



**45º CONGRESO ESPAÑOL DE ACÚSTICA
8º CONGRESO IBÉRICO DE ACÚSTICA
EUROPEAN SYMPOSIUM ON SMART CITIES AND
ENVIRONMENTAL ACOUSTICS**

**ESTUDO DAS CONDIÇÕES ACÚSTICAS EM ALGUNS AMBIENTES DE UMA
UNIVERSIDADE BRASILEIRA**

PACS: 43.55.Br

Maria Lúcia Grillo, Luiz Roberto Baptista e Jeanne Denise Barros
Laboratório de Acústica Ambiental e Musical (LACUSTAMM)
Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)
Rua São Francisco Xavier 524, sala 3034 D, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, CEP 20.550-013,
Tel: 55-21-23340844,
E-mail: mluciag@uerj.br, maestroluizroberto@ig.com.br e jeanne@ime.uerj.br

ABSTRACT

The acoustic conditions are an important environmental factor that has been increasingly studied due to the recognition of possible damage to hearing and to other aspects of health. In addition, each room must be appropriate to the purpose for which it was built. A library must have different acoustic properties of a classroom. The university restaurant should also be suitable acoustically. We did an acoustic study in some environments at a university in Rio de Janeiro and found high levels of noise above the Brazilian standards and suggest some possible modifications in order to adjust these settings.

RESUMO

As condições acústicas são um importante fator ambiental que tem sido cada vez mais estudado, devido ao reconhecimento dos possíveis danos à audição e a outros aspectos da saúde. Além disso, cada sala deve ser adequada ao fim para o qual foi construída. Uma biblioteca deve ter propriedades acústicas diferentes de uma sala de aula. O restaurante universitário também deve ser adequado acusticamente. Fizemos um estudo acústico em alguns ambientes de uma universidade no Rio de Janeiro e constatamos níveis elevados de ruídos, acima das normas brasileiras e sugerimos algumas possíveis modificações visando à adequação desses ambientes.

INTRODUÇÃO

O nosso interesse pelo estudo das condições acústicas na universidade tem dois aspectos: a saúde e a aprendizagem.

Hoje em dia o interesse pelas condições ambientais tem aumentado e dentro do ambiente há o que Schafer (2011) chama de paisagem sonora. Pouco a pouco a preocupação com essa paisagem sonora vem aumentando, embora não seja ainda reconhecida como tão importante quanto a poluição do ar. A relação ensino-aprendizagem se dá, em geral, através da palavra, que precisa então ser bem entendida para que os objetivos sejam atingidos. Isso envolve a adequação do ambiente quanto aos materiais utilizados e o comportamento das pessoas, tanto no ambiente interno a ser analisado quanto no ambiente externo. Esse problema não é novo e vem crescendo dia a dia. Segundo Bistafa (2011): “O ruído parece perturbar as pessoas desde os tempos em que elas passaram a viver em cidades” (BISTAFA, 2011:7).

Podemos então definir o que estamos considerando como ruído. Segundo Schafer (2011) há 4 possíveis significados para ruído: som indesejado, som não musical (vibração não periódica), qualquer sistema de sinalização (leis estabelecem seus limites) e distúrbio em qualquer sistema de sinalização (qualquer perturbação que não faça parte do sinal). (SCHAFER, 2011:256)

Observamos de maneira geral que a cidade do Rio de Janeiro tem se tornado cada vez mais ruidosa, devido principalmente ao aumento do número de veículos e de máquinas de todo tipo. E podemos ver dentro dessa transformação certa adaptação, muitas vezes involuntária, das pessoas que se acostumam e como que já nem prestam mais atenção ao problema dos sons altos, que é então o sentido do ruído ao qual nos referimos. Com isso cada pessoa passa a ser de certa forma contribuinte desse aumento de ruído, que pode prejudicar primeiro a si mesmo, mas também aos que estão próximos. Podemos observar esse comportamento em escolas, universidades, igrejas, nas ruas, em salas de concerto, etc. As igrejas, que antes eram espaços para oração silenciosa, usam os instrumentos e o canto em níveis bem mais elevados.

Na história da música erudita podemos acompanhar a mudança na percepção. Roederer (2002) fala da “tolerância gradual da nossa habilidade de processamento auditivo, que agora está receptiva a ‘digerir’ uma entrada muito mais complicada”, (ROEDERER, 2002:245) referindo-se às dissonâncias. Com o passar do tempo as experiências musicais foram mudando, e o que antes era considerado uma “ousada inovação”, o intervalo de 5ª, hoje é muito comum e aceito. O aumento do número de instrumentos também ocorreu gradualmente, e “atingiu seu ápice nas orquestras de Wagner e Berlioz, que foram especialmente expandidas de modo a tornar possível uma retórica grandiloquente. (...) A orquestra ideal de Berlioz devia incluir 120 violinos, 16 trompas, 30 harpas, 30 pianos e 53 instrumentos de percussão”. (SHAFER, 2011:160) E o som das máquinas foi entrando nas salas de concerto. E antes o som dos cavalos e das locomotivas já tinha passado a fazer parte das músicas.

Schafer (2011) cita como verdadeiro revolucionário da nova era o experimentador Luigi Russolo, que inventou uma orquestra de ruídos, com objetos que zumbiam e uivavam. Ele organizou, em 1913, um evento que chamou A arte do ruído. E ele diz, referindo-se à sua época, que hoje o ruído reina supremo sobre a sensibilidade humana, o que Shafer (2011) chama de substituição da beleza pelo lixo. Pierre Shaeffer, através da música concreta, fez a inserção de qualquer som do ambiente em suas composições. (SCHAFER, 2011:162)

E as universidades e colégios não estão fora dessas mudanças no ambiente. Encontramos salas de aula com ruído acima do considerado adequado (internamente e externamente), com mobiliários e revestimentos que não contribuem para uma boa inteligibilidade.

PROBLEMAS GERADOS PELOS RUÍDOS

“O ruído permeia as atividades humanas 24 horas por dia, e vem sendo apontado como uma das principais causas de deterioração da qualidade de vida, principalmente nas grandes cidades”. (BISTAFA, 2011:7)

Segundo Bistafa (2011), pesquisas têm comprovado que níveis elevados de som, como 85 dB, durante muito tempo, são capazes de causar sérios problemas à audição. Durante 16 horas diariamente, bastam 70 dB para causar perda auditiva. O que antes era considerado natural, a perda da audição com a idade, hoje já se sabe que crianças submetidas a bandas de rock, motocicletas e outros ruídos, têm uma redução da audição principalmente em frequências agudas; e pessoas de 60 anos podem ter audição tão boa ou melhor que outras de 25 anos, dependendo de onde moram. (SCHAFER, 2011:261)

Shafer chama a atenção de que não é apenas a audição que é afetada com o ruído elevado. “Por ser uma vibração, o som também afeta outras partes do corpo. O ruído intenso pode causar dores de cabeça, náuseas, impotência sexual, redução da visão, debilitação das funções cardiovasculares, gastrointestinais e respiratórias” (SCHAFER, 2011:260)

Pesquisas apontam que o hábito de usar fones de ouvidos tem gerado, especialmente aos jovens, em pouco tempo, a sensação de zumbido nos ouvidos. Na Espanha, um milhão e meio de pessoas sofrem com os zumbidos e, delas, 80% são jovens. O professor da Universidade de Barcelona Joan Domènech Oliva explicou que os zumbidos, que são ruídos contínuos do ouvido que hoje em dia ainda não têm cura, são a principal consequência do volume excessivo, um problema que já afeta 4% da população e, especialmente, pessoas entre 10 e 35 anos. (<http://saude.ig.com.br/minhasaude>)

Os ruídos podem causar problemas também de inteligibilidade. Até certo nível de relação sinal-ruído, o ser humano é capaz “de ignorar o efeito do ambiente, ou seja, ‘de subtraí-lo’ do som total recebido, para perceber somente o som original. (...) Quando o ser humano é o elemento ativo na produção do som, há um ajuste na produção sonora que depende das características acústicas do ambiente” (BISTAFA, 2011:82) As múltiplas reflexões que ocorrem no ambiente modificam o som que é percebido. A percepção pode ser otimizada através das condições físicas do ambiente (dimensões da sala e materiais envolvidos) e é diferente conforme o uso. Conforme Bistafa (2011), as múltiplas reflexões recebidas pelo observador podem ser classificadas, relativamente aos seus tempos de chegada após o som direto, como precoces e tardias. Em geral consideram-se reflexões tardias para a palavra falada aquelas que ocorrem após 50 ms da chegada do som direto, e para a música após 80 ms. As reflexões tardias são consideradas prejudiciais à comunicação. (BISTAFA, 2011: 85) O tempo de reverberação é o parâmetro que deve ser medido para avaliar a inteligibilidade.

RESULTADOS EXPERIMENTAIS E DISCUSSÕES

Há 10 anos atrás foi feito um estudo sobre a acústica de uma sala de aula da UERJ (BARROS, BIAZUTTI, FEITEIRA e MEDRADO, 2004). A sala está localizada no Instituto de Matemática e Estatística, no 6º andar, de frente para uma rua movimentada (ver figura 1). Nesta época, depois desse estudo, foram feitas algumas sugestões para melhorar as condições acústicas da sala, uma vez que os resultados não foram muito positivos quanto à inteligibilidade e níveis de ruído. Nenhuma modificação foi feita até hoje, na sala. Fizemos novamente algumas medidas de níveis de pressão sonora, com um decibelímetro ITEDEC 4020, ajustado para medir o nível equivalente da pressão sonora (Leq). Constatamos que, o que já era de se esperar, o ruído

de fundo aumentou, pois houve aumento do tráfego na rua para a qual as janelas estão abertas. O valor médio obtido naquela época foi de 53,39 dB(A) e neste trabalho obtivemos o valor de 56,50 dB(A). As medidas foram feitas no meio da sala, com as janelas abertas, como no estudo de referência. O resultado obtido por Barros e outros (2004) para o tempo de reverberação, foi de 1,98 e 1,86 s, para as frequências de 500 Hz e 1000 Hz respectivamente. Os valores de ruído de fundo são elevados, conforme a NBR 10152 (ABNT, 1987), que indica os valores de 40 dB(A), para conforto e 50 dB(A), aceitável, para ambientes de estudo. O nível obtido exige que a fonte sonora a ser escutada, em geral a voz do professor, seja muito elevada para que seja entendida. O tempo de reverberação também é inadequado, pois deveria ter um valor em torno de 1 s em salas de aula como essas e, no entanto, se aproxima de 2 s. A dificuldade aumenta se o estudante se localiza nas últimas cadeiras. As sugestões feitas por Barros e outros em 2004 ainda são necessárias, com o agravante de que o ruído de fundo aumentou.

Conforme a NBR 10152 (ABNT, 1987), em ambientes acadêmicos, bibliotecas devem ter níveis entre 35 e 45 dB(A). Fizemos algumas medidas dos níveis de pressão sonora em uma das bibliotecas da UERJ, no mesmo andar da sala estudada (6º andar), do Instituto de Matemática e Estatística. O valor médio obtido (Leq) foi de 57,6 dB(A), o que mostra que esta biblioteca tem níveis elevados de ruído de fundo, e seriam necessárias também algumas adequações, como novos revestimentos nas paredes, com materiais menos refletores e controle do ruído dos aparelhos de ar condicionado.



Figura 1: sala de aula 6005F - UERJ

Ainda de acordo com a NBR 10152 (ABNT, 1987), ambientes de circulação em instituições acadêmicas devem ter níveis entre 45 e 55 dB(A). Foram feitas algumas medidas em diferentes ambientes: hall do primeiro andar e corredor de entrada. O primeiro andar não possui salas de aula, mas estão presentes diferentes secretarias que fazem atendimento a professores e alunos. Obtivemos neste ambiente um valor médio de 61,8 dB(A), bastante mais elevado do que é recomendado. Esse ambiente é aberto, com portas voltadas para uma rua bastante movimentada (que podem ser vistas na figura 1) e é passagem para muitas pessoas. (ver figuras 2, 3 e 4) O corredor de entrada fica bem próximo à rua e é distante de salas de aula. Neste ambiente foram obtidos valores em torno de 66,7 dB(A).



Fig. 2: Hall do 1º andar – Pavilhão Reitor João Lyra Filho – UERJ

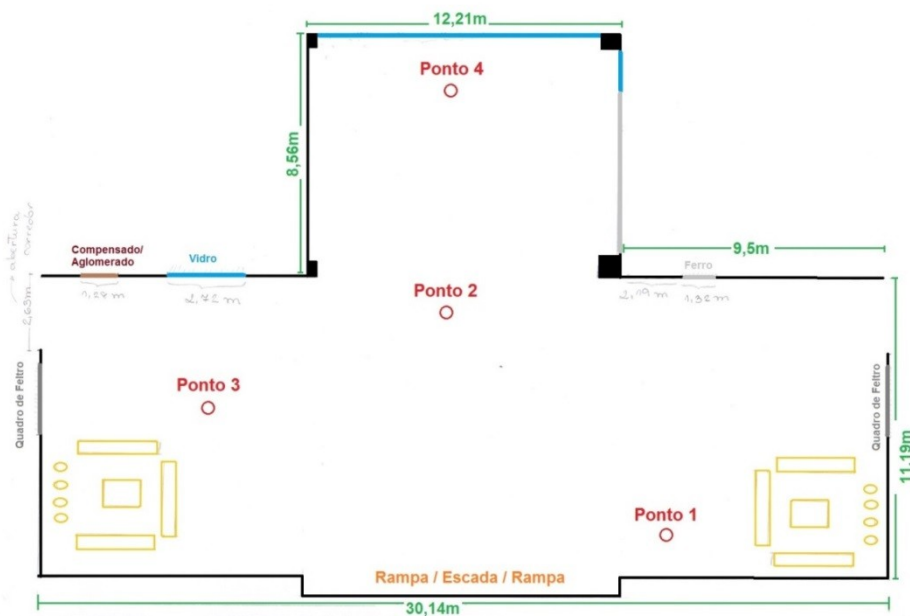


Figura 3: Desenho esquemático do hall do primeiro andar com os pontos de medições



Figura 4: Vista das rampas do hall do primeiro andar

Outro ambiente estudado no mesmo campus foi o restaurante universitário (ver figura 5). Este ambiente é relativamente o mais ruidoso. Conforme a NBR 10152 (ABNT, 1987) restaurantes devem ter níveis de pressão sonora entre 40 e 50 dB(A). Foram feitas medidas durante um almoço, com o restaurante lotado (334 lugares) e também com o restaurante vazio, apenas com as máquinas ligadas (refresqueira e balcão de distribuição). O restaurante vazio apresentou o Leq de 67,7 dB(A) e o restaurante lotado o nível atingiu um valor médio de 85,4 dB(A).



Figura 5: Refeitório universitário – balcão de distribuição (esquerda) e vista das mesas (direita)

CONCLUSÕES

Os valores obtidos foram todos inadequados, muito acima dos níveis previstos como próprios para ambientes acadêmicos. Principalmente o restaurante chega a atingir níveis realmente preocupantes, prejudiciais à saúde em seus vários aspectos citados anteriormente. As conversas são muitas vezes impossíveis, com pessoas sentadas lado a lado durante o almoço.



**45º CONGRESO ESPAÑOL DE ACÚSTICA
8º CONGRESO IBÉRICO DE ACÚSTICA
EUROPEAN SYMPOSIUM ON SMART CITIES AND
ENVIRONMENTAL ACOUSTICS**

Especialmente os funcionários sofrem as consequências desse ambiente, devido ao tempo de permanência. Mudanças urgentes deveriam ser planejadas, como a mudança do revestimento das mesas, que é de material bem refletor. As paredes também deveriam ser revestidas. A sala de aula poderia ser modificada em suas paredes. As janelas fechadas melhorariam também os níveis de ruído (ficam sempre abertas devido ao calor e à falta de aparelhos de ar refrigerado). O mesmo problema acontece com a biblioteca e o hall do 1º andar. Apenas o corredor de entrada não é muito preocupante, uma vez que está localizado distante de ambientes acadêmicos propriamente ditos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e pelos auxílios financeiros que têm permitido o desenvolvimento de nossas pesquisas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, *Níveis de ruído para conforto acústico*, NBR 10152 (1987)
- BARROS, J. D. B., BIAZUTTI, A. C., FEITEIRA, J. F. S. E MEDRADO L. de O. (2004) *Investigation of Sound Quality in a Classroom from State University of Rio de Janeiro*, The 18th International Congresso on Acoustics, Kioto.
- BISTAFÁ S. R. (2011), *Acústica Aplicada ao Controle do Ruído*, São Paulo: Blucher.
- ROEDERER, J. G. (2002) *Introdução à Física e Psicofísica da Música*, São Paulo: Edusp.
- SCHAFFER, R. M. *A Afinação do Mundo*. São Paulo: Unesp.
- SITE consultado em 01/09/2014 - <http://saude.ig.com.br/minhasaude>