

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais

**PROPOSIÇÃO DE ALGORITMO PARA AVALIAÇÃO DA
QUALIDADE ACÚSTICA EM AMBIENTE ESCOLAR**

Reginaldo Costa

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade de Taubaté. Área de concentração: Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. José Geraldo Querido.

Taubaté – SP
2008

PROPOSIÇÃO DE ALGORITMO PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE ACÚSTICA EM AMBIENTE ESCOLAR

Reginaldo Costa

Professor de Ciências/Matemática

Orientador: Prof. Dr. **José Geraldo Querido**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade de Taubaté. Área de concentração: Ciências Ambientais
Orientador: Prof. Dr. José Geraldo Querido

Taubaté – SP
2008

PROPOSIÇÃO DE ALGORITMO PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE ACÚSTICA EM AMBIENTE ESCOLAR

REGINALDO COSTA

Dissertação aprovada em 11 de Junho de 2008.

Banca Examinadora:

| Membro | Instituição |
|--|---|
| Prof. Dr. José Geraldo Querido | UNITAU - Universidade de Taubaté Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais |
| Prof. Dr. Márcio J. Estefano de Oliveira | UNITAU - Universidade de Taubaté Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais |
| Prof. Dr. Luiz Eduardo de Oliveira | UNESP – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá – Dep. Eng. Civil |

Prof. Dr. José Geraldo Querido
Orientador

Dedico este trabalho a minha esposa Kátia, aos meus filhos Eduardo e Thaís que me incentivaram a participar desta nova tarefa. Aos meus pais Reinaldo e Elza que em todos os momentos de minha vida sempre me apoiaram.

Agradecimentos

A Secretaria de Educação do Estado de São Paulo que através do Projeto Bolsa-Mestrado – CENP, viabilizou este estudo concedendo-me um afastamento parcial das atividades pedagógicas sem prejuízo de vencimentos durante os estudos presenciais e num segundo momento concedendo um auxílio financeiro para pagamento das mensalidades do curso.

As professoras Eliana Pereira Maciel e Valéria Bitencourt Leite, Supervisora de Ensino e Assistente Técnico Pedagógica responsáveis pelo Projeto Bolsa-Mestrado – CENP na Diretoria de Ensino de Guaratinguetá que atuaram de forma exemplar no acompanhamento deste projeto.

A Direção e Coordenação da EE Dr. Flaminio Lessa representadas aqui pelas professoras Maria Teresa Fernandes e Lucia Helena Tressoldi que sempre valorizaram os meus esforços e me apoiaram na realização desta tarefa.

Ao professor Doutor José Geraldo Querido, meu orientador, que desde o princípio foi o meu incentivador e companheiro durante esta nova realização.

Ainda que eu fale a língua dos homens e dos anjos, se não tiver amor, serei como o bronze que soa ou como o címbalo que retine.

Ainda que eu tenha o dom de profetizar e conheça todos os mistérios e toda a ciência; ainda que eu tenha tamanha fé, a ponto de transportar montes, se não tiver amor, nada serei.

E ainda que eu distribua todos os meus bens entre os pobres e ainda que entregue o meu próprio corpo para ser queimado, se não tiver amor, nada disso me aproveitará.

O amor é paciente, é benigno; o amor não arde em ciúmes, não se ufana, não se ensoberbece, não se conduz inconvenientemente, não procura os seus interesses, não se exaspera, não se ressentido do mal; não se alegra com a injustiça, mas regozija-se com a verdade; tudo sofre, tudo crê, tudo espera, tudo suporta.

O amor jamais acaba...

Quando era menino, falava como menino, sentia como menino, pensava como menino; quando cheguei a ser homem, desisti das coisas próprias de menino....

Agora, pois, permanecem a fé, a esperança e o amor...

RESUMO

PROPOSIÇÃO DE ALGORITMO PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE ACÚSTICA EM AMBIENTE ESCOLAR

Este trabalho estuda as relações existentes entre a qualidade acústica dentro de um ambiente construído - salas de aula da rede pública estadual - o desempenho escolar alcançado pelos alunos, a qualidade de vida do professor neste ambiente de trabalho e a percepção por parte da sociedade sobre os problemas causados pelo excesso de ruído. Trata-se mais especificamente da proposição de um algoritmo que possibilite ao administrador escolar verificar a qualidade acústica das salas de aula e de elaborar um plano de trabalho que vise sanar os problemas detectados. A sala de aula é um ambiente que merece uma atenção especial no quesito acústica. Neste espaço, a transmissão do conhecimento se realiza, em sua maioria, através da fala e num ambiente comprometido acusticamente o resultado final é diretamente influenciado pela sua qualidade. Salas de aula com baixa qualidade acústica geram prejuízos aos alunos em relação ao processo de ensino-aprendizagem e ao professor no que se refere a sua saúde vocal. Através da aplicação do algoritmo, o administrador escolar envolve toda a comunidade escolar na busca de dados que possibilite uma análise detalhada da situação da escola. Este envolvimento coletivo possibilita que as ações elaboradas e implementadas sejam mais facilmente acatadas por todos, pois os envolvidos apresentam-se representados no processo de coleta de dados e tomada de decisões.

Palavras-chave: Acústica de sala de aula. Ambiente construído. Excesso de Ruído. Problemas de ensino-aprendizagem. Voz do professor.

ABSTRACT

PROPOSITION OF ALGORITHM FOR EVALUATION OF THE ACOUSTIC QUALITY IN SCHOOL ENVIRONMENT

This work studies the relationships found among these elements: the acoustic quality of a building - classrooms in public schools, the student's performance, the teacher's life quality, the perception from society on the problems caused by the noise excess. It deals more specifically with the proposition of an algorithm that makes possible the school administrator verify the acoustic quality of the classrooms and elaborate a work plan that intended to solve the detected problems. The classroom is a place that deserves special attention in the acoustics conditions. In this space the exchange of knowledge takes place in its majority through the speech and in an atmosphere acoustically disturbed, the final result is influenced directly by its quality. Classrooms with low acoustic quality generate damages to the students' teaching-learning process and to the teachers' vocal health. Through the application of the algorithm the school administrator involves the whole school community in the search of data that makes possible a detailed analysis of the situation of the school. This collective involvement makes actions more easily accepted by all, because all the people involved are represented in the process of data collection and in the decisions taken.

Key words: The acoustic quality of a classroom. Noise excess. Teaching-learning problems. The teacher's voice.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 11 |
| 2 JUSTIFICATIVA..... | 14 |
| 3 OBJETIVO GERAL..... | 17 |
| 3.1 Objetivo específico..... | 17 |
| 4 REVISÃO DE LITERATURA..... | 18 |
| 5 METODOLOGIA..... | 35 |
| 6 RESULTADO E DISCUSSÃO..... | 37 |
| 6.1 SEQUENCIAMENTO LÓGICO DO ALGORITMO..... | 45 |
| 6.1.2 O DIAGNÓSTICO..... | 45 |
| 6.1.2.1 Projeto escolar e o ruído excessivo..... | 46 |
| 6.1.2.2 Administração escolar e o ruído excessivo..... | 46 |
| 6.1.3 O SOM E SUAS CARACTERÍSTICAS..... | 47 |
| 6.1.4 DESENCADEAMENTO DE AÇÕES..... | 48 |
| 6.1.4.1 Projeto da escola..... | 48 |
| 6.1.4.2 Constatação do ruído excessivo..... | 52 |
| 6.1.4.3 Medidas mitigadoras..... | 53 |
| 7 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO..... | 57 |
| 8 REFERÊNCIAS | 58 |
| 9 ANEXOS..... | 62 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----------|
| Tabela 1 - Distribuição de porcentagens de entrevistados segundo os tipos de ruídos que mais os incomodam..... | 21 |
| Tabela 2 – Distribuição em porcentagens e número de entrevistados segundo as reações psicosociais ao ruído urbano..... | 21 |
| Tabela 3 – Distribuição em porcentagens e número de entrevistados segundo a questão sobre o incômodo provocado pelo ruído da rua..... | 21 |
| Tabela 4 – Há ruído externo à sala de aula que são percebidos por você durante as atividades didáticas?..... | 22 |
| Tabela 5 – Por favor, classifique o grau de incômodo gerado pelos ruídos externos..... | 22 |
| Tabela 6 – Em caso de provocar incômodo você procura superar o problema?..... | 22 |
| Tabela 7 - Problemas causados pelo excesso de ruído..... | 23 |
| Tabela 8 – Resposta estimada da comunidade quando exposta aos níveis máximos de ruído de acordo com a NBR 10151..... | 25 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----------|
| Figura 1. Algoritmo para abordagem da qualidade acústica das salas de aula..... | 45 |
| Figura 2. Fluxograma que apresenta o estudo inicial..... | 46 |
| Figura 3. Fluxograma que apresenta a relação entre o som, seus malefícios e benefícios. | 48 |
| Figura 4. Posicionamento da quadra de esportes ao lado das salas de aula..... | 50 |
| Figura 5. Posicionamento da cantina ao lado das salas de aula..... | 50 |
| Figura 6. Piso cerâmico prejudica a qualidade acústica das salas de aula..... | 51 |
| Figura 7. Posição do prédio em relação ao ruído externo: próximo da via férrea..... | 51 |
| Figura 8. Fluxograma que apresenta as medidas mitigadoras sobre as fontes de ruído.. | 54 |
| Figura 9. Colocação de cortinas..... | 55 |
| Figura 10. Painel de feltro/madeira como elemento de controle de reverberação..... | 56 |
| Figura 11. Estantes com livros: elemento de controle de reverberação dentro das salas de aula..... | 56 |

1 INTRODUÇÃO

Entre os problemas enfrentados pelas sociedades modernas, os que se referem aos diversos tipos de poluição têm recebido por parte dos especialistas uma atenção especial.

Observa-se hoje que a sociedade reconhece os problemas gerados pelos diversos tipos de poluição, opina a seu respeito e age dentro de sua individualidade com ações pontuais e, em muitos momentos, coletivamente, atua de forma consciente para corrigir suas causas e sanar seus efeitos danosos.

Alguns tipos de poluição como a da água, do ar e do solo receberam nos últimos anos um tratamento especial devido a uma maior divulgação realizada por organismos governamentais e não-governamentais. Outro fator que vem favorecendo a divulgação das suas causas e efeitos é a sua fácil visualização por parte da sociedade, criando assim um impacto imediato.

Um outro problema que vem se agravando nas últimas décadas é o da poluição sonora. Essa ainda se encontra numa situação de pouca divulgação, carecendo de projetos que ampliem a oferta de informações e que conscientizem a sociedade sobre suas causas e efeitos gerados no homem e no ambiente.

Observa-se que em várias regiões de uma cidade ou até mesmo em determinados ambientes, o desconforto e os malefícios provocados pela poluição

sonora atingem indistintamente pessoas de todas as idades, sexo, situação econômica ou social.

Os problemas gerados na saúde dos indivíduos podem ser de origem fisiológica ou psicológica, acarretando danos de difícil reparação ou até mesmo irreversíveis.

Pesquisas relatam que a população declara-se estar acostumada com o excesso de ruído, aceitando o mesmo como uma consequência natural da sociedade moderna. Este posicionamento dificulta uma ação preventiva, criando assim uma falsa situação de normalidade.

Observa-se também que a população desconhece os malefícios provocados pelo excesso de ruído em seu organismo, reafirmando assim o falso conceito de normalidade.

Verifica-se a necessidade de criar meios para diagnosticar e informar a sociedade dos problemas relacionados com o excesso de ruído.

Essa divulgação deve ser direcionada para atingir pessoas de todas as idades, mas especialmente as crianças e jovens, que estão na fase de escolaridade, e naturalmente se dispõem mais facilmente a assimilar novos conhecimentos.

Um ambiente que merece neste momento uma atenção especial é a escola. Nela, as trocas de informações se dão predominantemente através da expressão verbal. Aqui é naturalmente previsível que estas trocas se realizarão de forma satisfatória, quando as condições de controle da qualidade acústica estiverem de acordo com os padrões estabelecidos.

Em uma sala de aula, o aluno é submetido a diversas fontes de ruídos e deverá ter a capacidade de selecioná-las, a fim de tirar o melhor proveito destas informações.

Para completar este processo de ensino-aprendizagem, o professor deverá criar condições para conquistar a atenção do aluno, gerando assim, uma relação direta entre o orador e o ouvinte.

No desenvolver das atividades educacionais numa sala de aula, o professor usa a voz como ferramenta de trabalho, para atingir seus objetivos. Quando esse ambiente não possui as condições acústicas ideais, o trabalho do professor é prejudicado, comprometendo-se assim o processo de ensino-aprendizagem e acarretando problemas na sua saúde.

Para que a sala de aula atenda às necessidades dos alunos e dos professores, é preciso que esse ambiente seja tratado de forma adequada. Um ambiente devidamente projetado e executado, fornecerá aos usuários as condições ideais de uso, gerando benefícios para todos os envolvidos.

A escola, como instituição social, carrega em sua essência condições básicas para desenvolver esse trabalho de divulgação dos problemas gerados pela poluição sonora, pois além de atuar como agente de propagação do conhecimento científico, ela se apresenta como objeto de análise, gerando assim um conhecimento fundamentado na teoria e prática, ou seja, o aprender através do fazer.

O conhecimento gerado através do “fazer” requer a existência de uma situação problema. A partir dessa constatação, as ações propostas têm como meta a regularização do problema inicialmente verificado e a adoção de medidas que possibilitem evitar o surgimento do mesmo problema em futuros projetos.

2 JUSTIFICATIVA

Lacerda (2005) afirma que atualmente um dos principais problemas que afligem as populações urbanizadas é o da poluição sonora. As principais fontes de emissão de ruídos são os motores dos veículos – carros, caminhões, ônibus, trens, motocicletas e aviões – e as indústrias com suas máquinas e equipamentos. Outra fonte comum de ruído nas grandes cidades são aquelas geradas pelas pessoas em apresentações artísticas, esportivas e nos templos religiosos.

Para Garavelli (2001), a poluição sonora vem se agravando, exigindo soluções para controlar seus efeitos sobre o meio ambiente e a qualidade de vida dos cidadãos. As alterações provocadas no meio, por exemplo, pela poluição química da água ou do ar, podem ser facilmente identificadas. Ao contrário da poluição sonora, cujos efeitos não são imediatos, porém são cumulativos e vão se implantando com o tempo, como a surdez, desequilíbrios psíquicos e doenças físicas degenerativas.

Segundo Pimentel (1992), os níveis de ruído moderado são os mais traiçoeiros, porque seus efeitos vão se instalando aos poucos. Muitos sinais passam despercebidos devido à tolerância e aparente adaptação e são de difícil reversão. Pesquisa nos EUA – Estados Unidos da América - mostrou que jovens em ruído médio inferiores a 71 decibéis, entremeados com pulsos de 85 decibéis só a 3% do tempo, tiveram aumentos médios de 25% no colesterol e 68% numa das substâncias

provocadoras de estresse: o cortisol. Mas já a partir de 55 decibéis acústicos a poluição sonora provoca estresse, segundo a Organização Mundial de Saúde.

Para Souza (2004), a importância da voz na comunicação humana é inquestionável. Há um aumento progressivo de profissionais que dependem da voz como instrumento de trabalho. Para esses, ter uma voz saudável possibilita maior eficiência na relação interpessoal, sendo fundamental para o desempenho profissional, assim como para o relacionamento social.

Os professores pertencem a esse grupo de profissionais que necessitam da voz para desenvolver seu trabalho.

De acordo com os estudos publicados, principalmente os desenvolvidos pelos fonoaudiólogos, tanto o aluno como o professor, terão respectivamente seu rendimento escolar e a sua qualidade de vida relacionados diretamente com a qualidade acústica da sala de aula.

[...] problemas relacionados ao uso da voz provocam impacto negativo na qualidade de vida do professor. As principais necessidades e problemas são percebidos em situações da vida cotidiana relacionadas ao desenvolvimento da profissão e trabalho docente – tais como aquelas que requerem do sujeito falar em forte intensidade em ambientes ruidosos (como salas de aula e de reuniões) e aquelas que demandam adequada coordenação pneumofonoarticulatória [...] (GRILLO, 2005).

O prejuízo acadêmico também é verificado quando se analisa a situação do aluno, pois num ambiente com excesso de ruídos, a fala do professor sofre uma concorrência com as outras fontes e o aluno tende a dispersar-se, por não conseguir acompanhar a lógica do conteúdo tratado, deixando assim de aprender o que foi ensinado.

A fala, no contexto escolar, é o grande condutor do saber, de informações, de aprendizado, pois é através desta ferramenta que o professor se comunica em sala de aula, passando assim todo o conhecimento necessário para seus alunos. Desta forma, a fala passa a ser o foco principal, pois caso ela se apresente distorcida ou com seu sinal degradado por interferências externas, poderá

prejudicar o entendimento dos alunos, o tempo de atenção, seu comportamento e seu aprendizado (DREOSSI; MOMENSOHN-SANTOS, 2005).

Verifica-se a necessidade de criar elementos que possibilitem a divulgação dos problemas relacionados à exposição ao ruído excessivo ou de trabalhar em ambientes acusticamente comprometidos.

Como já citado anteriormente, a escola se apresenta como um espaço ideal para o desenvolvimento destes trabalhos, pois nela encontram-se todos os elementos que compõem este cenário:

- a) o aluno que precisa ouvir para aprender;
- b) o professor que precisa de condições ideais para trabalhar;
- c) a sala de aula que necessita de um tratamento acústico para atender às necessidades dos usuários;
- d) a utilização racional do mesmo espaço com atividades diferenciadas e simultâneas pelos alunos, funcionários e professores;
- e) o estudo do posicionamento da escola com relação à vizinhança;
- f) a escola como instituição que se propõe a divulgar o conhecimento e formar o cidadão.

3 OBJETIVO GERAL

A proposta consiste em criar um embasamento teórico, para subsidiar a elaboração de um documento que possibilite a análise das condições acústicas das salas de aulas e suas intervenções, no processo de ensino-aprendizagem e na saúde do professor.

3.1 Objetivo específico

Propor modelo de abordagem das condições acústicas em ambiente escolar, propiciando a ampliação do conhecimento científico para os envolvidos, com a finalidade de subsidiá-los nas tomadas de decisões.

4 REVISÃO DE LITERATURA

Para Guedes (2005), a poluição sonora ambiental resultante da combinação de diversas fontes sonoras, como alarmes, sirenes, atividades comerciais e serviços, templos religiosos, indústrias, obras de construção civil e o trânsito de veículos automotores, tem elevado o nível de ruído urbano e contribuído para o surgimento de ambientes sonoros cada vez mais desagradáveis. Atualmente, isso tem sido considerado como um dos problemas ambientais mais comuns, degradando o meio ambiente e comprometendo a qualidade de vida.

A preocupação com a exposição do homem ao ruído excessivo é muito antiga. Por volta do ano 70 antes da Era Cristã, tribos helênicas cruzaram o Mar Jônico fundando uma aldeia denominada Síbaris, que se tornou próspera, atraindo artesãos gregos, hábeis forjadores de bronze.

Estes artesãos eram estrategicamente fixados fora do perímetro urbano da colônia para evitar que o barulho atingisse o resto da comunidade, sendo-lhes atribuída às primeiras referências relacionadas com a prevenção do ruído ocupacional (SILVA, 2005).

Segundo Collados (1998), quando possível, deve-se identificar a origem do ruído para que seja possível, então, reduzi-lo ou eliminá-lo. A conduta das pessoas e seus hábitos podem gerar problemas numa vizinhança, por exemplo. Neste caso, a responsabilidade é individual, sendo necessário um trabalho de conscientização das pessoas. Já a presença de comércio, serviços e indústrias pode ser um problema quando alcança lugares sensíveis, sendo importante um planejamento urbano e um zoneamento que compatibilize os usos do solo, possibilitando o equilíbrio entre novos investimentos e a manutenção da qualidade de vida. O transporte tem

impacto sobre quem se localiza ao longo das vias ou em sua proximidade, sendo necessário o correto planejamento da distribuição dos corredores de tráfego veicular e a redução do ruído emitido pelos veículos.

Existem várias maneiras de se estudar cientificamente o fenômeno sonoro. Todas essas disciplinas estão interligadas, mas cada uma enfoca um aspecto específico do fenômeno.

A acústica física estuda a parte material do fenômeno sonoro, enquanto a psicoacústica trata da percepção do fenômeno sonoro pelos sentidos.

O som é uma qualidade perceptiva que é resultado da percepção de distúrbios das moléculas de um meio em um certo espaço de tempo.

Esses distúrbios, por sua vez, apresentam-se em forma de ondas em sua propagação pelo meio (LAZZARINI, 1998).

A presença de um som em um ambiente pode ser desejável quando auxilia, por exemplo, na comunicação, no relaxamento ou no divertimento das pessoas.

Entretanto, muitas vezes o som pode ser indesejável sendo simplesmente incomodo ou podendo até causar danos temporários ou irreversíveis na saúde e na audição, sendo chamado, nestes casos de ruído.

A classificação de um som como desagradável é subjetiva e depende das preferências pessoais, de aspectos culturais, da atividade que se desenvolve, do estado de ânimo de quem o escuta e do interesse econômico envolvido (BERISTÁIN, 1998).

Para Medeiros (2002), o interesse do homem pelo som é provavelmente tão antigo quanto a própria história do homem. Alguns sítios arqueológicos revelaram a existência de flautas rudimentares no período paleolítico. Embora o conhecimento científico fosse limitado no mundo antigo, o homem já utilizava instrumentos musicais e sabia como transmitir sons em distâncias longas. Durante o período de desenvolvimento da cultura helênica, julgava-se que as propriedades do som e a sensação de audição teriam origem na filosofia da proporção dos números e na harmonia dos tons. A arte da construção de teatros abertos tornou-se, nessa época, a mais importante manifestação da técnica da acústica. Durante muitos séculos, o conhecimento pouco progrediu e somente ao final da Renascença apareceram novos fatos. Os primeiros trabalhos de cunho científico começaram somente a surgir

no século XVII, com Newton, Galileu e outros. Nesta época (1701), passou também a ser utilizada a palavra “Acústica”, que se originou do grego “ακουω”, que significa ouvir.

Especialmente nas últimas décadas, os conceitos de poluição e de degradação do meio ambiente vêm tomando um grande espaço nas discussões sociais e científicas sobre como lidar com suas causas e efeitos.

Lacerda (2005) afirma que a poluição sonora ambiental influencia a qualidade de vida de uma população urbana, gerando reações psicossociais efetivas como: 1) irritabilidade e 2) insônia. Essas reações podem estar na base de doenças graves como disfunções cardiovasculares, podendo interferir na saúde e no bem estar dos indivíduos em particular e de uma população urbana como um todo.

Guedes (2005) conclui que reações psíquicas, como a motivação e a disposição, podem ser modificadas negativamente através do ruído. Em decorrência disso, um número crescente de pessoas apresenta problemas de saúde relacionados à exposição aos altos níveis de ruído. Esses problemas também são observados, quando as pessoas são submetidas a níveis medianos de ruídos, mas durante um longo período de tempo. Os problemas gerados pela exposição aos ruídos vão desde a diminuição da capacidade auditiva até a lesão do músculo auditivo, que pode acarretar um zumbido permanente e irreversível. Observa-se também que o nervosismo e a agressividade aumentam e a capacidade de aprendizagem e de concentração é sensivelmente afetada. Uma característica maléfica da poluição sonora é que ela se acumula no organismo humano e em muitos casos os problemas aparecerão num momento futuro, dificultando ainda mais o diagnóstico e tratamento das doenças geradas.

O ruído urbano é uma característica dos tempos modernos, onde a mecanização e a industrialização aceleram a passo do

desenvolvimento criando novas máquinas, que geram algum tipo de ruído e aumenta de forma geral o nível do ruído ambiental. O meio ambiente vem sendo constantemente agredido por níveis crescentes de ruído, e neste sentido tem o cidadão direito à proteção contra o mesmo (FERREIRA, A.M.C. 2006).

Lacerda et al. (2005) desenvolveu uma pesquisa que objetivou analisar as conseqüências causadas aos moradores, pelo barulho gerado pela movimentação de automóveis em um bairro residencial.

Tabela 1 - Distribuição de porcentagens de entrevistados segundo os tipos de ruídos que mais os incomodam.

| Tipo de Ruído | % Distribuição |
|------------------|----------------|
| Trânsito | 66,80% |
| Vizinhos | 33,10% |
| Sirenes | 23,30% |
| Animais | 21,40% |
| Construção Civil | 20,90% |

(LACERDA et al., 2005)

Tabela 2 - Distribuição em porcentagens e número de entrevistados segundo as reações psicossociais ao ruído urbano.

| Reação psicossocial | % Distribuição | Nº de entrevistados |
|---------------------|----------------|---------------------|
| Irritabilidade | 54,60% | 487 |
| Baixa concentração | 28,00% | 250 |
| Insônia | 19,80% | 177 |
| Dor de cabeça | 19,20% | 171 |

(LACERDA et al., 2005)

Tabela 3 - Distribuição em porcentagens e número de entrevistados segundo a questão sobre o incômodo provocado pelo ruído da rua.

| Provoca incômodo? | % Distribuição | Nº de entrevistados |
|-------------------|----------------|---------------------|
| Às vezes | 46% | 410 |
| Sim | 28% | 250 |
| Não | 26% | 410 |

(LACERDA et al., 2005)

De acordo com os dados contidos nas tabelas 1, 2 e 3, verifica-se que: 66,8% da população entrevistada declaram que o ruído que mais incomoda é o gerado pelo trânsito; 54,6% se sentem irritados; mas somente 28% se declaram incomodados.

Querido e Capasso (2004) em outro trabalho desenvolvido com alunos de uma universidade coletaram as seguintes informações:

Tabela 4 - Há ruídos externos à sala de aula que são percebidos por você durante as atividades didáticas?

| Resposta | % Distribuição |
|-----------|----------------|
| Sim | 82,69% |
| Não | 15,38% |
| Em branco | 1,92% |

(QUERIDO; CAPASSO, 2004)

Tabela 5 - Por favor, classifique o grau de incômodo gerado pelos ruídos externos.

| Resposta | % Distribuição |
|-----------------------|----------------|
| Não incomoda | 21,15% |
| Incomoda pouco | 28,85% |
| Incomoda medianamente | 28,85% |
| Incomoda muito | 21,15% |

(QUERIDO; CAPASSO, 2004)

Tabela 6 - Em caso de provocar incômodo você procura superar o problema?

| Resposta | % Distribuição |
|----------|----------------|
| Sim | 44,23% |
| Não | 55,77% |

(QUERIDO; CAPASSO, 2004)

Nessa pesquisa, observou-se que 82,69% dos alunos percebem a existência de ruído externo, 78,85% declaram que incomoda (pouco, medianamente ou muito), mas 55,77% declaram não fazer nada para superar o problema.

Lacerda et al. (2005) na sua pesquisa também coletou dados a respeito do posicionamento dos entrevistados a respeito dos problemas causados no seu organismo, quando submetidos ao excesso de ruído.

| Problema | Menos de 28 | | 28 à 37 | | 38 à 47 | | 48 à 57 | | mais de 57 | |
|--------------------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|
| | anos de idade | | anos de idade | | anos de idade | | anos de idade | | anos de idade | |
| | N | % | N | % | N | % | N | % | N | % |
| Insônia | 70 | 10,9 | 40 | 17,3 | 30 | 13,8 | 16 | 15,5 | 13 | 18,1 |
| Irritabilidade | 235 | 36,7 | 94 | 40,7 | 85 | 39,2 | 38 | 36,9 | 23 | 31,9 |
| Dor de Cabeça | 84 | 13,1 | 25 | 10,8 | 32 | 14,7 | 14 | 13,6 | 10 | 13,9 |
| Baixa Concentração | 143 | 22,3 | 36 | 15,6 | 34 | 15,7 | 20 | 19,4 | 7 | 9,7 |
| Zumbido | 24 | 3,7 | 5 | 2,2 | 12 | 5,5 | 7 | 6,8 | 8 | 11,1 |
| Não provoca nada | 77 | 12,0 | 26 | 11,3 | 20 | 9,2 | 8 | 7,8 | 9 | 12,5 |
| Outros | 8 | 1,2 | 5 | 2,2 | 4 | 1,8 | 0 | 0,0 | 2 | 2,8 |
| Total | 641 | 100,0 | 231 | 100,0 | 217 | 100,0 | 103 | 100,0 | 72 | 100,0 |

(LACERDA et al., 2005)

Observa-se na tabela 7 que a irritabilidade é o problema que mais afeta as pessoas, independentemente da faixa etária, seguido de baixa concentração, dor de cabeça e insônia. Verifica-se também que, para as pessoas com mais de 57 anos de idade, o segundo problema apontado foi a insônia, incomodando 18,1% dos entrevistados, acarretando assim um problema de difícil resolução.

Em vários países, as autoridades responsáveis vêm desenvolvendo projetos de conscientização sobre os problemas causados pelos ruídos e apresentam medidas que visam sanar estas irregularidades.

No Brasil, existem leis que regulamentam a emissão de ruídos, mas por não existir uma fiscalização eficiente, continuam a ocorrer casos de desrespeito com a população.

A Cetesb – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, órgão do governo do Estado de São Paulo, classifica como padrão normal para áreas residenciais, 55 decibéis para o período diurno e 50 decibéis para o noturno. Em áreas industriais, os níveis aceitáveis são 70 decibéis durante o dia e 60 decibéis à noite. De acordo com dados fornecidos pelo mesmo órgão, a maioria das atividades

desenvolvidas no decorrer do dia (ouvir músicas, dirigir um automóvel, operar uma máquina industrial, participar de um culto religioso), emitem ruídos acima dos aceitáveis.

Os níveis de ruído em ambientes diversos (internos e externos), visando o conforto acústico são estabelecidos pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) através da NBR 10152.

Alguns destes ambientes e seus respectivos níveis poderão ser observados a seguir:

Hospitais:

- Departamentos, enfermarias, centros cirúrgicos = 35 à 45 dB(A)
- Laboratórios, áreas para uso do público = 40 à 50 dB(A)
- Áreas de serviços = 45 à 55 dB(A)

Escolas:

- Bibliotecas, salas de música, salas de descanso = 35 à 45 dB(A)
- Salas de aula, laboratórios = 40 à 50 dB(A)
- Portaria, recepção, circulação = 45 à 55 dB(A)

Hotéis

- Apartamentos = 35 à 45 dB(A)
- Restaurantes, salas de estar = 40 à 50 dB(A)
- Portaria, recepção, circulação = 45 à 55 dB(A)

Residências

- Dormitórios = 35 à 45 dB(A)
- Salas de estar = 40 à 50 dB(A)

Auditórios

- Salas de concerto, teatros = 30 à 40 dB(A)
- Salas de conferências, cinemas e de uso múltiplo = 34 à 45 dB(A)
- Restaurantes = 40 à 50 dB(A)

Escritórios

- Salas de reunião = 30 à 40 dB(A)
- Salas de gerência, projetos e administração = 34 à 45 dB(A)

- Salas de computadores = 45 à 65 dB(A)

Igrejas

- Cultos meditativos = 40 à 50 dB(A)

Locais de Esportes

- Pavilhões fechados para espetáculos e atividades esportiva = 45 à 60 dB(A)

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas, através da NBR 10151, a comunidade local responde de forma diferenciada conforme os limites permitidos para a emissão de ruído são ultrapassados.

Tabela 8 – Resposta estimada da comunidade quando exposta aos níveis máximo de ruído de acordo com a NBR 10151

| 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 |

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (2000)

Fatores de ordem econômica e social, como o processo de industrialização e urbanização influenciaram diretamente na mudança de hábitos da sociedade, determinando novos padrões comportamentais.

Como conseqüência desta urbanização acelerada, verifica-se a elevação dos níveis de ruídos e dos problemas causados nos indivíduos e ao meio.

A partir dos anos 30 e 40, a urbanização incorporou-se às profundas transformações estruturais por que passavam a sociedade e a economia brasileira. Ela assume, de fato, uma dimensão estrutural: não é só o território que acelera o seu processo de urbanização, mas é a própria sociedade brasileira que se transforma cada vez mais em urbana.

Essa grande transformação urbana acompanhará o acelerado processo de industrialização da economia brasileira, que tem como marco inicial mais importante à segunda metade da década de 50, quando se tornou cada vez mais intensa com a expansão dos sistemas de transportes e dos meios de comunicação de massas.

Essa grande transformação deve ser entendida como a construção irreversível da hegemonia do urbano, não só como o

locus privilegiado das atividades econômicas mais relevantes e da população, mas também como difusora dos novos padrões de reações sociais – inclusive de produção – e estilos de vida (BRITO, 2005).

Maricato (2000) afirma que as reformas urbanas realizadas em diversas cidades brasileiras, entre o final do século XIX e início do século XX, lançaram as bases de um urbanismo moderno “a moda” da periferia. Eram feitas obras de saneamento básico e embelezamento paisagístico, implantavam-se as bases legais para um mercado imobiliário de corte capitalista, ao mesmo tempo em que a população excluída desse processo era expulsa para os morros e as franjas da cidade. Manaus, Belém, Porto Alegre, Curitiba, Santos, Recife, São Paulo e especialmente o Rio de Janeiro são cidades que passaram, nesse período, por mudanças que conjugaram saneamento ambiental, embelezamento e segregação territorial.

A tendência à concentração populacional nos grandes aglomerados metropolitanos já era bastante nítida nos anos 70 e 80, como resultado do fantástico fluxo migratório verificado no período.

Em 1970, contabilizava-se uma população de cerca de 93 milhões de habitantes para o país e aproximadamente um terço desse total tinha como residência municípios pertencentes às aglomerações metropolitanas.

Considerando-se somente a população urbana, essa proporção chega a quase 50%. Levando-se em conta que foi somente na década de 60 que a população urbana superou a rural, pode-se afirmar que a transformação urbana no Brasil foi tão acelerada que fez coincidir, no tempo, a urbanização e a metropolização (BRITO, 2005).

Essa urbanização acelerada e concentrada gerou problemas de difícil solução. Entre tantos, encontram-se os ligados ao excesso de ruído a qual a população esta exposta diariamente.

Entende-se que as condições de habitabilidade de um espaço está ligada a sua forma construtiva, funcional e de atendimento das necessidades pessoais dos usuários.

Amorim (2005) ressalta que cada vez mais, a necessidade de proporcionar aos usuários ambientes externos e internos com maior qualidade, fica mais clara. Neste sentido, as intervenções urbanas e arquitetônicas devem garantir que um nível mínimo de habitabilidade seja atingido, tanto em novos projetos quanto na reestruturação/reabilitação/reutilização de infraestruturas urbanas e arquitetônicas. As já consolidadas discussões sobre sustentabilidade também direcionam neste sentido, colocando que a manutenção ou obtenção de qualidade nos ambientes é prerrogativa fundamental.

A adoção de medidas reguladoras e fiscalizadoras por parte da sociedade se faz necessário, para evitar que nos novos empreendimentos estes problemas não venham a se repetir e que nos já instalados, medidas mitigadoras possam ser implementadas, valorizando a qualidade de vida dos usuários e a preservação dos recursos naturais da região.

Durante todo este processo de atendimento das necessidades humanas, as técnicas construtivas foram se aperfeiçoando na medida que ofereciam respostas para os seus usuários.

Um dos aspectos que foram sendo observados desde os primórdios é o relacionado com a acústica dos ambientes.

Em diversos ambientes com residências, hospitais, hotéis, escolas, cinemas, teatros, a preocupação com a acústica destes locais deve se tornar uma prioridade para os responsáveis.

Durante a fase de elaboração do projeto arquitetônico, os seus idealizadores precisam observar quais são as condições de ruído do entorno, verificar quais as necessidades dos usuários desta nova edificação e a partir destes dados, propor

projetos que priorizem a sua utilização de forma funcional e principalmente que gerem conforto e qualidade de vida.

Dreossi; Momensohn-Santos (2005) concluem que, apesar de sabermos que o ruído já faz parte de nossas vidas, não somente para aquelas pessoas que moram em grandes centros, e que estão se tornando cada vez mais pacientes com sons (desejáveis ou não) que podem ser músicas, buzinas, canto de pássaros, sirene de viaturas, etc.;mas também precisamos nos ater à maneira como lidamos com estes sons quando eles ocorrem concomitantemente às situações de aprendizagem, onde toda energia do sujeito deverá estar voltada para seus estudos, na árdua tarefa de ouvir, reter e aprender, apesar do ruído.

Eniz (2004) afirma que dentre as várias manifestações de agressão ao meio ambiente, existe uma modalidade que deve ser discutida mais intensamente, uma vez que traz uma série de conseqüências para a saúde e qualidade de vida. Esse tipo de poluição, que põe o organismo em estado de alerta, preparando-o contra o ataque de um inimigo invisível, penetrante, que não deixa resíduo e não dá consciência às vítimas do mal, é a poluição sonora. A poluição sonora é uma das formas de poluição ambiental que mais vem se agravando, exigindo soluções que controlem seus efeitos na qualidade de vida dos cidadãos.

Nas sociedades, a escola ocupa uma posição de destaque, formando cidadãos capazes de reconhecer seus direitos e deveres e capacitando-os profissionalmente para, ao longo de sua existência, gerarem benefícios e qualidade de vida para todos.

Nas antigas civilizações, os conhecimentos adquiridos pelos seus antepassados eram transmitidos a poucos e de forma individual. Os poucos que

detinham o conhecimento da leitura e da escrita eram considerados pessoas especiais.

Em virtude desta limitação, a maior parte da humanidade transmitia seus conhecimentos através da oralidade, criando para isto muitas histórias que eram transmitidas de geração a geração.

Com o desenvolvimento do comércio, a necessidade de calcular e registrar as operações realizadas forçaram parte da sociedade a aprender um pouco mais.

Nesse momento, aparecem os primeiros relatos de organizações que foram criadas para transmitir conhecimentos, para grupos maiores de pessoas, assemelhando-se muito com o conceito de escola que temos hoje.

Historicamente os direitos nascem e se desenvolvem, não pela disponibilidade pedagógica, mas essencialmente por conjunturas históricas de formações sociais concretamente dadas, podendo-se arriscar a tese de que o direito à educação também se desenvolveu por patamares postos em três gerações:

a) o ensino torna-se paulatinamente direito público quando todos adquirem a possibilidade de acesso à escola pública;

b) a educação como direito dá um salto quando historicamente passa a contemplar, pouco a pouco, o atendimento a padrões de exigência, voltados para a busca de maior qualidade do ensino oferecido, e para o reconhecimento de ideais democráticos internos à vida escolar;

c) o direito da educação será consagrado quando a escola adquirir padrões curriculares e orientações políticas que assegurem algum patamar de inversão de prioridades, mediante atendimento que contemple – à guisa de justiça distributiva – grupos sociais reconhecidamente com maior dificuldade para participar desse direito subjetivo universal que é a escola pública gratuita, obrigatória e laica (BOTO, 2005).

Em vários países subdesenvolvidos, a escola ainda é um grave problema social, pois as autoridades que detêm o poder político e econômico não possibilitam aos cidadãos terem acesso ao conhecimento.

Reconhece-se aqui a figura dos sistemas autoritários que limitam o desenvolvimento intelectual de suas populações, com o objetivo de mantê-los sob seu domínio.

Diferentemente disso, encontra-se nas sociedades mais desenvolvidas o desejo de instruir suas populações, para que estas se mantenham em níveis elevados de conhecimento científico, possibilitando assim gerar uma sociedade que atue de forma consciente e sabedora dos seus direitos e deveres.

A escola pública brasileira tem em sua constituição as influências do tecnicismo americano e do humanismo republicano. Amalgamaram-se modelos organizacionais tayloristas com princípios humanistas.

No Brasil, o modelo fabril traduziu-se muito mais no desenho da organização do trabalho na instituição escolar, com muito pouca conexão com o ensino de habilidades para o sistema produtivo.

Até porque essa visão encontra limites objetivos em um contexto de industrialização tardia.

Contudo, embora não conectado com a produção fabril, o sistema educacional brasileiro desenvolveu no seu interior práticas curriculares taylorista-fordistas, reproduzindo uma cultura imitativa do funcionamento fabril. (AZEVEDO, 2007).

Atualmente o Brasil alcançou a universalização do ensino, onde todos têm o direito ao acesso e permanência na escola pública, respeitando sua idade e condição sócio-econômica.

A universalização por si só não é uma resposta final para a escola. O direito ao acesso e permanência é fundamental, mas precisa-se agora que a sociedade cobre das autoridades competentes, políticas públicas que valorizem a qualidade do ensino aplicado em todos os níveis de educação.

A escola traz, em sua dinâmica interna, a alegria da descoberta de uma cultura outra, que não é a mesma, nem deveria ser, a cultura do dia-a-dia.

O domínio desse repertório clássico é valioso para que o estudante decifre melhor os enigmas e obstáculos de seu cotidiano.

A escola deve ser – ela mesma, por seus ritos, práticas e gestos – esclarecedora (BOTO, 2005).

Pensar neste espaço se faz necessário ao observar que todos, por um período de sua existência, se comportarão como agentes ativos e passivos na sua realização.

Observa-se aqui que a instituição escolar é muito mais do que um local (instalações físicas), é um somatório de intenções, ações e realizações que acontecem para suprir uma demanda atual da sociedade.

A escola por natureza é um local onde se concentra um grande número de pessoas, de várias faixas etárias, de diversos níveis culturais, econômicos, sociais e de conhecimento.

Nesse ambiente, as trocas de informações se dão em sua grande maioria, através da expressão verbal. Nas salas de aula, as condições acústicas influenciam diretamente a qualidade do trabalho acadêmico desenvolvido.

Dreossi & Momensohn-Santos (2005) afirmam que a voz do professor é um ponto de real interesse, quando pensamos em percepção da fala, pois dela depende a grande tarefa de transmissão de conhecimento, tendo a exigência de ser clara, harmoniosa, inteligível e sobrepor-se a todo e qualquer ruído competitivo, pois caso contrário os alunos não acompanharão seus ensinamentos. Porém, em uma sala ruidosa, o professor normalmente tem de superar os ruídos competitivos para ser entendido, e assim sobrecarrega seu aparelho fonador, exigindo que sua voz seja mais forte do que deveria e em um período prolongado de tempo, o que pode, muitas vezes, desencadear alterações de pregas vocais (edemas, nódulos, fendas, etc).

Reverberação e ruído em excesso interferem com a inteligibilidade da fala, resultando na redução do entendimento e, portanto, na redução do aprendizado. Em muitas salas de aula [...] a inteligibilidade da fala é de 75% ou menos [...].

Muitos educadores defendem que é importante aperfeiçoar a acústica nas salas de aula usadas pelas crianças com problemas de audição, mas desnecessária para aquelas salas usadas por estudantes com audição normal.

Contudo, muitos estudantes com “audição normal” também, se beneficiariam da melhor acústica nas salas de aula. Inclusive estudantes com pouca aptidão para o aprendizado, aqueles com problemas de processamento auditivo [...], outro grupo para o qual o aprendizado é especialmente dependente de

uma boa acústica, são as crianças pequenas, que são incapazes de “inferir do contexto”.

Com seu vocabulário e experiência limitados, quando perdem algumas palavras da exposição da professora, elas são menos capazes que os alunos mais velhos para “preencher” os pensamentos perdidos (SEEP, 2002).

Segundo Lasky (1983 apud GRILLO, 2005, p. 255), os estímulos auditivos que ocorrem em sala de aula incluem aqueles que são apresentados pelo professor e aqueles apresentados pelos alunos. Os primeiros são os estímulos relevantes enquanto os outros estímulos não são relevantes para a aprendizagem. A criança sintoniza-se em um estímulo selecionado e resiste ao estímulo competitivo, através de sua concentração perceptual e de seu direcionamento da atenção. Para aprender, a criança deverá manter sua atenção sintonizada no estímulo relevante e desprezar o estímulo competitivo.

Estas habilidades auditivas são cruciais ao ouvinte, particularmente em um ambiente escolar, no qual surgem continuamente situações que exigem que o ouvinte ignore informações lingüísticas de uma fonte para concentrar a atenção em uma mensagem principal.

A necessidade de manter-se fixado em um estímulo apesar do ruído tende a desenvolver um enorme cansaço e desgaste no jovem, que não consegue manter sua atenção pelo período escolar de quatro horas.

Este cansaço se torna aparente através de desatenção, conversas paralelas, dores e falha de aprendizagem (DREOSSI; MOMENSOHN-SANTOS, 2005).

Testes de inteligibilidade da fala podem ser usados para medir a inteligibilidade em salas de aula. Tais testes podem ser de várias formas. Tipicamente, o orador lê sílabas sem sentido, palavras monossilábicas, ou sentença e os ouvintes escrevem o que ouviram ou escolhem de uma lista de alternativas possíveis.

A porcentagem dos itens corretamente ouvidos é uma medida da inteligibilidade da fala. Procedimentos padronizados foram desenvolvidos, que orientam na aplicação de testes, na seleção de ouvintes, no treinamento de ouvintes e oradores, e assim por diante.

Existem também gravações de listas de palavras padronizadas que podem ser reproduzidas sem a necessidade do orador. Isto elimina a “leitura” de lábios e variações de fala e do nível da fala dos oradores.

Antes de iniciar o teste real, ouvintes devem praticar os testes em ambientes tranquilos, até familiarizarem com os

procedimentos e para que os resultados estabilizem-se (SEEP, et al., 2002).

Seep et. al. (2002) afirma que freqüentemente fala-se sobre o desejo de construir salas com boa acústica, mas isso se tornou vago e quase sem sentido. Não há algum critério único que garanta boa acústica para todos os ambientes e seus usos. Pequenas salas de aulas, grandes locais de conferências, auditórios, locais de shows, lanchonetes e ginásios têm exigências específicas.

O conforto ambiental é alcançado quando o ambiente se encontra em uma faixa de valores para o ruído no qual as pessoas sintam-se confortáveis. Estes limites variam de acordo com o tipo e localização do ambiente e a atividade desenvolvida.

O conforto acústico depende de parâmetros, como: freqüência e nível do som, distância e posição relativa das fontes (externa e interna) e forma de transmissão do ruído (ondas aéreas, vibrações do próprio edifício).

Dependendo desses dados, a solução para o conforto pode ser obtida do isolamento do ambiente em relação ao seu entorno ou do tratamento das suas superfícies internas visando à absorção do som ali mesmo produzido (FERREIRA, A.M.C. 2006).

Os ruídos de origem interna, quando associados ao tipo de construção do prédio escolar, podem-se em muitos casos, serem minimizados com pequenas adaptações nas construções existentes.

Em escala reduzida, que represente cada edificação, o arquiteto e o engenheiro devem tirar partido do projeto arquitetônico em favor da obtenção do conforto da população.

Se bem trabalhados, elementos tais como a forma, o volume, a orientação, a distribuição dos espaços, a localização das aberturas e a escolha dos materiais e das técnicas construtivas podem minimizar os efeitos negativos da intervenção humana no meio ambiente e, conseqüentemente, melhorar a qualidade de vida das pessoas (KOWALTOWSKI; LABAKI, 1993).

Nas edificações originalmente construídas para atender outras atividades ou que foram mal projetadas, verifica-se com uma certa freqüência portas de salas de aula alinhadas; janelas voltadas para a quadra de esportes ou para a via pública; e a ausência de forro, possibilitando a interligação das salas através do telhado.

Para Dreossi & Momensohn-Santos (2005), os ruídos gerados dentro da escola deverão ser analisados caso a caso, de forma que crianças em horário de recreio e lazer não prejudiquem os estudantes que ainda estiverem em sala de aula; ou que as vozes de um ginásio de esportes não atrapalhem as aulas em curso. Essas estratégias de grade de horário deverão ser analisadas isoladamente. Muitas vezes, somente a alteração de posicionamento das portas de entrada das salas de aula já diminui muito o ruído entre elas, de forma que elas não estejam posicionadas frente a frente ou uma ao lado da outra.

Fundamentalmente, a conscientização dos usuários sobre os malefícios provocados pelo excesso de ruído é o ponto central para solucionar os problemas. Atitudes simples como não arrastar as cadeiras e carteiras (para não estragar os pés de borracha), não falar alto nos corredores durante o período de aula, disponibilizar salas específicas para apresentação de seminários e filmes são algumas medidas que podem contribuir, para melhorar a qualidade acústica dentro das escolas.

Os ruídos de origem externa são os mais difíceis de serem controlados, pois dependem de medidas que normalmente são tomadas pelo órgão da administração municipal, estadual ou federal.

Entre essas medidas podemos destacar: a proibição ou redução da circulação de veículos; remanejamento de vias públicas; proibição de construção de escolas ao lado da linha férrea, de aeroportos e rios; delimitação de áreas de zoneamento urbano, proibindo o funcionamento de indústrias e comércios próximos das escolas.

5 METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica com as palavras-chave: ruído, poluição sonora, acústica ambiental e acústica de sala de aula.

Com os resultados obtidos após a realização dessa busca, os artigos foram organizados em categorias que possuem características próprias, mas que em um determinado momento se inter-relacionam, formando um quadro que possibilita compreender a problemática da situação.

Nessa organização, foram criadas seis categorias:

1. O ruído, suas origens e suas conseqüências;
2. O processo de urbanização, como fato gerador de uma nova forma de viver;
3. A escola como instituição que divulga o conhecimento e forma cidadãos;
4. O rendimento acadêmico dos alunos e professores em ambientes acusticamente comprometidos;
5. Problemas orgânicos gerados nos indivíduos expostos a elevados níveis de ruídos;
6. Propostas de medidas mitigadoras para ambientes com excesso de ruídos.

Buscou-se identificar as relações existentes entre essas categorias no sentido de viabilizar a apresentação de um modelo que possibilite aos responsáveis, analisarem a situação de suas unidades escolares. Essa análise deverá ser

realizada a partir de um problema local, mas tendo como entendimento que o problema observado faz parte de uma situação maior.

Numa segunda etapa, as informações coletadas foram organizadas a fim de criar uma seqüência lógica que possibilitasse ao leitor uma visão ampla do processo. Essas informações possuem dados referentes ao ruído, suas possíveis causas e efeitos, a importância da escola como agente gerador de ruído e como agente transformador da sociedade.

Durante a leitura e organização dos dados coletados buscou-se:

a) confirmar a existência do comprometimento do processo de escolarização, quando este se dá em ambientes de baixa qualidade acústica, principalmente os decorrentes da falha de inteligibilidade da voz do professor e da competição sonora gerada por outras fontes;

b) verificar se a saúde do professor sofre comprometimento no desempenho de sua função em ambiente desfavorável;

c) a constatar a percepção dos problemas e as atitudes tomadas.

Como consequência das etapas anteriores, estabeleceu-se uma seqüência de procedimentos abrangendo o diagnóstico, o embasamento teórico e o desencadeamento de ações, os quais deram origem a uma proposta de algoritmo que visa sistematizar a análise da situação acústica de uma escola. Esse algoritmo, inicialmente projetado para ser utilizado em escolas, poderá servir para analisar outros ambientes, desde que sejam devidamente observadas as peculiaridades do ambiente em questão.

6 RESULTADO E DISCUSSÃO

Observou-se, no decorrer da pesquisa, que a preocupação apresentada inicialmente a respeito da qualidade acústica das salas de aula, sua influência no processo de ensino-aprendizagem e na qualidade de vida do professor já vem sendo tratada por profissionais de diversas áreas do conhecimento.

Trabalhos elaborados por engenheiros e arquitetos ressaltam a necessidade de se desenvolverem estudos, que forneçam parâmetros mínimos para este ambiente, pois verificam que os parâmetros disponíveis atualmente são de difícil aplicação no momento da realização do projeto.

Alertam para o fato que os projetos com detalhamento acústico, por terem um elevado custo de confecção, são aplicados somente em construções muito específicas como: teatros, auditórios, cinemas, etc, deixando assim, para um segundo instante da execução da obra, a implantação de recursos construtivos (formas e materiais) que melhorem a qualidade acústica dos ambientes, quando esses forem assim solicitados.

Laier (2001) relata que a preocupação com a qualidade acústica dos ambientes vem sendo tratada nos cursos de graduação com mais atenção, pois entendem que as condições de habitabilidade devem ser priorizadas, durante o desenvolvimento de um projeto arquitetônico.

Não menos importante, tratam também da preocupação que os urbanistas vêm demonstrando, ao proporem ações para o planejamento urbano, priorizando sempre a qualidade de vida do cidadão e a preservação do meio ambiente. Nessa nova forma de interagir com os espaços naturais, os novos projetos buscam interagir com as características naturais do terreno, efetuando o mínimo possível de intervenções, evitando-se assim as conseqüências decorrentes das grandes transformações que ocorrem quando um ambiente é ocupado.

No campo da geografia política, os trabalhos explicam o movimento migratório das populações, a partir do desenvolvimento industrial. Brito (2005) relata que esse movimento migratório produziu uma nova sociedade, que deixou o seu antigo ritmo de vida e passou a aceitar a viver de uma nova maneira.

Essa nova maneira incluiu novos hábitos de vida como: viver em habitações mais adensadas, reduzindo seu raio de visão e perdendo sua individualidade; deslocar-se por grandes distâncias para trabalhar, usando parte do seu tempo diário nestes deslocamentos; morar em locais de intensa atividade, próximo de grandes avenidas, fábricas ou estabelecimentos comerciais, convivendo dessa forma com elevados níveis de ruídos e poluição.

Aqui, encontra-se uma das razões para entender o porquê de as pessoas, quando são indagadas sobre o ruído excessivo, afirmam que já estão acostumadas. Elas partem do entendimento que barulho é coisa de cidade grande e que se desejarem viver aqui, terão que aceitar isso como norma, deixando assim de assumir o seu papel de cidadão consciente, que tem o direito de viver em ambientes que lhe propiciem as melhores condições de vida possível.

Os fonoaudiólogos se destacam nessa pesquisa. Os trabalhos demonstram uma grande preocupação com a qualidade acústica do ambiente escolar.

Comprova-se que a qualidade acústica de um ambiente pode influenciar no resultado do trabalho ali desenvolvido.

O conceito de inteligibilidade da voz é usado por Seep (2002), para demonstrar que nem tudo o que o professor fala é entendido pelo aluno, criando assim um déficit de aprendizagem, que se não for detectado e corrigido, gerará no aluno um grande prejuízo.

Trabalhos desenvolvidos nas salas de aula relatam os problemas que podem ser gerados no aluno, por não conseguirem entender o que o professor fala. Dreossi & Momensohn-Santos (2005) ressaltam que muitos alunos, por não conseguirem ouvir corretamente o que o professor fala, acabam se dispersando e conseqüentemente ficam prejudicados.

Outro problema observado pelas autoras é com relação às crianças que estudam nas séries iniciais. Essas têm um prejuízo ainda maior, pois ao não entenderem perfeitamente a fala do professor, não conseguem completar o entendimento, pois nessa fase da educação, elas ainda possuem um vocabulário limitado.

Para os fonoaudiólogos, o professor também é objeto de preocupação nesta área, pois como agente ativo no processo de ensino-aprendizagem, a qualidade acústica do ambiente influenciará diretamente em seu trabalho e em sua qualidade de vida.

Grillo & Penteado (2005) afirmam que um ambiente comprometido acusticamente gera no professor um desgaste excessivo, pois o professor, ao perceber que não está sendo entendido, naturalmente tende a forçar a voz, acarretando assim problemas na sua saúde vocal. Inicialmente, esses problemas são de difícil detecção, mas por serem acumulativos, quando diagnosticados,

demandam um rigoroso tratamento médico e, em muitos casos, os problemas apresentados são irreversíveis, necessitando inclusive de uma realocação profissional.

Um último grupo profissional observado foi o dos pedagogos. Observa-se que os trabalhos produzidos pelos mesmos focalizam duas grandes áreas:

- a) os direitos individuais e coletivos de uma sociedade, seu direito ao acesso e permanência na escola;
- b) o contexto histórico que cria a escola, sua forma administrativa e seus objetivos.

Tratando-se dos direitos individuais e coletivos de uma sociedade, seu direito ao acesso e permanência na escola, encontramos Botto (2005) que destaca que, no Brasil, a sociedade já alcançou o direito à universalização do estudo, mas que este ainda é de baixa qualidade e que necessita de uma correção na sua base curricular, para atender às necessidades atuais.

Os pedagogos analisam as origens que formataram a sua base curricular, chegando à conclusão de que ela é de caráter filosófico – humanista e de que sua organização funcional tem base taylorista. Esta organização tecnicista com base curricular humanista tem gerado um grande problema na formação acadêmica. Ou seja, nossas escolas têm uma administração tecnicista-taylorista, mas trabalham uma grade curricular filosófico-humanista que prioriza a permanência do aluno na escola, sua formação para viver em sociedade e o respeito pelos diferentes.

Para Azeredo (2007) de um lado a organização administrativa de caráter tecnicista prioriza os resultados em termos quantitativos (alunos atendidos, formados, evadidos, nota final, resultados nos exames nacionais e internacionais, etc) o que certamente é bom, quando se propõe a avaliar o rendimento escolar; mas

por outro lado, essa mesma equipe de gestão é constituída por diretores, que obrigatoriamente foram professores no passado e conseqüentemente receberam uma formação filosófica-humanista.

A escola, assim constituída, forma cidadãos que mesmo reconhecendo os problemas, não possuem um conhecimento técnico para apontar medidas corretivas. Como regra geral, esse conhecimento será adquirido nos cursos técnicos especializados ou durante a sua formação universitária.

Ao organizar este trabalho, verifica-se que este tema tem despertado em muitos profissionais, com formações diversificadas, o reconhecimento da existência do problema.

Cada qual abordando o problema com seus conhecimentos específicos, mas tendo como objetivo final apresentar propostas para equacionar o problema da qualidade acústica das salas de aula, suas causas e efeitos.

Essa gama multidisciplinar de informações demonstra que fatores de diversas origens influenciam na qualidade acústica de uma sala de aula, assim sendo, para realizar esta análise é necessário que se adquira esta visão global do caso. Essa visão global possibilitará uma análise mais abrangente do problema observado.

Os administradores escolares têm como função principal propiciar aos alunos as condições necessárias, para que eles adquiram os conhecimentos fundamentais para o seu desenvolvimento cultural, científico e esportivo e para que possam atuar como cidadãos conscientes de seus direitos e deveres.

Com a finalidade de atingir essas condições, o administrador escolar, que é o responsável pela qualidade das instalações físicas, dos materiais didáticos e da

organização da equipe de professores, pessoal administrativo e de serviço, deve dispor de instrumentos que possibilitem a sua tomada de decisões.

Nesse sentido, um algoritmo que possibilite ao administrador escolar fazer uma análise da realidade de sua unidade escolar, no quesito qualidade acústica das salas de aula, o ajudará na tomada de ações disciplinadoras e corretivas, para atingir uma maior eficiência acadêmica.

O algoritmo proposto se divide em partes que se relacionam entre si. Essas partes exercem ou recebem influência das outras partes, criando assim um ciclo que se auto-realimenta. As partes que compõem o algoritmo são:

- a) Projeto da escola
- b) Ruído excessivo
- c) Administração escolar
- d) O som e suas características
- e) Malefícios causados pelo excesso de ruído
- f) Benefícios do som
- g) Fontes externas de ruídos
- h) Fontes internas de ruídos

Esse algoritmo se apresenta inicialmente como modelo de instrumento de análise da situação atual, mas durante sua execução, as ações de origem didático-pedagógica devem ser priorizadas, para que as possíveis intervenções futuras sejam aceitas pela comunidade escolar como algo naturalmente previsível.

Durante o desenvolvimento do algoritmo, as ações didático-pedagógicas devem preferencialmente se desenvolver de forma multidisciplinar, para que todos os envolvidos possam perceber a complexidade do caso, suas possíveis causas e seus efeitos a médio e longo prazo.

Verifica-se que o fluxo de informações descrito no algoritmo possui em alguns momentos o sentido duplo e em outros momentos o sentido único de direção. Isso

se fez necessário porque algumas partes envolvidas podem se comportar com agente de causa e, em outros momentos, podem se comportar diferentemente, dependendo de uma ação anteriormente desencadeada.

Quando o fluxo estiver representado em sentido único, ele expressa uma relação de subordinação, ou seja, de dependência direta entre os elementos do algoritmo.

O fluxo, representado com sentido duplo, expressa que o elemento do algoritmo estudado atua como agente/quesito influenciador e num segundo momento pode ocupar a posição de agente/quesito influenciado, verificando-se assim uma alternância no posicionamento de influenciador e influenciado.

O algoritmo proposto se aplica às escolas já construídas e tem como função básica, fornecer uma metodologia para direcionar uma coleta de dados, que possibilite a análise por parte dos administradores, da situação da qualidade acústica das salas de aula.

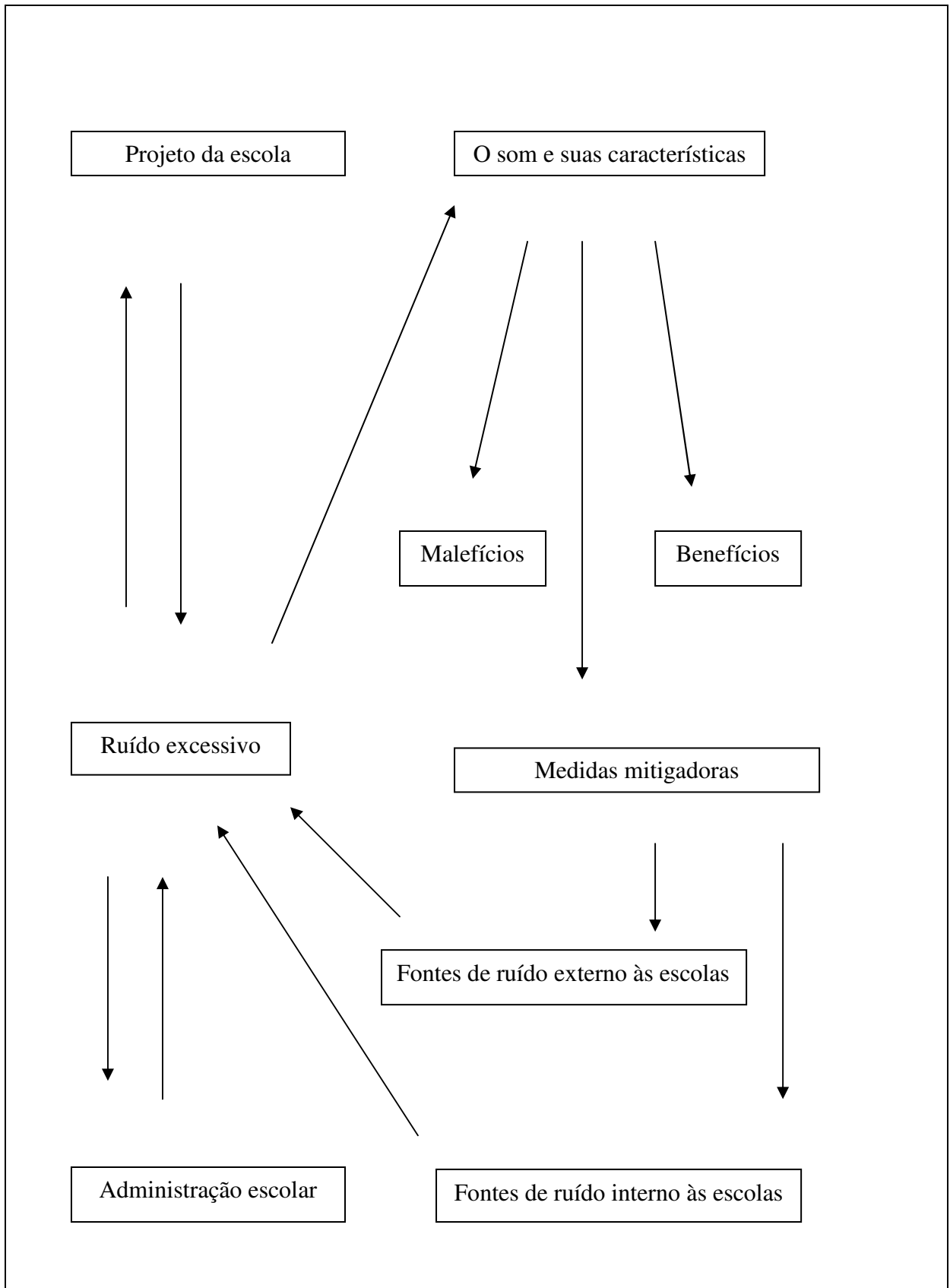


Figura 1. Algoritmo para abordagem da qualidade acústica das salas de aula
(Fonte: O autor)

6.1 SEQÜENCIAMENTO LÓGICO DO ALGORITMO

O algoritmo divide-se em três partes:

- 1) O Diagnóstico;
- 2) O Embasamento Teórico;
- 3) O Desencadeamento de Ações.

Na primeira parte, o “Administrador escolar” deverá verificar se os problemas de excesso de ruído estão prejudicando sua escola e se isto se verificar, deverá aplicar a seqüência proposta.

6.1.2 O DIAGNÓSTICO

Na posição inicial do algoritmo encontra-se o “Ruído Excessivo” que se comportará como um quesito de duplo sentido em relação ao “Projeto da escola” e a “Administração escolar”.

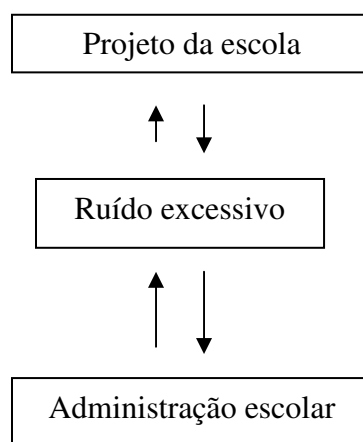


Figura 2. Fluxograma que apresenta o estudo inicial.
(Fonte: O autor)

6.1.2.1 Projeto escolar e o ruído excessivo

Ao levantarem-se os dados referentes ao “Projeto da escola”, como quesito que sofre com os problemas do “Ruído excessivo” gerados pelas atividades desenvolvidas nas áreas próximas à escola, não se pode ignorar o fato de que o “Projeto da escola” também pode se comportar como uma fonte geradora de “Ruído excessivo”, tornando-se assim necessária a identificação destas posições de quesito influenciado e quesito influenciador.

6.1.2.2 Administração escolar e o ruído excessivo

A “Administração escolar” também se comportará como um agente de duplo sentido em relação ao “Ruído excessivo”. Nesse momento, a “Administração escolar” deve observar se os alunos estão sendo comprometidos academicamente pela exposição ao “Ruído excessivo” gerado pelo setor administrativo da escola, ou mesmo, se estes próprios alunos não são a fonte geradora deste “Ruído excessivo”, criando assim um círculo vicioso que se auto- realimenta.

Com a análise já concluída e se o problema do “Ruído excessivo” for observado, a segunda linha de ação deve ser desencadeada.

Esta etapa trata de organizar um rol de informações que possibilite o reconhecimento do problema e subsidie a tomada de decisões. A etapa final tratará do desencadeamento de ações práticas que possibilitem corrigir os problemas detectados.

6.1.3 O SOM E SUAS CARACTERÍSTICAS

A segunda linha de ação deve ser desencadeada se o problema do “Ruído excessivo” for detectado e tem como objetivo introduzir na discussão, elementos de origem acadêmica que envolvam o som e suas características.

Como ponto de partida, devem-se desenvolver estudos sobre “O som e suas características” com a finalidade maior de criar uma base de conhecimento científico que possibilite a identificação dos “Malefícios” e “Benefícios” causados pelo mesmo.

Com o reconhecimento dos “Malefícios” provocados pelo “Ruído excessivo”, os envolvidos devem desenvolver um grupo de ações que apresente “Medidas mitigadoras” que possam ser realmente aplicadas na unidade escolar em relação às “Fontes de ruído externo às escolas” e às “Fontes de ruído interno às escolas”.

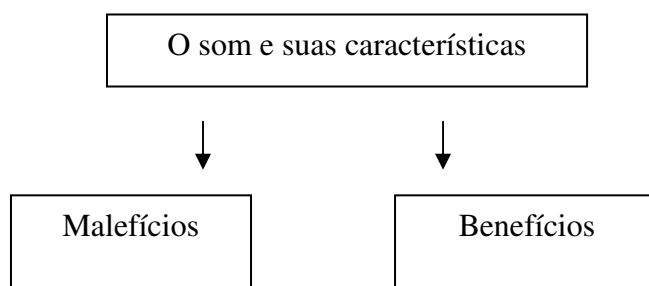


Figura 3. Fluxograma que apresenta a relação entre o som, seus malefícios e benefícios. (Fonte: O autor)

Para desenvolver esta ação, deve-se trabalhar de forma multidisciplinar, interligando conceitos físicos, biológicos e de usos e costumes, enfatizando a aplicabilidade dos conceitos em ações reais. Como ação natural desse processo multidisciplinar, os alunos poderão identificar os “Malefícios” e “Benefícios” gerados pelo som.

Entre os diversos tópicos a serem tratados neste momento, deve-se priorizar:

- a) aqueles que ressaltam a importância do som para a evolução do homem;
- b) suas formas de interagir com os da mesma espécie e com o meio natural;
- c) o som como meio de divulgação de informações e sobrevivência de uma cultura;
- d) as qualidades do som que propiciam bem estar físico e psicológico;
- e) o som como elemento de alerta ou agressão;
- f) o que pode ser considerado um ruído excessivo;
- g) os malefícios provocados pelo excesso de ruído ao homem e ao meio;

6.1.4 DESENCADEAMENTO DE AÇÕES

A etapa final do algoritmo se resume em aplicar os conceitos adquiridos na superação de um problema real.

Para viabilizar a aplicação do algoritmo dentro de uma escola, alguns dados são necessários para subsidiarem a tomada de decisões. Estes dados devem ser subdivididos para facilitar o processo de organização.

6.1.4.1 Projeto da escola

Para analisar o “Projeto da escola” algumas ações deverão ser desencadeadas com a finalidade de dimensionar e reconhecer o objeto de estudo.

As ações aqui propostas serão desenvolvidas de forma multidisciplinar, envolvendo alunos de todas as séries e de todos os períodos. Algumas disciplinas como artes, geometria, matemática, física e geografia, poderão facilmente se

apropriar da coordenação dessas tarefas, pois possuem em sua base curricular os pré-requisitos necessários para conduzirem os trabalhos.

Inicialmente, algumas características do imóvel deverão ser levantadas. Esses trabalhos serão apresentados por meio de tabelas, gráficos, desenhos e maquetes. Entre eles podemos citar:

a) a planta do prédio, indicando suas subdivisões, dimensões e utilizações (salas de aula, biblioteca, corredores, cantina, auditórios, sanitários, quadra de esportes, estacionamentos, etc);

b) o posicionamento do prédio escolar em relação ao terreno ocupado pela escola;

c) o posicionamento do prédio em relação à via pública e aos prédios vizinhos;

d) identificação das atividades (residencial, comercial, industrial, etc.) desenvolvidas nos prédios que estão ao redor da escola;

e) a identificação dos materiais que revestem pisos, paredes e teto;

f) descrição dos modelos e medidas das esquadrias (janelas e portas);

g) a descrição do mobiliário (carteiras, cadeiras, mesas, armários, etc) existente dentro das salas de aula e sua disposição;

h) a contagem do número de usuários (alunos e professores) que freqüentam diariamente a escola e os respectivos períodos de utilização;

i) a contagem do número de pessoas (pais, alunos e professores) que utilizam a secretaria da escola e os respectivos períodos de utilização;

j) levantamento da quantidade e posição dos equipamentos que possam estar gerando ruídos (ventiladores, aparelhos de ar condicionado, catracas, motores elétricos, bombas d'água, compressores, etc).



Figura 4. Posicionamento da quadra de esportes ao lado das salas de aula.
(Fonte: O autor)



Figura 5. Posicionamento da cantina ao lado das salas de aula.
(Fonte: O autor)



Figura 6. Piso cerâmico: prejudica a qualidade acústica da sala de aula.
(Fonte: O autor)



Figura 7 – Posição do prédio em relação ao ruído externo: proximidade da Via Férrea.
(Fonte: O autor)

6.1.4.2 Constatação do ruído excessivo

O quesito “Ruído excessivo” certamente é o item mais complexo a ser analisado. Essa complexidade se justifica pela sua subjetividade. Sabe-se que as pessoas quando submetidas a um mesmo estímulo sonoro podem reagir de forma diferenciada, classificando-os como desagradáveis ou não.

Outro fator que dificulta esta análise é a ausência de recursos financeiros, com a finalidade contratar profissionais para fazerem medições que comprovariam as condições acústicas das salas de aula.

Tratando-se especificamente que o algoritmo propõe-se a subsidiar a elaboração de um modelo de abordagem das condições acústicas das salas de aula, este “Ruído excessivo” deverá ser assim definido, quando as condições de uso das salas de aula se apresentarem insatisfatórias, ou seja, quando os professores e alunos perceberem que ruídos de origem interna ou externa à escola, estão dificultando o entendimento do que é dito durante a aula.

Uma observação mais detalhada realizada por um terceiro elemento das reações dos professores e alunos durante uma aula, pode facilitar esse processo de classificação.

Numa sala com “Ruído excessivo” os alunos normalmente apresentam as seguintes reações:

- a) demonstram menos atenção à fala do professor;
- b) alegam muitas vezes não saber o que é para ser feito;

- c) apresentam inquietação;
- d) pedem com freqüência para sair da sala (ir ao banheiro ou beber água);
- e) procuram sentar-se mais próximo do professor;
- f) viram a cabeça, tentando posicionar o ouvido de forma mais favorável;
- g) freqüentemente pedem para o professor repetir o que foi dito, alegando que não entenderam.

Em relação à postura do professor, observa-se que ele começa a:

- a) falar mais alto do que o necessário;
- b) apresentar-se menos tolerante em relação aos alunos daquela sala;
- c) manifestar ansiedade e cansaço excessivo.

Uma vez detectado o “Ruído excessivo”, as etapas complementares do algoritmo assumem uma posição de destaque, pois determinarão o sucesso ou o fracasso do trabalho anteriormente iniciado.

A partir desse momento, todas as ações desencadeadas serão de caráter multidisciplinar, com a finalidade de envolver todos os indivíduos que se utilizam desse ambiente escolar.

A “Administração escolar”, de posse da análise inicial que detectou o “Ruído excessivo”, deve desenvolver ações que envolvam alunos, professores e auxiliares administrativos e de serviço, conscientizando-os da necessidade de tomar medidas efetivas que possibilitem a solução do problema.

6.1.4.3 Medidas mitigadoras

Essa linha de ação trata das “Medidas mitigadoras” que podem ser aplicadas sobre as “Fontes de ruído externo às escolas” e “Fontes de ruído interno às escolas”.

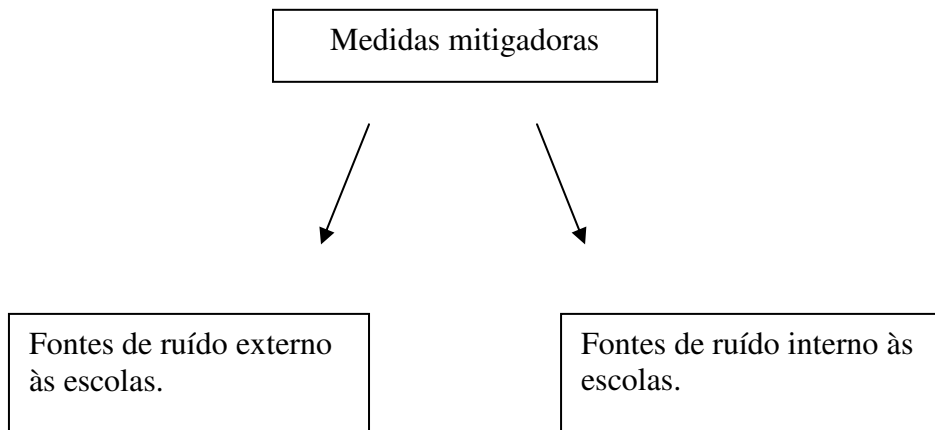


Figura 8. Fluxograma que apresenta as medidas mitigadoras sobre as fontes de ruído. (Fonte: O autor)

Essas ações tem como objetivo sanar os problemas detectados no quesito “Ruído excessivo”, fechando-se assim o esquema que possibilita o rompimento desse círculo vicioso. Entre os diversos tópicos a serem desenvolvidos, podemos citar:

- a) quais são os ruídos externos que atuam sobre a escola, sua periodicidade e intensidade;
- b) quais são as fontes geradoras de ruído excessivo dentro da escola e sua periodicidade;
- c) atitudes individuais e coletivas que possam melhorar a qualidade acústica da escola;
- d) intervenções físicas que minimizem os efeitos causados pelo ruído excessivo.

Um cuidado muito especial deve ser observado ao propor as “Medidas mitigadoras”. Antes de propor as medidas, deve-se realizar uma análise para verificar se as medidas realmente podem ou têm como ser implementadas, pois uma medida proposta e não aplicada pode gerar um descrédito em relação ao projeto.

Essas ações devem ser decididas coletivamente, de tal forma que todos possam reconhecer a sua necessidade e possam se posicionar como autores que influenciaram na tomada das decisões.

Agindo-se dessa forma, os envolvidos no processo demonstrarão uma menor resistência à mudança de posturas e aceitarão mais facilmente as ações propostas.

Como consequência natural do desenvolvimento dessas “Medidas mitigadoras”, os problemas causados pelo “Ruído excessivo” devem diminuir a patamares aceitáveis, possibilitando assim a “Administração escolar” fechar o quadro avaliativo.

Observam-se abaixo alguns exemplos simples de “medidas mitigadoras” que podem ser implementadas nas escolas a fim de contribuir para uma melhor qualidade acústica.

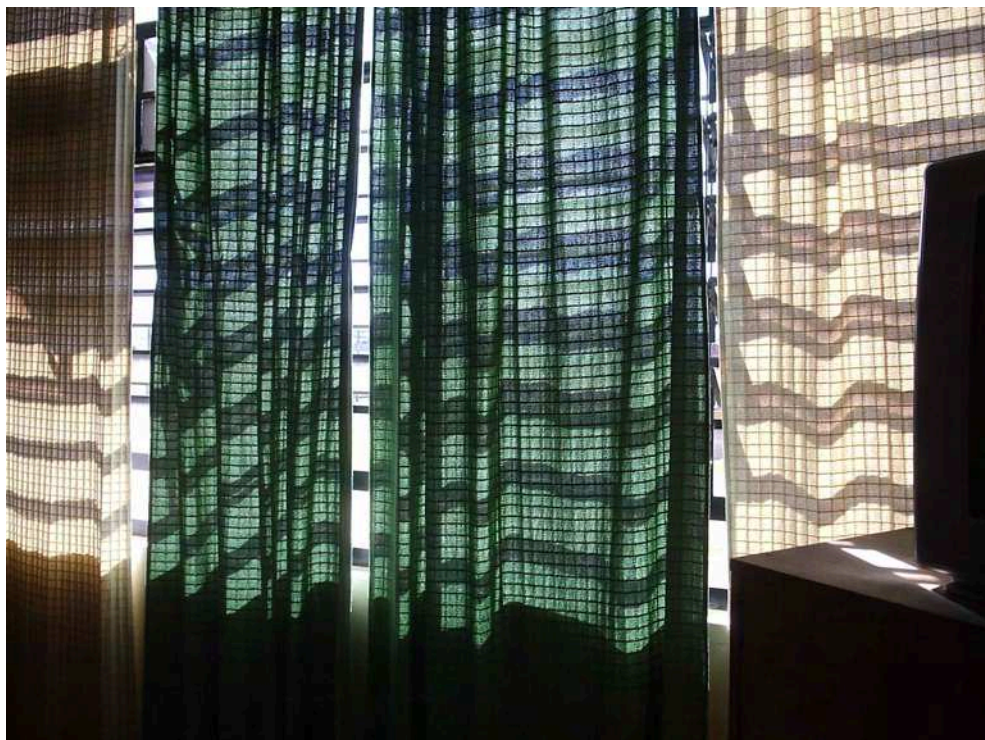


Figura 9. Colocação de cortinas de tecido (Fonte: O autor)



Figura 10. Painel de feltro/madeira como elemento de controle de reverberação. (Fonte: O autor)

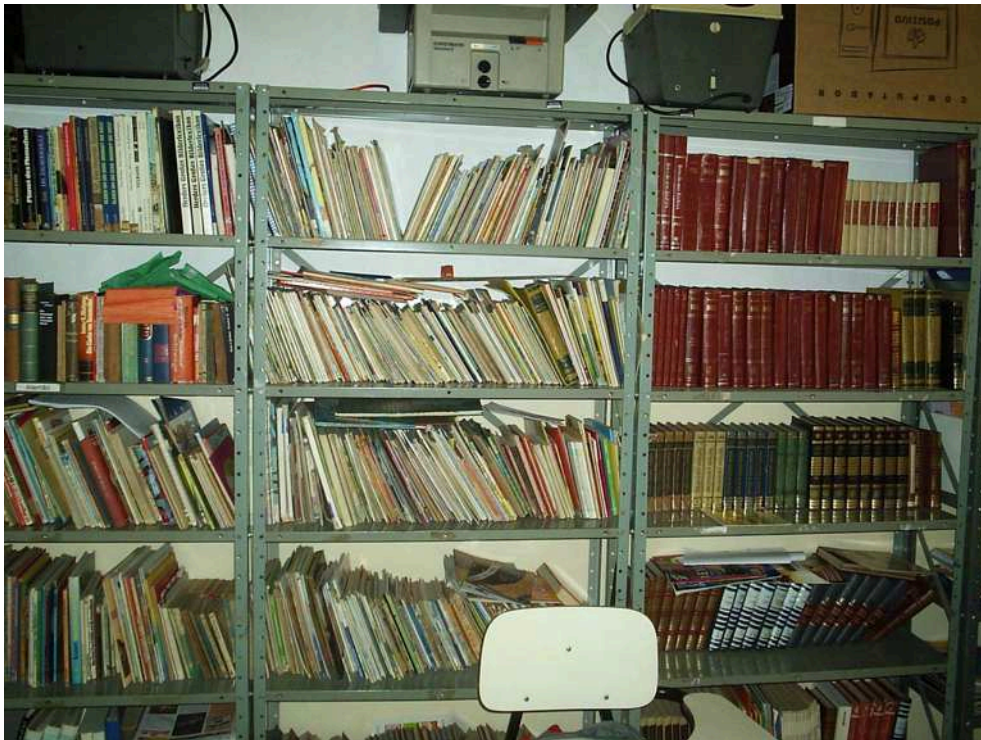


Figura 11. Estantes com livros: elemento de controle de reverberação dentro das salas de aula. (Fonte: O autor)

7 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO

Verifica-se que um número significativo de escolas apresentam falhas de posicionamento de projeto, localização, utilização e que as autoridades têm ignorado o quesito de qualidade acústica do ambiente, quando destinam os recursos financeiros para a manutenção e construção dos prédios escolares.

A aplicação do algoritmo pode servir como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem desenvolvendo atividade transdisciplinares.

A coleta de dados proposta pelo algoritmo atua como fator gerador de conscientização a respeito da qualidade de vida do professor e da comunidade escolar, tornando-se assim, um instrumento de divulgação dos problemas gerados pelo excesso de ruído.

O algoritmo se propõe a ajudar o administrador escolar na adoção de medidas mitigadoras e a propor novas intervenções que melhorem a qualidade acústica das salas de aula.

Que este algoritmo seja aplicado como modelo de documento que possibilite a verificação da situação das escolas já existentes.

8 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151**: Acústica – avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10152**: Níveis de ruído para o conforto acústico. Rio de Janeiro: ABNT, 1987. 7p.

ALVES, I.A.V. **Perfil vocal de docentes do ensino municipal e privado da cidade de Jataí – Goiás**. São Paulo: PUC, 2002.

AMORIM, C. N. D. Controle Ambiental Urbano e Arquitetônico – **Ementa da Disciplina**, Brasília, 2º semestre de 2005.

AZEVEDO, José Clovis de. Educação pública: o desafio da qualidade. **Estud. Av.** , São Paulo, v. 21, n. 60, 2007 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142007000200002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 4 Jan 2008, 14:05:40.

BERISTÁIN, S. El ruído es un serio contaminante. In: Congresso Iberoamericano de acústica, 1; Simpósio de metrologia e normalização em acústica do mercosul, 1; Encontro da sociedade brasileira de acústica, 18, 1988, Florianópolis. **Anais... Florianópolis: SOBRAC**, 1998. p. 135-142.

BONJORNO, R. A.; et al. **Física Completa**: volume único; ensino médio. 2.ed. São Paulo: FTD, 2001.

BOTO, Carlota. A educação como direito humano de três gerações: identidades e universalismo. **Educ. Soc.** , Campinas, v.26, n. 92, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/sceilo.php?sci_arttext&pid=S0101-73302005000300004&1ng=pt&nrm=iso>. Acesso em 11 Jan 2008, 09:40:10.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução** n° 001, de 8 março de 1990.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução** n° 002, de 8 março de 1990.

BRITO, Fausto; SOUZA, Joseane de. Expansão urbana nas grandes metrópoles: o significado das migrações intrametropolitanas e da mobilidade pendular na reprodução da pobreza. **São Paulo Perspec.** , São Paulo, v. 19, n. 4, 2005 .

Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392005000400003&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 4 Jan 2008, 14:25:20.

CARNEIRO, S. Distúrbios da voz no trabalhador público do município de São Paulo. **Anais do XIII Seminário de Voz PUC-SP**. São Paulo, 2003.

COLLADOS, E. Prevención del impacto acústico de nuevos proyectos. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE ACÚSTICA, 1; SIMPÓSIO DE METROLOGIA E NORMALIZAÇÃO EM ACÚSTICA DO MERCOSUL, 1; ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA, 18, 1998, Florianópolis. **Anais... Florianópolis: SOBRAC**, 1998. p. 169-177.

DREOSSI, Raquel Cecília Fischer; MOMENSOHN-SANTOS, Teresa. O ruído e sua interferência sobre estudantes em uma sala de aula: revisão de literatura. **Pró-Fono R. Atual. Cient.**, Barueri, v. 17, n. 2, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-56872005000200014&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 4 Jan 2008, 13:20:05.

ENIZ, A. O. **Poluição sonora em escolas do Distrito Federal**. Dissertação de Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental, Universidade Católica de Brasília. Brasília, 2004. Disponível em: <http://www.bdt.d.ucb.br/tede/tde_arquivos/6/TDE-2004-09-17T13:49:58Z-122/Publico/Dissertacaoalexandre.pdf>. Acesso em 4 Jan 2008, 11:10:40.

FERREIRA, A. M. C. **Avaliação do conforto acústico em salas de aula: estudo de caso na Universidade Federal do Paraná**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica – Departamento de Engenharia Mecânica – setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006. Disponível em: <http://www.pgmecc.ufpr.br/dissertacoes/dissertacao_062.pdf>. Acesso em 4 Jan 2008, 10:45:20

FERREIRA, L.P. et al. Condições de Produção Vocal de Professores da rede do Município de São Paulo. In: **Revista dos Distúrbios da Comunicação**. São Paulo, v. 14, n.2, p. 275-308, Jun/2003.

GARAVELLI, S. L. **Relatório de Avaliação dos Níveis de Ruídos da Biblioteca Central da Universidade Católica de Brasília**. Brasília, nov/2001.

GRILLO, Maria Helena Marotti Martelletti; PENTEADO, Regina Zanella. Impacto da voz na qualidade de vida de professore(a)s do ensino fundamental. **Pró-Fono R. Atual. Cient.**, Barueri, v. 17, n. 3, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-56872005000300006&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 4 Jan 2008, 11:50:10.

GUEDES, I.C.M. **Influência da forma urbana em ambiente sonoro: um estudo no bairro Jardins em Aracaju (SE)**. Campinas: Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2005. 126p.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; LABAKI, L. C. O projeto arquitetônico e o conforto ambiental: necessidades de uma metodologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE

TECNOLOGIA DO AMBIENTE COSNTRUÍDO, 5, 1993, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ENTAC, 1993. p. 785-794.

LACERDA, A. B. M. ; MAGNI, C. ; MORATA, T. ; Marques, J. ; Paulo Zanin . Ambiente urbano e percepção da poluição sonora. **Ambiente e Sociedade**, v. VIII, n. 2, p. 1-15, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2005000200005&lng=en&nrm=iso> . Acesso em 17 Jun 2006.

LAZZARINI, V.E.P. **Elementos de Acústica**. Departamento de Artes da Universidade Estadual de Londrina. Disponível em: <http://music.nuim.ie/~vlazzarini/papers/Elementos_de_Acustica.pdf>. Acesso em 17 Jun. 2006, 14:25:15.

LAIER, E.J. **Estudo da Disciplina Acústica Ambiental para Engenheiros**. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos – USP, 2001.

LIMA, W.R. **Perfil vocal dos professores dos municípios de Vitória e Vila Velha**. São Paulo: PUC, 2002.

MARICATO, Ermínia. Urbanismo na periferia do mundo globalizado: metrópoles brasileiras. **São Paulo Perspec.** , São Paulo, v. 14, n. 4, 2000 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392000000400004&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 4 Jan 2008, 14:30:05.

MEDEIROS, E. B. Introdução à Teoria Acústica. In: I Seminário de Engenharia de Áudio, 2002, Belo Horizonte. **Anais do I SEMEA, 2002**. Disponível em: <<http://www.cpdee.ufmg.br/~semea/anais/artigos/EduardoBauzer.pdf>>. Acesso em 17 Jun. 2006, 09:10:40.

PIMENTEL-SOUZA, F. Efeitos da poluição sonora no sono e na saúde em geral: ênfase urbana. **Revista de Acústica e Vibrações**, 10, 1992. p. 12-22.

QUERIDO, J. G. ; CAPASSO, C. A. A. . Parâmetros empíricos que Garantam a Inclusão da Discussão acústica no projeto e Gestão de Espaços Escolares. In: IV Congresso Ibero-americano de Acústica - Acústica 2004, 2004, Guimarães. IV Congresso Ibero-americano de Acústica - Acústica 2004. Lisboa : SPA - **Sociedade Portuguesa de Acústica**, 2004. v. 01.

RAMALHO JÚNIOR, F.; FERRARO, N.G.; SOARES, P.A.T. **Fundamentos da Física 2**. 7. ed. rev. e ampl. São Paulo: Moderna, 1999. ISBN 85-16-02348-6 (LA).

SEEP, B. Acústica das Salas de Aula: um recurso para criar ambientes de aprendizado com condições desejáveis de audibilidade. In: **Revista de Acústica e Vibrações**, Florianópolis, n. 29, Jul/2002.

SESI. Serviço Social da Indústria. **Projeto Saúde Vocal**. São Paulo, 2000.

SILVA, N. **Estudo da Ação do nível elevado de pressão sonora e do extrato seco de Ginkgo biloba EGd 761 na citoarquitetura da cóclea de cobais adultas.** São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2005. 96p.

SIMÕES, M. **Prevalência de disfonia e estudo de seus fatores associados em educadores de creche.** São Paulo: Departamento de Epidemiologia de Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 2001.

SOUZA, M.T. Apresentação do Documento: Distúrbio de Voz Relacionado ao Trabalho. In: **XIV Seminário de Voz.** São Paulo: PUC, nov/2004.

9 ANEXOS

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 001, de 08 de março de 1990.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, no uso das atribuições que lhe confere o Inciso I, do § 2º, do Art 8º do seu Regimento Interno, o Art 1º da Lei 7.804 de 15 de julho de 1989, e:

Considerando que os problemas dos níveis excessivos de ruído estão incluídos entre os sujeitos ao Controle da Poluição de Meio Ambiente;

Considerando que a deterioração da qualidade de vida, causada pela poluição, está sendo continuamente agravada nos grandes centros urbanos;

Considerando que os critérios e padrões deverão ser abrangentes e de forma a permitir fácil aplicação em todo o Território Nacional, RESOLVE:

I - A emissão de ruídos, em decorrência de qualquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política. obedecerá, no interesse da saúde, do sossego público, aos padrões, critérios e diretrizes estabelecidos nesta Resolução.

II - São prejudiciais à saúde e ao sossego público, para os fins do item anterior aos ruídos com níveis superiores aos considerados aceitáveis pela norma NBR 10.152 - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

III - Na execução dos projetos de construção ou de reformas de edificações para atividades heterogêneas, o nível de som produzido por uma delas não poderá ultrapassar os níveis estabelecidos pela NBR 10.152 - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

IV - A emissão de ruídos produzidos por veículos automotores e os produzidos no interior dos ambientes de trabalho, obedecerão às normas expedidas, respectivamente, pelo Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN, e pelo órgão competente do Ministério do Trabalho.

V - As entidades e órgãos públicos (federais, estaduais e municipais) competentes, no uso do respectivo poder de política, disporão de acordo com o estabelecido nesta Resolução, sobre a emissão ou proibição da emissão de ruídos produzidos por qualquer meios ou de qualquer espécie, considerando sempre os locais, horários e a natureza das atividades emissoras, com vistas a compatibilizar o exercício das atividades com a preservação da saúde e do sossego público.

VI - Para os efeitos desta Resolução, as medições deverão ser efetuadas de acordo com a NBR 10.151 - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade, da ABNT.

VII - Todas as normas reguladoras da poluição sonora, emitidas a partir da presente data, deverão ser compatibilizadas com a presente Resolução.

VIII - Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

RETIFICAÇÃO

. No D.O.U, de 02.04.90, pág. 6.408, Seção I, no item II, da Resolução CONAMA nº 001 de 08.03.90, onde se lê: NBR 10.152, LEIA-SE: NBR 10.151.

. No D.O.U. de 02.04.90, pág. 6.408, Seção I, no item III, da Resolução CONAMA nº 001 de 08.03.90, onde se lê: ... Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade..., LEIA - SE: ...níveis de Ruído para conforto acústico...

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 002, de 08 de março de 1990

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, no uso das atribuições que lhe confere o inciso I, do § 2º, do Art. 8º do seu Regimento Interno e inciso I, do Art. 8º, da Lei 6.938 de 31 de agosto de 1981, e

Considerando que os problemas de poluição sonora agravam-se ao longo do tempo, nas áreas urbanas, e que som em excesso é uma séria ameaça a saúde, ao bem-estar público e a qualidade de vida;

Considerando que o homem cada vez mais vem sendo submetido a condições sonoras agressivas no seu Meio Ambiente, e que este tem o direito garantido de conforto ambiental;

Considerando que o crescimento demográfico descontrolado, ocorrido nos centros urbanos acarretam uma concentração de diversos tipos de fontes de poluição sonora;

Considerando que é fundamental o estabelecimento de normas, métodos e ações para controlar o ruído excessivo que possa interferir na saúde e bem-estar da população, RESOLVE:

Art 1º - Instituir em caráter nacional o programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora - "SILÊNCIO" com os objetivos de:

a) Promover cursos técnicos para capacitar pessoal e controlar os problemas de poluição sonora nos órgãos de meio ambiente estaduais e municipais em todo o país;

b) Divulgar junto à população, através dos meios de comunicação disponíveis, matéria educativa e conscientizadora dos efeitos prejudiciais causados pelo excesso de ruído.

c) Introduzir o tema "poluição sonora" nos cursos secundários da rede oficial e privada de ensino, através de um Programa de Educação Nacional;

d) Incentivar a fabricação e uso de máquinas, motores, equipamentos e dispositivos com menor intensidade de ruído quando de sua utilização na indústria, veículos em geral, construção civil, utilidades domésticas, etc.

e) Incentivar a capacitação de recursos humanos e apoio técnico e logístico dentro da polícia civil e militar para receber denúncias e tomar providências de combate a poluição sonora urbana em todo o Território Nacional;

f) Estabelecer convênios, contratos e atividades afins com órgãos e entidades que, direta ou indiretamente, possa contribuir para o desenvolvimento do Programa SILÊNCIO.

Art. 2º - O Programa SILÊNCIO, será coordenado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA e deverá contar com a participação de Ministérios do Poder Executivo, órgãos estaduais e municipais de meio ambiente, e demais entidades interessadas.

Art. 3º - Disposições Gerais

. Compete ao IBAMA a coordenação do Programa SILÊNCIO;

. Competem aos Estados e Municípios o estabelecimento e implementação dos programas estaduais de educação e controle da poluição sonora, em conformidade com o estabelecido no Programa SILÊNCIO;

. Compete aos Estados e Municípios a definição das sub-regiões e áreas de implementação prevista no Programa SILÊNCIO;

. Sempre que necessário, os limites máximos de emissão poderão ter valores mais rígidos fixados a nível Estadual e Municipal.

. Em qualquer tempo este Programa estará sujeito à revisão tendo em vista a necessidade de atendimento à qualidade ambiental

Art. 4º - Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

A Resolução nº 002, de 8 de março de 1990 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA no seu artigo primeiro nos itens “b” e “c” resolve:

“b”: Divulgar junto à população, através dos meios de comunicação disponíveis, matéria educativa e conscientizadora dos efeitos prejudiciais causados pelo excesso de ruído;

“c”: Introduzir o tema “poluição sonora” nos cursos secundários da rede oficial e privada de ensino, através de um Programa de Educação Nacional”.

Apesar desta resolução já estar em vigor à aproximadamente 18 anos, a quantidade de materiais informativos disponíveis para a população a respeito dos problemas gerados pelo excesso de ruído é muito reduzido.

Os poucos dados encontrados para este segmento da sociedade são os de origem jornalística, que priorizam a notícia em detrimento de uma análise mais aprofundada de causa e efeito.

Em situação parecida, encontra-se a redes públicas e particulares de ensino, onde a escassez de informações é verificada nos materiais de ensino fundamental.

O tema recebe um tratamento superficial no ensino médio, quando os autores tratam das características físicas do som ou isoladamente quando tratam do aparelho auditivo nas aulas de biologia, deixando assim uma lacuna ao desassociar os problemas do dia-a-dia do conhecimento acadêmico.