

CONTRIBUTOS PARA O ESTUDO DO RUÍDO NA PERSPECTIVA DO RISCO NAS SALAS DE AULA

Ana Rebelo^a, J. Santos Baptista^a, Miguel Diogo^b

^aCIGAR – Centro de Investigação em GeoAmbiente e Recursos - FEUP

jsbap@fe.up.pt

^bFaculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Fernando Pessoa

mtatod@ufp.edu.pt

RESUMO

O presente trabalho pretendeu caracterizar os níveis de ruído existentes nas salas de aula da FEUP sem a utilização de barreiras. Procedeu-se à sua medição ao longo de todo o período de aulas (08H00 – 20H00).

Os resultados indicam que quando as janelas estão abertas o nível de ruído ultrapassa os valores aconselhados para que possa existir uma situação de conforto acústico em sala. Algumas das salas analisadas acusaram níveis que ultrapassam o limite de stress acústico. Com as janelas fechadas os níveis de ruído melhoram e é retomada uma situação de conforto.

Palavras-chave: Ruído, Risco, Escola, Salas de Aula.

APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

Os níveis de ruído a que os docentes e alunos estão sujeitos durante o processo de ensino/aprendizagem que decorre nas salas de aula afecta, de forma indelével, todo o esforço colocado por ambas as partes no processamento tanto da informação transmitida como da recebida.

No processo de ensino/aprendizagem, verificamos que actualmente se recorre cada vez mais a meios audiovisuais, onde a transmissão de informação através da imagem assume importância cada vez maior. No entanto, a comunicação assente na comunicação oral continua a desempenhar um papel essencial na transmissão de conhecimentos.

BREVE ESTADO DA ARTE

A educação formal está baseada em grande parte na comunicação verbal entre participantes. Neste contexto, o excesso de ruído e de reverberação numa sala de aula dificulta a comunicação, transformando-se em barreiras à aprendizagem [3]. Condições acústicas adequadas contribuem para uma melhor aprendizagem nas salas de aula e contudo, essa característica tem sido frequentemente negligenciada [4]. Na construção do conhecimento, a fala é o principal meio de comunicação e qualquer distúrbio que sofra pode prejudicar a concentração e aprendizagem dos alunos [5]. Na última década, pela sua importância, o tema *acústica de salas de aula* tem sido analisado e discutido nos principais eventos da área e por vários autores. Tal interesse demonstra a importância do tema e indica os caminhos por onde se está a avançar.

De acordo com o documento “*Guidelines for Community Noise*” [1], publicado pela *World Health Organization* (WHO/ OMS), nalguns ambientes específicos entre os quais se encontram o das escolas e pré-escolas, o ruído assume uma posição crítica. Entre os seus efeitos, destacam-se a interferência na fala, distúrbios na aquisição de informação (compreensão e aquisição de capacidade de leitura), dificuldades de comunicação da mensagem e irritação. De acordo com esta organização, para que exista uma boa qualidade de audição e compreensão de mensagens faladas em salas de aula, o som de fundo não deverá exceder os 35 dB(A).

Pesquisas têm caracterizado a influência da acústica na aprendizagem e desempenho dos alunos, bem como no comportamento social e compreensão. Condições acústicas desfavoráveis tornam a aprendizagem e o ensino desnecessariamente fatigantes [2]. O nível de

ruído influencia directamente a percepção do aluno, devendo tornar-se um factor determinante na concepção de salas de aula. Os ruídos excessivos podem causar danos à saúde dos ocupantes. Por outro lado, salas com bom desempenho acústico são ambientes propícios à aprendizagem e concentração [5]. Ambientes com alto nível de ruído exigem do aluno um considerável esforço suplementar para assimilar as informações, pois a tarefa de atenção auditiva procura hierarquizar um estímulo sonoro em detrimento dos demais [5]. Autores como Zannin [3] asseguram que a afirmação de que *um nível de pressão sonora abaixo de 85 dB(A) não causa danos à saúde humana* é uma proposição muito simplista. “*O homem, olhado no todo, não é constituído somente de ouvidos e audição, onde as ondas sonoras se movimentam e exercem influência. Muito mais do que isso, as células ciliadas, localizadas na cóclea, transformam as vibrações no ouvido interno em impulsos nervosos, os quais são conduzidos ao cérebro e, a partir deste, são conduzidos para todo o corpo, provocando reacções psico-fisiológicas de difícil mensuração. No entanto, estas têm efeitos graves e profundos na saúde dos indivíduos submetidos a ambientes ruidosos.*”

Os níveis de ruído numa sala de aula não incidem sobre os níveis que a curto ou longo prazo vão provocar perdas auditivas, mas sim sobre níveis que prejudicam o sucesso do processo ensino-aprendizagem. O ruído existente numa sala tem diversas implicações que interferem nesse processo. Uma das implicações centra-se a nível da inteligibilidade da fala que se traduz na forma como a mensagem é percebida pelos seus destinatários. A inteligibilidade da fala é influenciada, entre outros, pelo nível da fala, pronúncia, distância falante-ouvinte, nível sonoro e outras características do ruído interferente; acuidade auditiva e nível de atenção.

O grupo ANSI (*American National Standards Institute*) 0 S12 W/G 42 da Sociedade Americana de Acústica levantou algumas considerações sobre o aumento do ruído em salas de aula que apontam para o seguinte:

1. *O ar condicionado é projectado e adaptado para muitas salas aumentando o ruído de fundo ideal para ambientes de aprendizagem;*
2. *O tempo de reverberação deve ser reduzido, instalando-se materiais absorventes nas paredes e no tecto;*
3. *O ruído urbano aumentou devido ao crescimento das cidades e a tecnologia de fabrico das portas e janelas para isolamento do ruído externo não evoluiu proporcionalmente;*
4. *O comportamento dos estudantes é diferente devido às mudanças sociais e familiares.*

Alguns Standards Internacionais

Em Portugal, o Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE) de 9 de Junho de 2008 apresenta dos valores restritivos em termos de ruído. O RRAE aponta para valores máximos de 33dB(A) para salas desocupadas. A OMS, para condições semelhantes aponta para 35 dB(A). Por outro lado, no Brasil, a NBR 10152 afirma que para haver conforto acústico, a pressão sonora se deve situar abaixo dos 40 dB(A), não devendo exceder os 50dB(A).

Estes valores aparentemente baixos compreendem-se em função da actividade a que o espaço se destina: a comunicação. Sabe-se que para haver inteligibilidade nessa mesma comunicação é necessário haver um diferencial entre o ruído de fundo e o esforço vocal do orador entre 10 e 15 dB(A). Sabe-se também que o tom de voz considerado normal é de cerca de 60 dB(A). Nestas condições, valores superiores aos considerados nas normas são problemáticos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Escolha de Salas e Recolha dos Dados

Atendendo ao elevado número de salas existentes na FEUP, procedeu-se à sua tipificação relativamente a um conjunto de factores capazes de influenciar o ruído. Deste modo foram agrupadas as salas detentoras, em simultâneo, de características idênticas para os seguintes factores:

- Orientação das janelas;
- Número de janelas;
- Número de portas;
- Área da sala;
- Altitude (pisos);
- Existência de edifícios contíguos.

De cada conjunto de salas com as mesmas características elegeu-se uma onde posteriormente se realizaram as medições. Estas tiveram lugar entre 25 de Junho e 22 de Agosto entre as 8H00 e as 20H00. Este horário, de acordo com o Regulamento Geral do Ruído insere-se no período diurno (7:00 – 20:00), e engloba um período onde decorrem a generalidade das aulas.

Condições de Medição

Numa primeira fase foram efectuadas medições nas salas com as janelas abertas e persianas fechadas. Na segunda fase elegeram-se duas salas onde se procedeu à medição com as janelas fechadas.

Equipamento e Procedimentos de Medição

As medições do nível sonoro contínuo equivalente foram efectuadas com um sonómetro marca CEL – 573.C1, da classe 1. O sonómetro utilizado é um analisador espectral com um microfone condensador de precisão CEL – 192 2F com precisão tipo, de 0,5 polegadas. A configuração utilizada compreendeu as seguintes opções:

- Faixa de medição 15 – 90 dB;
- Medição em tempo real – SLM (funcionamento como sonómetro);
- Resposta do microfone: campo livre;
- Taxa de transferência (Q): 3;
- Nível sonoro contínuo equivalente (Leq(dB));
- Filtros de banda de oitava;
- Tempo de resposta: rápida;
- Intervalo de tempo de medição: aproximadamente doze horas.

O equipamento foi posicionado ao fundo da sala no lugar mais afastado da janela, estando o microfone situado a uma altura de cerca de 1,5m do piso. Dada a influência que se verificou existir, entre outros factores, com a orientação espacial das salas, os resultados serão apresentados agrupados tendo em atenção a essa mesma orientação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

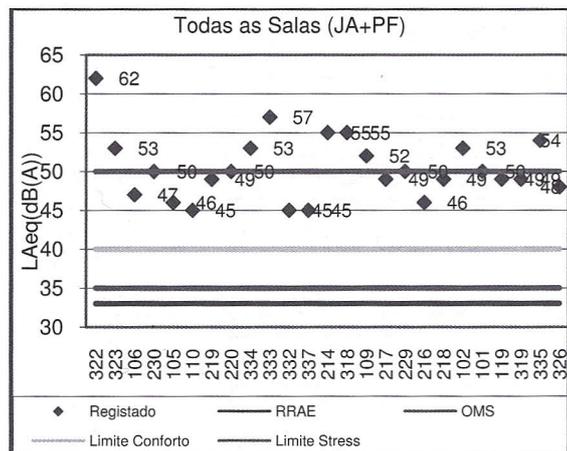


Figura 9: Nível de pressão sonora registado em todas as salas

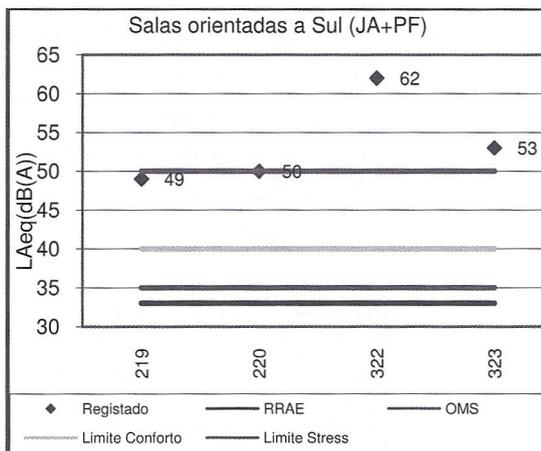


Figura 10: Nível de Pressão sonora registado nas salas orientadas a Sul

Analisando os gráficos das figuras 1, 2, 3 e 4 resultantes das medições efectuadas com as janelas das salas abertas, verificamos que o valor mais elevado foi registado numa das salas viradas a Sul (figura 2), Este resultado pode ser justificado uma vez que esta confronta directamente com uma rua com movimento automóvel. As salas viradas a Este (figura 3) apesar de estarem voltadas para uma auto-estrada, muitas delas vêm esse efeito diminuído pela distância e pelo efeito de barreira constituída pela arquitectura do próprio bloco onde se inserem. Por fim, as salas orientadas a Oeste (figura 4) apresentam valores relativamente homogéneos, o que pode ser explicado pelo facto de serem as que apresentam uma orientação mais favorável relativamente às principais fontes locais de ruído.

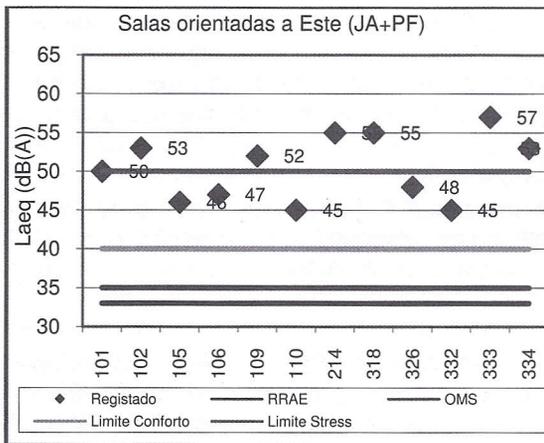


Figura 11: Nível de pressão sonora registado nas salas orientadas a Este

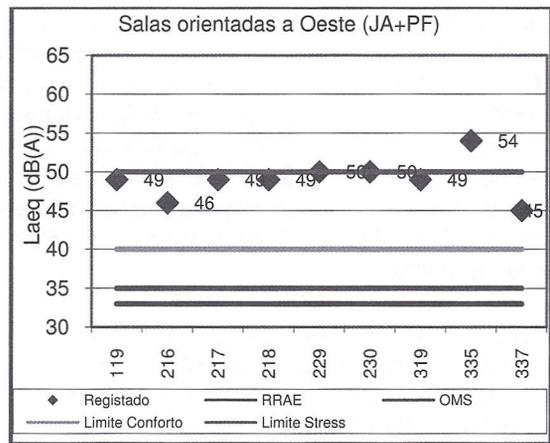


Figura 12: Nível de pressão sonora registado nas salas orientadas a Oeste

Ainda assim, com as janelas abertas, todas as salas, independentemente da orientação (figura 1), apresentam níveis de pressão sonora que rondam ou superam o valor admissível para uma sala de aula para a norma mais permissiva (NBR 10152/87), 50 dB(A) valor a partir do qual se considera existir stress auditivo. Perante esta constatação e em função do que atrás se disse relativamente às condições acústicas em que o processo de ensino/aprendizagem deve decorrer, torna-se obvia a necessidade de que as aulas não decorram com as janelas abertas.

Passou-se então à verificação do nível de pressão sonora com as janelas fechadas. Nestas condições foram efectuadas medições com as persianas abertas e fechadas, para tentar verificar a existência de algum efeito suplementar que pudessem ter. Neste artigo serão apresentados os valores para a sala B322 virada a Sul. Nesta segunda fase do trabalho foi também tida em atenção, para além do valor registado, o dia da semana em que o mesmo ocorreu (tabelas 1 e 2)

Tabela 14: Calendarização dos registos da sala 322 (JF+PA)

Registo	Dia da semana	Mês
Registo A	Sábado	28 de Julho
Registo B	Domingo	29 de Julho

Tabela 15: Calendarização dos registos na sala 322 (JF + PF)

Registo	Dia da semana	Mês
Registo A	Quinta-Feira	26 de Julho
Registo B	Sexta-feira	27 Julho
Registo C	Quinta-feira	16 Agosto

Como se pode constatar na figura 5 e na figura 6, o simples efeito de fecho das janelas faz baixar a generalidade dos valores registados para níveis inferiores a 40 dB(A), valores que já se encontram dentro dos padrões aceitáveis para países como a Alemanha, a Espanha ou o Reino Unido [40dB(A)].

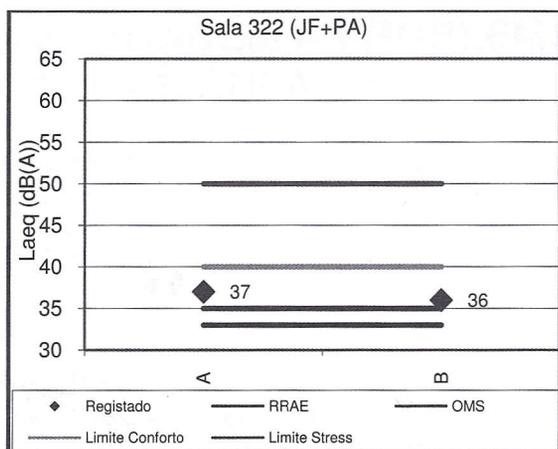


Figura 13: Nível de pressão sonora registrado na sala 322 (janelas fechadas e persianas abertas)

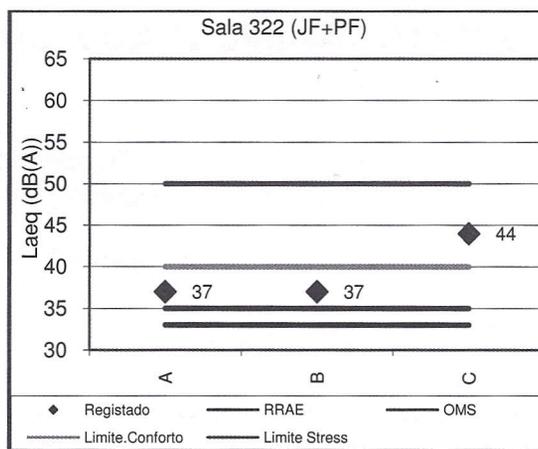


Figura 14: Nível de pressão sonora registrado na sala 322 (janelas fechadas e persianas fechadas)

CONCLUSÕES

Dos resultados obtidos podemos, à partida, retirar algumas conclusões, sendo a primeira relativa aos valores de pressão sonora exigidas pelas normas portuguesas. Como em muitas outras áreas temos uma legislação exigente, apenas igualada, em termos europeus, pela Holanda. São normas severas e, talvez por isso, difíceis de cumprir. Atendendo ao que dissemos no parágrafo Alguns Standards Internacionais, pensamos que o valor de referência não têm qualquer efeito prático na qualidade do processo ensino/aprendizagem

Quanto às janelas e à necessidade de as manter fechadas enquanto decorrem as aulas, os resultados são suficientemente elucidativos. Relativamente às persianas, o seu efeito não parece ser significativo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berglund, B., Lindvall, T., Schwela, D.H.. Guidelines for Community Noise, World Health Organization, Geneva, 1999.
- Ferreira, Andressa Maria Coelho. Avaliação do Conforto Acústico em Salas de Aula: Estudo de Caso na Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006. Dissertação Mestrado em Engenharia Mecânica – programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná.
- Zannin, Paulo et al. Comparação entre tempos de reverberação calculados e medidos, Ambiente Construído, Porto Alegre, V5 N4, p. 69-79, 2005.
- Hodgson, M. Case-study evaluations of the acoustical designs of renovated university classrooms. Science Direct, Applied Acoustics, v. 65, p. 69-89, 2003.
- Zwirtes, D. P. Z. Avaliação do desempenho acústico de Salas de Aula: Estudo de Caso nas escolas estaduais do Paraná. Dissertação Pós-graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná 2006.
- Pimentel, S. F. Efeitos do ruído estressante. Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. In: Reunião Anual da SBPC, 49., vol.1, 1997.
- Lercher, P.; Evans, G. W.; Meis, M. Ambient Noise and Cognitive Processes Among Primary Schoolchildren. Sage Journals online Environment and Behavior, v. 35, n. 6, p. 725-735, 2003.
- World Health Organization – WHO. Noise in schools. Geneva, 2001.
- American National Standard Institute Acoustical performance criteria, design requirements, and guidelines for schools: ANSI S12.60. Melville, 2002.
- Nelson, P et al. Classroom Noise and Children Learning Through a Second Language: Double Jeopardy Serviço de Documentação e Informação FEUP, [termo de pesquisa] Classromm noise.