

## AVALIAÇÃO DO RUÍDO EM REFEITÓRIOS ESCOLARES

PACS: 43.55.Gx

Pinho P.G.<sup>1</sup>; Pinto M.<sup>1</sup>, Almeida R.M.S.F.<sup>1</sup>, Lopes S.M.<sup>1</sup>; Lemos L.T.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Politécnico de Viseu

Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu

Campus Politécnico de Viseu, Viseu, Portugal

ppaulo@estv.ipv.pt

### ABSTRACT

Students spend about a third of the day in schools, therefore its environmental conditions influence their health, attitude and performance.

The present school cafeterias noise assessment study was performed as part of the project QUAMIS - Indoor environmental quality in classrooms.

The results of six school cafeterias acoustic characterization are presented, covering the pre-primary, 1st and 2nd cycle of basic education. The acoustic characterization includes measurement of reverberation time and noise levels occurring during meals.

In only half of the tested school cafeterias were measured reverberation times below the limit values.

The noise levels which students are exposed in school cafeterias are excessive. It was found that in most of the tested school cafeterias students are exposed to noise levels above 80 dB(A).

Acoustic projects and “*in situ*” acoustic tests for verify legal requirements compliance for future school cafeterias are of extreme importance. It is also important “*in situ*” acoustic tests of existing school cafeterias and consequent correction measures implementation.

### RESUMO

Tendo em consideração que os estudantes passam cerca de um terço do dia em estabelecimentos escolares, as condições ambientais das escolas influenciam não só a saúde dos estudantes mas também a respetiva atitude e desempenho.

A avaliação do ruído em refeitórios escolares foi realizada no âmbito de um projeto mais amplo, o projeto QUAMIS – Qualidade do ambiente interior em salas de aula.

No presente artigo são apresentados resultados da caracterização acústica de seis refeitórios escolares, abrangendo os níveis pré-primário, 1.º e 2.º ciclo do ensino básico. A caracterização

acústica inclui a medição do tempo de reverberação e dos níveis sonoros ocorridos durante os horários das refeições.

Apenas metade dos refeitórios escolares ensaiados cumprem os valores limite do tempo de reverberação. Os níveis sonoros a que os alunos estão expostos nos refeitórios escolares são elevados. Verificou-se que na generalidade dos refeitórios avaliados os alunos durante o horário das refeições estão expostos a níveis sonoros contínuos equivalentes superiores a 80 dB(A).

Verifica-se a necessidade de projetos acústicos de qualidade e da verificação *in situ* através da realização de ensaios acústicos para verificação do cumprimento do RRAE para futuros refeitórios escolares e da necessidade de avaliação acústica dos refeitórios em edifícios escolares existentes e da consequente implementação de medidas de correção que permitam melhorar a sua qualidade acústica.

## INTRODUÇÃO

A interferência negativa na aprendizagem provocada pelas más condições acústicas das salas de aula tem sido constatada em vários estudos (e.g. [1], [2], [3]), sendo que o principal efeito do ruído nas salas de aula é a redução da inteligibilidade da palavra e os principais afetados são os alunos mais novos, os alunos com deficiente capacidade auditiva, problemas de linguagem, défice de atenção ou problemas de aprendizagem.

No entanto, o edifício escolar tem outros espaços (e.g. biblioteca, espaços de recreio, refeitórios, cafetarias, ginásios) onde os alunos passam um tempo considerável e que também devem ter condições acústicas adequadas ao seu préstimo.

Com o objetivo de garantir a qualidade acústica dos edifícios escolares foram introduzidos requisitos acústicos para estes edifícios na generalidade dos países desenvolvidos (e.g. [6], [7]). Em Portugal os requisitos acústicos para os edifícios escolares estão atualmente definidos no Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE) (Decreto-Lei n.º 129/2002, de 11 de maio [8] alterado pelo Decreto-Lei n.º 96/2008, de 9 de junho [9] que republica o RRAE).

Relativamente à acústica dos edifícios escolares, o presente estudo centra-se no requisito acústico estabelecido no artigo 7.º do RRAE, relativo ao tempo de reverberação em refeitórios –  $T \leq 0,15V^{1/3}$  (s) (V – volume do compartimento).

Como não existem valores limite de exposição para alunos nos refeitórios no decorrer das suas refeições estes locais não são monitorizados de forma regular. No entanto o refeitório por possuir várias fontes sonoras (e.g. conversação, arrastar de cadeiras, manuseamento de louça, ruído proveniente da cozinha ou compartimentos contíguos) é potencialmente um local ruidoso. No presente estudo realizaram-se medições dos níveis sonoros ocorridos durante os horários das refeições permitindo obter um maior conhecimento sobre este tema.

## METODOLOGIA

O presente estudo apresenta os resultados da avaliação das condições acústicas dos refeitórios de seis edifícios escolares, designadamente o tempo de reverberação dos refeitórios e a exposição ao ruído dos alunos enquanto almoçam. Esta avaliação insere-se num projeto mais amplo que está ser realizado pela Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Viseu, o “Projeto QUAMIS - Qualidade do ambiente interior em salas de aula”. No âmbito do QUAMIS foi já publicado o resultado da avaliação das condições acústicas dos edifícios escolares através da determinação do tempo de reverberação das salas de aulas, do índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea

entre salas e entre corredores e salas, do índice de isolamento sonoro a sons de percussão entre salas e do índice de isolamento de fachada [4] e a exposição ao ruído dos alunos no interior da sala de aula [5].

Para a caracterização dos refeitórios foram selecionados seis edifícios escolares situados em zonas urbanas e periurbanas da cidade. Em cada edifício escolar foi efetuada uma avaliação acústica do refeitório. Em cada refeitório foi determinado o tempo de reverberação. Os ensaios acústicos para determinação do tempo de reverberação foram realizados pelo laboratório acreditado MonitorLAB seguindo a norma NP EN ISO 3382-2:2011 [10].

A exposição dos alunos ao ruído nos refeitórios foi avaliada através da medição em contínuo dos níveis de pressão sonora contínuos equivalentes, ponderados A, LAeq,T, medidos durante o período de almoço. Durante o período de medição foi contabilizado o número de alunos presentes no refeitório. Foram calculados os níveis de pressão sonora contínuos equivalentes, ponderados A, para períodos de 15 min, LAeq,15min.

A caracterização dos edifícios escolares estudados é apresentada na Tabela 1. Na Tabela 2 são apresentadas algumas características dos refeitórios estudados.

**Tabela 1 - Caracterização dos edifícios escolares estudados.**

Código da Escola	Nível de ensino	Ano de construção	n.º de alunos (2012/2013)
IH	2.º ciclo	1991	700
JG	Pré primária e 1.º ciclo	2004	90/290
GV	2.º ciclo	1968	950
JB	1.º e 2.º ciclo	1996	177/249
RO	Pré primária e 1.º ciclo	2011	125/216
AM	Pré primária e 1.º ciclo	2011	85/160

**Tabela 2 - Caracterização dos refeitórios escolares estudados.**

Código da Escola	Área (m <sup>2</sup> )	Pé direito (m)	Capacidade n.º de alunos	Observações
IH	168	3,2	172	Tecto com características de absorção
JG	96	3,6	110	Sem revestimentos com características de absorção
GV	155	3,2	108	Sem revestimentos com características de absorção
JB	68	3,4	68	Tecto com características de absorção
RO	112	4,5	196	Tecto com características de absorção
AM	154	3,8 a 6,2	182	Tecto com características de absorção

## RESULTADOS

Na Tabela 3 são apresentados os tempos de reverberação medidos nos refeitórios e os valores limite (VL) definidos no RRAE. Em Portugal, o valor limite definido no RRAE para o tempo de reverberação nos refeitórios escolares depende do seu volume e nas avaliações *in situ* destinadas a verificar o cumprimento dos requisitos acústicos dos edifícios deve ser tido em conta um fator de incerteza, I, associado à determinação das grandezas em causa.

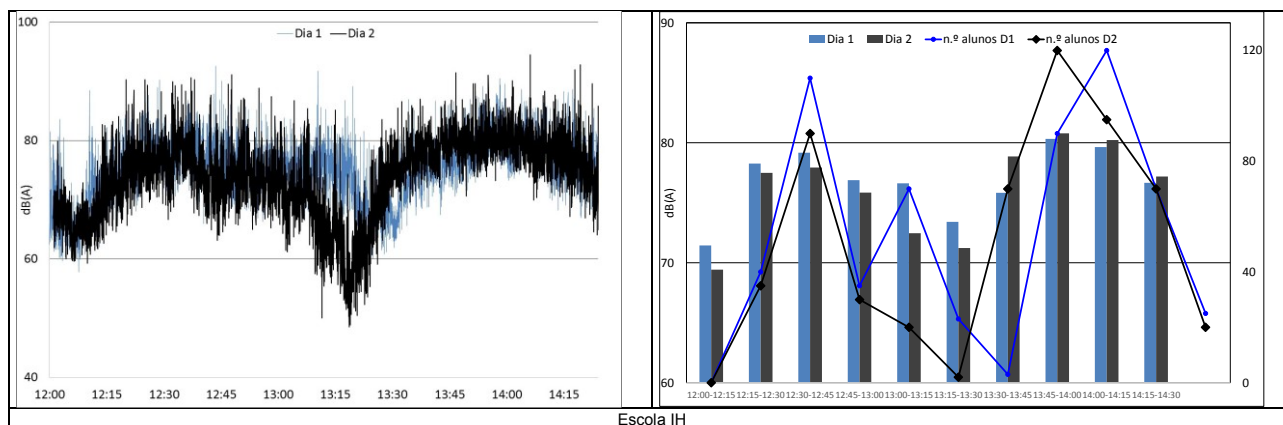
**Tabela 3: Tempos de reverberação dos refeitórios estudados.**

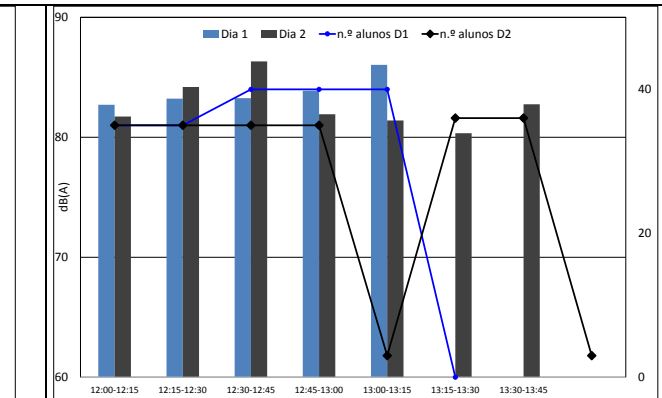
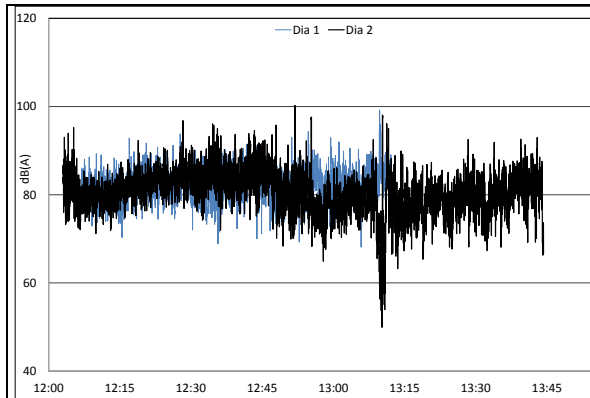
Código da Escola	T - I (s) (refeitório)	VL	Análise
IH	$1,2 - 0,3 = 0,9$	1,2	Cumpre
JG	$2,6 - 0,3 = 2,3$	1,0	Não cumpre
GV	$1,9 - 0,3 = 1,6$	1,2	Não cumpre
JB	$0,9 - 0,2 = 0,7$	0,9	Cumpre
RO	$0,9 - 0,3 = 0,6$	1,2	Cumpre
AM	$2,8 - 0,4 = 2,4$	1,4	Não cumpre

Como se pode verificar na Tabela 3, apenas em 3 dos 6 edifícios escolares avaliados se verifica o cumprimento dos VL do tempo de reverberação definidos no RRAE. Sendo que, para o caso dos edifícios escolares designados por JG e AM, os refeitórios possuem um tempo de reverberação na ordem do dobro do VL.

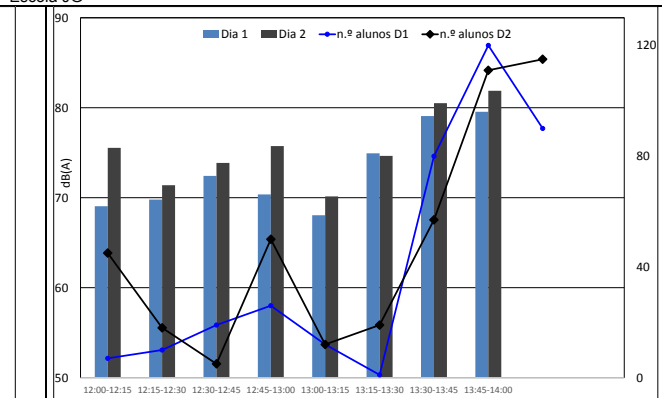
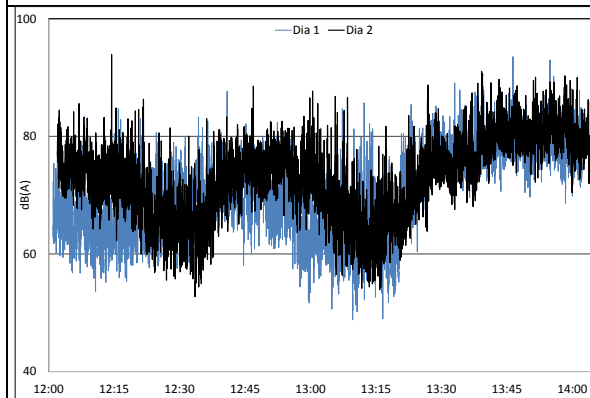
Na Figura 1 é apresentada a variação dos níveis sonoros ao longo do tempo e os níveis sonoros contínuos equivalentes de 15 minutos, por dia de amostragem nos diferentes refeitórios escolares avaliados.

Salienta-se que durante as medições de ruído registaram-se diversas fontes de ruído responsáveis pelos níveis sonoros. As principais fontes observadas foram: conversação, arrastar de cadeiras, manuseamento de louça, ordens orais dos funcionários e/ou professores, ruído de fundo (proveniente da cozinha ou compartimentos contíguos como ginásios, corredores, ou cafetarias).

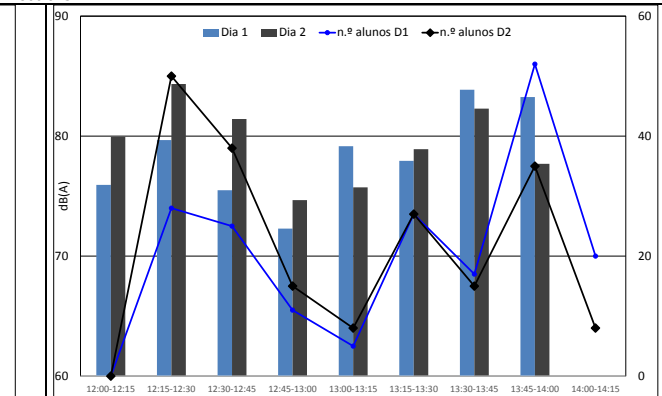
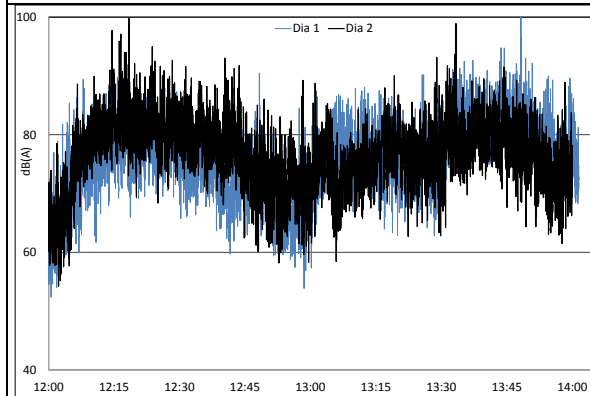




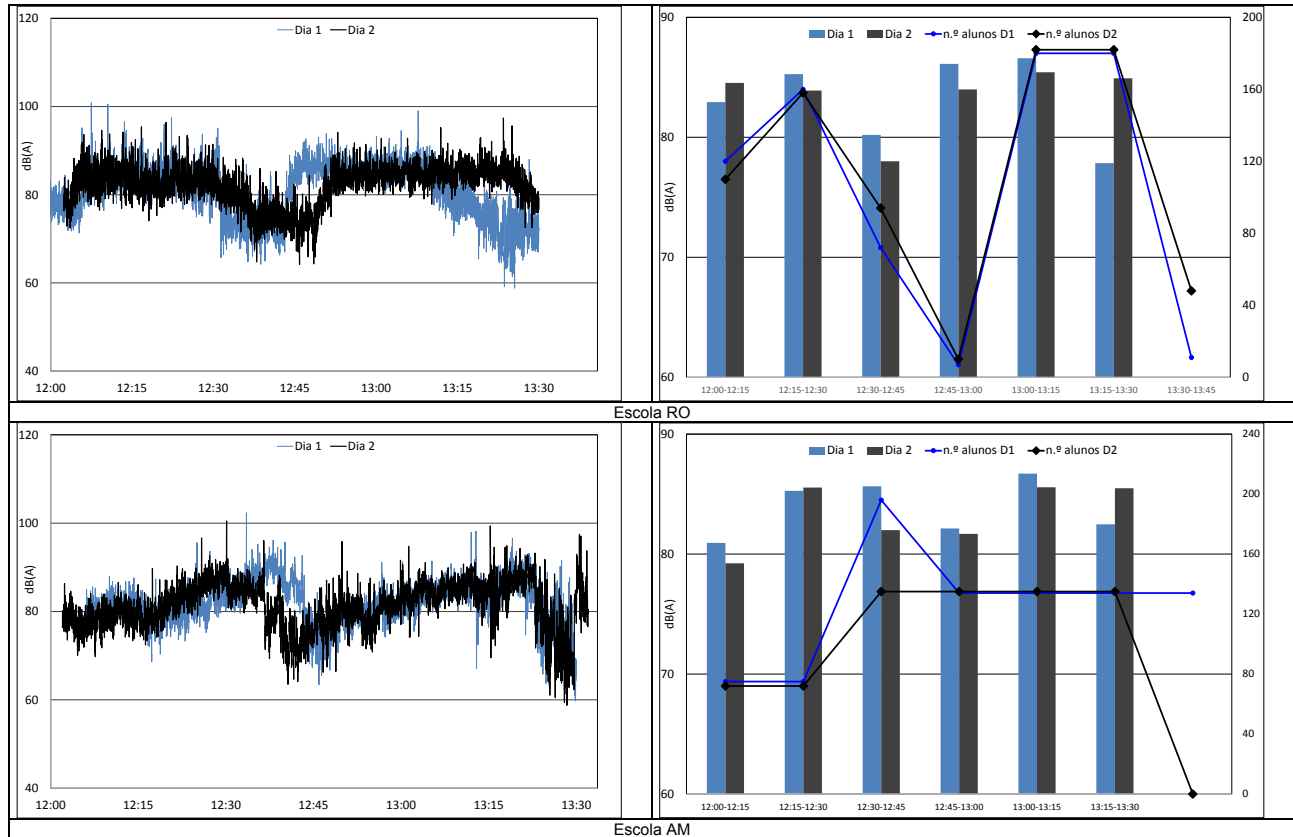
Escuela JG



Escuela GV

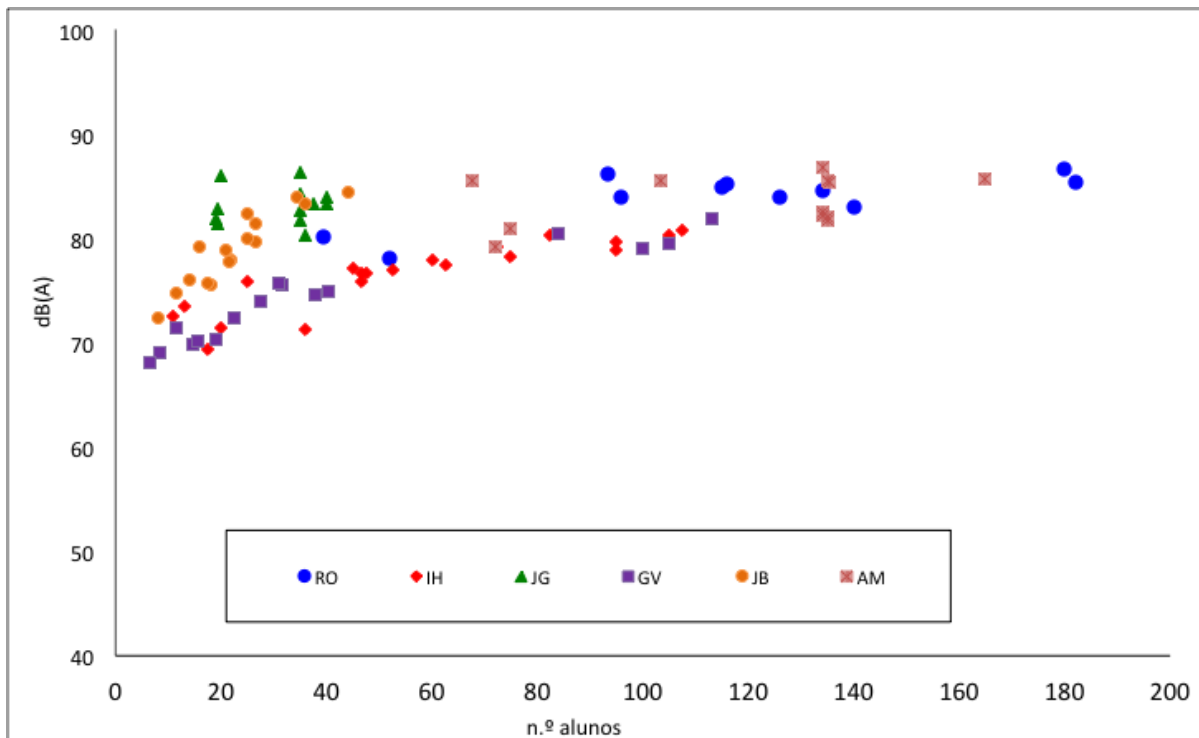


Escuela JB



**Figura 1: Níveis sonoros ao longo do tempo e os níveis sonoros contínuos equivalentes de 15 minutos, por dia de amostragem e nos diferentes refeitórios escolares avaliados.**

Na Figura 2 são apresentados os níveis sonoros contínuos equivalentes de 15 minutos em função do número de alunos presentes nos diferentes refeitórios escolares avaliados. Podemos verificar que existe alguma relação entre o número de alunos e os níveis sonoros medidos, no entanto existem outras fonte de ruído fatores que podem contribuir para os níveis sonoros medidos.



**Figura 2: Níveis sonoros contínuos equivalentes de 15 minutos por n.º de alunos nos diferentes refeitórios escolares avaliados.**

## CONCLUSÕES

Apenas metade dos refeitórios escolares ensaiados cumprem os valores limite do tempo de reverberação do RRAE. Verifica-se a necessidade de projetos acústicos de qualidade e da verificação *in situ* através da realização de ensaios acústicos para verificação do cumprimento do RRAE para futuros refeitórios escolares e da necessidade de avaliação acústica dos refeitórios em edifícios escolares existentes e da consequente implementação de medidas de correção que permitam melhorar a sua qualidade acústica.

Os níveis sonoros a que os alunos estão expostos nos refeitórios escolares são elevados e resultam de várias fontes tais como: conversação, arrastar de cadeiras, manuseamento de louça, ordens orais dos funcionários e/ou professores, ruído de fundo. Verificou-se que na generalidade dos refeitórios avaliados os alunos durante o horário das refeições estão expostos a níveis sonoros contínuos equivalentes superiores a 80 dB(A). Em alguns casos, tais como os edifícios escolares designados por RO, JG e AM que têm alunos do pré primário e 1.º ciclo, foram determinados níveis sonoros contínuos equivalentes, de 15 minutos, superiores a 85 dB(A).

Observou-se também que existe alguma relação entre o número de alunos e os níveis sonoros medidos no entanto existem outros fatores que também têm uma grande influência, tais como a idade dos alunos e o tempo de permanência dos mesmos no refeitório. Os alunos mais novos são mais ruidosos e permanecem mais tempo no refeitório pois não o podem abandonar por decisão própria.

## AGRADECIMENTOS

O projeto QUAMIS é não financiado e decorre sob o auspício da ESTGV/IPV ([www.facebook.com/projetoguamis](http://www.facebook.com/projetoguamis) <http://quamis.estv.ipv.pt>). Os autores agradecem a toda a equipa do QUAMIS e aos seus parceiros, nomeadamente: Câmara Municipal de Viseu; Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro (CCDR); Cligeral - Serviços Clínicos Especializados em Medicina Geral Lda.; Associação Empresarial da Região de Viseu (AIRV); Laboratório de Radioatividade Natural - Departamento de Ciências da Terra - Universidade de Coimbra; Laboratório de Física das Construções - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto; Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial (ADAI); MONITAR, Lda; Centro Tecnológico de Cerâmica e do Vidro (CTCV)

## REFERÊNCIAS

- [1] Hetu, R., Truchon-Gagnon, C. and Bilodeau, S.A. Problems of noise in school settings: a review of literature and the results of an exploratory study, *Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*, 14(3), 31-38. 1990.
- [2] Berglund, B., Lindvall, T., Schwela D. H. Guidelines for Community Noise. World Health Organization.1999.
- [3] Shield B.N., Dockrell J.E. Invited Review Paper; The Effects of Noise on Children at School: A Review. *Journal of Building Acoustics*, 10 (2), 97- 116. 2003.
- [4] Pinho P.G., Pinto M., Almeida R.M.S.F., Lopes S.M., Lemos L.T. Avaliação acústica de edifícios escolares da cidade de Viseu. Proceedings of International Conference on Engineering University of Beira Interior (ICEUBI), Covilhã, Portugal, Nov 27-29, 2013.
- [5] Pinho P.G., Pinto M., Almeida R.M.S.F., Lopes S.M., Lemos L.T. Indoor environmental quality in classrooms: preliminary results in terms of noise conditions Proceedings of 5th International Congress of Energy and Environment Engineering and Management (CIIEM), Lisboa, Portugal, Jul 17-19, 2013.
- [6] Vallet M., Karabiber Z. Some European policies regarding acoustical comfort in educational buildings. *Noise Control Eng. J.* 50 (2), 58-62. 2002.
- [7] ANSI/ASA S12.60-2010/Part 1 American National Standard Acoustical Performance Criteria, Design Requirements, and Guidelines for Schools, Part 1: Permanent Schools
- [8] Decreto-Lei n.º 129/2002. D.R. SÉRIE I-A. 109 (2002-05-11) 4421-4428.
- [9] Decreto-Lei n.º 96/2008. D.R. SÉRIE I. 110 (2008-06-09) 3359-3372.
- [10] NP EN ISO 3382-2:2011. Acústica; Medição de parâmetros de acústica de salas; Parte 2: Tempo de reverberação em salas correntes (ISO 3382-2:2008).