SEMPRE() FREQUENTEMENTE () AS VEZES () RARAMENTE () NUNCA()

6. Como se sente após um dia de trabalho em sala de aula?

.....
.....
.....

7. O Sr.(a) acredita que a sua sala de aula pode ter algum aspecto arquitetônico, que possa ser alterado, para melhorar a sua condição acústica?

SIM ()

NÃO ()

NÃO SABE ()

QUAL?

.....
.....

8. O Sr.(a) tem alguma outra sugestão para diminuir o ruído na sua sala de aula?

.....
.....
.....

QUESTIONÁRIO PEDAGOGOS

1) O Sr.(a) considera que o ruído de fundo existente no ambiente escolar pode interferir com a aprendizagem? Em caso afirmativo, acredita que o estudo dos aspectos ambientais da sala de aula constitui-se assunto de relevância para os profissionais envolvidos com a Educação?

2) O Sr.(a) já observou a abordagem dos aspectos ambientais da sala de aula serem discutidos nos cursos de formação de professores, em qualquer nível? Acredita que a discussão sobre este aspecto poderia ser significativa para a melhoria da qualidade das atividades desenvolvidas na escola?

DESCRIÇÃO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO E MOBILIÁRIO

	PAREDE	JANELA	PORTA	PISO	TETO	MESA ALUNO	CADEIRA ALUNO
ALVENARIA							
REBOCO							
FORRAÇÃO							
MADEIRA							
SIMPLES							
DUPLA							
ABERTA							
FECHADA							
SEMI-ABER							
SEM CORTINA							
COM CORTINA FINA							
COM CORTINA GROSSA							
COM TACO DE MADEIRA							
COM CARPETE							
COM BORRACHA							
PISO ESPECIAL LAJE							
MADEIRA							
COM TRATAMENTO ESPECIAL MADEIRA							
MADEIRA+ METAL FÓRMICA							
FÓRMICA+ METAL							
MATERIAL ESPECIAL							

OUTRAS OBSERVAÇÕES.....

.....

ANEXO 4

Normas Brasileiras Registradas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)



SUMÁRIO

- 1 Objetivo
- 2 Normas complementares
- 3 Condições gerais
- 4 Relatório

ANEXO A Análise de frequências

ANEXO B Avaliação de ruído em ambientes internos

1 OBJETIVO

1.1 Esta Norma fixa as condições exigíveis para avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades. Ela especifica um método para a medição de ruído, a aplicação de correções nos níveis medidos (de acordo com a duração, característica espectral e fator de pico) e uma comparação dos níveis corrigidos, com um critério que leva em conta os vários fatores ambientais.

1.2 O método de avaliação envolve as medições do nível de ruído, na escala de compensação A, em decibels (comumente chamado dB (A)).

1.3 Uma análise espectral pode ser necessária quando for preciso realizar medidas corretivas. Os dados resultantes podem ser comparados com as curvas de avaliação de ruído, por exemplo, Curvas NC a fim de identificar as bandas de frequências intrusas. Este procedimento mais elaborado é descrito no Anexo A.

2 NORMAS COMPLEMENTARES

Na aplicação desta Norma é necessário consultar:

- NBR 10152 - Níveis de ruído para conforto acústico - Procedimento
- IEC-651 - Sound level meters

Origem: ABNT 0:01.00-003/87 (NB-1095)
CE-0:01.06 - Comissão de Estudo de Acústica
GT-1 - Especificações Acústicas

SISTEMA NACIONAL DE
METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO
E QUALIDADE INDUSTRIAL

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA
DE NORMAS TÉCNICAS



Palavras-chave: ruído . conforto acústico .

NBR 3 NORMA BRASILEIRA REGISTRADA

período de tempo no qual o histórico do nível sonoro é observado, precisa ser escolhido de acordo com a característica das variações do ruído. Se possível, o período deve cobrir mais de uma variação típica do ciclo.

3.2 Determinação do nível de ruído corrigido (L_c)

Em muitos casos, são necessárias correções nos níveis de som medidos (L_A), para se obter uma melhor avaliação do incômodo à comunidade. Estas correções são dependentes das características do ruído com respeito ao fator de pico, característica espectral, duração e flutuação. A soma do L_A e possíveis correções é denominada nível sonoro corrigido (L_c); isto é, o nível sonoro de um ruído estacionário sem caráter impulsivo ou tons puros que, é assumido, venha causar o mesmo incômodo que o ruído medido.

3.2.1 Procedimento

3.2.1.1 Ruído estacionário (como o ruído da chuva) sem caráter impulsivo ou tons audíveis, é classificado pelo nível sonoro L_A em dB (A), medido por meio de um medidor de nível sonoro.

3.2.1.2 Ruído estacionário com características impulsivas (como martelagens ou rebitagens) ou com impulsos discretos é classificado pelo nível sonoro em dB (A) acrescido da correção dada na Tabela 1, primeira entrada. O valor a ser tomado é a média das máximas leituras obtidas.

Notas: a) Outras técnicas de medição e classificação de ruído impulsivo podem se tornar apropriadas, especialmente quando forem publicadas normas para instrumentos de medição adequados (ao ruído impulsivo).

b) Se o nível sonoro variar numa faixa de valores muito extensa, deve ser usado o procedimento descrito em 3.2.1.5.

3.2.1.3 Ruído estacionário que contenha componentes tonais audíveis (por exemplo, apitos, chiados, zumbidos) é classificado pelo nível sonoro L_A acrescido da correção dada na Tabela 1, segunda entrada.

3.2.1.4 Se o ruído é intermitente, apresentando pausas (por exemplo, ruído industrial quase inalterado por várias horas, seguido de pausa), deve ser aplicada ao nível sonoro L_A uma correção de acordo com a Tabela 1, terceira entrada, para se levar em conta a duração reduzida do ruído. A duração do ruído deve ser avaliada sobre um período de tempo relevante o qual pode ser definido pelas autoridades locais, como por exemplo "o período diurno, e o período noturno". Para ruído durante a noite pode ser oportuno definir-se um nível limite absoluto.

Notas: a) Os limites de horário para o período diurno e noturno, podem ser definidos pelas autoridades de acordo com os hábitos da população. Reco

TABELA 1 - Correções a serem aplicadas ao nível sonoro em dB(A)

Características peculiares do ruído		Correção dB (A)
Fator de pico	Ruído impulsivo (por exemplo, martelagens)	+ 5
Características especiais	Presença de componentes tonais audíveis	+ 5
Duração do ruído, de nível sonoro L_A , expresso em percentagem do período de tempo relevante	Entre: 100 e 56 56 e 18 18 e 6 6 e 1,8 1,8 e 0,6 0,6 e 0,2 menor que 0,2	0 - 5 - 10 - 15 - 20 - 25 - 30

3.2.2 Determinação do nível sonoro corrigido

O nível sonoro corrigido é determinado como segue:

a) para ruídos de nível constante, por:

$L_c = L_A + 5$ quando o ruído é impulsivo ou quando contém componentes tonais audíveis, ou ambos. Deve ser adicionada também a correção de duração, quando o ruído for intermitente.

b) para ruído de nível flutuante, por:

$L_c = L_{eq} + 5$ quando o ruído é impulsivo ou quando contém componentes tonais audíveis, ou ambos.

3.3 Critérios de ruído

3.3.1 Generalidades:

3.3.1.1 De maneira geral, um ruído é responsável pela provocação de queixas sempre que o nível exceder de uma certa margem o ruído de fundo preexistente, ou quando atingir um certo nível absoluto.

3.3.1.2 O método de avaliação do ruído baseia-se numa comparação entre o nível sonoro corrigido com um nível critério (ou nível limite), o qual leva em consideração várias características do ambiente. O critério relaciona-se com o nível de fundo preexistente; ou é fixado para uma determinada zona em geral, ou é medido diretamente em casos especiais.

3.3.1.3 O método para a fixação de um critério de ruídos em geral (por exemplo, para fins de zoneamento) está dado em 3.3.2; o método para avaliação de ruídos em casos especiais, baseado na medição do nível de ruído de fundo, está dado em 3.3.3.

3.3.3 Casos especiais

3.3.3.1 Para avaliar o ruído em circunstâncias especiais, por exemplo, no caso de queixas sobre um ruído determinado num lugar específico, deve ser usado como critério o nível de fundo.

3.3.3.2 O nível de ruído de fundo (ruído ambiente) é a média dos níveis de som mínimos no local e hora considerados, na ausência do ruído em questão. É obtido, observando o ponteiro ou mostrador do medidor de nível sonoro e lendo o nível mínimo que se repete várias vezes (média dos mínimos). Quando for empregada a análise estatística dos níveis sonoros, o nível de ruído de fundo deve ser considerado como o nível que é superado em 90% do tempo de observação.

- Notas:
- O nível de ruído de fundo inclui apropriadamente as influências do tipo de zona, da estação e da hora do dia, não devendo serem usadas correções. Serve ainda como parâmetro do ruído no exterior e no interior de uma construção, com janelas abertas ou fechadas, sempre que seja medido nas mesmas condições que o ruído intrusivo.
 - Para prevenir que o nível de ruído de fundo cresça gradualmente e conveniente comparar o nível de ruído de fundo medido com critério geral derivado conforme 3.3.2 para zonas e períodos determinados.

3.4 Avaliação do ruído em relação à resposta da comunidade

3.4.1 Para avaliar o ruído em relação à expectativa de resposta da comunidade, o nível sonoro corrigido, obtido conforme indicado em 3.2, deve ser comparado com os valores e critério de 3.3.2 ou 3.3.3.

3.4.2 Se o nível sonoro corrigido exceder o valor critério, o ruído pode provocar a resposta da comunidade. Diferenças de 5 dB (A) são insignificantes; queixas devem ser certamente esperadas se a diferença ultrapassar 10 dB (A). A Tabela 4 mostra uma estimativa da reação pública que pode ser esperada quando o nível sonoro corrigido ultrapassar o nível-critério em determinado valor.

TABELA 4 — Resposta estimada da comunidade ao ruído

Valor em dB (A) pelo qual o nível sonoro corrigido ultrapassa o nível-critério	Resposta estimada da comunidade	
	Categoria	Descrição
0	Nenhuma	Não se observa reação
5	Pouca	Queixas esporádicas
10	Média	Queixas generalizadas
15	Enérgicas	Ação comunitária
20	Muito enérgicas	Ação comunitária vigorosa

ANEXO A – ANÁLISE DE FREQUÊNCIAS

O método de avaliação recomendado, baseado em medições de nível sonoro com pensado A, é dado no corpo desta Norma. Porém, uma análise de frequências do ruído será valiosa em alguns casos para fins classificatórios e é essencial quando forem aplicadas medidas corretivas para reduzir o ruído. Neste caso, pode ser empregado um conjunto de curvas de classificação do ruído, para se comparar o espectro medido. Isto torna possível a identificação das faixas de frequências intrusas. As curvas NC estão apresentadas na NBR 10152.

/ANEXO B



ABNT-Associação
Brasileira de
Normas Técnicas

Sede:
Rio de Janeiro
Av. Treze de Maio, 13.258 - Centro
CEP 20003 - Caixa Postal 1694
Rio de Janeiro - RJ
Tel.: (021) 217-1100
Telex: (021) 2171-ABNT
Fax: (021) 217-1100
E-mail: abnt@abnt.org.br

Copyright 1990
ABNT-Associação Brasileira
de Normas Técnicas
Printed in Brazil
Impresso no Brasil
Todos os direitos reservados

DEZ 1987

NBR 10152

Níveis de ruído para conforto acústico

Procedimento

Origem: Projeto NB-95/1986
CE-00.001.06 - Comissão de Estudo de Acústica
GT-1 - Especificações Acusticas
NBR 10152 - Acoustics - Loud levels for acoustical comfort - Procedure
Descriptors: Loud, Highest level, Acoustical comfort
Incorpora Errata, de JUN 1992
Reimpressão da NB-95, de MAR 1987

Palavras-chave: Ruído. Níveis máximos. Conforto acústico 4 páginas

SUMÁRIO

- 1 Objetivo
- 2 Documentos complementares
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- ANEXO - Análise de frequências

1 Objetivo

Esta Norma fixa os níveis de ruído compatíveis com o conforto acústico em ambientes diversos.

Notas: a) As questões relativas a riscos de dano à saúde em decorrência do ruído são estudadas em normas técnicas.

b) A aplicação desta Norma não exclui as recomendações básicas referentes as demais condições de conforto.

2 Documentos complementares

Na aplicação desta Norma é necessário consultar:

NBR 10151 - Avaliação de ruído em áreas habitadas, visando ao conforto da comunidade - Procedimento

IEC 225 - Octave, half-octave and third-octave band filters intended for the analysis of sound and vibrations

IEC 651 - Sound level meters

3 Definições

Para os efeitos desta Norma são adotadas as definições de 3.1 a 3.4.

3.1 Pressão sonora ponderada A, em pascals (P_A)

Valor eficaz (RMS) da pressão sonora determinada pelo uso do circuito ponderado A, conforme a IEC 651.

3.2 Nível pressão sonora, em decibels (L_p)

O nível da pressão sonora é dado pela expressão:

$$L_p = 10 \log_{10} \left(\frac{P}{P_0} \right) \text{ [dB]}$$

Onde:

P = valor eficaz da pressão, em pascals

P_0 = pressão sonora de referência (20 μ Pa)

3.3 Nível de pressão sonora ponderado L_{pA} , em decibels (A)

O nível de pressão sonora ponderado L_{pA} é dado pela expressão

$$L_{pA} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_A}{P_0} \right) \text{ [dB(A)]}$$

3.4 Curva de avaliação de ruído (NC)

Método de avaliação de um ruído num ambiente determinado.

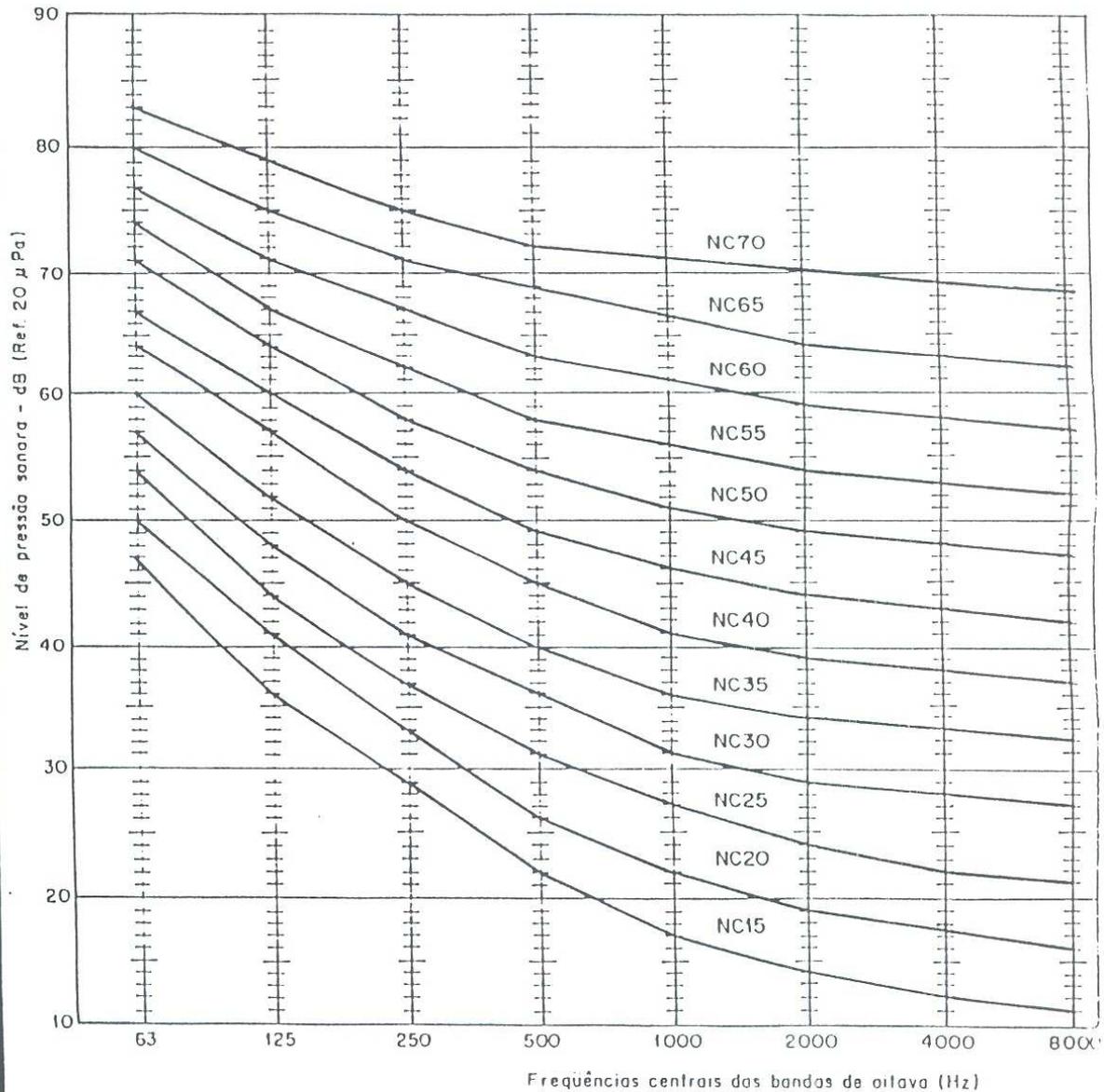
ANEXO - Análise de frequências

A-1 O método de avaliação recomendado, baseado nas medições do nível sonoro $dB(A)$, é dado nesta Norma, todavia, a análise de frequências de um ruído sempre é importante para objetivos de avaliação e adoção de medidas de correção ou redução do nível sonoro. Assim sendo, incluem-se na Figura várias curvas de avaliação de ruído (NC), através das quais um espectro sonoro pode ser comparado, permitindo uma identificação das bandas de frequência mais significativas e que necessitam correção.

A-1.1 As curvas NC são dadas na Figura e os níveis de pressão sonora correspondentes estão na Tabela 2.

A-1.2 A análise das bandas de oitava do ruído na gama de 63 Hz a 8 000 Hz deve ser determinada com filtros que obedecem à IEC 225.

A-1.3 Na utilização das curvas NC, admite-se uma tolerância de ± 1 dB, com relação aos valores (ver Figura e Tabela 2)



Fonte: Manual Ashrae Volume Sistemas Capítulo 35 - 1980

Figura - Curvas de avaliação de ruído (NC)

ANEXO B – AVALIAÇÃO DE RUÍDO EM AMBIENTES INTERNOS

Níveis-critérios gerais para avaliação de ambientes internos residenciais podem ser obtidos a partir daqueles utilizados para ruído em ambientes externos dados em 3.3.2. Tais valores são obtidos pela adição de correções conforme o de cr ê s c i m o do nível sonoro do ambiente externo para o interno, seja com janelas a b e r t a s ou fechadas. A Tabela 5 abaixo fornece os valores das correções:

TABELA 5 – Correções a serem aplicadas ao nível critério geral (ambiente externo) para se obter o valor critério para ambiente interno

Condições da janela	Correção em dB (A)
Janelas abertas	- 10
Janelas simples fechadas	- 15
Janelas duplas fechadas ou fixas	- 20

Nota: As correções são aproximações e p o d e m v a r i a r com a área e a i s o l a ç ã o o f e r e r e c i d a pela janela, bem como com a absorção sonora do recinto. Se for possível efetuar medição do i s o l a m e n t o real da janela, este valor deverá ser adotado.

ANEXO 5

Características do Medidor de Pressão Sonora utilizado na avaliação das salas de aula.

Description	Features	Product Data	Contact Us
-------------	----------	--------------	------------

Modular Precision Sound Level Meter Type 2231 is a Type I precision instrument. Its comprehensive construction and extreme accuracy make it ideal for measurements according to the most stringent standards. In addition, a system of interchangeable application modules allow it to perform a variety of measurements not previously possible with a single hand-held instrument.

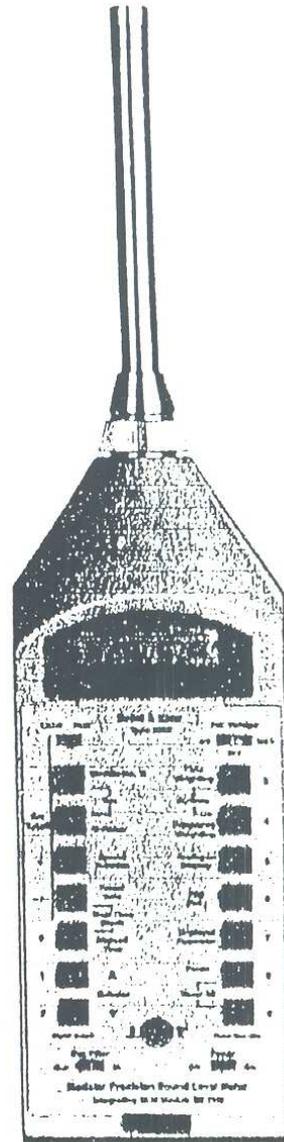
The versatility of the instrument is further enhanced by its selectable polarization voltage, which allows use of almost any Bruel & Kjaer microphone and extends the measurement possibilities.

Measurements are displayed on four digit display. The SPL (RMS or Peak) is continuously monitored on quasi-analogue display. The digital output allows interfacing with computers or printers for external control or documentation. An AC output allows chart or tape recording or audio monitoring of the signal, a DC output allows chart recording of any parameter shown on the digital portion of the display.

Modular Precision Sound Level Meter Type 2231 derives its many measurement capabilities from a series of interchangeable application modules. Each application module has its own faceplate. When a module is inserted, the loaded software defines the functions of the pushkeys of the instrument. Once the software is loaded, the module itself may be removed. The software is maintained even when the sound level meter is turned off.

2231 with BZ 7110: Integrating Sound Level Meter

With Application Module BZ 7110



932252e

the 2201 is a general purpose integrating sound level meter. There are three time responses available (Fast, Slow and Impulse) and four frequency weightings (A, C, F in 10 Hz to 20 kHz and All Pass). It can display any of the following parameters:

- MAXP (max. Peak hold)
- PEAK (max. Peak in 1 s period)
- INST (samp. RMS in 1 s period)
- SPL (max. RMS in 1 s period)
- MAXL (max. SPL hold)
- MINL (min. SPL hold)
- LEQ (or L_{1m} with 1 time weighting)
- SEL (or SEL with 1 time weighting)
- Elapsed Time (meas. time in H.M.S)
- OVL (overload time in % of meas. time)
- OVR (overrange time in % of meas. time)
- UNR (underrange time in % of meas. time)
- Current time

The BZ 7110 features several special functions which increase measurement and data-handling possibilities.

USES:

- 11 Measurement of L_{eq} and $L_{1,AV}$ (SIL)
- 11 Analysis in 1/1 - or 1/3 - octave bands with Filter Sets Type 1621 or 1625
- 11 Infrasound and ultrasound analysis with Filter Set Type 1627
- 11 Sound power measurements according to the survey method
- 11 Impulsive noise emission rating of business machines according to international standards
- 11 Measurement of low sound levels below 10 dB depending upon the particular 1/3 - octave band
- 11 Calibration standard sound level meter

FEATURES:

- 1 Interchangeable application modules allow measurement of wide range of acoustic parameters
 - 1 RMS and Peak detection in parallel
 - 1 Storage of measurement data in up to 99 records
 - 1 Real-time clock to mark records with date and time
 - 11 Fulfils IEC 804 Type 1, and relevant sections of IEC 651 Type 1 I, and ANSI S1.4 (1983) Type 1
 - 1 Printouts available in 6 languages
 - 11 24 to 130 dB measuring range with standard microphone (30 to 150 dB with attenuator) in 7 overlapping sub-ranges
 - 1 Extra wide all pass frequency range allows infra- and ultrasound measurements
 - 1 Full external control and communication
 - 11 When used with Microphone Type 4133 and Extension Cable AQ0027, fulfils IEC 804 Type 0 and relevant sections of IEC 651 Type 0 I
-

ANEXO 6

Sugestões da FUNDEPAR para construção de escolas.

RECOMENDAÇÕES BÁSICAS PARA EXECUÇÃO DE ESCOLAS DIREÇÃO, SECRETARIA, SALA DE PROFESSORES

EXIGÊNCIAS AMBIENTAIS

- pé direito mínimo: 2,40m.
- área de iluminação mínima: 1/5 de área de piso.
- área de ventilação mínima: 1/10 da área de piso.
- laje ou forro obrigatório.
- iluminação fluorescente ou incandescente.
- nível de iluminamento: 300 lux.
- carga accidental a ser prevista: 200 Kgf/m².

ALMOXARIFADO

EXIGÊNCIAS AMBIENTAIS

- pé direito mínimo: 2,40m.
- área de iluminação mínima: 1/10 da área do piso.
- área de ventilação mínima: 1/20 da área do piso.
- laje ou forro obrigatório.
- iluminação fluorescente ou incandescente. / nível de iluminamento : 100 lux.
- carga accidental a ser prevista: 500 Kgf/m².

SALA DE AULA/ 1º GRAU, PRÉ-ESCOLAR E CLASSE ESPECIAL

EXIGÊNCIAS AMBIENTAIS

- área mínima: 1,20m² por aluno.
- pé direito mínimo: 2,70m (viga-piso).
- pé direito mínimo: 3,00m. (laje ou forro - piso).
- área de iluminação mínima: 1/5 da área de piso.
- área de ventilação mínima: 1/10 da área de piso.
- iluminação natural à esquerda da lousa, vista de frente, ou iluminação zenital.
- ventilação cruzada obrigatória através de pequenas aberturas localizadas na parte superior da parede oposta à das janelas.
- paredes com acabamento de cor clara; até a altura do peitoril o acabamento deverá ser semi-impermeável.
- laje ou forro obrigatório.
- iluminação fluorescente ou incandescente.
- nível de iluminamento: 300 lux.
- carga accidental a ser prevista: 300 Kgf/m².

FUNDEPAR Fundação Educacional do Estado do Paraná

- piso no mínimo, 5cm acima do nível da circulação.
- verga máxima 1/8 do pé direito.
- acesso à sala de aula pela frente, junto ao quadro verde.
- colocação de faixa de madeira com 15cm de largura a 57cm de altura do piso, em todas as paredes com exceção da parede do quadro verde.

BIBLIOTECA/USO MÚLTIPLO

EXIGÊNCIAS AMBIENTAIS

- pé direito mínimo: 3,00m.
- área de iluminação mínima: 1/5 da área de piso.
- área de ventilação mínima: 1/10 da área de piso.
- iluminação natural à esquerda da lousa, vista de frente, ou iluminação zenital.
- ventilação cruzada obrigatória através de pequenas aberturas localizadas na parte superior da parede oposta à das janelas.
- paredes com acabamento de cor clara; até a altura do peitoril o acabamento deverá ser semi-impermeável.
- laje ou forro obrigatório.
- iluminação fluorescente ou incandescente.
- nível de iluminamento: 300 lux.
- carga accidental a ser previstas: 300 Kgf/m².

PÁTIO COBERTO

EXIGÊNCIAS AMBIENTAIS

- pé direito mínimo, sob viga = 3,00m a 3,50, dependendo do tamanho do galpão.
- proteção contra chuvas e ventos fortes: solução arquitetônica que mais se adapte a cada projeto específico - fechamento dos vãos necessários com alvenaria, construção de beirais, etc.
- os ruídos produzidos no galpão não deverão interferir com as atividades pedagógicas e administrativas desenvolvidas nos demais ambientes da escola.
- vão livre mínimo: aproximadamente 9m, de modo a garantir uma faixa de área contínua dentro do galpão.
- não necessita de forro.
- paredes com acabamento semi-impermeável.

FUNDEPAR Fundação Educacional do Estado do Paraná

- iluminação incandescente (no caso de as luminárias estarem fixadas a uma altura superior a 4,00m, substituir por iluminação de vapor de mercúrio).
- nível de iluminamento: 100 lux.
- carga acidental a ser prevista: 400 Kgf/m².
- bebedouros obrigatórios.
- ralos sifonado.
- área mínima de 0,50m² por aluno.

INSTALAÇÕES SANITÁRIAS SEPARADAS PARA CADA SEXO

- 1 vaso sanitário na instalação sanitária feminina para cada sala de aula com capacidade de 35 alunos.
- 1 vaso sanitário masculino para cada sala de aula com capacidade de 35 alunos. A partir de 2 vasos, prever um 1/3 da capacidade instalada, para mictório.
- é obrigatória a instalação de bebedouros higiênicos nas áreas de recreação; na relação de 1 bebedouro para cada grupo de 50 alunos ou fração desse número.
- é obrigatória a instalação de lavatórios para cada grupo de 100 alunos ou fração desse número.
- pé direito mínimo de 2,40m.
- área de iluminação natural mínima de 1/8 da área do piso.
- área de ventilação natural mínima de 1/10 da área do piso.
- piso lavável.
- paredes laváveis até altura de 1,80, revestidas e pintadas acima dessa altura.
- iluminação fluorescente ou incandescente.
- nível de iluminamento 100 lux.
- carga acidental a ser prevista: 200Kgf/m².
- ralo sifonado.
- a calha mictório deverá ser em aço inox sem emendas.

COZINHA, DESPENSA

EXIGÊNCIAS AMBIENTAIS

- pé direito mínimo: 2,40m.
- área de iluminação mínima: 1/6 da área de piso (cozinha).
1/6 da área de piso (despensa).
- área de ventilação mínima: 1/8 da área de piso (cozinha).
1/8 da área de piso (despensa).

FUNDEPAR Fundação Educacional do Estado do Paraná

- laje ou forro obrigatório.
- piso e paredes de material Impermeável, resistente e frequentes, lavagens.
- iluminação: fluorescente (cozinha) ou Incandescente.
incandescente(despensa).
- nível de iluminamento: 300 lux (cozinha).
100 lux (despensa).
- carga acidental a ser prevista: 200 Kgf/m² (cozinha).
500 Kgf/m² (despensa).
- cuba funda obrigatória.

DEPÓSITO DE MATERIAL DE EDUCAÇÃO FÍSICA EXIGÊNCIAS AMBIENTAIS

- pé direito mínimo: 2,40m.
- área de iluminação mínima: 1/10 da área de piso.
- área de ventilação mínima: 1/20 da área de piso.
- paredes com acabamento semi-Impermeável até a altura do peitoril.
- lajes ou forro obrigatório.
- iluminação incandescente.
- nível de iluminamento: 100 lux.
- carga acidental a ser prevista: 400 Kgf/m².

DEPÓSITO DE MATERIAL DE LIMPEZA EXIGÊNCIAS AMBIENTAIS

- pé direito mínimo: 2,40m.
- área de iluminação mínima: 1/10 da área de piso.
- área de ventilação mínima: 1/20 da área de piso.
- paredes com acabamento semi-impermeável até a altura do peitoril.
- não necessita forro.
- iluminação incandescente.
- nível de iluminamento: 100 lux.
- carga acidental a ser prevista: 300 Kgf/m².

FUNDEPAR Fundação Educacional do Estado do Paraná

CIRCULAÇÃO HORIZONTAL

EXIGÊNCIAS AMBIENTAIS

- largura: - mínima de 3,60m, no caso de circulações externas de acesso de alunos.
- mínima de 1,80m, no caso de circulações internas, ou de acordo com o fluxo de alunos através das circulações:
 - 1,80m, comporta o fluxo de alunos até 6 salas de aula.
 - 2,70m, comporta o fluxo de alunos de 7 a 9 salas de aula.
 - 3,60m, comporta o fluxo de alunos de 10 ou mais salas de aula.
- considerar a possibilidade de ampliação das edificações, quando do dimensionamento das circulações.
- paredes com acabamento semi-impermeável.
- peitoril com altura mínima de 1,00m, no caso de circulações abertas no 2º pavimento.
- pé direito mínimo das circulações cobertas: 2,40m.
- é necessário o uso de forros.
- os corredores fechados deverão ser providos de iluminação e ventilação naturais.
- as circulações centrais deverão ser providas de abertura para iluminação e ventilação, a cada conjunto de 4 salas de aula.
- iluminação artificial: incandescente.
- nível de iluminamento: 100 lux.
- prever pontos de vigia a cada 10,80m, sendo obrigatória a colocação de um ponto próximo aos quadros de distribuição. (iluminação noturna).
- carga accidental a ser prevista: 300kgf/m^2 .

CIRCULAÇÃO VERTICAL

EXIGÊNCIAS AMBIENTAIS

- largura: - mínima de 3,60m, no caso de circulações externas de acesso de alunos.
- mínima de 1,80m, no caso de circulações internas, ou de acordo com o fluxo de alunos através das circulações:
 - 1,80m, comporta o fluxo de alunos até 6 salas de aula.
 - 2,70m, comporta o fluxo de alunos de 7 a 9 salas de aula.
 - 3,60m, comporta o fluxo de alunos de 10 ou mais salas de aula.
- considerar a possibilidade de ampliação das edificações, quando do dimensionamento das escadas e rampas.

FUNDEPAR Fundação Educacional do Estado do Paraná

- altura máxima dos degraus = 17cm.
- não serão permitidas escadas com trechos em leque.
- os lances de escada não poderão ultrapassar 15 degraus, sendo obrigatório a existência de patamares com no mínimo 1,20m, acima desse número.
- as escadas deverão ter corrimãos, instalados a uma altura constante, entre 0,75m e 0,85m acima do nível da borda do piso dos degraus.
- as escadas com largura superior a 2,70m deverão ter corrimão central.
- nenhuma porta de sala de aula deverá distar mais de 30 metros de uma escada de saída.
- o piso dos degraus e patamares, bem como o das rampas com declividade superior a 6% deverão ser de material não escorregadio.
- paredes das escadas e rampas com acabamento semi-impermeável.
- declividades máxima das rampas: 12%.
- iluminação artificial: incandescente.
- nível de iluminamento: 100 lux.
- prever pontos de vigia a cada 10,00m, sendo obrigatória a colocação de um ponto próximo aos quadros de distribuição. (Iluminação noturna).
- carga accidental a ser prevista: 300 kgf/m².

QUADRA DE ESPORTES

EXIGÊNCIAS AMBIENTAIS

- localização afastada das edificações, principalmente das janelas de salas de aula; fácil acesso através do galpão.
- nos casos de proximidades com divisas, edificações ou grandes desníveis, prever alambrados de proteção nas laterais prejudicadas.
- orientação NORTE-SUL.
- faixas demarcatórias pintadas no piso, referentes às diversas modalidades de esportes.
- caimento no piso (0,3%) para escoamento das águas pluviais.
- iluminação: vapor de mercúrio (no caso de haver duas quadras somente uma deverá ser iluminada).
- nível de iluminamento: 75 a 90 lux.

FUNDEPAR Fundação Educacional do Estado do Paraná

- carga accidental a ser prevista: 400 kgf/m^2 .

INSTALAÇÕES

- b projetores/lâmpada de vapor de mercúrio, fixadas em postes de concreto.

ANEXO 7

Absorção acústica de materiais de construção e acabamento.

Absorção Acústica de Materiais de Acabamento e Construção

Arqta. Lourdes Zunino Rosa
 OCAM Consultoria e Projetos
 Rua Paula Brito, 671/305-Andaraí
 20541.190, RJ, RJ
 Prof. Jules G. Slama
 COPEUFRJ

1. Introdução
 O presente trabalho é parte de uma Tese de Mestrado em Arquitetura [1] que teve como objetivo fornecer dados técnicos para projetos de acústica arquitetônica, através de princípios básicos e exemplos práticos de aplicação.

2. Absorção Acústica
 O coeficiente de absorção dos materiais de construção é um elemento importante no projeto arquitetônico, já que influi na qualidade acústica do ambiente construído. Para facilitar o trabalho dos projetistas, reunimos em fichas técnicas, o desempenho de materiais disponíveis no mercado brasileiro. Realizamos, também, um estudo comparativo de alguns destes produtos, apresentados em gráficos. A seguir uma amostragem deste trabalho.

3. Fichas Técnicas
 Para trabalhar com condicionamento acústico, precisamos conhecer o coeficiente de absorção (α) de materiais, pessoas e objetos, dependendo de cada projeto. O coeficiente α , é idealmente definido como uma fração do nível de potência sonora que incide, aleatoriamente sobre uma superfície e por ela absorvido (varia conforme frequência).

E VIDRO

Fabricante: SANTA MARINA

Descrição: PAINEL RÍGIDO

MASSA VOLM ₃ Kg/m ³	MONTAGEM ÁREA DA AMOSTRA	CERTIFICADO E DATA	ES.PES. mm	COEF. DE ABSORÇÃO SONORA					
				125	250	500	1000	2000	4000
30	PISO 10,80m ²	IPT no. 781847 30/08/90	50	0,17	0,62	0,90	1,00	1,07	0,97
40	FORRO SUSPENSO PLENUM 400mm / 12m ²	IPT no. 776376 15/12/89	25	0,50	0,73	0,49	0,71	0,74	0,69
40	PISO 10,80m ²	IPT no. 776047 05/12/89	25	0,05	0,24	0,50	0,70	0,87	0,87
60	FORRO SUSPENSO PLENUM 400mm / 12m ²	IPT no. 775001 24/11/89	25	0,50	0,74	0,60	0,73	0,79	0,78

LÃ DE VIDRO Fabricante: SANTA MARINA Descrição: FELTRO EM ROLO

TIPO	MASSA VOLM ₃ Kg/m	MONTAGEM, ÁREA DA AMOSTRA	CERTIFICADO E DATA	ESPES. mm	COEF. DE ABSORÇÃO SONORA					
					125	250	500	1000	2000	4000
FSB-12-50	12	PISO 12m ²	IPT no. 782056 05/09/90	50	0,16	0,42	0,68	0,94	0,95	1,00
FSB-12-75	12	-	IPT no. 782055 05/09/90	75	0,22	0,72	0,97	1,07	0,90	1,02
FSB-20-25	20	-	IPT no. 778442 27/03/90	25	0,12	0,33	0,59	0,81	0,90	0,93
FSB-20-50	20	-	IPT no. 775516 10/11/89	50	0,21	0,50	0,84	1,00	0,99	1,03

LÃ DE VIDRO Fabricante: SANTA MARINA Descrição: DUTO DE AR CONDI-
CIONADO

DUTOVID	80	4 PLACAS S/PISO ² 11,7m	IPT no. 658577 11/08/82	25	0,03	0,19	0,50	0,95	1,02	1,03

LÃ DE ROCHA Fabricante: FIBERGLAS Descrição: FIBRAS LONGAS AGLOMERADAS COM RESINA

TIPO	MASSA VOLM ₃ Kg/m	MONTAGEM AREA DA AMOSTRA	CERTIFICADO E DATA	ESPES mm	COEF. DE ABSORÇÃO SONORA					
					125	250	500	1000	2000	4000
MS-20	32	PISO	REALIZADO NO LABORATÓRIO DA UFSC EM 18/11/88	50	0,35	0,40	0,74	0,80	0,91	0,96
MS-20	32	10,80m ²		100	0,84	0,98	1,10	1,11	1,09	1,17
MS-40	64			50	0,50	0,58	0,91	1,10	1,05	1,06
MS-40	64			100	0,87	1,23	1,19	1,15	1,12	1,09

FIBRAS CERAMICAS Fabricante: MORGANITE Descrição: FIBRAS CERÂMICAS A BASE DE CILICA E ALUMINA

TIPO	MASSA VOLM ₃ Kg/m	MONTAGEM AREA DA AMOSTRA	CERTIFICADO E DATA	ESPES mm	COEF. DE ABSORÇÃO SONORA					
					125	250	500	1000	2000	4000
MANTA KAOWOOL	64	PISO 13m ²	No. RAL A86-343 RIVERBANK ACOUSTICAL LABS	25	0,10	0,29	1,00	1,04	0,99	0,98
MANTA KAOWOOL	96	-	..	25	0,12	0,35	0,99	0,88	0,90	0,91
MANTA KAOWOOL	64	-	..	51	0,27	0,92	1,01	1,01	1,03	1,10
MANTA KAOWOOL	96	-	..	51	0,33	0,92	0,83	0,89	0,92	0,91

FIBRAS DE MADEIRA Fabricante: CLIMATEX Descrição: CHAPAS DE FIBRA DE MADEIRA MINERAL PRENSADA

TIPO	MASSA VOLUME. Kg/m ³	MONTAGEM E AREA DE AMOSTRA	CERTIFICADO E DATA	ESPES. MM	COEF. DE ABSORÇÃO SONORA					
					125	250	500	1000	2000	4000
C-25	440	PISO 11,52m ²	NO.1 MCC001/90 Laboratório UPSM	25	0,03	0,10	0,23	0,59	0,81	0,62

FIBRAS DE MADEIRA Fabricante: EUCATEX Descrição: CHAPA DE FIBRA DE EUCALIPTO

TIPO	MASSA VOL. (kg/m ³)	FONTE	ESPESSURA (mm)	NRC *
ISOLANTE SIMPLES	260	Fabricante	12	0,3
ISOLANTE SUPER	230	"	50	0,4
"	230	"	100	0,4
ISOLANTE REVESTIDO	260	"	12	0,3

* NRC - "Noise reduction class" - Média aritmética dos coeficientes de absorção entre as frequências de 250, 500, 1000 e 2000 Hz. O NRC é utilizado quando as baixas frequências não são importantes.

ESPUMA DE POLIURETANO Fabricante: ILLBRUCK Descrição: ESPUMA C/CUNHAS

TIPO	MASSA VOLUME. Kg/m ³	MONTAGEM E AREA AMOSTRA	CERTIFICADO E DATA	ESPES. mm	COEF. DE ABSORÇÃO SONORA					
					125	250	500	1000	2000	4000
SONEX	35		IPT NO. 766445 12/88	20	0,04	0,12	0,28	0,44	0,60	0,73
SONEX	35	PISO ₂ 12m	IPT NO. 766446 12/88	35	0,06	0,20	0,45	0,71	0,95	0,89
SONEX	35		IPT NO. 766442 12/88	50	0,07	0,32	0,72	0,88	0,97	1,01
SONEX	35		IPT NO. 766444 12/88	75	0,13	0,53	0,90	1,07	1,07	1,00
SONEX CHUMBO		PISO ₂ 12M	IPT NO. 799058 07/92	42,2	0,20	0,21	0,25	0,35	0,40	0,50

ESPUMA DE POLIURETANO Fabricante: ART SPUMA Descrição: ESPUMA SOBRE FOLHA DE CHUMBO *

ART CUSTIC	35	PISO ₂ 12m	IPT NO. 793535 18/12/91	65	0,27	0,77	0,63	0,67	0,71	0,85
------------	----	--------------------------	----------------------------	----	------	------	------	------	------	------

* Painel de chapa de aço 2mm + placa de espuma esculpida 30mm + espuma lisa 25mm + película de chumbo 3mm + espuma lisa de 10mm compactada para 5mm.

Revista de Acústica e Vibrações, Vol. 12, Junho/93

Revista de Acústica e Vibrações, Vol. 12, Junho/93

MANTA DE POLIESTER Fabricante: RHODIA Descrição: MANTA DE POLIESTER EXTRUDADO

TIPO	DENSID. SUPERF. Kg/m ²	MONTAGEM E AREA DE AMOSTRA	CERTIFICADO E DATA	ESPES. MM	COEF. DE ABSORÇÃO SONORA					
					125	250	500	1000	2000	4000
BIDIN OP060	0.60	PISO 10m ²	IPT no. 470997 02/76	6	0,03	0,05	0,12	0,20	0,38	0,58

CARPETES Fabricante: FADEMAC Descrição: MANTA COM 100% DE PROPILENO

TIPO	DENSID. SUPERF. Kg/m ²	MONTAGEM E AREA DE AMOSTRA	CERTIFICADO E DATA	ESPES. MM	COEF. DE ABSORÇÃO SONORA					
					125	250	500	1000	2000	4000
MURA-FLEX	0.40	PISO 11.0m ²	IPT no. 799218 08/07/92	3,7	0,02	0,04	0,09	0,10	0,29	0,40
BOU-CLE	0.69	PISO 12m ²	IPT no. 782090 06/09/90	4,5	0,03	0,07	0,17	0,30	0,53	0,69

CONCRETO CELULAR Fabricante: SIPOREX Descrição: BLOCOS DE CONCRETO CELULAR AUTOCLAVADO

TIPO	MASSA VOLUME Kg/m ³	PONTE	ESPES. mm	COEF. DE ABSORÇÃO SONORA					
				125	250	500	1000	2000	4000
BLOCO 0,45	450	Fabricante	100	0,02	-	0,19	-	0,34	-

DESCRIÇÃO	FONTE	ESPES. mm	COEF. DE ABSORÇÃO SONORA					
			125	250	500	1000	2000	4000
CORTIÇA EM PLACAS	Documentation Française du Batiment (marca SMCI)	25	0,08	0,08	0,37	0,68	0,30	0,47
	ABNT NB-101 conforme Hans W. Dobram	19	0,09	0,02	0,06	0,19	0,21	0,22
CORTIÇA EM PLACAS COLADAS NO CHÃO	Building Research Station USA. conforme Knudsen e Harris	8	0,08	0,02	0,08	0,09	0,21	0,22
BORRACHA EM ROLO	ABNT NB-101 conforme Hans W. Dobram	3	0,04	0,04	0,08	0,12	0,03	0,10
VIDRAÇA DE JANELA	ABNT NB-101 conforme Hans W. Dobram	-	-	0,04	0,03	0,02	-	-
	General Building Material	-	0,35	0,25	0,10	0,12	0,07	0,04
TIJOLO DE VIDRO PLACAS DE 0,9 A 0,6m	Documentation Française du Batiment (marca Verdex ACR) ensaios em tubo de Kundi	40	0,45	0,88	0,78	0,73	0,99	0,05

DESCRIÇÃO	FONTE	ES PES. mm	COEF. DE ABSORÇÃO SONORA					
			125	250	500	1000	2000	4000
PAREDE TIJOLO PIN- TADA	W.C.Sabino, segundo Knudsen e Harris	450	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
PAREDE DE TIJOLO NÃO PINTADA	"	450	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07
BLOCOS DE TIJOLO VAZA- DO COM ABER- TURAS EXPOS- TAS	J.I.Pizzuti-Laboratorio da UFSM (piso)	200	0,05	0,28	0,28	0,32	0,32	0,40
IDEM CHEIOS DE CASCA DE ARROZ	"	200	0,55	0,95	0,68	0,85	0,80	0,68
BLOCO DE CONCRÊTO RÚSTICO	General Building Mat. and Furnishing segundo Knudsen e Harris	-	0,36	0,44	0,31	0,29	0,39	0,25
BLOCO DE CONCRETO PINTADO	"	-	0,10	0,05	0,06	0,07	0,09	0,08

DESCRIÇÃO	FONTE	ES PES. mm	COEF. DE ABSORÇÃO SONORA					
			125	250	500	1000	2000	4000
CONCRETO DESPEJADO SEM PINTAR	"	-	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
CONCRETO DESPEJADO PINTADO	"	-	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
GESSO/MASSA ACAB. LISO S/ TIJOLO TELHA	General Building Mat. and Furnishing segundo Knudsen e Harris	-	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
GESSO CARTO- NADO (GYPSUM SOBRE SARRA- FOS DE 40cm)	"	12,5	0,29	0,10	0,05	0,04	0,07	0,05
PAINEL DE AGLOMERADO	General Building Mat. and Furnishing segundo Digital Tecnologia de Audio e Video Ltda.	6	0,60	0,30	0,10	0,09	0,09	0,0
PAINEL DE AGLOMERADO	"	10	0,28	0,22	0,17	0,09	0,10	0,1

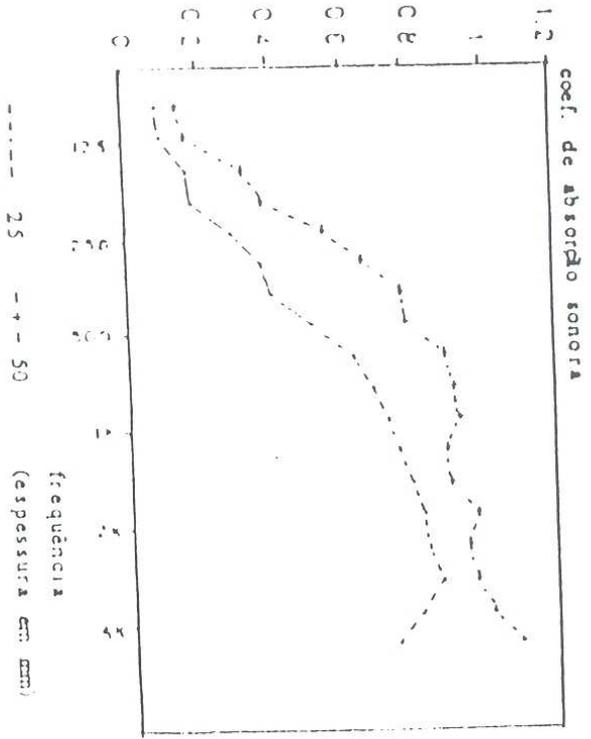
TIPO	MONTAGEM E ÁREA DE AMOSTRA	CERTIFICADO E DATA	ESPES. mm	COEF. DE ABSORÇÃO SONORA					
				125	250	500	1000	2000	4000
FORRO DE LÃ DE VIDRO				Fabricante: SANTA MARINA					
K/60 GLACIAL	FORRO SUS- PENSO PLENUM 400mm / 12m ²	IPT no.775490	25	0,20	0,38	0,48	0,51	0,25	0,11
FORROVID ES- TANQUE P.A.	-	IPT no.781124 01/08/90	20	0,23	0,12	0,22	0,70	0,36	0,10
FORROVID PLAFOND 50	-	IPT no.775489 10/11/89	20	0,24	0,52	0,44	0,49	0,27	0,10
FORRO DE LÃ ROCHA				Fabricante: EUCATEX					
EUCAROC	MÉTODO DE TUBO DE CÂMARA DE	-	-	0,31	0,39	0,47	0,60	0,77	0,79
TEXTURIZADO	AR 50mm / LAB. IGOR	-	-	0,14	0,12	0,28	0,28	0,36	0,30
JUTA	SRESNEWKY	-	-	0,07	0,12	0,10	0,12	0,12	0,30

TIPO	MONTAGEM E ÁREA DE AMOSTRA	CERTIFICADO E DATA	ESPES. mm	COEF. DE ABSORÇÃO SONORA					
				125	250	500	1000	2000	4000
FIBRA PROJETADA A BASE DE LÃ DE VIDRO				Fabricante: SANTA MARINA					
FISTOFIBRA AMARELO	-	IPT no.733427 12/05/86	de 30 a 40	0,07	0,33	0,64	0,75	0,89	0,96
A BASE DE VERMICULITA				Fabricante: EUCATEX					
ISOCUSTIC	-	Fonte: Fabri- cante	10	-	0,15	0,35	0,65	0,78	0,65
A BASE DE CELULOSE				Fabricante: TRATAMENTO TERMO-ACUSTICO LTDA.					
ACUSTIC-MIL	-	Fabricante	-	0,05	0,24	0,65	0,87	0,99	1,00
CELUJET	-	IPT no.713455 14/05/85	de 25 a 30	0,06	0,22	0,60	0,87	0,98	0,10
A BASE DE POLIURETANO PULVERIZADO				Fabricante: L'AVALLE					
ESPUMA PULVE- RIZADA	-	Fabricante	25	0,12	0,18	0,27	0,19	0,62	0,22

4. Gráficos Comparativos
 Estudamos os materiais fibrosos, por sua dupla ação de absorção, que se dá via arto viscoso (abertura entre fibras) como na maioria dos materiais porosos e também por perdas internas (absorção da energia vibratória adquirida pelas próprias fibras). [2].

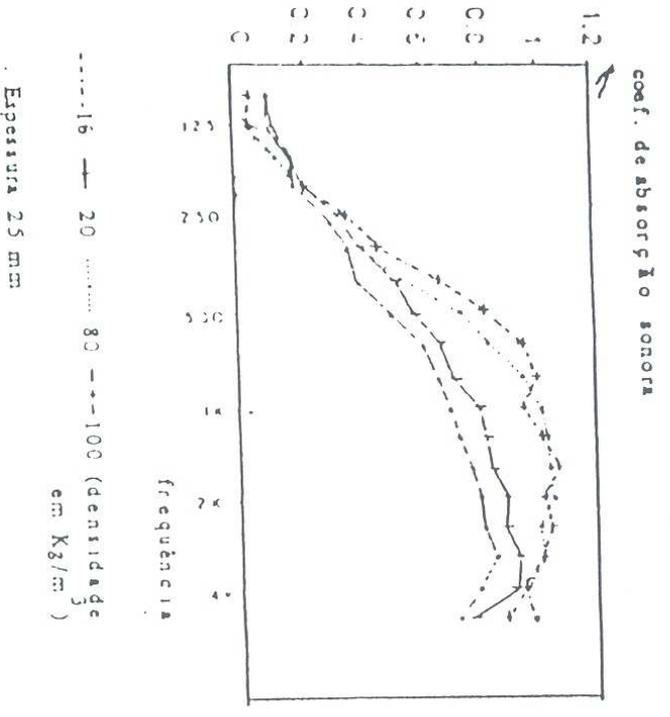
Efeitos de Espessura - de uma maneira geral, para baixas densidades (12 a 30 Kg/m³), quanto mais espesso, melhor desempenho nas frequências médias (250 a 1 KHz). Já materiais mais densos, quanto mais espessos, tendem a melhorar seu desempenho nas baixas frequências e apresentando pouca variação nas altas frequências. Considerou-se montagem contra superfície rígida.

mesma montagem, mesma densidade
 espessura diferente



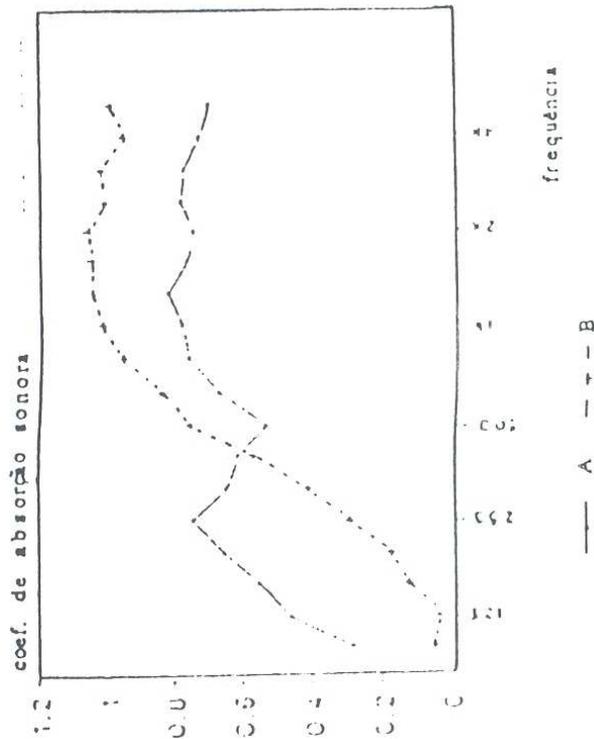
Efeitos de Densidade - para a mesma espessura, quanto maior a densidade, menor o desempenho em baixas frequências. Materiais montados contra superfície rígida.

mesma montagem, mesma espessura
 densidade diferente



Efeitos da Montagem - montados contra superfícies rígidas, tendem a melhorar o desempenho acima de 500 Hz e piorar abaixo desta faixa, se comparados com materiais montados com espaçamento de ar. A variação no espaçamento de ar, também afeta o resultado e está relacionada com o comprimento da onda sonora incidente.

montagem diferente, mesma espessura
mesma densidade



A - com espaçamento de ar de 400 mm

B - material montado contra superfície rígida

5. Conclusões

Chamamos atenção à importância da montagem do material absorvente no desempenho final de absorção de um determinado sistema e também ao fato que materiais de mesma densidade e espessura, apresentam resultados diversos se colocados contra superfícies rígidas, como paredes ou quando fixados afastados destas, como em forros. Estes dados podem influir no custo final do projeto e portanto devem ser analisados com rigor.

Constatamos também que muitos materiais ditos acústicos, não têm testes que possam comprovar suas qualidades neste sentido. Acreditamos que este fato tenda a se reverter, à medida que aumenta a preocupação e demanda de soluções em torno da poluição sonora e qualidade do ambiente construído. Quanto maior o número de técnicos atuando nesta área, maior a pressão sobre o mercado, facilitando a exigência de laudos, o surgimento de novos materiais, a pesquisa com materiais alternativos (desenvolvendo produtos com matéria-prima local e de baixo custo), novas soluções e padrões de construções urbanas.

O desenvolvimento da acústica arquitetônica é recente, mas com certeza contribuirá para uma melhoria social, tendo em vista que o ruído afeta a saúde física e mental dos indivíduos.

6. Referências Bibliográficas

- [1] Zunino Rosa, L. "Absorção Acústica na Qualidade do Ambiente Construído: da Sala de Estar ao Estúdio de Som." Tese, M. Sc. Arquitetura, FAU/UFRRJ, set. 1992.
- [2] Documentation Française du Bâtiment, L'Acoustique, Paris Ed. Publications du Moniteur, 1987.