



# RELATÓRIO DE ACTIVIDADES DO LABORATÓRIO DE ACÚSTICA BIÉNIO 2002-2003



AUTOR:

A. P. Oiveira de Carvalho

EDIÇÃO:

Laboratório de Acústica

Departamento de Engenharia Civil

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Rua Dr. Roberto Frias 4200-465 PORTO

Telefone: 225081525 · Fax: 225081.525/940

Correio electrónico: [acustica@fe.up.pt](mailto:acustica@fe.up.pt)

Página de *Internet*: <http://www.fe.up.pt/~carvalho/laic.htm>

Porto, Fevereiro de 2004

1	INTRODUÇÃO	4
2	ORGANIZAÇÃO DO LAFEUP E ENQUADRAMENTO NA FEUP	6
3	INSTALAÇÕES	7
4	RECURSOS FINANCEIROS	8
5	RECURSOS HUMANOS	9
6	INVESTIGAÇÃO	10
7	CONSULTORIA CIENTIFICA E TÉCNICA	12
8	ENSINO	15
9	DIFUSÃO DE CONHECIMENTOS	16
10	ENSAIOS	20
11	FOTOGRAFIAS	21

O presente Relatório de Actividades do Laboratório de Acústica - LAfeup corresponde ao biénio 2002/2003. Apresenta-se a organização e enquadramento na FEUP, os recursos humanos e financeiros envolvidos, a investigação, a consultoria técnica e científica e a difusão de conhecimentos desenvolvida.

A actividade do Laboratório tem três vectores fundamentais:

- a investigação,
- a consultoria técnica e científica
- a difusão de conhecimentos.

O objecto central do Laboratório de Acústica é o estudo e a análise do comportamento acústico de materiais e componentes da construção, no que se refere à sua adequação às solicitações e à melhoria das suas características e da sua envolvente directa. Em termos gerais abrange as áreas da Acústica Ambiental e de Edifícios.

O trabalho desenvolvido situa-se especialmente na investigação tecnológica. Esta posição do LAfeup permite apoio aos trabalhos experimentais das teses em curso, bem como dar resposta a solicitações exteriores de caracterização de materiais e componentes.

No biénio em análise foram apoiadas cinco teses de mestrado e duas de doutoramento. Para 2004 estão em curso trabalhos de apoio a duas teses de Mestrado e duas de Doutoramento.

O LAfeup tem dado apoio ao ensino das disciplinas "Física das Construções", "Acústica Ambiental e de Edifícios", "Seminário de Construções", "Acústica de Edifícios" (mestrado) e "Acústica de Salas" (ESMAE-IPP).

No período em análise e em conjugação com o Instituto da Construção, foram elaborados 163 pareceres e ensaios.

Foram publicados 22 textos científicos em congressos e revistas e preparados outros dois para publicação em 2004, além de uma patente.

Foi obtido um prémio (*Young Presenter of a Outstanding Paper Award*) da *Acoustical Society of America* com o trabalho "*Dancing the aerobics hearing loss choreography*" no *1st PanAmerican Congress on Acoustics* (Cancun, Mexico, 2002).

A cooperação com instituições nacionais e internacionais e a participação em projectos é indispensável para a progressão do LAfeup. Por isso, estamos envolvidos nas:

- Comissão Técnica CT 28 "Acústica";
- Comissão W51 do CIB "Acoustics";
- IIAV - "*International Institute of Acoustics and Vibration*" (onde fomos eleitos em 2001 como director);
- INCE - Institute for Noise Control Engineering (EUA)
- na Comissão da Especialidade de Engenharia Acústica da Ordem dos Engenheiros.

No que se refere à difusão de conhecimentos para além das publicações referidas no § 9, participou-se em diversas acções de formação contínua, pelas quais passaram mais de uma centena de quadros superiores.

Finalmente, para o próximo biénio temos como objectivos genéricos:

- Conclusão das câmaras acústicas e divulgação para o exterior das suas potencialidades;
- Continuação do n/ Programa de Investigação em Acústica de Igrejas  
[[www.fe.up.pt/~carvalho/igrejas.htm](http://www.fe.up.pt/~carvalho/igrejas.htm)]

E como objectivos mais imediatos de divulgação e divulgação de conhecimentos:

- Curso de Formação Contínua sobre Projecto de Condicionamento Acústico de Edifícios (módulo de iniciação) de 9 a 20 de Fevereiro na FEUP;
- Publicação em meados de Fevereiro de 2004 do texto de apoio *Acústica Ambiental e de Edifícios* (cerca de 240 páginas);
- Organização dos "Colóquios sobre Acústica FEUP 2004" que vai decorrer a 17 de Fevereiro de 2004 na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto;
- Organização do "Workshop sobre a intervenção municipal decorrente do Regime Legal sobre Poluição Sonora" que vai decorrer a 12 de Março de 2004 na Câmara Municipal de Gondomar;
- Co-organização da conferência "Acústica em Portugal" que vai decorrer a 19 de Março de 2004 no LNEC;
- Participação na organização do Congresso Nacional da Construção "Construção 2004" que vai decorrer em 13-15 de Dezembro de 2004, na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto;

António Pedro Oliveira de Carvalho  
Director do Laboratório de Acústica  
Professor Associado FEUP

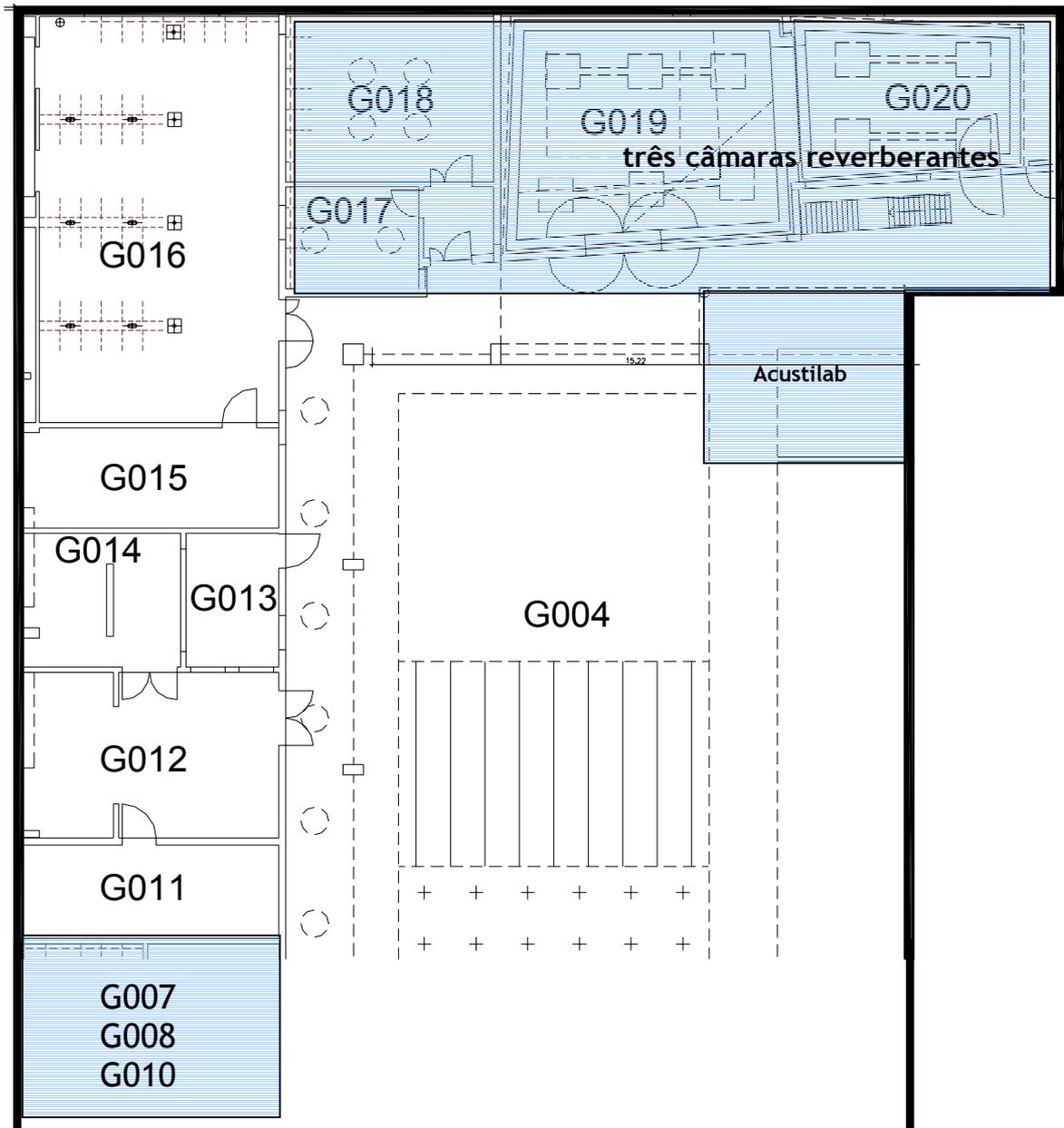
O Laboratório de Acústica tem a sua origem na década de 1960 no então denominado *Laboratório de Acústica e Ultra-Sons* criado no seio da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto por um investimento do Instituto de Alta Cultura. Transita no início dos anos setenta para o Centro de Engenharia Civil da Universidade do Porto (CECUP). Em 1990 é integrado no *Instituto da Construção* (IC) onde conhece uma grande dinamização na sequência de um investimento de modernização e apetrechamento em equipamento. O *Instituto da Construção* foi fundado em Março de 1988 como consequência da necessidade de criar uma interface entre a universidade e a indústria.

Em termos orgânicos, trata-se de um Laboratório do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

A prestação de serviços ao exterior de consultoria técnica e científica é efectuada em conjugação com o Instituto da Construção, que é uma associação de fins não lucrativos.

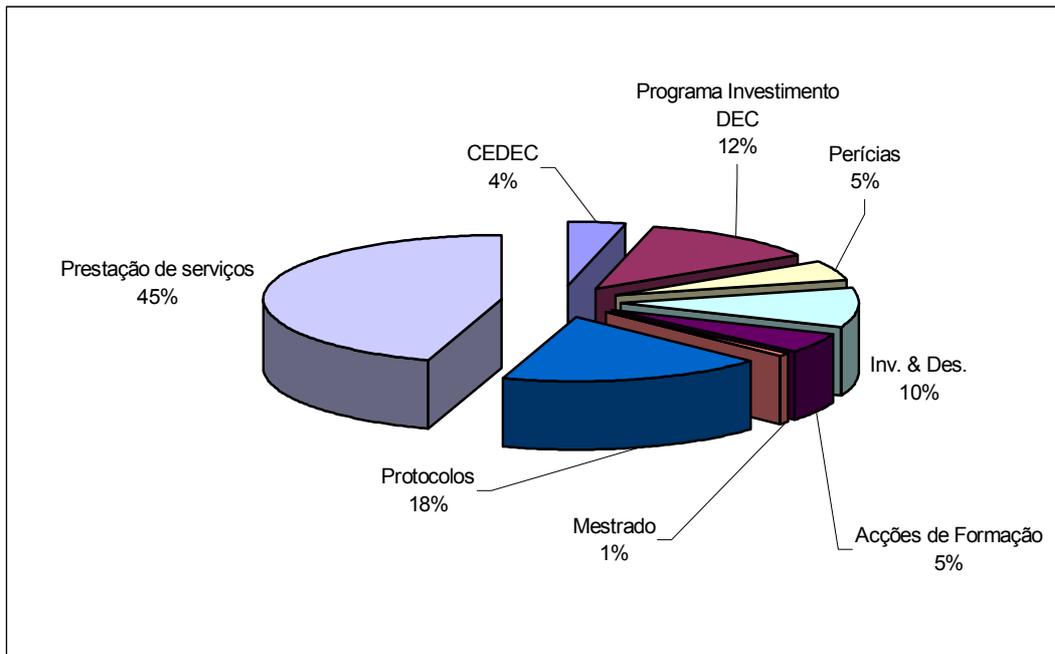


Nas novas instalações da Faculdade de Engenharia, o equipamento do LAfeup encontra-se no edifício G, nas salas 017, 018, 019 e 020. As salas G019, G020 (câmaras reverberantes) estão em fase de conclusão de obras mas já operacionais. Está ainda em projecto a execução de uma câmara anecóica (para a qual estão já feitas as fundações).



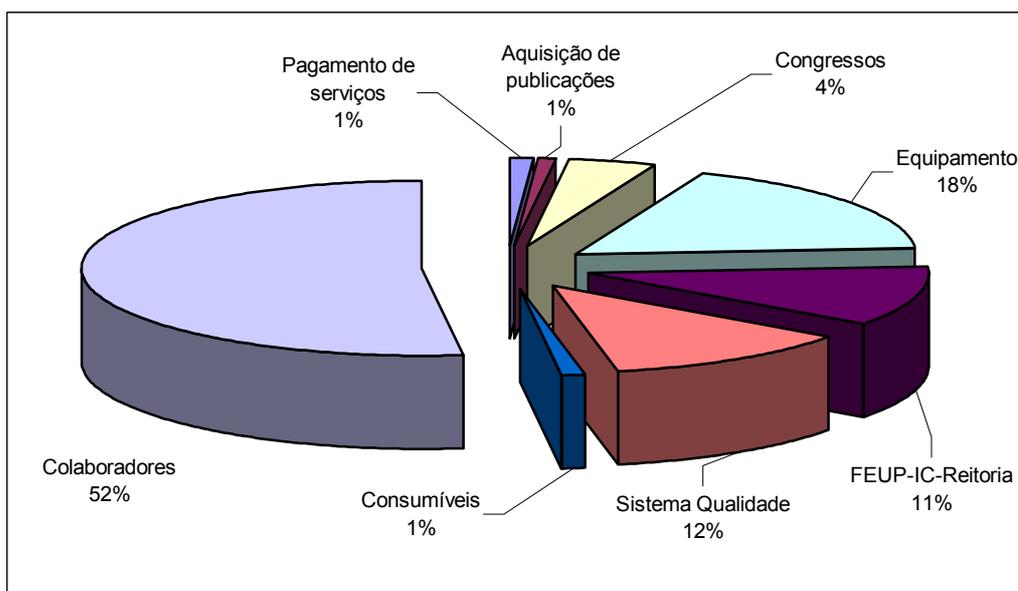
### 4.1 ESTRUTURA DE FINANCIAMENTO

No biénio 2002/2003 as fontes de financiamento foram as seguintes:

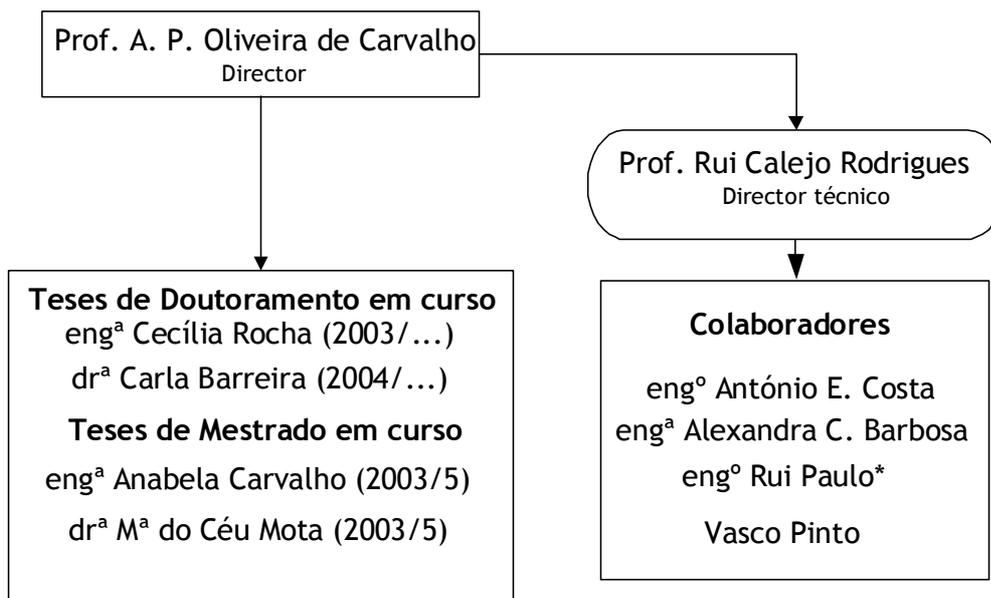


### 4.2 ESTRUTURA DAS DESPESAS

No biénio 2002/2003 as despesas repartiram-se da seguinte forma:



O Laboratório de Acústica não dispõe de pessoal permanente pelo que no período em análise, para além dos docentes da FEUP, tivemos de recorrer a colaboradores e estagiários para o desenvolvimento das diferentes actividades.



\* a partir de Fev. 2004 é substituído pelo Eng<sup>o</sup> Paulo Renato Marques

### 6.1 GENERALIDADES

A investigação desenvolvida assenta em dois vectores fundamentais:

- O apoio a Teses de Mestrado e Doutoramento.
- A cooperação com outras entidades (através de protocolos);

### 6.2 COOPERAÇÃO E PROJECTOS

Desenvolveram-se actividades em diversos projectos que ainda continuam:

- Programa de Investigação em Acústica de Igrejas (cooperação, entre outros, com o IPPAR e EPFL);
- Revestimentos de pavimentos em cortiça (projecto-protocolo com a *Corticeira Amorim SA*);
- Blocos de betão leve com elevado desempenho acústico (projecto da *PAVILECA*);
- Métodos expeditos para mapeamento de ruído à escala concelhia (protocolos com as câmaras municipais da Maia, Gondomar e Porto).

### 6.3 DISSERTAÇÕES DE MESTRADO REALIZADAS

Foi dado apoio à preparação de duas Dissertações de Mestrado concluídas no biénio 2002/2003:

- Carlos Aquino Monteiro  
*Caracterização Acústica de salas de Audiências de Tribunais*  
Orientador: Prof. A. P. Oliveira de Carvalho
- Carla Joana F. M. Macieirinha  
*Bases para a quantificação dos custos e benefícios inerentes à aplicação do Regime Legal da Poluição Sonora às infra-estruturas rodoviárias em Portugal*  
Co-orientador: Prof. A. P. Oliveira de Carvalho
- Carla Cristina da Silva Barreira  
*Parâmetros de qualidade e conforto ambiental em centros de educação física*  
Co-orientador: Prof. A. P. Oliveira de Carvalho

### 6.4 TESES DE DOUTORAMENTO REALIZADAS

Foi dado apoio à preparação de uma dissertações de doutoramento concluídas no biénio 2002/2003:

- Vitor Desarnaulds  
*De l'acoustique des églises en Suisse. Une approche pluridisciplinaire*  
EPFL (Suíça)  
Co-orientador: Prof. A. P. Oliveira de Carvalho

## 6.5 TESES DE DOUTORAMENTO EM CURSO

Encontram-se em curso duas Teses de Doutoramento, que têm o apoio do LAfeup:

- Cecília Alexandra Abreu Coelho da Rocha  
*Acústica em grandes vias de tráfego, sua importância económica para o planeamento urbano*  
Universidade do Porto  
Co-orientador: Prof. A. P. Oliveira de Carvalho
- Carla Cristina da Silva Barreira  
*Qualidade e Conforto em Centros de Educação Física*  
Universidade do Porto  
Co-orientador: Prof. A. P. Oliveira de Carvalho

## 6.6 TESES DE MESTRADO EM CURSO

Encontram-se em curso duas Teses de Mestrado, cuja conclusão será em 2004 e que têm o apoio do LAfeup:

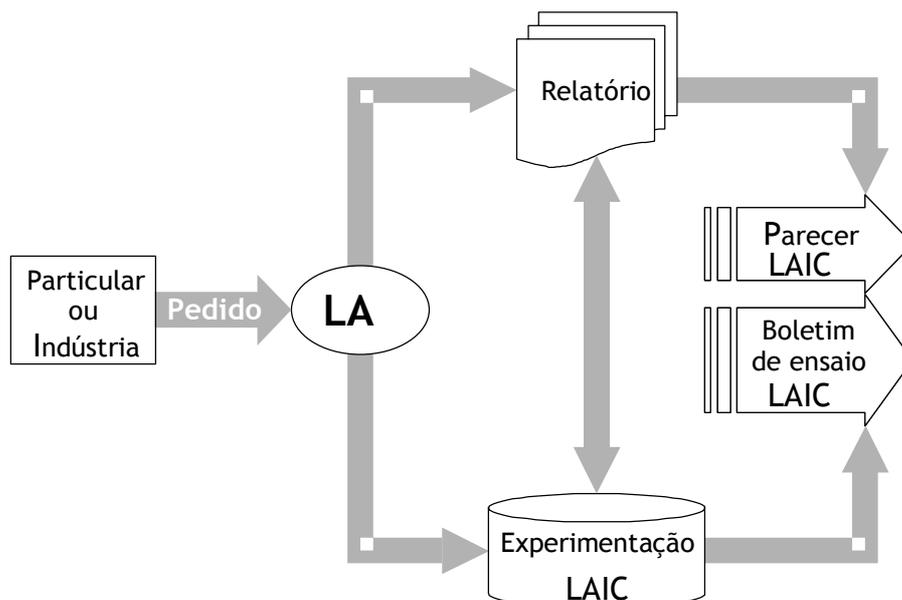
- Anabela Pereira de Babo Carvalho  
*Caracterização acústica de Claustros Religiosos Históricos*  
Orientador: Prof. A. P. Oliveira de Carvalho
- Maria do Céu Aguiar da Mota  
*Contributo para a compreensão da interligação arquitectura, música e acústica no Portugal contemporâneo*  
Co-orientador: Prof. A. P. Oliveira de Carvalho

## 6.7 TRABALHO DE INVESTIGAÇÃO EM CURSO

Encontra-se em curso diversos trabalhos de investigação aplicada:

- Programa de Investigação em Acústica de Igrejas (cooperação, entre outros, com a EPFL);
- Revestimentos de pavimentos em cortiça (projecto da *Corticeira Amorim SA*);
- Blocos de betão leve com elevado desempenho acústico (projecto da *PAVILECA*);
- Métodos expeditos para mapeamento de ruído à escala concelhia.

A actividade de consultoria científica e técnica do Laboratório é feita através do Laboratório de Acústica do Instituto da Construção LAIC e está acessível a qualquer entidade que pretenda um serviço de caracterização acústica ambiental ou de edifícios (materiais ou elementos de construção).



O Laboratório de Acústica associado ao Instituto da Construção (LAIC), elaborou no biénio 2002/2003 cento e sessenta e três (163) estudos, pareceres ou ensaios.

## 2002

- Tribunal de Famalicão (Incomodidade)
- Pena e Pena (Ia+Ip)
- Pão da Virgem (Inc.)
- Edifícios Europa (Ia+Ip)
- Banco Totta e Açores (Ia)
- Soc. Const. Bom Despacho (Ia+Ip)
- Eco 14 (Ia)
- Álvaro Costa (Incomodidade)
- Edifícios Maninhos (Ia+Ip)
- Rafa Take Away (Ia+Ip)
- Tribunal de Gondomar Pro.455 (Ia)
- O Meu Café (Ia)
- Café Vandoca (Ia)
- Tribunal Felgueiras Proc. 439 (Incomodi.)
- Álvaro Costa II (Incomodidade)
- SMAS (Incomodidade)
- Real Plano (Incomodidade)
- Esmæe-Porto (NC)
- Tribunal Alijó (Peritagem)
- Country Club Maia (Campo Sonoro)
- Viana Shopping (Campo Sonoro)
- Espinho CS 21 (Campo Sonoro)
- Quinta da Igreja Gondomar (Ia + Ip)
- Damião de Góis (Campo Sonoro)
- Casas dos Montes (Campo Sonoro)
- Farmácia da Liga (Campo Sonoro)
- Const. S J (Campo Sonoro)
- Campo do Caneiro (Campo Sonoro)
- Duo-Fast (Campo Sonoro)
- Basílica de Fátima (Rasti)
- Campo da Madalena (Campo Sonoro)
- Campo de Famalicão (Campo Sonoro)
- Cinemas de Guimarães (NNR+STC)
- Silanto (Ia+Ip)

- Premium Ia (Ia +Nc)
- Pavileca (Tr)
- Candal, VNG (Campo Sonoro)
- Campo Lindo (Ruído p/ Trabalhadores)
- AVS (Ruído p/ Trabalhadores)
- Filap (Ruído p/ Trabalhadores)
- Confecções Alfredo (Ruído p/ Trabalh.)
- Confecções Afonso (Ruído p/ Trabalh.)
- Fecor (Ruído p/ Trabalhadores)
- Rectisilva (Ruído p/ Trabalhadores)
- ECV1 (Ruído p/ Trabalhadores)
- ECV2 (Ruído para Trabalhadores)
- Confecções Portitor (Ruído p/ Trabalh.)

- Hitachi (Ruído p/ Trabalhadores)
- Bastos e Viegas SA (Ruído p/ Trabalh.)
- Duo-Fast (Ruído / Trabalhadores)
- Petrutex (Ruído p/ Trabalhadores)
- Torcato Coelho da Mota (Ruído p/ Trab.)
- Rivexel (Ruído p/ Trabalhadores)
- Sousa Ferreira e Almeida (Ruído p/ Tr.)
- Belar (Ruído p/ Trabalhadores)
- Alvex (Ruído p/ Trabalhadores)
- TEV (Ruído p/ Trabalhadores)
- Aníbal Guimarães (Ruído p/ Trabalh.)
- Bu Bois de la Roche (Ruído p/ Trabalh.)

### 2003

- Constr. Parente Felgueiras (Dn,w+L'n,w)
- Edifício Preadium C 53/C54 (Dn,w)
- Transinveste Urb. M.Feliciana (D<sub>n,w</sub>+L'<sub>n,w</sub>)
- Transinveste Urb. L. Coimbra (D<sub>n,w</sub>+L'<sub>n,w</sub>)
- Confeitaria Rainha da Foz I (Incomodid.)
- Confeitaria Rainha da Foz II (Inc. Ext.)
- Ciarga (Incomodidade)
- M-Café (Incomodidade)
- Vivenda R.P. Moutinhos (Ílhavo) (D<sub>2m,n,w</sub>)
- Vivenda R. Liberdade (Gafanha) (D<sub>2m,n,w</sub>)
- Edifício Campo Alegre (Dn,w + L'n,w)
- Life Club (Incomodidade)
- Tribunal de Matosinhos (Incomodidade)
- Clín. Bom Despacho-Fisimaia (D<sub>n,w</sub>+L'<sub>n,w</sub>)
- Costa e Caçoilo 1 (D<sub>2m,n,w</sub>)
- Costa e Caçoilo 2 (D<sub>2m,n,w</sub>)
- Costa e Caçoilo 3 (D<sub>2m,n,w</sub>)
- Quinta das Sedas (Dn,w + L'n,w)
- Café DonaJú (Dn,w)
- Tribunal de Gondomar (Incomodidade)
- Gov. Civil Porto (Café Sr<sup>a</sup> Guia) (Dn,w)
- Cinemas Castelo Lopes (NR-NNR)
- Loteamento Candal (Campo Sonoro)
- Terreno Pólo do Ave (Campo Sonoro)
- Shell (VNG) (Campo Sonoro)
- Loteam. Pólo do Ave (Campo Sonoro)
- Sousa Dias AS (Campo Sonoro)
- Edifícios Lendal (Campo Sonoro)
- Edifício Brito e Cunha (ventilação) (NC)
- Tubetão (Campo Sonoro)
- Cepsa-Porto (Campo. Sonoro)
- Ribeira da Teja (Campo Sonoro)
- Anam-Zona Pública (Rasti-Tr-Refelctog.)
- Micaelense Shopping (NR-NNR)
- Anam-Sala Imprensa (Rasti-Tr-Leq)
- Chonopost (Campo Sonoro)
- Joamar (Campo Sonoro)
- ProAfrica (Campo Sonoro)
- Joamar Armazém (Campo Sonoro)
- Porseg (Portas) (Dn)
- Castelhana Ferreira - tecto falso (Alfa)
- Ed. Calçada Arrábida C53/4 (Dn,w+L'n,w)
- Cinemas Viana Shopping (NR-NNR)
- Cinemas Gondomar (NR-NNR)
- Cinemas Santarém (NR-NNR)
- Micaelense Shopping - (2NR-NNR)
- ANAM - Aeroporto Madeira (Parecer)
- Chiller - Casa Infante (Campo Sonoro)
- Fac. Letras UP (Campo Sonoro)
- Sé Vila Real (Tr)
- Estação da Trindade (Campo Sonoro)
- CA - Pavimento Flutuante (Red. S.,ΔLw)
- Sousa Dias (Parecer)
- Casa da Música (Facal) (Rw - Vidro 6-10)
- Cine Gondomar II (NR, NNR,STC)
- Loteamento Paraíso (Campo Sonoro)
- Loteamento Boavista (Campo Sonoro)
- Loteamento Bial (Campo Sonoro)
- Etar Cambados (Campo Sonoro)
- Loteamento O. Azeméis (Campo Sonoro)
- C. M. Gondomar (Mapa do Ruído)
- Serralves (DnT,w)
- PWC (Dn)
- Sousa Dias (Campo Sonoro)
- C. M. Gondomar - Mãos à Obra (Incom.)
- CC Ermesinde (Campo Sonoro)
- Loteam. Fluvial (Campo Sonoro)
- Loteam. Barão Forrester (Campo Sonoro)
- Matelcomp (Ruído p/ Trabalh.)
- Neolar (Ruído p/ Trabalh.)
- UP Grafic (Ruído p/ Trabalh.)
- Damel (Ruído p/ Trabalh.)
- Duarte Cruz (Ruído p/ Trabalh.)
- Madotex (Ruído p/ Trabalh.)
- Albino Costa & Irmão (Ruído p/ Trabalh.)
- José O. Moura & Comp.<sup>a</sup> (Ruído p/ Trab.)
- Internorplaste (Ruído p/ Trabalh.)
- Juviconfex (Ruído p/ Trabalh.)

- Silva & Martins (Ruído p/ Trabalh.)
- Vercoope (Ruído p/ Trabalh.)
- Graça Moda Confeções (Ruído p/ Trab.)
- Filocampo (Ruído p/ Trabalh.)
- Filinto Mota (Ruído p/ Trabalh.)
- Salvador Caetano-Braga (Ruído p/ Trab.)
- Salvador Caetano-Guimarães (Ruí. Trab.)
- Adega Coop. Ponte de Lima (Ruído Trab.)
- AMPA Portugal (Ruído p/ Trabalh.)

O Laboratório de Acústica durante o biénio de 2002/3 apoiou directamente as disciplinas de:

- "Física das Construções" (3º ano da Lic. Engª Civil da FEUP);
- "Acústica Ambiental e de Edifícios" (5º ano da Lic. Engª Civil da FEUP);
- "Seminário de Construções" (5º ano da Lic. Engª Civil da FEUP);
- "Acústica de Edifícios" (Mestrado em Construção de Edifícios)
- "Acústica de Salas" (Lic. em Produção e Tecnologias da Música da ESMAE-IPP).

Em vários casos tal apoio passou por aulas laboratoriais para contacto com os trabalhos experimentais em curso no LAfeup e explicação do funcionamento dos equipamentos de medição em materiais e elementos de construção.

### 9.1 PUBLICAÇÕES

Durante 2002/2003 foram publicados os seguintes trabalhos:

- "Church acoustics and the influence of occupancy", V. Desarnaulds, António P. O. Carvalho e G. Monay, *Journal of the Building Acoustics*, (GB) vol. 9 n° 1 pág. 341/359, 2002;
- "Acoustic behavior of ceramic pots used in middle age worship spaces - a laboratory analysis", António P. O. Carvalho, V. Desarnaulds e Y. Loerincik e, *Proceedings of the ICSV9 - 9th International Congress on Sound and Vibration*, Orlando, Florida, EUA, Julho 2002;
- "Acquisition and reproduction of factory noise with low-frequency extended bandwidth: a case study", D. Freitas, António P. O. Carvalho, H. Fonseca e H. Santos, *Proceedings of the ICSV9 - 9th International Congress on Sound and Vibration*, Orlando, Florida, EUA, Julho 2002;
- "Sound absorption of 18th-century baroque woodcarving in churches", António P. O. Carvalho, M. Lencastre e V. Desarnaulds, *Proceedings of the Inter-Noise 2002*, Dearborn, Michigan, EUA, Agosto 2002;
- "Liturgical conditions of Catholic and Reformed celebrations and their relationships with architectural and acoustic characteristics of churches", Victor Desarnaulds e António P. O. Carvalho, *Proceedings of the Forum Acusticum 2002*, Sevilha;
- "Practical methodology for speedy environmental field measurements", R. Rodrigues e António P. O. Carvalho, *Proceedings of the Forum Acusticum 2002*, Sevilha;
- "ACUSTILAB - A small educational double reverberant chamber", António P. O. Carvalho e Rui Rodrigues, *Proceedings of the 4th AECEF (Association of European Civil Engineering Faculties) International Symposium - Environmental Aspects in Civil Engineering Education*, pág. E17-23; Set. 2002 Porto;
- "Noise levels in the learning-teaching activities in a dental medicine school", A. Matos, António P. O. Carvalho e J. Fernandes, *144th Meeting of the Acoustical Soc. of America - 3rd Iberoamerican Congress of Acoustics - 9th Mexican Congress on Acoustics*, Dez. 2002, Cancun, Mexico;
- "Dancing the aerobics hearing loss choreography", B. Pinto, António P. O. Carvalho e S. Oliveira, *144th Meeting of the Acoustical Soc. of America - 3rd Iberoamerican Congress of Acoustics - 9th Mexican Congress on Acoustics*, Dez. 2002, Cancun, Mexico;
- "Absorção Sonora de Retábulo em Talha Barroca", António P. O. Carvalho e Margarida Lencastre, *Património-Estudos (IPPAR)*, n° 3, pág. 14-18, 2002, Lisboa;
- "Chronic exposure of rats to cotton-mill-room noise changes the cell composition of the tracheal epithelium", M. Oliveira, A. Pereira, L. Guimarães, D. Freitas, António P. O. Carvalho *et al.*, *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, v.44, n.12, pág. 1135/42, Dez. 2002;
- Laboratório de Acústica/Laboratory of Acoustics, (28 páginas), António P. O. Carvalho e Rui Rodrigues, Fevereiro 2003;
- "Natural vegetal fibbers as a new resilient layer for floating floors", Rui Rodrigues e António Carvalho, *Proceedings of the 5th Euro-Noise*, Nápoles, Maio 2003;
- "Noise from amplified music played in discotheques, pubs and clubs - A review of some national regulations", V. Desarnaulds, G. Monay e António P. O. Carvalho, *Proceedings of the 5th Euro-Noise*, Nápoles, Maio 2003;
- "Acoustics of courtrooms in Portugal", António P. O. Carvalho e C. Monteiro, *Proceedings of the Noise-Con 2003*, Cleveland, EUA, Junho 2003;
- "The new megachurch for the Sanctuary of Fatima", Antonio P. O. Carvalho e D. Freitas, *Proceedings of the ICSV10 - 10th International Congress on Sound and Vibration*, pp. 4771/8, Estocolmo, Suécia, Julho 2003;
- "Expedite methodology for assessing noise levels in an urban scenario based on a new parameter: the significant measurement starts (SMS)", António P. O. Carvalho, T. Ferreira e

- R. Rodrigues, *Proceedings of the ICSV10 - 10th International Congress on Sound and Vibration*, pp. 2743/50, Estocolmo, Suécia, Julho 2003;
- "Changes of the bronchial lining of rats caused by noise", M. Oliveira, A. Pereira, L. Guimarães, D. Freitas, António P. O. Carvalho, N. Grande e A. Águas, *Proceedings of the ICBCN 2003 - The 8th International Congress on Noise as a Public Health Problem*, Roterdão, Holanda, Julho 2003;
  - "Ruído em Equipamentos no Ensino de Medicina Dentária", S. Fernandes, António P. O. Carvalho, P. Vaz e A. Matos, *Revista Portuguesa de Estomatologia e Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*, Dez. 2003, Lisboa;
  - "Reduction of rat pleural microvilli caused by noise pollution", M. Oliveira, A. Pereira, P. Ferreira, N. Grande, L. Guimarães, D. Freitas e António P. O. Carvalho, *Experimental Lung Research*, 29(7):445/454, Out.-Nov. 2003;
  - "Some Environmental Comfort Parameters in Health Fitness Centres", António . O. Carvalho e Carla Barreira *Proceedings of the II Congreso Mundial de Ciencias de la Actividad Fisica y del Deporte*, Granada, Espanha, Novembro 2003.

foram também enviados para publicação (que ocorrerá em 2004):

- "Noise reduction by urban traffic management", V. Desarnaulds, G. Monay e António P. O. Carvalho, *Proceedings of the ICA 2004*, Kyoto, Japão, Abril 2004;
- "A new sound insulation lightweight concrete masonry block. Design and experimental characterization", Hipólito Sousa, António P. O. Carvalho e A. Melo, *Proceedings of the 13th International Brick/Block Masonry Conference - IBMaC 2004*, Amesterdão, Holanda, Julho 2004.

## 9.2 PATENTES

Neste biénio foi apresentada uma patente:

- Bloco em betão leve para execução de alvenarias simples acusticamente isolantes (em conjunto com Prof. Doutor Hipólito Sousa e *Pavileca*) - Modelo de utilidade nº 9880 de 26/03/2003, págs. 3041 e 3042 do Boletim da Propriedade Industrial nº 9 (Setembro 2003) [pré-registo].

## 9.3 PRÉMIOS

Foi obtido o prémio:

- *Young Presenter of a Outstanding Paper Award*

da *Acoustical Society of America* com o trabalho "*Dancing the aerobics hearing loss choreography*" (Beatriz Pinto *et al.*) no *1st PanAmerican Congress on Acoustics* (Cancun, Mexico, 2002).

## 9.4 FORMAÇÃO AVANÇADA

Teses de Doutoramento em curso:

- Cecília Alexandra Abreu Coelho da Rocha , *Acústica em grandes vias de tráfego, sua importância económica para o planeamento urbano*, Universidade do Porto, Co-orientador: Prof. A. P. Oliveira de Carvalho;
- Carla Cristina da Silva Barreira, *Qualidade e Conforto em Centros de Educação Física* Universidade do Porto, Co-orientador: Prof. A. P. Oliveira de Carvalho;

Teses de Mestrado em curso:

- Anabela Pereira de Babo Carvalho, *Caracterização acústica de Claustros Religiosos Históricos*, Orientador: Prof. A. P. Oliveira de Carvalho;
- Maria do Céu Aguiar da Mota, *Contributo para a compreensão da interligação arquitectura, música e acústica no Portugal contemporâneo*, Co-orientador: Prof. A. P. Oliveira de Carvalho.

## 9.5 FORMAÇÃO CONTÍNUA - FEUP

A FEUP desenvolveu um conjunto de Acções de Formação Contínua durante 2002 e 2003, que contaram com a participação de mais de cem Quadros Superiores. Fomos responsáveis pelos seguintes cursos:

2002

- *Curso Plano de Formação de Técnicos do Departamento de Ambiente e da Qualidade de Vida da Câmara Municipal do Porto*, Câmara Municipal do Porto/FEUP, 9 a 20 de Dezembro 2002.

2003

- *Curso de formação para técnicos municipais da região norte e centro “Apreciação municipal de projectos de condicionamento acústico”*, IGAP-Instituto de Gestão e Administração Pública/IC, 20-28 Fev. 2003;
- *2º Curso de formação para técnicos municipais da região norte e centro “Apreciação municipal de projectos de condicionamento acústico”*, IGAP-Instituto de Gestão e Administração Pública/IC, 16-24 de Abril 2003;
- *Curso de projectistas de acústica de edifícios (24 horas e 3 meses de estágio)*, Ordem dos Engenheiros, Funchal, Out./Dez. 2003;
- *Curso de projectistas de acústica de edifícios (40 horas)*, Ordem dos Engenheiros, Braga, Out./Nov. 2003;
- *Curso Introdução ao projecto de condicionamento acústico de edifícios (24 horas e estágio)*, IEP Instituto Electrotécnico Português, Senhora da Hora - Matosinhos, Nov./Dez. 2003.

## 9.6 ORGANIZAÇÃO DE SEMINÁRIOS E CONFERÊNCIAS E CURSOS PREVISTOS PARA 2004

É nossa intenção organizar (ou co-organizar):

- Curso de Formação Contínua sobre Projecto de Condicionamento Acústico de Edifícios (módulo de iniciação) de 9 a 20 de Fevereiro na FEUP;
- Colóquios de Acústica FEUP 2004 que vai decorrer em 17 de Fevereiro de 2004, na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, <http://www.fe.up.pt/~carvalho/coloquios04.html>;
- "Workshop sobre a intervenção municipal decorrente do Regime Legal sobre Poluição Sonora" que vai decorrer a 12 de Março de 2004 na Câmara Municipal de Gondomar;
- Conferência "Acústica em Portugal" que vai decorrer a 19 de Março de 2004 no LNEC;

- 2º Curso de Formação Contínua sobre Projecto de Condicionamento Acústico de Edifícios (módulo de iniciação) de Abril de 2004 na FEUP;
- Congresso Nacional da Construção “Construção 2004” que vai decorrer em 13-15 de Dezembro de 2004, na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

#### **9.7 PUBLICAÇÕES PREVISTAS PARA 2004**

Em finais de Fevereiro de 2004 será publicado o texto *Acústica Ambiental e de Edifícios* (com cerca de 240 páginas) de apoio à disciplina do mesmo nome. Uma segunda edição, revista e ampliada, sairá em Fevereiro de 2005.

Sairão em Actas de Congressos Internacionais os seguintes textos:

- "Noise reduction by urban traffic management", V. Desarnaulds, G. Monay e António P. O. Carvalho, *Proceedings of the ICA 2004*, Kyoto, Japão, Abril 2004;
- "A new sound insulation lightweight concrete masonry block. Design and experimental characterization", Hipólito Sousa, António P. O. Carvalho e A. Melo, *Proceedings of the 13th International Brick/Block Masonry Conference - IBMaC 2004*, Amesterdão, Holanda, Julho 2004.

O Laboratório de Acústica encontra-se apto a executar os seguintes ensaios (\* certificados pelo IPQ - Instituto Português da Qualidade sob o nº 96/L.184):

- \*Medições de avaliação de incomodidade sonora  $L_{Aeq}$  (NP 1730); Objectivo de avaliar incomodidade sonora segundo o RLPS
- Medição de Tempo de Reverberação,  $TR$  (e/ou  $EDT$ )
- \*Medição *in loco* do índice de isolamento sonoro para sons de condução aérea  $D_{n,w}$  (NP EN ISO 140-1 e 717-1)
- Medição laboratorial (em câmara reverberante) do índice de isolamento sonoro para sons de condução aérea  $R_w$  (NP EN 20140-3 e 717-1)
- \*Medição *in loco* do índice de isolamento para sons de condução por percussão,  $L'_{n,w}$  (NP EN ISO 140-4 e 717-2)
- Medição laboratorial (em câmara reverberante) do índice de isolamento para sons de condução por percussão,  $L_{n,w}$  (NP EN 140-6 e 717-2)
- \*Medição do índice de redução sonora de fachadas de edifícios,  $D_{2m,n,w}$  (NP EN 140-5 e 717-1);
- Classificação/verificação de "ruidosidade" de zonas através de  $L_{Aeq}$
- Medição *in loco* de níveis de potência sonora,  $L_w$ . Objectivo certificar máquinas e equipamentos;
- \*Ruído em locais de trabalho (DL 72/92) -  $L_{Aeq,T}$ ,  $L_{EP,d}$ ,  $L_{EP,w}$ ;  $MaxLpico$ ; Objectivo elaboração de fichas individuais, dimensionamento de protectores
- Medição da inteligibilidade da palavra,  $RASTI$ . Objectivo elaboração de estudos de acústica de interiores;
- Caracterização de campo sonoro no exterior;
- Simulação *in situ* de fontes sonoras;
- Caracterização *in loco* de fontes sonoras por bandas de frequências;
- Caracterização acústica objectiva de grandes salas ( $L$ ,  $C_{80}$ ,  $D_{50}$ ,  $TS$ , reflectogramas, etc.);
- Determinação de parâmetros de incomodidade para ruído interior  $NC$ ,  $NR$ ,  $NCB$  e  $RC$ ;
- Determinação de coeficiente de absorção sonora (por meio de tubo de ondas estacionárias ou em câmara reverberante (ISO 354).



Ensaio do vidro para a Casa da Música (Porto)



Aula com o ACUSTILAB



Câmaras reverberantes do Lafeup



Bloco de betão leve de elevada absorção sonora.