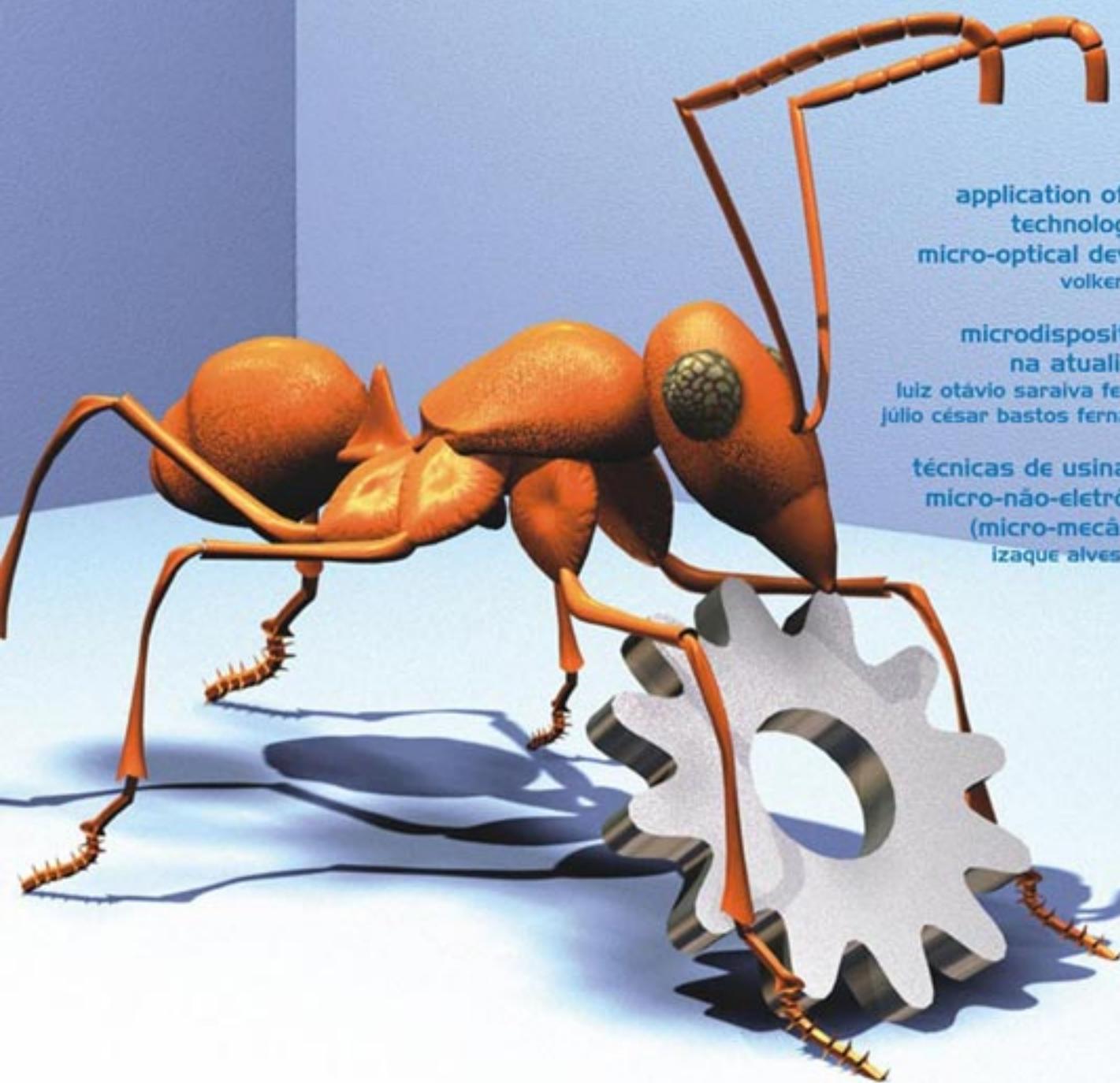


# ABCN

associação brasileira de  
engenharia e ciências mecânicas

volume 9 . número 1 . janeiro . março . 2003

## engenharia



application of liga  
technology to  
micro-optical devices  
volker saile

microdispositivos  
na atualidade  
luiz otávio saralva ferreira  
júlio César bastos fernandes

técnicas de usinagem  
micro-não-eletrônica  
(micro-mecânica)  
izaque alves maia

# editorial

No último número tivemos a mudança de formato do ABCM Notícias, que passou a ser uma revista de divulgação tecnológica, com assuntos de interesse dos membros da nossa associação. Neste número completamos o processo com a mudança do nome da publicação, que passa a se chamar **ABCM Engenharia**, conforme decisão do Conselho da ABCM em sua última reunião.

Cada número da revista ABCM Engenharia trará um tema atual e de interesse da comunidade de ciências e engenharia mecânica e áreas afins. O tema deste número é **Microssistemas** (nossa língua tem suas idiossincrasias, como a regra que nos faz duplicar o esse neste vocábulo). Para cada número temático convidaremos um colega que atuará como "Editor Convidado", levando à frente a tarefa de conseguir artigos interessantes e atuais sobre o tema escolhido e fazer um artigo de introdução ao tema e aos artigos convidados - uma espécie de editorial temático do número. Neste número nosso Editor Convidado é o Dr. Luiz Otávio Saraiva Ferreira, que até julho do ano passado era pesquisador do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron e, desde então, é professor em tempo integral da Unicamp. Ele é um dos pioneiros no Brasil da área de Microssistemas e organizou um simpósio sobre o tema no COBEM de 1999, que incluiu tutoriais e palestras de eminentes pesquisadores na área.

Na década de 70 um tema considerado estratégico era a mecânica de precisão, que já implicava uma certa miniaturização de máquinas e dispositivos. Na década de 80 cunhou-se, nos EUA, o termo "microelectromechanical systems" (MEMS) e, na Europa, "Microsystems". A área conhece, desde a década de 90, uma evolução explosiva. Inicialmente baseada na utilização da tecnologia do silício (fabricação de "chips"), a tecnologia vem se tornando mais abrangente com utilização de processos e materiais os mais diversos. Algumas características comuns a estas tecnologias são a miniaturização, a fabricação em lotes e o uso de processos de reprodução gráficos, tais como a litografia.

A microtecnologia já entrou no nosso dia-a-dia através dos acelerômetros dos "air bags" dos nossos automóveis, das cabeças de impressão de nossas impressoras a jato de tinta e dos sistemas portáteis de diagnóstico médico. A gama de aplicações dos microssistemas não cessa de crescer e podemos dizer que quase todo engenheiro mecânico, elétrico ou mecatrônico que se forma hoje deverá trabalhar com alguma forma desta tecnologia em sua carreira.

Nosso país perdeu o bonde da microeletrônica e não pode se dar ao luxo de perder, agora, o bonde da microtecnologia, o que infelizmente já está acontecendo. Nossas dificuldades na balança de pagamentos continuarão aumentando se não conseguirmos dominar estas novas tecnologias. Por outro lado, o domínio da microtecnologia é essencial para a nanotecnologia, na verdade ainda na fase de nanociência, que promete revolucionar o mundo. Assim, perder este bonde pode significar ficar de fora também da nanotecnologia no futuro.

Trazemos, ainda, uma agenda de eventos, detalhes sobre os próximos eventos de nossa associação, notícias da Diretoria, notícias do CA do CNPq e outras informações de interesse para os membros. Lembramos que este veículo de divulgação está aberto a todos os membros da ABCM, que podem nos enviar sua contribuição. Desejamos a todos uma boa leitura.

# índice

<b>editorial temático</b> luiz otávio saraiva ferreira	<b>3</b>
<b>application of liga technology to micro-optical devices</b> volker saile	<b>4</b>
<b>microdispositivos na atualidade</b> luiz otávio saraiva ferreira e júlio César bastos fernandes	<b>8</b>
<b>técnicas de usinagem micro-não-eletrônica (micro-mecânica)</b> izaque alves maia	<b>11</b>
<b>palavra do presidente</b> leonardo goldstein jr	<b>14</b>
<b>a rbcm e seu financiamento</b> atila pantaleão da silva freire	<b>16</b>
<b>nota do ca-em (cnpq)</b>	<b>18</b>
<b>abcm divulga prêmios</b>	<b>19</b>
<b>notícias da sede</b>	<b>20</b>
<b>eventos abcm 2003/04</b>	<b>21</b>
<b>cobef</b>	<b>22</b>
<b>encit2004</b>	<b>24</b>
<b>espaço publicitário</b>	<b>27</b>
<b>anúncio de eventos</b>	<b>28</b>
<b>luiz bevilacqua - presidente da AEB</b>	<b>29</b>
<b>international heat transfer conference</b>	
<b>cobem 2003</b>	<b>30</b>
<b>x diname</b> reunião do comitê de dinâmica da abcm	<b>35</b>

# expediente

volume 9 - número 1

Publicação da Associação Brasileira de Ciências Mecânicas - ABCM - visando informar seus membros sobre atividades promovidas pela Associação, notícias de interesse geral e ampliar a comunicação entre a Diretoria, o Comitê Editorial, os Comitês Técnico-Científicos e os membros.

#### Diretoria Biênio 2001-2002:

Leonardo Goldstein Jr., Presidente  
Francisco José da Cunha Pires Soeiro, Vice-Presidente  
Antônio José da Silva Neto, Secretário Geral  
Paulo Eigi Miyagi, Secretário  
Francesco Scofano Neto, Diretor de Patrimônio

#### Editor do ABCM Notícias:

José Roberto de França Arruda  
arruda@fem.unicamp.br

Jornalismo:

Maria de Fátima Alonso de Sousa  
falonso@unicamp.br

#### Revista Brasileira de Ciências Mecânicas:

Átila Pantaleão Silva Freire  
Editor da RBCM

Editores Associados: Alisson Rocha Machado,  
Clovis C. Maliska, Aristeu da Silveira Neto,  
Edgar Nobuo Mamiya, José Roberto de França  
Arruda e Paulo Roberto Cetlin

#### ABCM-SedeSecretária Executiva:

Ana Lucia Fróes de Souza  
Av. Rio Branco, 124 18º Andar  
20040-001 - Rio de Janeiro, RJ  
Tel.: (21) 2221-0438 Fax: (21) 2509-7128  
E-mail: abcm@abcm.org.br <http://www.abcm.org.br>

#### ABCM-Divisão Regional Campinas

Prof.Dr. Leonardo Goldstein Júnior  
UNICAMP-FEM - Caixa Postal 6122  
13083-970 Campinas SP  
Tel.: (19) 3788-3228 Fax: (19) 3289-3722  
E-mail: leonardo@fem.unicamp.br

#### ABCM-Divisão Regional Florianópolis

Prof. Dr. Armando Albertazzi Gonçalves Jr.  
UFSC-LABMETRO  
Caixa Postal 5053 - Trindade  
88040-970 - Florianópolis SC Tel: (48) 239-2030  
E-mail: albertazzi@labmetro.ufsc.br

#### ABCM-Divisão Regional Norte-Nordeste

Prof.Dr. Carlos Antonio Cabral dos Santos  
UFPB - Depto. de Energia Solar  
58059-900 João Pessoa PB  
Tel.: (83) 216-7034 / Fax: (83) 216-7127  
E-mail: abcmne@dtm.ct.ufpb.br

#### ABCM-Divisão Regional Triângulo Mineiro

Prof.Dr. Mário Mourelle Perez  
Universidade Federal de Uberlândia  
Rua João Naves de Ávila, 2160  
Bloco A - Sala 1 a 33 - Campus Santa Mônica  
38400-089 Uberlândia MG  
Tel/Fax: (34) 239-4207 E-mail: abcm@ufu.br

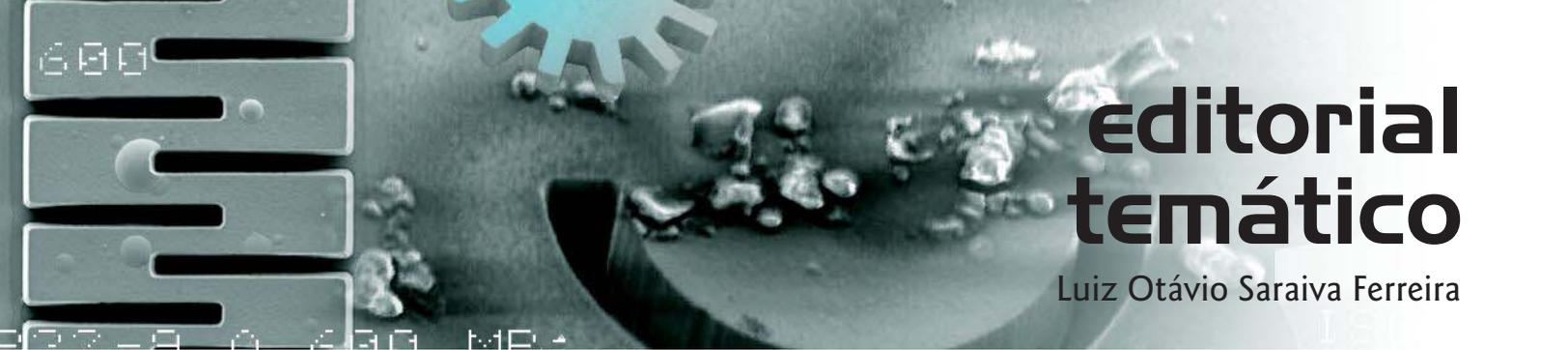
#### Projeto Gráfico:

JG projetos gráficos e musicais  
(19) 3287-6907  
jaime\_adageisa@uol.com.br

Contribua com a ABCM Engenharia  
enviando-nos suas críticas, sugestões e  
contribuições por correio eletrônico para:  
arruda@fem.unicamp.br

ou para o endereço:

Cx Postal: 6122, CEP 13083-970 Campinas,  
São Paulo.



# editorial temático

Luiz Otávio Saraiva Ferreira

5832-9 A 600 MPa

Microtecnologia, Nanotecnologia, Sistemas Microeletromecânicos, Microelectromechanical Systems (MEMS), Microsistemas, Microsystems Technology (MST), Lab-on-a-Chip (LOC) e outros nomes estranhos aos comuns dos mortais começam a invadir os periódicos das mais diversas áreas, desde as consagradas Science e Nature até os jornais diários de grande circulação e as revistas de economia. Toda esta nomenclatura pode ser resumida em uma única palavra: Miniaturização. E o que hoje chega aos jornais e revistas é o resultado de vasto esforço inovador cuja gênese remonta a meados dos anos 50.

No rastro da revolução microeletrônica, bem conhecida de todos, está em curso outra revolução baseada na miniaturização, que tem por objeto a não-eletrônica dos sistemas, no que poderia ser bem representado pelo termo Microtrônica, e tem por objetivo produzir sistemas mais baratos e melhores que os convencionais.

Exemplos de uso diário dessa tecnologia podem ser achados nas cabeças para impressoras a jato-de-tinta, nos sensores das injeções eletrônicas dos automóveis, nas cabeças de discos magnéticos de computadores, nos aparelhos portáteis para dosagem de colesterol e glicose no sangue, nos conectores e comutadores para fibras ópticas, em filtros eletromecânicos para telefones celulares, dentre outros. E muito mais está por vir. Estamos apenas no início dessa nova revolução.

Esta é a ocasião propícia à inserção brasileira na nova onda, pois os saltos tecnológicos favorecem a entrada de novos atores no cenário produtivo.

Há-se que observar o cenário e evitar a tentação de simplesmente reproduzir aqui, em solo tropical, as experiências de outros climas. O meio-ambiente é extremamente diferente.

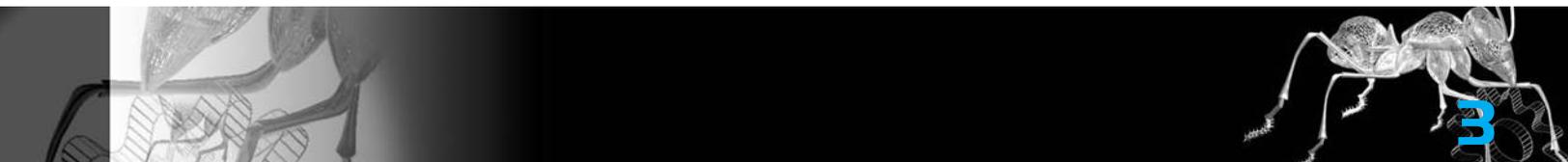
Nos EUA, Europa, Japão e Coréia há uma forte base industrial de microeletrônica sobre a qual floresce a indústria de Microtrônica, base essa ausente no Brasil, onde também escasseiam os recursos financeiros para bancar os 4 milhões de dólares necessários à implantação

de uma fábrica de partes micro-mecânicas de silício, ou os 70 milhões de dólares de uma fábrica de sensores integrados de silício. Se não bastasse a escassez financeira, temos também notável escassez de pessoal especializado.

Mas há outro caminho: um florescente mercado de dispositivos e sistemas miniaturizados de metal, polímero ou cerâmica, para cuja fabricação já temos um parque industrial instalado e amortizado. Já temos as fábricas de peças planas de precisão, as empresas de injeção de plásticos e as empresas especializadas em partes cerâmicas. Faltam-nos os projetistas capacitados a conceber os novos produtos Microtrônicos e seus respectivos sistemas de caracterização e testes para controle de qualidade.

Um sistema Microtrônico pode envolver simultaneamente aspectos estruturais, termodinâmicos, fluídicos, elétricos, magnéticos e ópticos, que geram desafios nas áreas de concepção, projeto, modelagem, simulação, materiais, fabricação e metrologia, dentre outros, como os leitores poderão perceber nos três artigos que se seguem frutos da contribuição de três referências no assunto: o Prof. Volker Saile diretor do IMT, um dos mais importantes centros de microtecnologia da Alemanha; o Dr. Júlio César Bastos Fernandes, da FEM/Unicamp, pioneiro em LOCs poliméricos no Brasil e o Dr. Izaque Alves Maia, do CenPRA, pioneiro da tecnologia LIGA no Brasil.

Nosso mercado interno, de quase 200 milhões de consumidores, na maioria com baixo poder aquisitivo, tem demanda garantida para produtos inovadores de baixo custo e alta qualidade como os que podem ser produzidos pela Microtrônica. Um longo caminho, repleto de desafios, tem de ser percorrido para que idéias cheguem a protótipos e virem produtos, e aí reside o grande campo de trabalho para os profissionais da pesquisa, desenvolvimento e inovação, num mercado mundial que foi de mais de 30 bilhões de dólares em 2002 e cresce 25% ao ano. Um fértil campo de trabalho para técnicos e empreendedores. Uma oportunidade histórica. Mãos à obra!



# application of liga technology to micro-optical devices

Volker Saile

Director of the Institut für Mikrostrukturtechnik,  
Universität Karlsruhe and Forschungszentrum Karlsruhe GmbH  
Postfach 3640, D-76021 Karlsruhe, Germany  
Phone: +49 (0) 72 47 / 82 27 40  
Fax: +49 (0) 72 47 / 82 39 28  
e-mail: volker.saile@imt.fzk.de

## Abstract:

LIGA technology is particularly well suited for fabricating polymer micro-optical components where high aspect ratios, smooth surfaces and sub-micron accuracies are required. Mass production capabilities have been developed and demonstrated for several devices.

The LIGA technology (LIGA is a German acronym for Lithographie, Galvanoformung, Abformung, which stands for Lithography, Electroforming, and Replication) was invented in Germany in the 80's [1], originally for the production of fluidic devices with micron-sized lateral features and high aspect ratios. The basic processing sequence is as follows (see Fig. 1): A pattern on a X-ray mask is transferred with synchrotron radiation to a thick PMMA resist layer bonded to or cast onto a conductive substrate (deep X-ray lithography step). After development the resist relief serves as a template for an electroforming step leading to an inverse metal pattern with a solid base plate generated by over-plating. The metal structure is separated from the substrate and the resist and can now be employed as a super-high precision mold for mass production in injection molding or hot-embossing (replication step). A variety of modified LIGA-processes have been developed over the years such as replacing the synchrotron X-ray lithography step by UV-lithography with EPON SU-8 resist ("low-cost LIGA" or "UV-LIGA") or by by-passing the replication process by "direct-LIGA", where components are fabricated directly with X-rays similar to semiconductor electronics production.

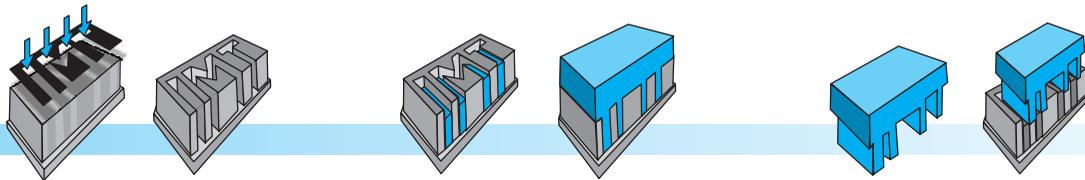


Figura 1: LIGA process sequence. From top to bottom: X-ray exposure and development; electroplating; metal mold and replication process.

For applications in micro-optics, LIGA provides highly attractive features [2]: Typical LIGA components are made of polymers offering a broad range of materials that can also be tailored to specific requirements. LIGA allows for features with lateral dimensions in the  $\mu\text{m}$  range, feature details down to 100 nm, and heights of typically several hundred  $\mu\text{m}$ , if required even several mm. The sidewalls of LIGA components are inherently optically flat with surface roughness of the order of some 10 nm. The lateral pattern is determined by the mask layout and in the vertical direction, straight sidewalls with inclinations in the mrad range are obtained. Non-vertical walls and more complex, real 3-D structures can be realized by tilting and/or rotating mask and substrate during exposure.

Over the past couple of years LIGA development efforts for micro-optical devices were mostly concentrated at two German institutes, the Institute for Microstructure Technology (IMT) at Forschungszentrum Karlsruhe and the Institute of Microtechnology (IMM) in Mainz. The research efforts at these LIGA centers have been funded by public money and, with a strongly increasing percentage, through contracts with industries. As a consequence of the industrial involvement, the focus at the institutes has changed from research and technology development to products and viable manufacturing processes, including small volume production. Two principle concepts have emerged for

exploiting LIGA potential for fabricating micro-optical devices. In the first one, the high aspect ratio capabilities of LIGA combined with excellent spatial resolution and patterning accuracy over large field sizes are utilized for producing optical benches, base plates and high precision mechanical holders and fixtures (see Figs.2 and 3). The accuracy of patterning such structures, even in multiple levels, is ideally suited for assembly and packaging of hybrid optical systems at micron or sub-micron precision without the need for active alignment [3]. In the second concept, LIGA precision [4] in patterning of polymers, either directly with X-rays or in a replication process with a LIGA mold, is exploited for fabricating complex optical wave-guides, with sidewalls providing optical functions such as those of gratings or mirrors. Finally, the LIGA-based replication processes enable high-volume production of polymers optical components and devices at low-cost and high-performance.

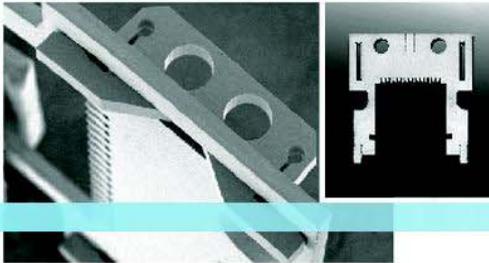


Figura2: LIGA alignment components for Fiber-InBoard technology (IMM).

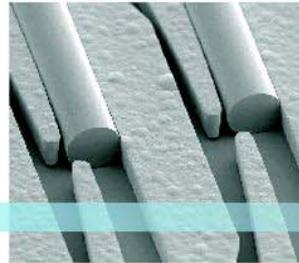


Figura 3: Fiber connector with moveable guide structures. Material is Ni (IMM).

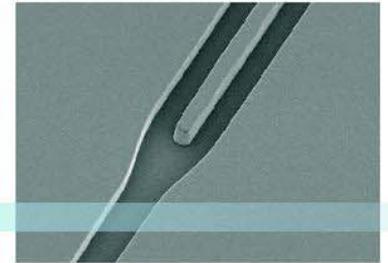


Figura 4: Hot-embossed mono-mode Y-splitter. Width of channel is approximately 10µm (IMM).

The technical viability of the LIGA-approach for fabricating micro-optics components, devices and systems has been demonstrated for a variety of application cases such as micro-spectrometers for different wavelength ranges, wave-guides for splitters (see Fig.4) or star couplers, optical cross connects, optical matrix switches, fiber ribbon connectors [5], and others. Several examples for mature LIGA devices and systems are presented in Fig.5. In addition, novel ideas for LIGA applications are currently pursued in the laboratories such as fabricating three dimensional photonic band gap structures by extending the lithographic process to inclined geometries and multiple exposures [6].

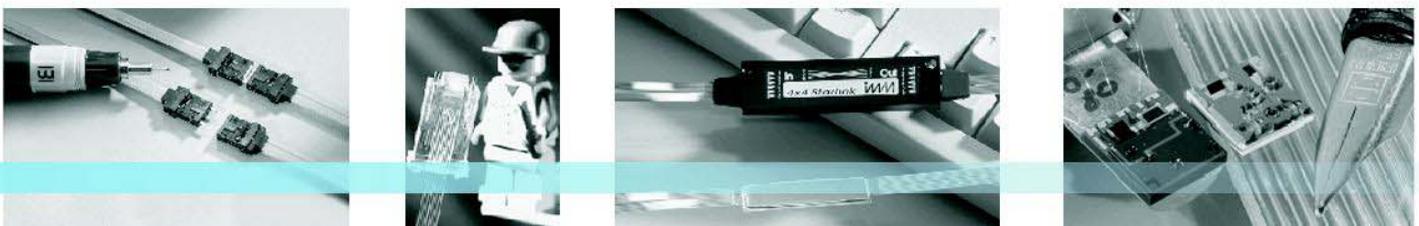
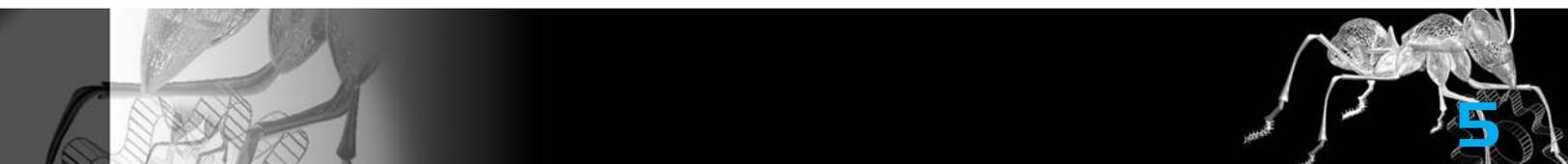
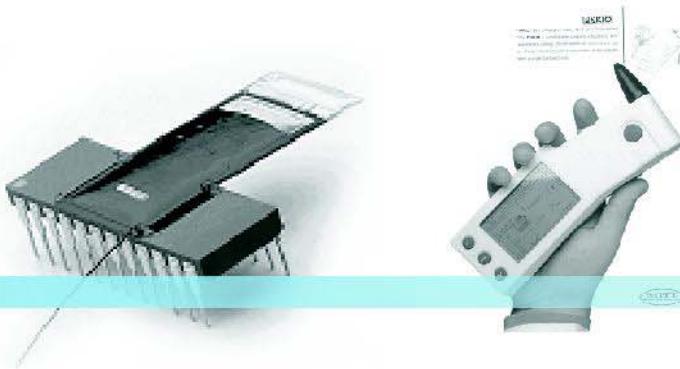


Figura 5: LIGA Products. From left to right: Fiber ribbon connector (IMM); fiber ribbon connector (IMT); 4x4 optical star couple (IMM); optical distance sensor (IMT).

For making LIGA successful in the industrial market, however, not only technical but also economic superiority of LIGA products must be proven through low cost, high throughput and high yield. The LIGA process chain from fabrication of X-ray masks to the production of insertion molds is long in time and the many individual steps pose technological risks. Nevertheless, the original LIGA technique is a perfect match to high-volume low-cost production by injection molding or hot embossing. One of the early showcases demonstrating the validity of this concept was a micro-



spectrometer for color determination (see Fig.6). It was originally invented, developed and prototyped at IMT in Karlsruhe. The technology was then transferred to STEAG microParts of Dortmund for commercial manufacturing. The molds, however, are still fabricated by IMT with deep X-ray lithography. The saw-tooth grating of this spectrometer has sub-micron steps that must be preserved accurately during the process sequence for each tooth over the entire grating length of 11.5 mm. These spectrometers have now been produced over several years and are sold successfully as OEM components to instrument manufacturers worldwide (see Fig.7). The production of several ten thousand of spectrometers has yielded not only reliable data on cost and yield but also highly valuable information on lifetimes of the LIGA molds and potential improvements of the design. Furthermore it demonstrated convincingly the suitability of LIGA for mass production of components, in particular for optical applications.

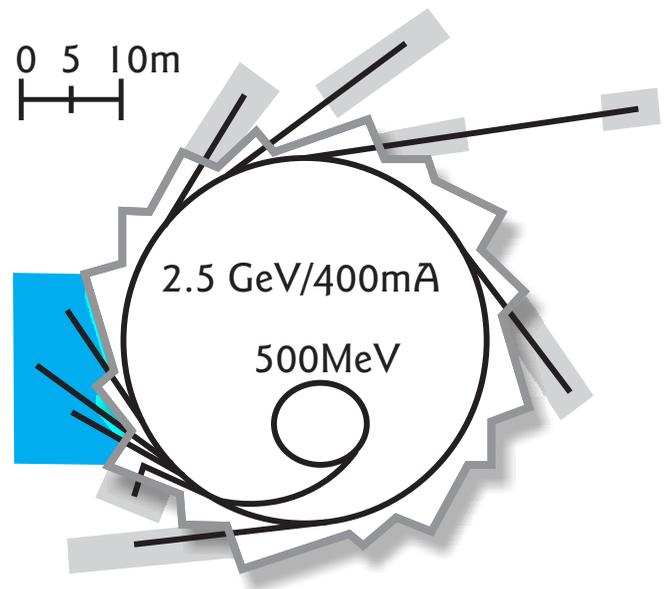


**Figure 6:** Micro-spectrometer bonded to diode array (IMT and STEAG microParts).

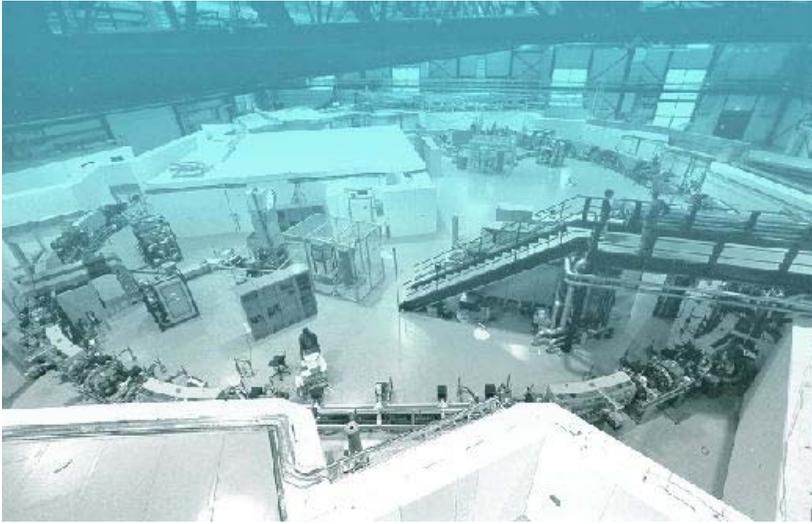


**Figure 7:** Color detection applications of the micro-spectrometer. From left: color of teeth; general color determination with hand-held instrument; non-invasive Bilirubin analysis in blood.

For smaller quantities of components, direct-LIGA, where each component is lithographically patterned with X-rays, presents an attractive alternative to the time-consuming standard LIGA process, provided the cost and throughput targets can be met [7-9]. Both, cost and throughput are mainly driven by the X-ray exposure with exposure times of typically several hours for the usually used PMMA resist. Various options have been proposed and tested for reducing the lithography cost per square-cm of resist. Among them are exposing large areas simultaneously by advanced beamlines and scanners at the synchrotron radiation source or by stacking several layers of resist on top of each other and exposing the whole stack simultaneously by hard X-rays with high penetration depth. Another effort aims at replacing the insensitive PMMA resist by a faster one. In fact, EPON SU-8, which is employed in the low-cost LIGA process with UV exposure, can be also used with X-rays and exposure times turn out to be shorter by up to two orders of magnitude as compared to PMMA. In any case, for highest quality components continuous access to a synchrotron radiation source with integrated LIGA processing facilities is essential. In Germany two such facilities are available, BESSY II in Berlin and ANKA at Forschungszentrum Karlsruhe (see Figs.8 and 9).



**Figure 8:** Layout of the ANKA synchrotron radiation facility with a 500 MeV injector and a 2.5 GeV electron storage ring for electron currents up to 400 mA. Three LIGA beamlines with scanners terminate in the cleanroom at the left.



**Figura 9:** ANKA storage ring inside the ratchet-shaped radiation protection wall.

Key to a wide-spread commercialization of the LIGA technique is privatization of the technology, i.e. LIGA expertise and manufacturing capabilities need to be established in the private sector. Although the number of companies working with LIGA molds, fabricated at research institutes, has been growing significantly, only recently companies emerge with a more comprehensive approach. Among them is AXSUN Technologies [10], Billerica, MA, established 1999 for manufacturing photonic packaging platforms with LIGA at the Advanced Light Source (ALS) at Lawrence Berkeley National Laboratory, CA. AXSUN's technology is based on R&D results from Sandia National Laboratories, Livermore, CA. The German efforts have also led to spin-off companies. Most notably, Wolfgang Ehrfeld, co-inventor of LIGA, and Ursula Ehrfeld, the founders and long-term leaders of the IMM institute in Mainz have established their own company, Ehrfeld-Mikrotechnik GmbH [11], in 2001 with the mission of commercializing micro-technologies.

In summary, LIGA is currently already used for manufacturing polymer micro-optical components and systems; several new products are close to mass production. The infrastructure for LIGA, in particular adequate synchrotron sources and commercially available equipment for the individual processes are in place. Nevertheless several issues still need to be addressed further by the private sector as well as the research institutes. Among them are reduction of cost

and time-to-market, enhanced process stability, and application of advanced materials such as faster resists and ceramics. LIGA has come a long way from a research object to a production technique. But the best for LIGA is still to come!

### Selected References:

[1] E. W. Becker, W. Ehrfeld, P. Hagmann, A. Maner, and D. Münchmeyer, "Fabrication of microstructures with high aspect ratios and great structural heights by synchrotron radiation lithography, galvanofarming, and plastic molding," *Microelectron. Eng.* 4, pp. 35-56 (1986)

[2] D. Münchmeyer and W. Ehrfeld, "Accuracy limits and potential applications of the LIGA technique in integrated optics," *SPIE Proc.* 803, pp. 72-79 (1987)

[3] A. Gerlach, P. Ziegler, and J. Mohr, "Assembly of hybrid integrated micro-optical modules using passive alignment with LIGA mounting elements and adhesive bonding techniques," *Microsystem Technol.* 7(1), pp. 27-31 (2001)

[4] G. Feiertag, W. Ehrfeld, H. Lehr, A. Schmidt, and M. Schmidt, "Calculation and experimental determination of the structure transfer accuracy in deep X-ray lithography," *J. Micromech. Microeng.* 7(4), pp. 323-331 (1998)

[5] U. Wallrabe, H. Dittrich, G. Friedsam, T. Hanemann, J. Mohr, K. Müller, V. Piötter, P. Ruther, T. Schaller, nad W. Zissler, "RibCon: Micromolded Easy-Assembly Multifiber Connector for Single- and Multimode Applications," *Proc. HARMST'01*, Baden-Baden, June 2001, to appear in *Microsystem Technol.* (2002)

[6] G. Feiertag, W. Ehrfeld, H. Lehr, and M. Schmidt, "Sloped irradiation techniques in deep X-ray lithography for 3-D shaping of microstructures," *SPIE Proc.* 3048, pp. 136-143 (1997)

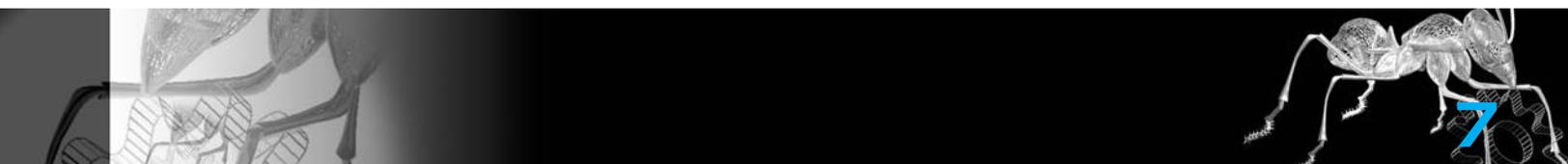
[7] H. Guckel, "Deep x-ray lithography for micromechanics and precision engineering," *Review of Scientific Instruments*, 67(9), pp. 1-5 (1996)

[8] H. Guckel et al. "Direct high throughput LIGA for commercial applications : a progress report," *Microsystem Technol.* 6, pp. 103-105 (2000)

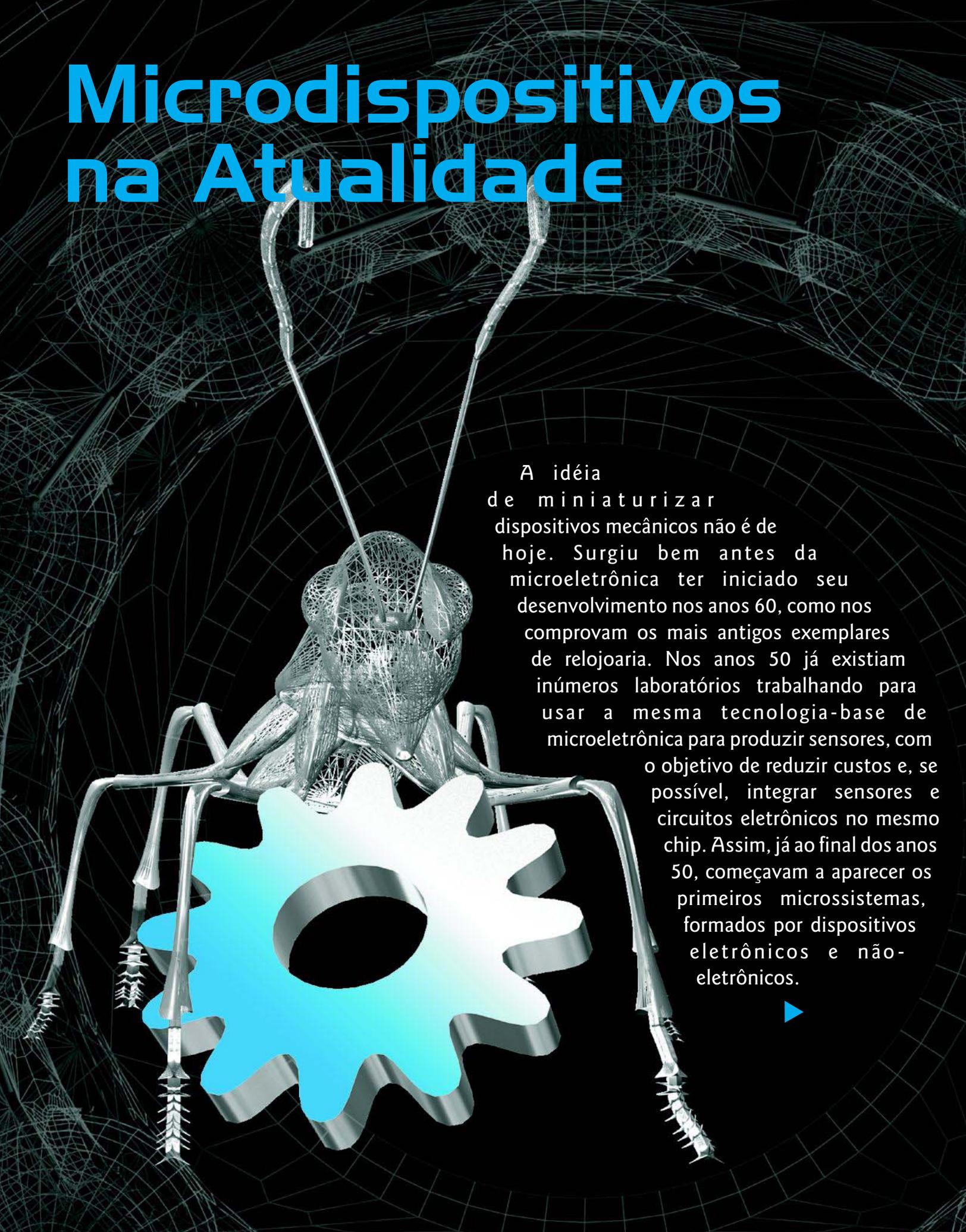
[9] V. Saile, "Strategies for LIGA implementation" *Proc. Microsystem Technologies*, Postdam, Germany, pp. 25-30 (1998)

[10] <http://www.axsun.com/>

[11] <http://www.ehrfeld-mikrotechnik.de/>



# Microdispositivos na Atualidade

A wireframe insect, possibly a fly or beetle, is shown in a dark, grid-like environment. The insect's body and legs are composed of thin, intersecting lines. A large, 3D-rendered gear is attached to its back, partially obscuring its abdomen. The gear is a gradient of blue and white, with a central hole. The overall aesthetic is futuristic and technological.

A idéia de miniaturizar dispositivos mecânicos não é de hoje. Surgiu bem antes da microeletrônica ter iniciado seu desenvolvimento nos anos 60, como nos comprovam os mais antigos exemplares de relojoaria. Nos anos 50 já existiam inúmeros laboratórios trabalhando para usar a mesma tecnologia-base de microeletrônica para produzir sensores, com o objetivo de reduzir custos e, se possível, integrar sensores e circuitos eletrônicos no mesmo chip. Assim, já ao final dos anos 50, começavam a aparecer os primeiros microssistemas, formados por dispositivos eletrônicos e não-eletrônicos.



O primeiro fruto desse desenvolvimento foi o micro-sensor de pressão, fabricado com técnicas de “usinagem” química de silício, ou micro-usinagem de substrato (“bulk silicon micromachining”). Foi possível produzir finas membranas ou diafragmas de silício sensíveis às variações de pressão que, através do efeito piezoresistivo, convertiam o sinal mecânico em elétrico. Em 1972 a Sensym lançou o primeiro sensor de pressão de silício. Em 1974, a National lançou sua linha de dispositivos, sendo logo seguida pela Foxboro, Endevco, Kulite e Honeywell. Ainda nos anos 70, a Texas Instruments lançou a cabeça de impressoras térmicas, a Hewlett Packard lançou o diodo detector isolado termicamente, a Western Electric lançou o alinhador de fibras ópticas e a IBM lançou a cabeça de impressoras a jato-de-tinta. No final dos anos 70, a demanda para produção do microssensor de pressão aumentou devido à necessidade de se melhorar a economia de combustível e reduzir a emissão de gases poluentes dos automóveis. Hoje ele é parte integrante de qualquer veículo automotivo em produção. Essa técnica de fabricação é de difícil compatibilidade com a microeletrônica, o que limita seu uso.

Com a técnica de “usinagem” química do silício bem estabelecida, começaram a surgir no mercado outros microdispositivos baseados nessa tecnologia. No início dos anos 80 surgiu o acelerômetro, empregado nos sistemas de freio antibloqueio (ABS), nas suspensões ativas e, principalmente, nos Airbags. O primeiro acelerômetro consistia essencialmente de uma massa de silício (massa sísmica), de espessura igual à do substrato, suspensa por uma fina viga de silício. Um piezoresistor, cuja resistência elétrica mudava com a deformação, era fabricado na face de trás da viga e transformava a deformação mecânica gerada pela aceleração da massa sísmica em sinal elétrico. Atualmente, existem no mercado acelerômetros de diversos tipos e diferentes princípios de funcionamento.

Nessa mesma época (início dos anos 80), surgiram duas novas técnicas de microfabricação: nos EUA surgiu a tecnologia de microusinagem em superfície (surface micromachining), capaz de produzir dispositivos microtrônicos de filmes-finos e totalmente compatível com a tecnologia CMOS de microeletrônica; e na Alemanha surgiu a tecnologia LIGA, capaz de produzir

dispositivos microtrônicos de elevada tridimensionalidade a partir de metal, polímero ou cerâmica.

Em 1991, a Analog Devices lançou o primeiro dispositivo baseado em microusinagem de superfície do mercado, um acelerômetro para disparo de airbags. Merece destaque o lançamento, pela Texas Instruments, do Digital Micromirror Device, uma matriz de mais de um milhão de espelhos oscilantes para uso em projetores de imagem.

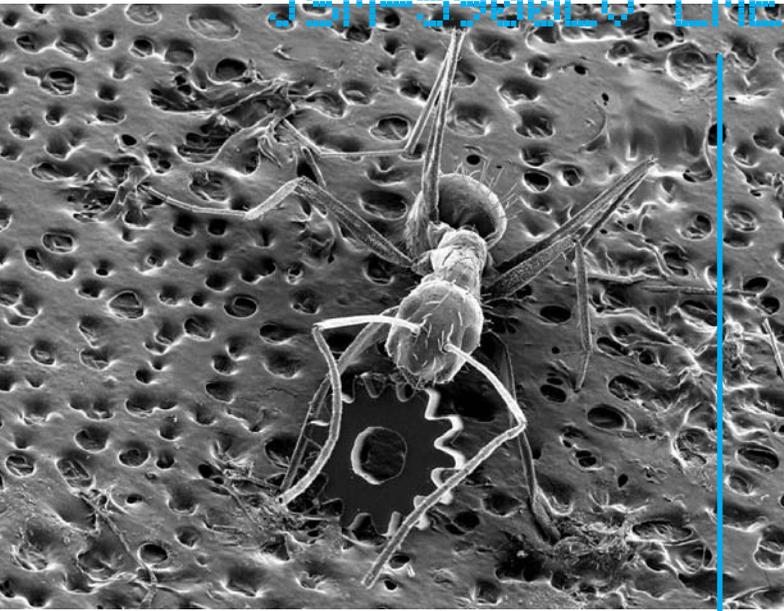
O primeiro dispositivo produzido com a tecnologia LIGA foi o bocal separador de isótopos de urânio pelo processo de jato-centrífugo, objeto do acordo nuclear Brasil-Alemanha, no início dos anos 80. Essa tecnologia, baseada em luz síncrotron, é atualmente mais indicada para a produção de dispositivos micro-ópticos, mas gerou uma variante, baseada em luz ultravioleta, muito utilizada na produção de dispositivos microfluídicos.

Um dos mais proeminentes campos de estudo de microssistemas é a microfluídica, de onde surgiu um dos mais bem sucedidos dispositivos do mercado mundial, a cabeça de impressão a jato de tinta. O esforço para o seu desenvolvimento partiu das universidades para empresas como a IBM, Canon e Hewlett-Packard. A primeira tecnologia da HP de construção de cabeças de impressão era baseada numa matriz de micro-aquecedores, que eram montados diretamente abaixo de orifícios com diâmetro da ordem de 2  $\mu$ m. A tinta, ao ser aquecida, formava uma bolha que atuava como pistão, expulsando pelos orifícios uma gotícula em direção ao papel. O controle computacional dos aquecedores era o responsável pela formação dos caracteres ou desenhos e isto mostra um traço comum à maioria dos microssistemas: a importância da automação. Pode-se dizer que muitos deles são sistemas micromecatrônicos. A demanda anual de cabeças para impressoras a jato-de-tinta é da ordem de quatrocentos milhões de unidades.

Os Lab-on-a-chip (LOC) são outro importante fruto da microfluídica. O LOC surgiu na indústria farmacêutica, pela necessidade de sintetizar novas drogas em larga escala, a baixo custo e mais rapidamente. Atualmente, vêm sendo empregados em instrumentação para diagnóstico médico. Empresas como I-STAT, GEM



JSM-5900LV LME/LNLS



outras, já estão no mercado com produtos que unem microcanais, para manipulação de fluidos, com microssensores químicos, para a detecção de espécies químicas em sangue, tais como pH,  $pCO_2$ ,  $pO_2$ , potássio, sódio, cloreto, uréia, colesterol e glicose. É importante ressaltar que os dispositivos portáteis (point-of-care) para monitoração de glucose, baseados em microssensores amperométricos fabricados a partir da tecnologia de deposição de filme espesso, vêm substituindo gradativamente os antigos aparelhos que usam fitas de papel colorimétricas, e hoje já representam cerca de 65% do mercado mundial.

O microssistema de maior produção na atualidade é a cabeça de leitura-escrita de discos magnéticos tipo winchester. Consiste de um eletromagneto de  $1 \text{ mm}^2$  de área, preso na ponta de um atuador. A demanda anual está na casa de 1 e meio bilhão de unidades, gerando um faturamento de mais de 1 bilhão de dólares.

Outros microdispositivos disponíveis no comércio são os fluxômetros para controle da relação ar/combustível em sistemas de injeção, sensores de nível de óleo e combustível, sensores de oxigênio para controle de emissão de poluentes e sensores para monitoração de temperatura, todos esses empregados em automóveis. Porém, ainda não são itens de série, uma vez que muitos ainda têm alto custo de produção.

Alguns microssistemas já são realidade no mercado consumidor e a miniaturização de muitos outros já está a caminho. Publicações especializadas têm descrito o

funcionamento de vários protótipos de dispositivos miniaturizados, tais como micro-scanners para varredura de feixes de laser, micro-foguetes para colocação de satélites em órbita, micro-turbinas a gás, micro-bombas, micro-geradores elétricos, micro-aparelhos de análises químicas, como espectrofotômetros e cromatógrafos, microcanais para eletroforese capilar, imunossensores para diagnóstico de viroses, testes de DNA e outros. Para tornar estes microdispositivos realidade comercial muita pesquisa vem sendo devotada em áreas afins, como microssistemas mecânicos para bombeamento de fluidos (bombas e válvulas); micropeneiras para filtração; micromisturadores para fluidos; biossensores para análises clínicas, fotoresistências para litografia, banhos de eletrodeposição de metais, ferramentas para testes de microatuadores, softwares para modelagem, técnicas de automação de microssistemas e novas técnicas de microfabricação, entre muitas outras pesquisas associadas ao campo das Engenharias Mecânica, Química e Elétrica, e também da Física, Química, Computação, Biologia, Matemática...

Para Saber mais ...

<http://www.sandia.gov>

<http://www.fzk.de/pmt>

<http://transducers.stanford.edu>

Luiz Otávio Saraiva Ferreira

[lotavio@fem.unicamp.br](mailto:lotavio@fem.unicamp.br)

Júlio César Bastos Fernandes

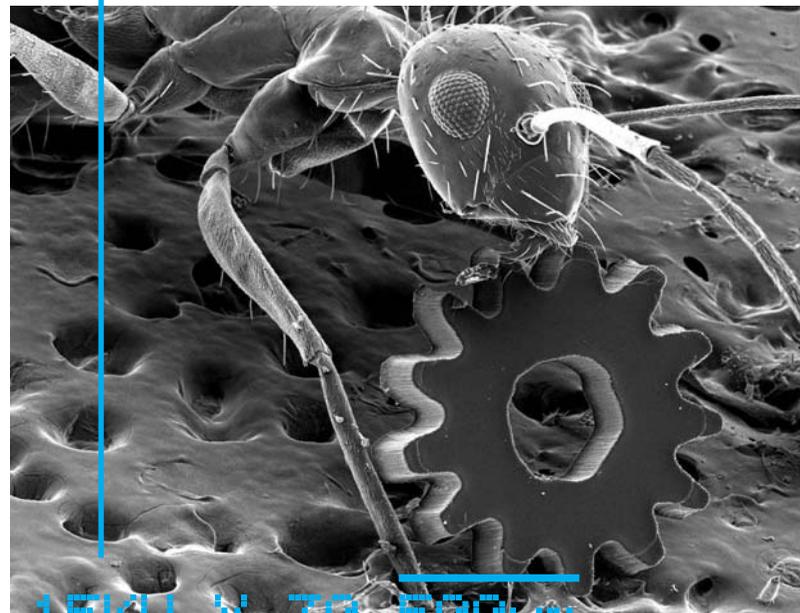
Departamento de Mecânica Computacional - DMC

Faculdade de Engenharia Mecânica - FEM

Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

Cx. P. 6122, 13083-970 Campinas SP, Brasil

Fone: 19-3788-3386



15KV X 30 500um



# técnicas de usinagem micro-não-eletrônica (micro-mecânica)

A miniaturização de sistemas mecânicos micro-mecânica - inova as tecnologias de indústrias bem estabelecidas como as indústrias microeletrônica, mecânica, gráfica e de polímeros. Estas inovações consistem de (1) aproveitamento de equipamentos obsoletos (ex. indústria microeletrônica e gráfica); (2) fabricação de novos dispositivos com materiais de prateleira, facilmente encontrados no mercado, como é caso de silício, vidro, metais e polímeros; (3) fabricação de novos materiais (ex. tecidos, cristais fotônicos) por micro-estruturação e não por reação química; (4) refinamento de técnicas bem estabelecidas (eletroformação, eletroerosão, injeção de plástico, estereolitografia) em aplicações inovadoras; (5) maior aplicação de materiais especiais (vidro fotossensível Foturan, polímeros condutivos, compósitos). Estas inovações, tanto de processos como de materiais, são a base de um novo tipo de indústria, a indústria de miniaturização - que vem emergindo nos últimos dez anos nos países desenvolvidos.

As três técnicas fundamentais da microeletrônica - fotolitografia, filmes finos e corrosão - são utilizadas com e sem adaptações para a construção de estruturas tridimensionais. Somadas às outras técnicas industriais - eletroformação, eletroerosão, moldagem de plástico, etc. - pode-se fabricar microdispositivos combinando uma grande variedade de

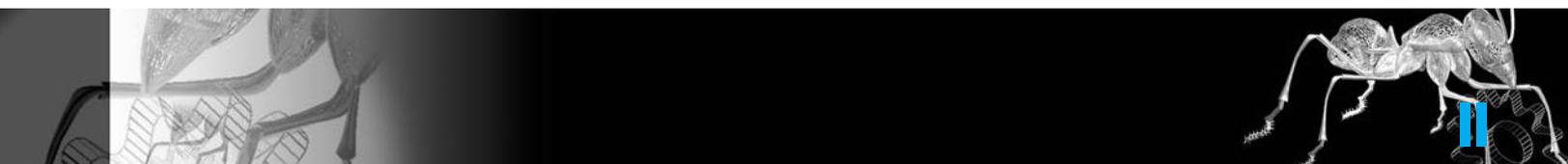
materiais. A seguir, são apresentados os três principais ramos das técnicas de microfabricação: surface micromachining, bulk micromachining e LIGA. Em seguida, apresenta-se as principais técnicas para prototipagem rápida de microsistemas, particularmente microfluídicos.

## Fotolitografia, filmes finos e corrosão

As tecnologias de fotolitografia, filmes finos e corrosão estão por detrás do sucesso da indústria microeletrônica. Na micromecânica elas são somadas a tecnologias vindas de outros ramos industriais.

A fotolitografia é utilizada para selecionar áreas na superfície de uma lâmina de material sólido (substrato), para adição ou retirada de material mediante os processos de deposição de filmes finos e corrosão, respectivamente. A seleção dessas áreas é feita por uma máscara de material fotossensível (fotorresiste), aderida à superfície. Após o processamento, a máscara é removida por dissolução do fotorresiste deixando na superfície sólida gravações com geometrias idênticas às das áreas selecionadas.

Máscaras litográficas são placas de material transparente à radiação, onde estão desenhadas, em material opaco, as imagens das microestruturas a serem



gravadas no fotoresiste. Em utilizando radiação ultra violeta, fotolitos e transparências de impressora laser, podem ser utilizadas como máscaras litográficas, quando variações de 20 m são toleráveis. Para tolerância de 5 m usa-se a máscara de emulsão. Tolerâncias menores que 1 m requerem escrita direta por feixe de elétrons. A tolerância das máscaras litográficas deve ser compatível com as condições de limpeza, temperatura e umidade do ambiente em que serão utilizadas.

A adição de filmes finos ao substrato pode ser de-via-úmida ou de-via-seca. As de-via-úmida consistem de reações de óxido-redução. As de-via-seca utilizam plasma, decomposição térmica de vapores (CVD Chemical Vapour Deposition), evaporação dos materiais a serem depositados por aquecimento térmico com incidência de um feixe de elétrons (eletron-beam) ou por resistência elétrica ou, ainda, via efeito pulverização anódica (sputtering). Do ponto de vista de produção os meios úmidos de adição são, quando tolerados, preferíveis aos meios secos por serem mais baratos. A tecnologia de vácuo necessária para os processos de adição de material por via seca é cara, particularmente no Brasil, que importa praticamente todos os insumos e peças de reposição dos equipamentos.

A corrosão de filmes finos inorgânicos-metais ou isolantes - ou a remoção de resíduos orgânicos deixados por fotorresiste, pode ser também classificada em de-via-úmida e de-via-seca. As corrosões de-via-úmida ocorrem por dissolução anódica dos filmes em soluções ácidas ou básicas e as corrosões de-via-seca utilizam plasma.

As inovações do trio fotolitografia-filme fino-corrosão e a agregação de tecnologias de outras indústrias compõem os três grandes ramos da micromecânica, conhecidos como surface micromachining, bulk micromachining e tecnologia LIGA conforme explicado abaixo.

A surface micromachining aproveita mais diretamente as instalações e técnicas de um laboratório ou fábrica de microeletrônica. Poderia ser classificada como a tridimensionalização da microeletrônica. Utiliza silício policristalino como material estrutural e nitreto de silício como material de sacrifício que, após removido, permite a movimentação de partes móveis do dispositivo, como por exemplo o rotor de um micromotor.

O bulk silicon micromachining baseia-se na corrosão anisotrópica de silício, no caso silício monocristalino para formar as estruturas micromecânicas. As microestruturas obtidas têm paredes facetadas por conta da anisotropia. Isto limita a geometria das microestruturas. É muito usada na

fabricação de sensores de pressão e acelerômetros.

A tecnologia LIGA trouxe os metais, polímeros e cerâmicas como materiais estruturais para a microfabricação. As técnicas de moldagem de plásticos injeção e termo-formação (hot embossing) permitem a fabricação de microestruturas com grande variedade de formas e materiais. LIGA é o acrônimo das palavras em alemão para Litografia (Lithographie), Eletroformação (Galvanoformung) e Moldagem (Abformtechnik) e foi desenvolvida primeiramente no Karlsruhe Nuclear Research Center (Kernforschungszentrum Karlsruhe, ou KfK) dentro do bojo do acordo nuclear Brasil-Alemanha. A tecnologia LIGA pode ser considerada como a tridimensionalização da tecnologia utilizada para a fabricação dos antigos discos de vinil e dos atuais compact discs (ver detalhes no artigo de Volker Saile). Com ela podem-se produzir contramoldes de resina, através das técnicas de litografia profunda com luz síncrotron (disponível no Laboratório Nacional de Luz Síncrotron LNLS, em Campinas, estado de São Paulo) ou com ultra-violeta, Esses contramoldes podem ser usados para a eletroformação de moldes de níquel, a serem usados para injeção de plásticos ou termo-formação, replicando-se o contramolde de resina. E essas réplicas de resina podem ser usadas para a produção de microestruturas cerâmicas, pelo método do molde perdido.

A tecnologia LIGA é a que tem maior potencial no Brasil, atualmente, pois pode aproveitar o parque instalado de empresas de fotofabricação de peças planas de precisão, de injeção de plásticos e de produção de partes cerâmicas.

## Prototipagem Rápida

A prototipagem rápida, especialmente de dispositivos microfluídicos, pode ser feita a baixíssimo custo com expositoras de fotolito e resinas usadas na indústria gráfica. Conseguem-se facilmente fazer linhas de até dez microns de largura com uma fonte pontual de luz desprovida de colimador. Estes recursos gráficos de fácil acesso e baixo preço têm sido usados mesmo em prestigiadas instituições de pesquisa como MIT (Massachusetts Institute of Technology) para a produção de microsistemas fluidicos.

Outra técnica importante é a soft lithography, ou moldagem por réplica. Na soft lithography, o PDMS (polidimetilsiloxano) na forma líquida é espalhado sobre um molde e curado, produzindo um elastômero que é retirado manualmente. A membrana grava a imagem

negativa 3D do molde. O PDMS tem sido usado na produção de membranas de válvulas, lentes e janelas de inspeção ótica (PDMS é transparente no UV-visível), e portas de entrada e saída de líquido.

Prototipagem rápida de moldes e peças micromecânicas podem ser feitas por ablação a laser e estereolitografia. Com ablação, microfuros e micropeças em materiais diversos como cerâmicas, metais e polímeros podem ser obtidas. A microestereolitografia permite criar pequenos objetos tridimensionais com resolução de 3  $\mu$ m e com alta complexidade. Micro próteses médicas têm sido uma das principais aplicações desta técnica.

Ainda em estágio exploratório, mas com grande potencial de impacto em microprototipagem e, talvez, em produção, tem-se a técnica de impressão a jato de tinta. Utiliza metal ou plástico fundido, em lugar da tinta de impressão, que é jateado numa placa para formar a imagem.

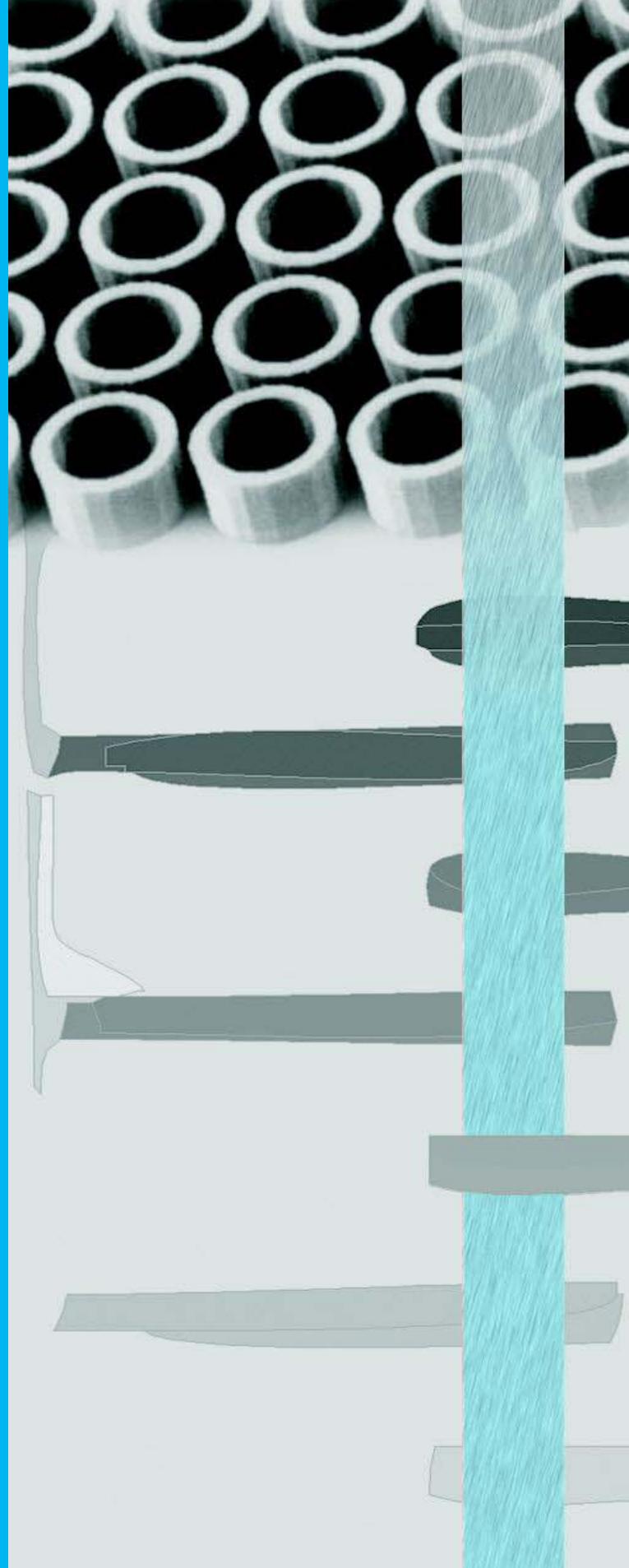
## Comentários finais

Procurou-se mostrar que micromecânica é essencialmente uma área de inovação. Aproveita técnicas bem estabelecidas para a produção e/ou prototipagem de microsistemas. Recupera técnicas e instrumentos em desuso, dando-lhes novas aplicações, e força o refinamento de técnicas, levando ao progresso do estado da arte. Alarga o uso dos “velhos” materiais que, por terem tido suas propriedades largamente exploradas, são muito mais atrativos para a indústria do que os novos materiais. A micromecânica permite aos pesquisadores de novos materiais irem além do estudo das suas propriedades físico-químicas. Permite a estruturação controlada desses materiais, adicionando-lhes novas propriedades e alargando-lhes os horizontes de pesquisas e aplicações práticas.

## Bibliografia

- [1] Blackstone Scott, Making MEMS Reliable, Spie's OEMagazine, September 2002, 32-34
- [2] Marc Madou
- [3] Resumos da “Fourth International Workshop on High-Aspect-Ratio Micro-Structure Technology, HARMST 2001.

Izaque Alves Maia  
Pesquisador do CenPRA  
Centro de Pesquisa Renato Archer  
Ministério da Ciência e Tecnologia  
izaque.maia@cenpra.gov.br  
www.cenpra.gov.br



# A ABCM Hoje - Onde Estamos

O término do primeiro ano do mandato da atual Diretoria da ABCM oferece uma ocasião propícia para um relato breve das atividades desenvolvidas ou iniciadas na Associação em 2002:

- Os membros foram consultados e aprovaram a mudança do nome da ABCM para Associação Brasileira de Engenharia e Ciências Mecânicas.
- O Estatuto foi atualizado e estão sendo tomadas as providências legais finais para a mudança.
- O guia de organização de eventos regulares promovidos pela ABCM foi atualizado, com a assistência de escritório de contabilidade, que trabalha presentemente na regularização das contas da associação. O guia visa a padronização da realização e da prestação de contas dos eventos.
- A sede mudou do 18º para o 14º andar, no mesmo endereço, no Clube de Engenharia do Rio de Janeiro, melhorando as condições de trabalho da secretaria e da diretoria da ABCM.
- A criação e operação dos comitês técnicos foram normalizadas. A Diretoria desenvolve trabalho para aumentar a participação dos membros nas atividades da ABCM, através da opção de pertencerem a um ou mais desses comitês. Como resultado já foram criados os novos comitês de Bioengenharia, Mecatrônica e Mecânica dos Fluidos, estando em formação o de Combustão e Engenharia Ambiental.
- O sistema de premiação da ABCM, criado para promover o ensino e a pesquisa, além de homenagear pessoas de destaque na área, foi ampliado e aprimorado, estando operacional já em 2003.
- O site da ABCM na Internet ([www.abcm.org.br](http://www.abcm.org.br)) foi renovado e deverá permitir, entre outras novidades, o acesso aos documentos da ABCM (estatuto, normas para criação de comitês, guia de organização de eventos, etc.), às páginas dos eventos da ABCM, às publicações da ABCM, bem como a emissão de boletos bancários pelos próprios associados. Crie um atalho para o site na área de trabalho de seu computador.
- O Informe ABCM foi lançado para comunicação pela Internet, com a mesma intenção de melhorar o contacto com os associados.
- O acesso da ABCM à Internet está sendo revisto para que o sistema passe a operar com maior rapidez e de maneira confiável.
- Para a edição de livros de interesse dos associados foi criada a ABCM Publicações. Já foram recebidas duas propostas para a publicação de livros, que atualmente estão sendo analisadas de acordo com as normas estabelecidas. A ABCM Publicações está na expectativa de novas propostas dos associados.
- A RBCM, editada pelo Prof. Átila P. Silva Freire, atualizou seu formato e continua sendo a publicação de maior prestígio na área, e uma das melhores em engenharia no País, constituindo motivo de orgulho para todos nós.
- A revista Thermal Engineering, de publicação semestral, editada pelo Prof. José Viriato Coelho Vargas, passou a ser uma publicação da ABCM e está à espera de sua contribuição.
- O ABCM Notícias mudou para ABCM Engenharia, editada pelo Prof. José Roberto de França

Arruda, com novo formato, tiragem quadrimestral, e um tema principal por edição. O primeiro número foi muito bem recebido e faz parte de um esforço de aproximação da ABCM com os estudantes e com os engenheiros do setor industrial. Vale destacar neste sentido o acordo, fruto do trabalho da Profa. Beatriz Luci Fernandes, secretária da Regional Paraná, que a ABCM irá brevemente assinar com o CITPAR Centro de Integração de Tecnologia do Paraná, que é uma sociedade civil, de direito privado, sem fins lucrativos, criada para promover o desenvolvimento tecnológico-industrial do Estado do Paraná, reunindo empresas, governo e instituições de ensino e pesquisa.

- Estratégias de curto e médio prazo, visando o aumento do número de sócios institucionais e individuais da ABCM, estão sendo traçadas. Hoje um dos maiores desafios que se apresenta é a criação de mecanismos que permitam atrair para os quadros da associação um número representativo de profissionais atuantes no meio produtivo. No ano passado tivemos a satisfação de ter um número recorde de associados pagantes. Em 2003 queremos manter nossos associados e convidar novos colegas. Se você acha que a ABCM é boa para você, convide um colega não membro a afiliar-se.
- Durante o ano foram realizados com sucesso o II CONEM, em João Pessoa, o IX ENCIT, em Caxambú, o IX CREEM, em Itajubá e a II Escola de Primavera de Transição e Turbulência, em Florianópolis. A Diretoria aproveita para cumprimentar os participantes dos eventos realizados na pessoa dos seus coordenadores: Prof. Zaqueu Ernesto da Silva; Prof. João Roberto Barbosa; Thiago Peres A. Toledo e Profa. Maris Stela C. Silveira; Prof. Necésio G. Cortez e Prof. João B. Turrioni; e Profs. César J. Deschamps e Jader R. Barbosa Jr, respectivamente.
- Para 2003 estão programados o X DINAME, em Ubatuba, o II COBEF, em Uberlândia, o X CREEM, em Santos, e o XVII COBEM, em São Paulo.
- Representamos o Brasil em uma série de organismos técnicos científicos internacionais e temos acordos de colaboração com as principais associações congêneres no mundo. Este ano estamos apoiando a

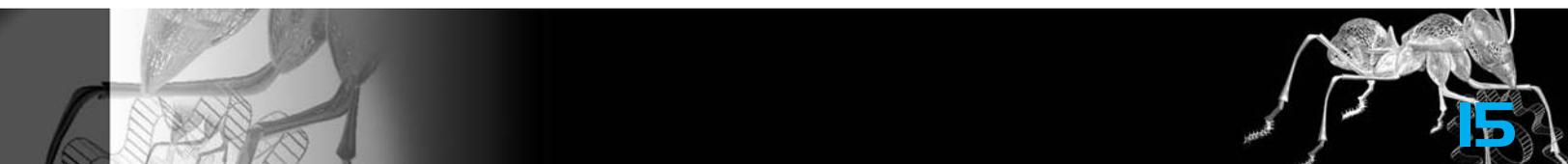
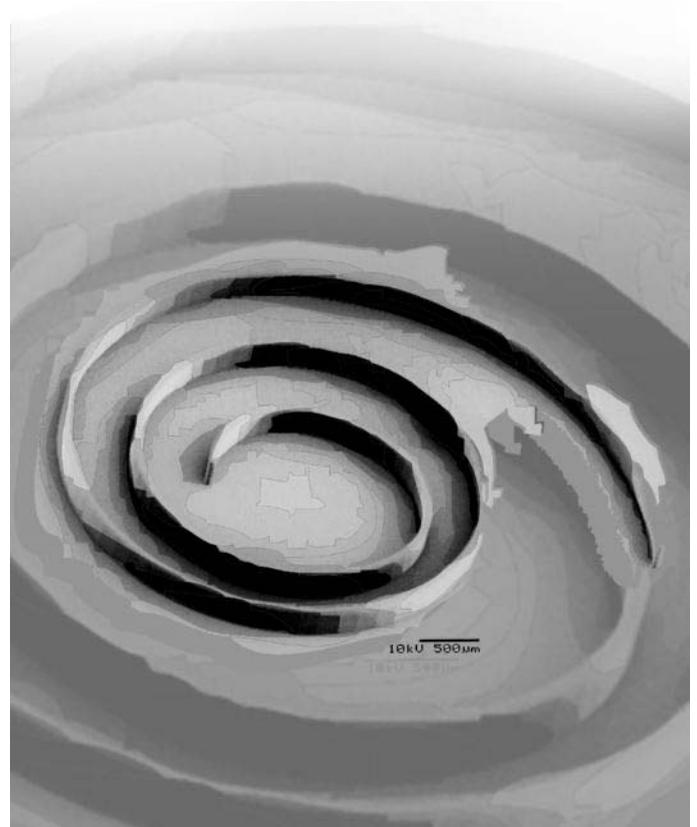
realização do CIBEM 6, o VI Congresso Iberoamericano de Engenharia Mecânica, em Coimbra, Portugal, e do VII COTEQ Conferência Sobre Tecnologia de Equipamentos, em Florianópolis, S.C.

Graças ao trabalho realizado, a ABCM possui uma sólida credibilidade junto aos principais órgãos de fomento ligados ao desenvolvimento científico, ao setor produtivo estatal e privado, e às mais importantes organizações congêneres internacionais. O patrimônio principal da ABCM é a capacidade de mobilização de sua comunidade para garantir o cumprimento a cada ano de seu papel como promotora do desenvolvimento da Engenharia e das Ciências Mecânicas no país. Tenha como propósito envolver-se na sua associação. Envie-nos suas sugestões, críticas e dúvidas. Participe dos comitês técnicos. A ABCM está aberta para sua participação.

**Leonardo Goldstein Jr**

Presidente

Diretoria 2002-2003



# A RBCM e seu financiamento

Without publication, science is dead  
Gerard Piel

Em duas ocasiões anteriores tive a oportunidade de me dirigir aos colegas da ABCM para tratar de temas afeitos exclusivamente à RBCM. Em um primeiro artigo, publicado no início de 2000, me limitei a comentar as mudanças de formato pelos quais a revista iria passar como fruto de decisões tomadas na Assembléia Geral de 1999. Vários aspectos foram abordados, dentre os quais posso ressaltar: a composição do corpo editorial, a reformulação gráfica da revista e as razões da adoção da língua inglesa como a língua única e oficial de revista.

Em um segundo artigo, de cunho mais filosófico, procurei esclarecer ao leitor a importância das publicações na pesquisa científica. Cientistas não se tornam conhecidos por sua habilidade em lidar com manipulações matemáticas ou instrumentos em um laboratório. Eles são admirados única e exclusivamente por suas contribuições originais, as quais se tornam públicas através de suas publicações. De fato, e, permitindo-me repetir uma frase daquele segundo artigo, lembro que a filosofia da ciência baseia-se no princípio fundamental de que todo conhecimento original deve ser publicado. Apenas então qualquer conhecimento científico pode ser autenticado e adicionado ao acervo de conhecimento já existente.

Ainda no segundo artigo, discuti em algum detalhe o papel dos editores científicos e executivos: suas diferenças, atribuições e

responsabilidades. Finalmente, uma estatística dos artigos submetidos e aceitos entre os anos de 1993 e 2001 foi apresentada.

No artigo de hoje, gostaria de discutir a questão do financiamento da RBCM. Um assunto com o qual, certamente, nos anos a seguir, teremos que nos defrontar algumas vezes.

## Revistas científicas são empreendimentos comerciais

Já de saída, talvez seja relevante lembrar ao leitor que a grande maioria dos jornais científicos de sucesso são grandes empreendimentos comerciais comandados por grandes editoras. Os famosos jornais da Pergamon Press, que todos nós aprendemos a consultar e a respeitar, fizeram parte de um grande conglomerado formado por empresas pertencentes ao magnata das comunicações Robert Maxwell. Com sua morte, os títulos da Pergamon foram integralmente adquiridos pela Elsevier que agora os controla obtendo uma receita fabulosa. Publicação científica, portanto, trata-se de um grande negócio com o interesse desperto por grandes empresas.

Em todas as revistas permanentes e de boa qualidade, o faturamento principal vem de sua venda para bibliotecas. Alternativamente, elas podem ser financiadas por associações ou clubes, mas isto não é a regra. A relevância e a perenidade de uma revista deve partir da premissa que ela possui valor científico e, portanto, comercial e que, então, será auto-sustentável. Normalmente, uma revista científica paga seus custos se for assinada por cerca de 90 instituições diferentes, o chamado “break even”.

Após esta provocação inicial em que propositadamente relacionei o sucesso editorial de uma revista com seu conteúdo científico, passemos ao nosso caso de interesse.

## A RBCM e os órgãos de fomento

O financiamento da RBCM sempre foi particular, fugindo às regras clássicas. Desde sua fundação, em 1979, a revista vem sendo mantida por órgãos de fomento federais, notadamente a FINEP e o CNPq, através de programas especiais de apoio à publicação científica. Esta solução permite, por exemplo, que cada associado receba a sua revista em casa sem nenhum custo extra além do pagamento de sua anuidade. Muito conveniente, mas, de certa forma, muito vulnerável.



Crises aconteceram no passado quando um determinado financiador da revista retirou inesperadamente o seu apoio. Não posso deixar de me lembrar da sugestão feita por um associado na Assembléia Geral promovida no COBEM95, em Belo Horizonte, de interromper a publicação da revista. Após uma acalorada discussão, o bom senso prevaleceu na votação que se seguiu e a revista continuou existindo. Passados sete anos, parece ser absolutamente claro que a decisão foi a acertada. Alguém poderia imaginar a ABCM nos últimos anos sem seu mais importante veículo de divulgação científica?

Essa situação se repetiu de certa forma em 2000/2001 quando o Programa de Apoio à Publicação Científica do CNPq atrasou em um ano a liberação de recursos para a RBCM. Só em junho de 2001, e após um hiato de um ano, pudemos contar com recursos que durariam até agosto de 2002. Agora, em 2003, uma nova pequena crise. Os recursos previstos para 2002 foram liberados apenas em fevereiro deste ano e, mesmo assim, apenas a metade do solicitado. Considero desnecessário listar aqui as dificuldades de caixa que o CNPq passou no segundo semestre de 2002. Com isso, a RBCM foi impressa durante todo o segundo semestre de 2002 com recursos próprios da Associação.

A vulnerabilidade da RBCM quanto à questão do financiamento decorre, como explicado acima, de sua forma. Confiamos em demasia, ou mesmo exclusivamente, nos agentes externos; o número de assinaturas é pífio. Esta questão deve, em algum momento, ser discutida internamente na ABCM.

Todos sabemos da importância que a revista possui e de seu impacto nos programas de pós-graduação em engenharia mecânica no Brasil. Entretanto, apenas um programa de pós-graduação assina a revista. Nenhuma biblioteca de universidade pública ou particular assina a RBCM. Por que? Será que a própria comunidade que faz a revista deveria estar preparada para aumentar seu fator de penetração em suas universidades e institutos? Devemos ainda confiar exclusivamente no CNPq para a sobrevivência da revista? Podemos, como Associação Científica, existir sem uma revista? Existe propósito nisso?

Sei que essas perguntas são antigas e não originais. Mas, como

vimos, elas continuam surgindo novamente de tempos em tempos.

A sobrevivência da RBCM tem sido o testemunho de um grande esforço coletivo manifesto em todas as atividades da ABCM. Seus congressos, simpósios, escolas e outras atividades, contribuem, cada uma, direta ou indiretamente, para o sucesso da revista.

### Conclusão

Acredito que a questão do financiamento da RBCM deverá voltar à baila em algum momento num futuro próximo. Com a disponibilidade cada vez menor de recursos públicos para a publicação científica, a disputa por “migalhas” ficará cada vez maior. Neste cenário, a ABCM deverá se defrontar com duas opções: 1) se organizar para poder competir em pé de igualdade com as ditas “Ciências Básicas”, ou 2) buscar fontes de financiamento alternativas. Qualquer que seja o caminho escolhido, precisamos nos lembrar que tudo o que foi conseguido até hoje, foi atingido coletivamente. Isso apenas aumenta a nossa responsabilidade com o futuro. Quando lembramos as agruras dos anos sessenta e setenta, com tão poucas pessoas construindo o que hoje conhecemos como ABCM, não podemos deixar de refletir na importância disso tudo e na responsabilidade que nos foi deixada.

**Atila Pantaleão Silva Freire**  
Editor da RBCM

# NOTA DO CA-EM (CNPq)



todas de fundamental importância para o crescimento do País, vai demorar um bom tempo e que muitos prejuízos já são irrecuperáveis.

O atual Comitê Assessor de Engenharia Mecânica do CNPq (CA-EM) pôde constatar a penúria da agência nos últimos dois anos do governo FHC. São vários os exemplos que servem para confirmar este ponto: o número de bolsas para o PROFIX não atendeu nem ao menos um pequeno percentual dos excelentes candidatos que ocuparam as primeiras posições por ordem de excelência acadêmica; os auxílios para participação em eventos científicos no exterior levaram vários cientistas brasileiros a enfrentar constrangimentos com o no-show em eventos importantes em que deixaram de comparecer; o número de projetos contratados através da seleção feita no último edital universal foi por demais pequeno em todas as faixas de recursos solicitados; o fluxo contínuo, especialmente no ano passado, foi atendido de maneira apenas marginal; os valores das bolsas de mestrado e doutorado continuaram baixos demais; o número das bolsas de produtividade em pesquisa é pequeno para o tamanho atual da comunidade científica, desencorajando especialmente os mais jovens; não foi possível ampliar o número de bolsas de mestrado e doutorado concedidas na forma de quota aos Programas de pós-graduação na medida das necessidades atuais; a organização de importantes eventos científicos no país teve dificuldades com a liberação tardia de recursos; e assim por diante.

A política do estado-mínimo penalizou por demais o sistema de C&T e as universidades públicas. Há quem ache que a recuperação deste conjunto de instituições,

A esperança é que o atual governo considere a perspectiva do estado-necessário, na medida das muitas prioridades nacionais, inclusive as de caráter social, na busca da independência externa, na reconstrução de um sistema educacional e de ciência e tecnologia que seja compatível com as reais necessidades da nação. Com relação ao CNPq, dentre as várias propostas já elaboradas pelo CA-EM, destacam-se: vitalização do Edital Universal, como instrumento importante para irrigar o sistema de produção de pesquisa; fomento diferenciado para novos pesquisadores e novos grupos de pesquisa, garantindo sua entrada no sistema; institucionalização do apoio aos grupos consolidados, através de projetos institucionais; apoio aos programas de pós-graduação, tornando possível o bom andamento dos trabalhos de dissertação e tese, especialmente no caso das engenharias, onde o caráter aplicado exige recursos de informática e laboratoriais.

Fevereiro de 2003.

**João Luiz F. Azevedo**

azevedo@iae.cta.br

**Valder Steffen Jr**

vsteffen@mecanica.ufu.br

**Paulo Eigi Miyagi**

pemiyagi@usp.br

**Paulo R. Souza Mendes**

pmendes@mec.puc-rio.br

# nota para divulgação dos prêmios abcm de graduação e pós-graduação na revista abcm engenharia

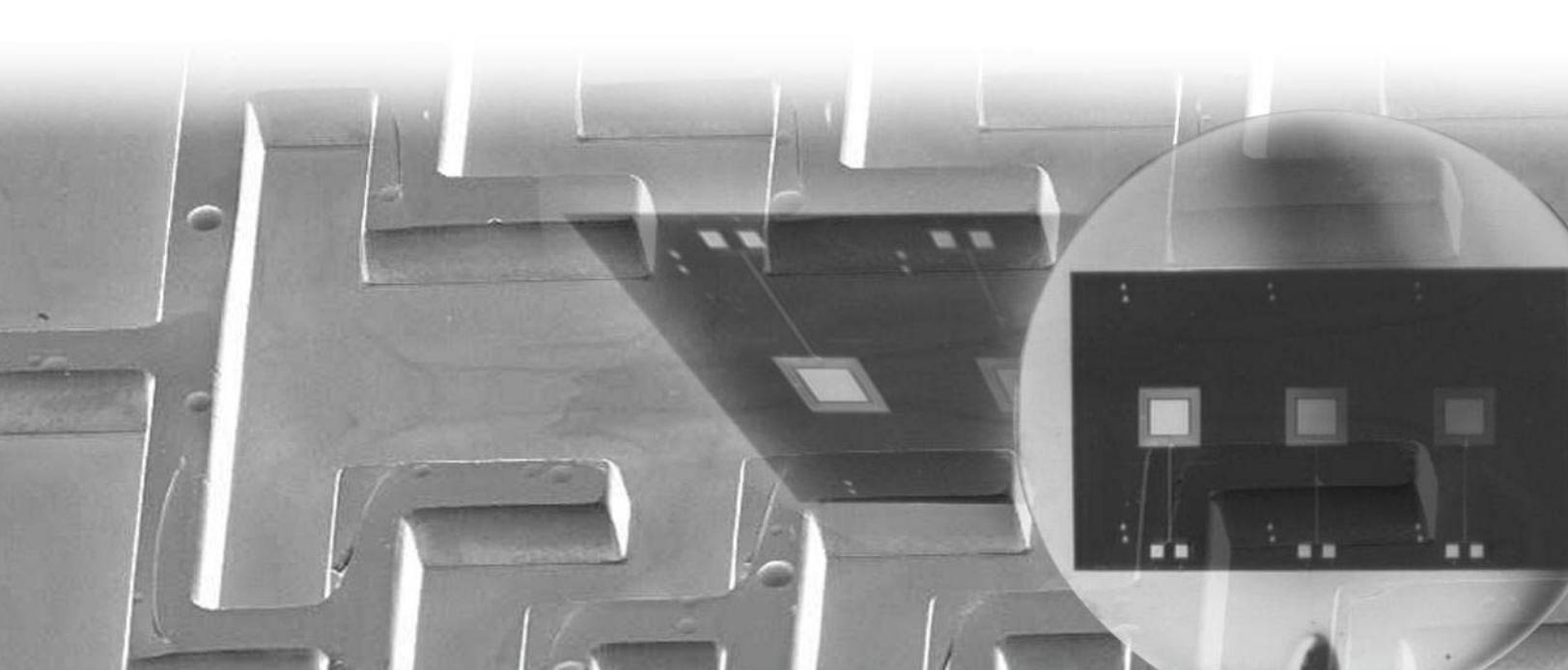
Visando dar uma contribuição aos programas já existentes para a melhoria do ensino de Engenharia no Brasil, a ABCM, Associação Brasileira de Engenharia e Ciências Mecânicas, instituiu em 2002 os Prêmios de Graduação e de Pesquisa em Engenharia Mecânica. Estes prêmios serão concedidos anualmente ao melhor projeto de fim de curso, e à melhor dissertação de mestrado e tese de doutorado submetidos à Comissão de Avaliação.

Somente serão julgados os trabalhos concluídos e aprovados no período de 12 meses anterior à data limite para envio. O encaminhamento dos trabalhos deverá ser feito obrigatoriamente pelas Coordenações dos Cursos de Graduação ou dos Programas de Pós-Graduação. Uma cópia impressa do trabalho deve ser enviada juntamente com a ata de defesa e aprovação.

Os agraciados e suas instituições receberão um diploma em sessão solene do COBEM, ou CONEM, dedicada à apresentação dos trabalhos vencedores dos Prêmios ABCM de Graduação e de Pesquisa em Engenharia Mecânica. As despesas de transporte, hospedagem e alimentação dos autores dos trabalhos de pós-graduação e do autor principal do trabalho de graduação serão integralmente cobertas pela ABCM.

Já no COBEM de 2003, em São Paulo, serão entregues os primeiros Prêmios ABCM de Graduação e de Pesquisa em Engenharia Mecânica, com o patrocínio do CEPUERJ - Centro de Produção da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Interessados em patrocinar, no futuro, esta iniciativa da Associação, devem fazer contato com a Secretaria da ABCM.

A data limite para envio de trabalhos, nesta primeira edição, é 1º de julho de 2003. Uma cópia impressa do trabalho e da ata de defesa e aprovação, bem como a carta da coordenação do curso devem ser enviadas para o Prof. Antônio J. Silva Neto na sede da ABCM.



ISO 5832-9 A 600 MPa  
10KV x100



# notícias da sede

## Integração da ABCM com a Indústria

A Regional Paraná da ABCM faz parceria inédita e dá um passo importante na integração entre a ABCM e as indústrias. Será inaugurada, em breve, a nova sede da Regional, que utilizará as instalações do CITPAR - Centro de Integração de Tecnologia do Paraná - um canal direto para a transferência de tecnologia.

O CITPAR é uma sociedade civil, de direito privado, sem fins lucrativos, criada para promover o desenvolvimento tecnológico-industrial do Estado do Paraná, reunindo empresas, governo e instituições de ensino e pesquisa.

Para maiores detalhes contate Beatriz L. Fernandes, gerente da Regional Paraná, em [bialuci@rla01.pucpr.br](mailto:bialuci@rla01.pucpr.br).

## A ABCM Está Apoiando o Congresso Iberoamericano de Engenharia Mecânica em Portugal

A ABCM está apoiando a realização do VI Congresso Iberoamericano de Engenharia Mecânica, promovido pela Federação Iberoamericana de Engenharia Mecânica. Ele se realizará de 16 a 18 de outubro de 2003, em Coimbra, Portugal, sob a organização da Universidade de Coimbra. O presidente da Comissão de Organização do Congresso é o Prof. António Morão Dias, que nos convida a participar do evento.

O CIBEM 6 pretende estender o contato entre os colegas da Península Ibérica e da América Latina. Para maiores informações visite o site: <http://www.dem.uc.pt/cibem6/>

A ABCM está iniciando a publicação de livros técnicos. Veja as instruções:

### Recebimento de Originais

O processo se inicia com a entrega pelo autor de cinco cópias do resumo da obra, contendo:

título,

- autor,
- endereço do autor,
- especificidade da obra em relação às existentes no mercado, e
- público a que se destina.

■ A Editoria analisa as informações e comunica seu interesse em continuar ou não o processo. Vencida esta etapa, o interessado apresenta os originais em três vias encadernadas, que serão avaliadas pela Editoria. Com base nos pareceres, o autor poderá ter de introduzir eventuais modificações nos originais.

### Normas para Apresentação de Originais

Os originais deverão ser apresentados em duas vias, com o texto digitado com editor de texto a critério do autor, impresso em duas vias em lauda no formato A4 (21 cm x 29,7 cm), composto em uma só face da lauda e com três centímetros nas quatro margens. Alternativamente, o autor pode substituir uma das vias por disquete com o texto digitado em Word.

O texto deverá ser composto de forma corrida, já com as figuras e tabelas nos locais desejados, e as páginas deverão ser numeradas no canto superior direito.

As normas a serem usadas para referências, equações, tabelas e figuras são as mesmas aplicadas à RBCM.

### Elementos do Livro

Para a identificação da obra deverão ser informados:

Título da obra;

- Nome dos autores;
- Afiliação (Opcional);
- Primeira orelha, com pequena biografia dos autores;
- Quarta capa, com texto de apresentação do livro visando estimular sua venda, e
- Verbete, com texto conciso sobre o objetivo principal da obra, para ser incluído no catálogo da ABCM Publicações.

# congressos promovidos pela abcm em 2003 e 2004

O corpo da obra deverá ter as seguintes partes:

- Página institucional da ABCM Publicações;
- Folha de rosto;
- Dedicatória (Opcional);
- Agradecimentos (Opcional);
- Epígrafe, com frase ou citação e autor respectivo (Opcional);
- Sumário, em que são enumeradas as partes do livro;
- Apresentação, em que constam os propósitos do autor, os pontos de vista enfocados, o público a que se destina, comparação com outras obras, etc.
- Texto principal dividido em capítulos;
- Os capítulos deverão conter as referências bibliográficas correspondentes, bem como os Exercícios Propostos, Anexos e Apêndices.

Apêndices são documentos gerados pelo autor

- para complementar sua argumentação,

Anexos são documentos suplementares,

- geralmente de outros autores, que completam, comprovam ou ilustram. Podem se localizar, alternativamente, no fim do texto principal.

Recomenda-se que os textos tenham exemplos resolvidos e, na medida do possível, que haja Manual de Soluções.

## Aumentando a Participação dos Membros da ABCM

A ABCM está organizando seus membros em Comitês Técnicos, procurando aumentar a participação nas atividades desenvolvidas. Para maiores detalhes sobre os Comitês Técnicos acesse: <<http://www.abcm.org.br/comites/comites.shtml>>.

## ABCM tem novo site

A ABCM modernizou seu site e convida a todos para visitá-lo no endereço [www.abcm.org.br](http://www.abcm.org.br). Esperamos que o novo site seja de grande utilidade para a nossa comunidade. Alguns itens ainda estão em construção, mas, brevemente, o site estará operando em sua plenitude. Sugestões são sempre bem vindas para o enriquecimento do site.

2003 é o ano do X DINAME, do II COBEF e do XVII COBEM.

Visite os sites destes congressos em próximos eventos programados

Calendário

Os próximos eventos programados são:

II COBEF - II Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação  
Data: 18-21 de maio de 2003  
Local: Uberlândia - MG  
[www.cobef.mecanica.ufu.br/](http://www.cobef.mecanica.ufu.br/)

10º. CREEM - Congresso Nacional dos Estudantes de Engenharia Mecânica  
Data: Agosto de 2003  
Local: Santos, SP  
Informações: [abcm@abcm.org.br](mailto:abcm@abcm.org.br)

XVII COBEM - 17th International Congress of Mechanical Engineering  
Data: 10-14 de novembro de 2003  
Local: São Paulo - SP  
[www.cobem2003.abcm.org.br/cobem2003/](http://www.cobem2003.abcm.org.br/cobem2003/)

CONEM 2004 - III Congresso Nacional de Engenharia Mecânica  
Data: Agosto de 2004 (Tentativo)  
Local: Belém, PA  
Informações: [abcm@abcm.org.br](mailto:abcm@abcm.org.br)

ENCIT 2004 - X Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciências Térmicas  
Data: Novembro de 2004  
Local: Rio de Janeiro, RJ  
Informações: [abcm@abcm.org.br](mailto:abcm@abcm.org.br)

# ii congresso brasileiro de engenharia de fabricação cobef

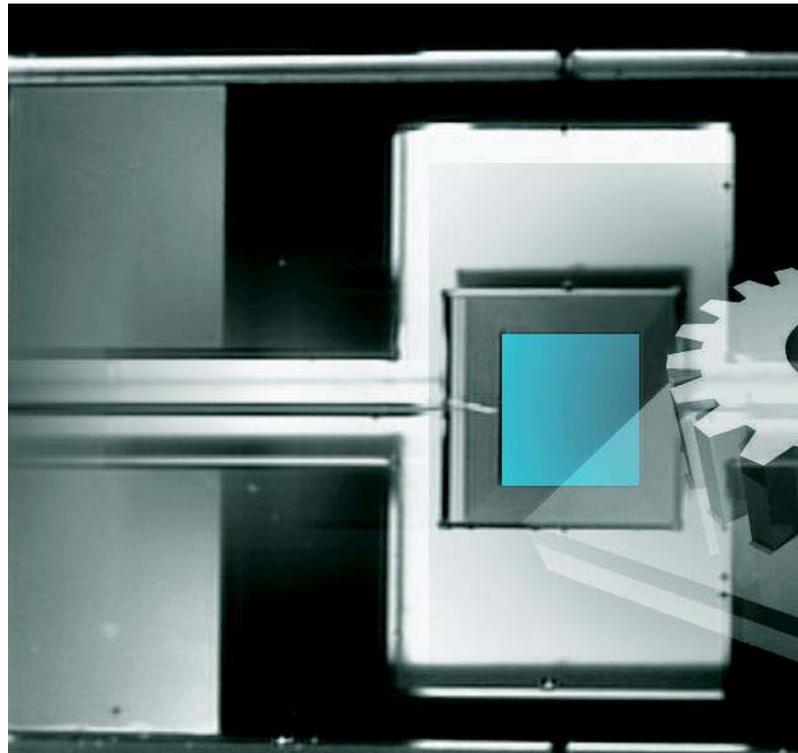
O Fórum de Discussão da Engenharia de Fabricação no Brasil  
18 a 21 de maio de 2003 Uberlândia MG

O estabelecimento de um fórum maior de debates para os aspectos inovativos da engenharia aplicada aos métodos de fabricação tem sido demandado e discutido há muitos anos. As dificuldades da efetivação deste fórum se prendiam provavelmente à auto-suficiência das empresas para resolver os problemas relacionados com esta área de conhecimento e aos aspectos interdisciplinares, já que nos processos de fabricação se lida com áreas de conhecimentos aparentemente distintos, desde materiais até gerenciamento e organização da produção. Entretanto, a velocidade no surgimento de novos métodos de fabricação e a necessidade das empresas de aumentar sua produtividade para alcançar competitividade, tornaram mais urgente a organização de um evento que pudesse apresentar, discutir e promover a divulgação e a análise crítica das tecnologias atuais e em desenvolvimento aplicáveis ao meio produtivo.

Desta forma, sob os auspícios da Associação Brasileira de Engenharia e Ciências Mecânicas-ABCM e organização da Faculdade de Engenharia Mecânica da UFU, será realizado entre os dias 18 e 21 de maio de 2003, em Uberlândia/MG, a segunda edição do Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação COBEF. O evento conta com o patrocínio da UNIMINAS, SANDVIK e ESAB e com o co-patrocínio do Banco do Brasil, Souza Cruz e CREA-MG. Órgãos de fomento, como a CAPES, já confirmaram o apoio institucional. Com o desafio de ampliar o sucesso obtido no I COBEF, realizado em abril de 2001, em Curitiba/PR, propõe-se, agora, a consolidar este evento como o maior fórum de debates e de reciclagem profissional na área de Engenharia de Fabricação. 233 trabalhos oriundos dos mais importantes centros de pesquisa e acadêmicos do Brasil, e até do exterior, além daqueles provenientes do meio industrial, foram selecionados para serem apresentados e discutidos. Será promovida a divulgação e

serão feitas análises críticas de tecnologias aplicáveis, tanto as atuais quanto as em desenvolvimento.

O II COBEF abrange todas as áreas ligadas à Engenharia de Fabricação, tais como: Usinagem, Soldagem, Fundição, Conformação, Gestão da Produção, Metrologia, Metalurgia do Pó, Processamento de Polímeros e Materiais Compostos, Tribologia, Qualidade, Conformação, Monitoramento e Controle, Fabricação Assistida por Computador, Processo Orientado de Manufatura, Certificação / Qualificação / Inspeção (Ensaio Destrutivo e Não Destrutivo), outras. Com esses temas, procurar-se-á uma estreita ligação dos profissionais que desenvolvem a tecnologia com usuários, não necessariamente Engenheiros, de todo o Brasil. Será uma vitrine para aqueles que desejam



apresentar seus potenciais para geração e uso de tecnologias aplicadas à Engenharia de Fabricação.

Especialistas internacionais e nacionais de renome foram convidados como conferencistas do II COBEF. A Abertura se dará com o tema “Fundos Setoriais, seus objetivos e benefícios para o meio industrial e científico”. Conferências mais específicas ocorrerão ao longo dos 3 dias do evento, como “Monitoramento de Ferramentas e Processos na Usinagem com Modernos Sistemas de Monitoração Modular” (por Dr. -Ing. Werner Kluft, da Prometec GMBH, Alemanha), “Sensoriamento e Controle Avançados: Desenvolvimentos de um Laboratório Governamental Aplicados na Indústria Automotiva” (por Denis Clark, do INEEL, EUA), “Desenvolvimentos na Usinagem a Altas Velocidades (HSM) de Ligas Aeroespaciais” (por Prof. Emmanuel O. Ezugwu, Inglaterra), “Motivação para a Competitividade” (por Prof. Francisco Carlos Marcondes, Sandvik, Brasil), “Parceria Universidade - Empresa: a Experiência no Desenvolvimento da Competitividade para a Engenharia de Fabricação, Utilizando a

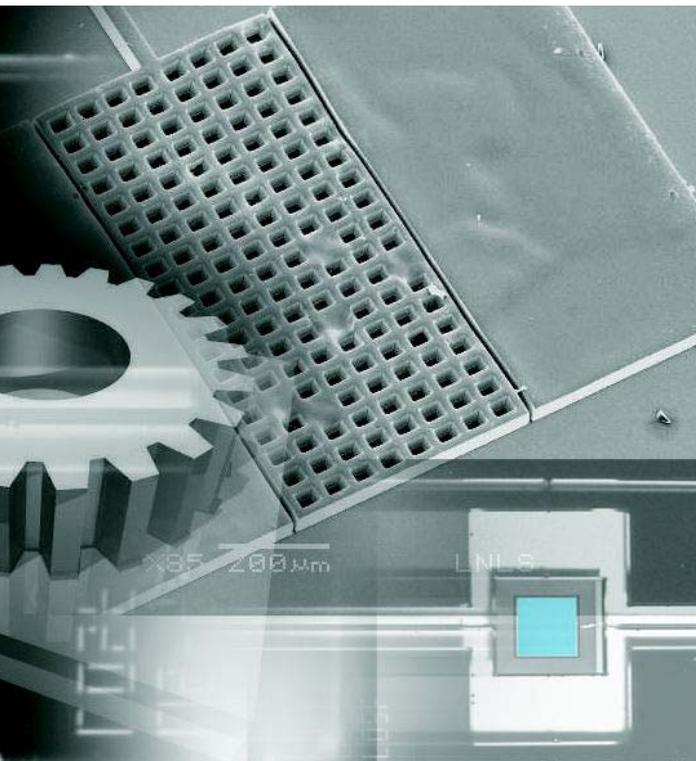
Tecnologia da Informação” (por Prof. Lourival Boehs, UFSC, Brasil) e “Fumos e Gases em Soldagem Perspectivas para os Próximos Anos nos EUA” (por Denis Clark, do INEEL, EUA).

A escolha dos temas das conferências teve como base a difusão do estado da arte sobre “o que está sendo feito” de mais moderno no mundo e sobre “os meios para se fazer”, na área de fabricação. Acredita-se que os debates sobre estes temas ajudarão aos participantes do Evento a visualizar formas de aumentar a qualidade e/ou produtividade da indústria nacional. Os participantes serão encorajados ao debate com o conferencista, seja através de ponderações sobre o assunto específico apresentado, ou através de extrapolação do tema, trazendo as experiências e dificuldades próprias ou de sua instituição ou empresa. Para tal, as conferências (exceto a Conferência de Abertura) terão uma duração de 40 minutos, seguidos de outros 40 minutos de debate, conduzido por um moderador, também especialista convidado. Haverá tradução simultânea do inglês para o português no caso dos conferencistas internacionais.

Muitos desenvolvimentos tecnológicos gerados em empresas são particularidades da necessidade de se resolver um problema e não uma pesquisa acadêmica formal. Soluções criativas para estes casos são, com certeza, de interesse genérico. Por isto, no II COBEF foi aberta a oportunidade para que trabalhos com este enfoque (Estudos de Casos) sejam apresentados para toda a comunidade da Engenharia de Fabricação. Vinte trabalhos foram selecionados para apresentação.

Como o II COBEF tem como objetivo maior a formação e reciclagem profissional na área da fabricação, pretende-se unir de fato a realidade do “chão de fábrica” com a potencialidade de gerar e repassar conhecimentos dos centros de ensino e pesquisas. Consoante com este objetivo, uma das atividades principais do evento serão os mini-cursos, ministrados pelos maiores especialistas brasileiros em assuntos correlatos.

Uma outra grande novidade deste evento é a ocorrência em paralelo do I Ciclo de Clínicas Tecnológicas em Engenharia de Fabricação. Clínicas Tecnológicas vêm configurando-se como uma das atividades mais promissoras do sistema SEBRAE para suportar o desenvolvimento tecnológico da pequena e micro empresa, e o I Ciclo está sob a organização da Escola Agrotécnica Federal de Uberlândia, do SEBRAE, e do SINDIMETAL-Uberlândia, com o apoio do SENAI-Uberlândia e da Universidade Federal de Uberlândia. De forma individual ou em grupo, as pessoas podem levar dúvidas GRATUITAMENTE a



especialistas e, com isto, procurar soluções para problemas técnicos relacionados com suas atividades profissionais diárias. Como numa clínica médica, estas questões são colocadas diretamente ao consultor. Também de forma similar, são marcados horários para as consultas. O objetivo é dar a oportunidade de acesso a tecnologias mais apropriadas para a pequena e micro empresas e profissionais autônomos, melhorando a produtividade e qualidade de seus produtos e serviços. Durante o I Ciclo de Clínicas Tecnológicas em Engenharia de Fabricação estarão sendo oferecidas clínicas nas áreas de Tecnologia da Soldagem, Fundição, Usinagem e Materiais.

Entretanto, um congresso técnico-científico não pode ser apenas um fórum de debates. Precisa também ser um agente para congraçamento e troca de idéias. Fazer novos conhecimentos. Abrir novos horizontes profissionais e intelectuais. Por isto, a Comissão Organizadora do II COBEF procurou organizar atividades de cunho social e cultural, seja para os participantes, como também para os acompanhantes. Na cerimônia de abertura, contaremos com algumas poucas, mas valiosas, peças de concerto barroco. O folclore uberlandense será o destaque do encerramento desta cerimônia. Um coquetel, ao final ocasionará aos participantes o ambiente para, de forma amigável e serena, planejar (e se preparar para) a maratona dos próximos três dias. Destaca-se também a festa de confraternização “Fábrica de Minas”. A musicalidade e a culinária mineira será o enfoque, uai. Vai ser um trem para lá de bão, sô. Recomenda-se aos participantes virem com espírito para se divertir e conhecer (ou reviver) um pouco do modo mineiro de ser.

Para os acompanhantes haverá ainda outras atividades, desde passeios turísticos (Araxá, Caldas Novas) até a oportunidade de aprender a fazer alguns de nossos quitutes e comidas típicas.

É importante destacar que a cidade de Uberlândia se sente honrada de ter sido escolhida para sediar o II COBEF. Localizada na Região Sudeste, Uberlândia já é um ponto de referência como uma das cidades com melhor qualidade de vida da América Latina. Nossa cidade também é conhecida pelo clima ameno e agradável, ano todo com temperatura em média de 22°C. Além de seu fabuloso aspecto natural e da facilidade de acesso rodoviário e aéreo, Uberlândia destaca-se pela forte

vocação comercial, industrial, tecnológica, de prestação de serviços e, ainda, por uma rica estrutura acadêmica, onde várias universidades estão instaladas, dinamizando a sua produção artística e cultural. O Festival de Danças do Triângulo encontra-se entre os principais no país. O congado representa uma das mais belas manifestações folclóricas de seu povo. A região atrai adeptos do ecoturismo e de esportes náuticos. Uberlândia é tudo isso e muito mais. Basta percorrer suas ruas, descobrir suas avenidas, praças, envolver-se em sua magia e tentar desvendar seus segredos. Acreditamos que Uberlândia, por si só, já seja uma razão para participar do II COBEF.

Alunos de cursos técnicos, graduação e pós-graduação estão sendo convidados e incentivados a participar do II COBEF. A organização do evento está disponibilizando bolsas (parciais ou totais) para aqueles alunos interessados e que se candidatarem.

Maiores informações sobre o II COBEF podem ser obtidas pelos seguintes endereços:

Secretaria do II COBEF  
Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação  
Campus Santa Mônia, Bloco IA - Sala 04  
Av. João Naves de Ávila, 2160 - CEP 38400-902  
Telefone: + 34 3215-8303 - Telefax: + 34 3239-4152  
e-mail: [cobef@cobef.mecanica.ufu.br](mailto:cobef@cobef.mecanica.ufu.br)  
[www.cobef.mecanica.ufu.br](http://www.cobef.mecanica.ufu.br)

Na qualidade de organizadores do II COBEF, temos o prazer de convidá-los a participar deste Evento e desejamos, desde já, a todos, uma agradável estada em Uberlândia.

**Prof. Américo Scotti**

Presidente da Comissão Organizadora -

**Prof. Alberto A. Raslan**

Vice-presidente da Comissão Organizadora -

**Prof. Valtair Antonio Ferraresi**

Presidente do Comitê Científico -

# ENCIT2004

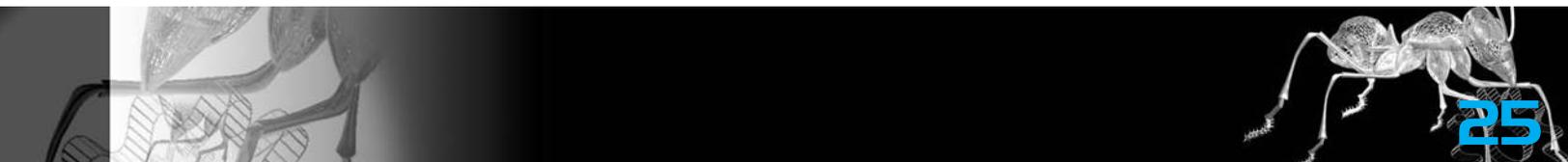
As preparações para o ENCIT2004 se encontram de vento em popa. O evento, que se realizará no período de 30 de novembro a 3 de dezembro de 2004, já começa a tomar feições. Seguindo o padrão estabelecido pelo sucesso dos últimos COBEM's, o ENCIT também deverá ser organizado ao redor de Simpósios. Embora a natureza dos Simpósios ainda se encontre em fase de discussões pela Comissão Organizadora, acreditamos que eles devam se situar em torno de quinze. Inaugurando uma nova sistemática, que visa uma maior inserção internacional da ABCM e de seus congressos, o ENCIT2004 contará com um Comitê Técnico Internacional. Planejamos também um elenco de Palestras Convidadas que venham a marcar época, caracterizando de modo inequívoco a décima edição do ENCIT. Para que a estadia dos congressistas na cidade do Rio de Janeiro seja a mais auspiciosa possível, foi escolhido como sede do ENCIT o tradicional Hotel Glória, o Hotel dos Presidentes. Aguardem, portanto, nos próximos meses, as boas novas. Embora o panfleto inicial de divulgação do ENCIT já esteja quase completo, e deva ser remetido a você brevemente, manteremos a comunidade informada diretamente pelo novo sítio eletrônico da ABCM.

### III Escola de Primavera em Transição e Turbulência

No mês de setembro de 2002 transcorreu na cidade de Florianópolis, com o maior sucesso, a III Escola de Primavera em Transição e Turbulência. Realizada no período de 23 a 27 de setembro, a Escola contou com a impressionante audiência de 256 participantes. Em seu formato conhecido, a Escola ofereceu palestras, minicursos e sessões técnicas com um amplo espectro de abrangência. A reunião de todos os participantes em apenas um auditório provocou uma grande sinergia entre os participantes, resultando em um clima ameno de convivência e de grande efervecência científica. Os debates, sempre acalorados e instigantes, foram apenas

um dos pontos altos do encontro. Pela primeira vez, a Escola contou com um parque de exposições onde empresas e universidades puderam mostrar seus produtos e serviços em um ambiente de alto nível. Entre outras empresas, estiveram presentes a Charis/Dantec, a QuantumTech/TSI, a ESSS/CFX e a SmarTech/Fluent. O lançamento oficial do livro "Turbulência" pela ABCM também foi um sucesso. Compilado a partir dos minicursos da I Escola, o livro vem se tornando referência nos cursos de pós-graduação no Brasil. Mas o maior indicador do sucesso da Escola tem sido a disputa pela primazia de sua organização. Estando os próximos dois eventos já marcados para Porto Alegre em 2004 e Rio de Janeiro em 2006, houve uma acirrada disputa pela organização da Escola de 2008. Venceu o consórcio formado pela Universidade Federal de São Carlos e pelo Instituto Tecnológico da Aeronáutica representado pelos Profs. Marcello Augusto Faraco Medeiros e Márcio Mendonça. A Escola Politécnica da Universidade de São Paulo recebeu uma indicação para a candidatura de 2010. A defesa de sua candidatura foi feita pelo Prof. Júlio Meneghini. Apenas como registro, lembramos que em Porto Alegre a IV Escola será organizada pela UFRGS e pela PUC/RS através dos Profs. Sérgio Möller e Jorge Silvestrini respectivamente; no Rio de Janeiro a V Escola será organizada pela COPPE/UFRJ através do Prof. Atila Pantaleão Silva Freire. As principais palestras apresentadas na última Escola foram as seguintes:

- Palestra 1. **Fundamentos da turbulência nos Fluidos**  
Aristeu da Silveira Neto
- Palestra 2. **Turbulência e seu desenvolvimento histórico**  
Atila Pantaleão Silva Freire.
- Palestra 3. **Lattice-gas models: a new route for hydrodynamics**  
P. C. Philippi e L. O. E. Dos Santos.
- Palestra 4. **Turbulência em sistemas bifásicos gás-líquido**  
Jader R. Barbosa Jr.



- Palestra 5. [Velocimetria por imagem de partículas](#)  
L. F. A. Azevedo e J. A. Almeida.
- Palestra 6. [Mecânica da geração e desprendimento de vórtices no escoamento ao redor de cilindros](#)  
Julio Meneghini.
- Palestra 7. [A general view of constructing finite volume methodologies for fluid flow simulations](#)  
Clóvis Raimundo Maliska.
- Palestra 8. [Métodos espectrais e seus derivados](#)  
Jáuber C. Oliveira.
- Palestra 9. [Laser Doppler velocimetria](#)  
Wilson C. S. Ferreira.

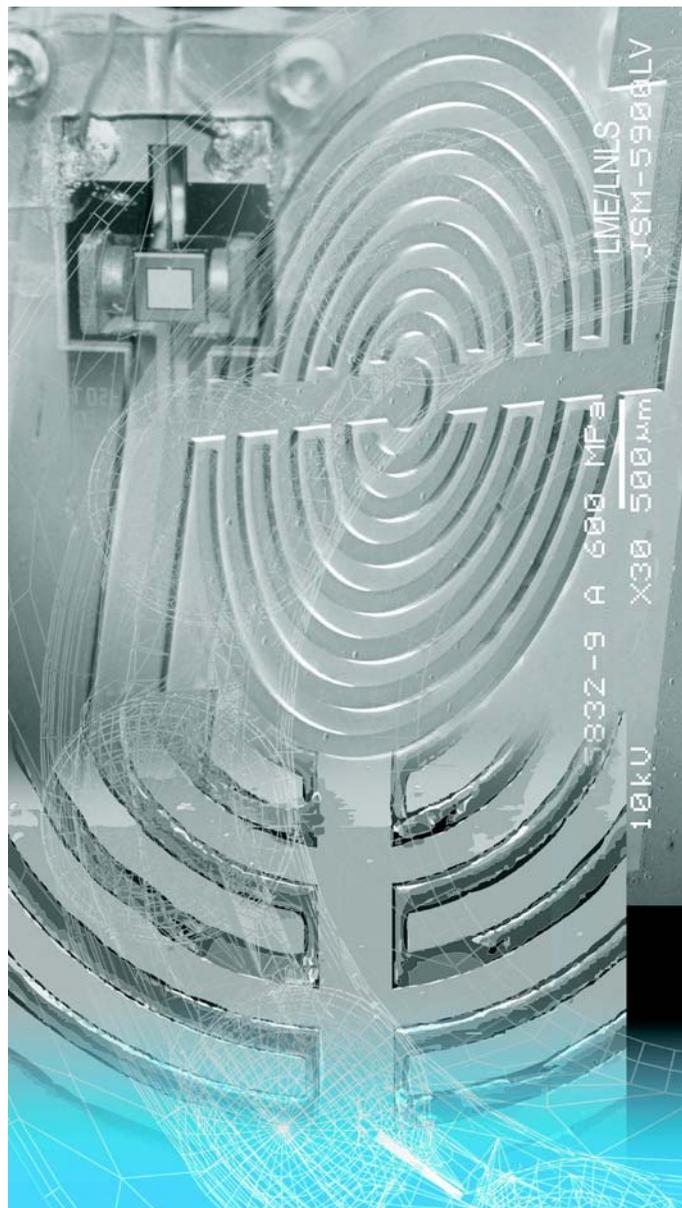
Em adição, 4 palestras foram proferidas por pesquisadores estrangeiros convidados. Elas foram:

- Palestra 10. [Fundamentos da aeroacústica](#)  
S. K. Lele, Stanford University
- Palestra 11. [Previsão computacional da aeroacústica](#)  
S. K. Lele, Stanford University
- Palestra 12. [Modelação de escoamentos transientes](#)  
W. P. Jones, Imperial College.
- Palestra 13. [Modelação de escoamentos com densidade variável](#)  
W. P. Jones, Imperial College.

O livro “Turbulência” se encontra disponível para venda apenas a associados da ABCM, podendo ser adquirido diretamente da sede. O seu conteúdo é o seguinte:

- Capítulo 1. [Fundamentos da Turbulência nos Fluidos](#)  
Aristeu da Silveira Neto.
- Capítulo 2. [Equações do Movimento e Resultados Assintóticos Aplicados à Teoria de Camada Limite](#)  
Atila Pantaleão Silva Freire e Daniel Onofre de Almeida Cruz.
- Capítulo 3. [Modelos Algébricos e Diferenciais](#)  
César José Deschamps.
- Capítulo 4. [A Simulação de Grandes Escalas de Escoamentos Turbulentos](#)  
Aristeu da Silveira Neto.
- Capítulo 6. [Elementos Finitos Aplicados à Turbulência](#)  
Antonio C. P. Brasil Junior.
- Capítulo 8. [Anemometria de Fio-quente](#)  
Philippe P. M. Menut.

A expectativa dos organizadores das próximas Escolas é lançar, na ocasião de cada encontro, um novo livro com o conteúdo completo dos mini-cursos apresentados



naquele evento. Para conhecer mais sobre as versões passadas da Escola de Turbulência consulte os sítios eletrônicos <http://www.pem.ufrj.br/labs/mecturbu/>, <http://www.ett2002.ufsc.br>.

Finalmente, devemos parabenizar e agradecer a Comissão Organizadora da III Escola pelo excelente trabalho realizado. A Universidade Federal de Santa Catarina foi uma distinta anfitriã, proporcionando aos participantes da Escola grande conforto ao alojá-los em seu anfiteatro principal localizado no prédio da Reitoria. Os Profs. César Deschamps e Jader Barbosa, em particular, se esmeraram em garantir que todos os aspectos inerentes a uma conferência científica de alto nível fossem satisfeitos colaborando decisivamente para o pleno sucesso do evento. Contamos com a presença de todos em Porto Alegre em setembro de 2004.

# espaço publicitário nas publicações da abcm

## Perfil

Fundada em 1975, a Associação Brasileira de Ciências Mecânicas é a mais importante associação profissional em engenharia do país. A ABCM tem mais de 600 sócios ativos, todos potenciais compradores de material e literatura científica e tecnológica através de projetos de pesquisa e desenvolvimento. Além de professores universitários e pesquisadores de institutos públicos e privados de pesquisa e desenvolvimento, a ABCM tem entre seus sócios engenheiros de grande empresas como a Petrobrás e a Embraer. A associação organiza os dois maiores congressos científicos de engenharia do país: o Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica e o Congresso Nacional de Engenharia Mecânica. Maiores informações sobre a ABCM podem ser obtidas no site: <http://www.abcm.org.br>.

## Espaço publicitário oferecido

### Site

Banners de empresas poderão ser anunciados no site da ABCM (coluna à esquerda). O banner é associado por "link" ao site da empresa e serão também publicados (o banner com o endereço do site, como apoiadores da revista) na contra-capa da revista ABCM Engenharia. O custo promocional de um banner nesta fase inicial de implantação do site é de apenas R\$ 500,00 (quinhentos reais) mensais e este preço fica garantido por um ano para os que fizerem o contrato nos três meses iniciais.

### Revista

A ABCM está abrindo, pela primeira vez, espaço publicitário em sua revista ABCM Engenharia. A publicação existe desde 1999 na forma de boletim de notícias e, desde o final de 2002, na forma de revista. O espaço publicitário na revista ABCM Engenharia (3 exemplares por ano, tiragem e distribuição de 1000 exemplares) é de 1/4, 1/2 ou 1/1 página em formato carta em 2 ou 4 cores. No máximo quatro páginas de cada número serão dedicadas à publicidade. Tabela de preços:

espaço	cores	preço por inserção
3	2	R\$ 250,00
3	4	R\$ 400,00
2	2	R\$ 350,00
2	4	R\$ 500,00
1	2	R\$ 500,00
1	4	R\$ 700,00

## Formato

Formato da revista ABCM Engenharia: 215x275mm.

Formatos de espaço publicitário:

**Espaço 1:** 185.0 x 122.5mm

**Espaço 2:** 89.5 x 122.5mm

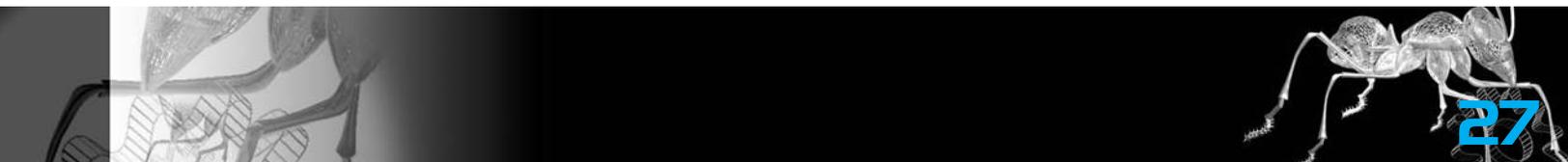
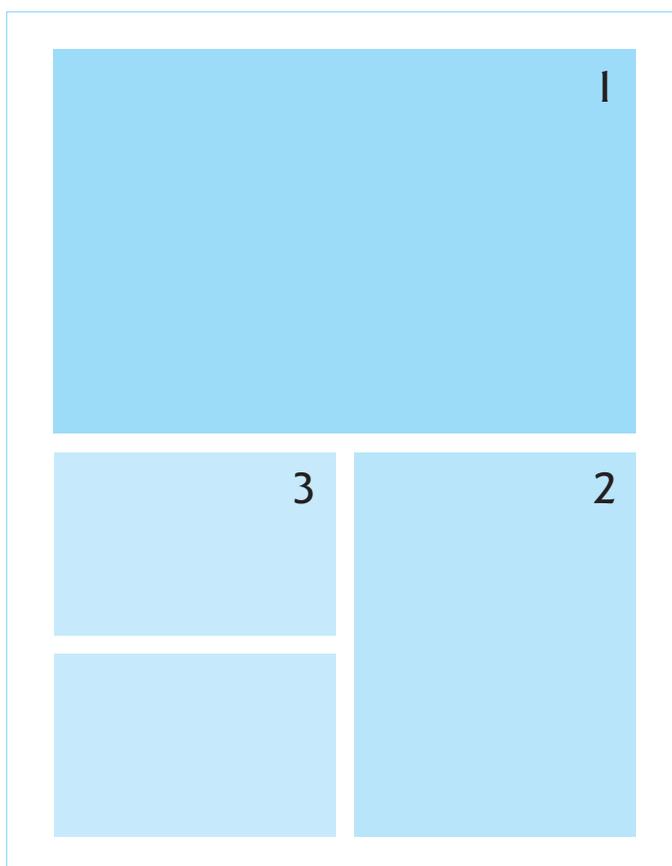
**Espaço 3:** 89.5 x 58.2mm

Na imagem abaixo, a mancha azul representa estes tamanhos e o limite para área de impressão.

(Haverá uma margem de 6 mm entre cada espaço publicitário)

Nestes preços está incluído o comissionamento da agência (20%). Haverá desconto de 10% para duas ou mais inserções e 20% para 4 ou mais inserções em um mesmo número da revista.

Para contratar a divulgação do banner e de anúncios na revista, pedimos contactar a Sra. Ana Lúcia na sede da ABCM no endereço eletrônico: [abcm@abcm.org.br](mailto:abcm@abcm.org.br).



# anúncio de eventos

## International Congress on Sound and Vibration - July 7-10 2003 - Stockholm-Sweden

The Tenth International Congress on Sound and Vibration, sponsored by KTH (The Royal Institute of Technology) and the International Institute of Acoustics and Vibration (IIAV). IIAV is an international non-profit scientific society affiliated with the International Union of Theoretical and Applied Mechanics (IUTAM). IIAV currently has 550 individual members in 55 countries and is supported by 31 national and international scientific societies and organizations. Theoretical and experimental research papers in the fields of Sound and Vibration are solicited for participation. The Tenth International Congress is part of a sequence of congresses held in the USA (1990 and 1992), Russia (1993 and 1996), Canada (1994), Australia (1997), Denmark (1999), Germany (2000), Hong Kong (2001) and USA (2002) each attended by several hundred participants worldwide.

Information: Congress Secretariat Congrex Sweden AB Attn: ICSV10 P.O. Box 5619 - SE-114 86 Stockholm - Sweden. Phone: +46 8 459 66 00 - Fax: +46 8 661 91 25 - E-mail: icsv10@congrex.se

## International Congress and Exposition on Noise Control Engineering

Sponsored by the International Institute of Noise Control Engineering (I-INCE), this annual conference is one of the most important international events on noise and vibration and includes a large exhibit of equipments and systems. Inter-noise 2002 was held in Dearborn, Michigan, USA, in August 19-21.

The next conferences will be:

Inter-noise 2003: August 25-28, 2003, Seogwipo, Korea - [www.internoise2003.com](http://www.internoise2003.com)

Inter-noise 2004: August 22-25, 2004, Prague, Czech Republic - [www.internoise2004.cz](http://www.internoise2004.cz)

Inter-noise 2005: August 2005, Rio de Janeiro, Brazil

## International Conference on Compressors and Their Systems - 7-10 September 2003

Organized by the Fluid Machinery Group of ImechE.

Information: Helen Ricardo (020) 7973 1304, e-mail [h\\_ricardo@imeche.org.uk](mailto:h_ricardo@imeche.org.uk).

## 5th International Conference on - Modern Practice in Stress and Vibration Analysis - 9 to 11 September 2003 - University of Glasgow - Scotland, UK

The conference is the fifth in an international series organized by the Stress and Vibration Group of the UK's Institute of Physics. The first took place in Liverpool in 1992 and the 2003 Conference will continue to cover all aspects of theoretical and experimental stress analysis and vibration dynamics. The aim of the conference is to bring together researchers in academia and industry, to present creative and novel research findings, and to facilitate discussion and interchange of ideas. Papers are welcome that cover the complete range of analytical and numerical techniques as currently practised in stress analysis and vibrations research. The conference themes are as follows. Key Dates: Deadline for submission of abstracts: 15 November 2002. Authors notified of Acceptance of abstracts: 15 January 2003. Deadline for submission of full paper for review: 31 March 2003. Referees' comments by: 16 May 2003. Finalised papers by: 16 June 2003. Deadline for registration: 5 August 2003.

Information: Professor J. M. Balthazar, Rio Claro, Brasil, Technical Committee. e-mail: [jmbaltha@rc.unesp.br](mailto:jmbaltha@rc.unesp.br)

[www.mech.gla.ac.uk/Research/Dynamics/MPSVA2003.htm](http://www.mech.gla.ac.uk/Research/Dynamics/MPSVA2003.htm)

## ICEM'03 - The 9th International Conference on Environmental Remediation and Radioactive Waste Management - 21-25 September, 2003 - University of Oxford, England

Organized by The American Society of Mechanical Engineers, The Institution of Mechanical Engineers, The British Nuclear Energy Society, and The Institution of Nuclear Engineers.

Information: Stephanie Love (020) 7973 1312, e-mail [s\\_love@imeche.org.uk](mailto:s_love@imeche.org.uk).

## European Combustion Meeting 2003 - October 25-28, 2003 - Orléans, France

In the spirit of the 1st and 2nd European Combustion Symposia, held respectively in 1973 in Sheffield and in 1975 in Orléans, the board of the Federation of the European Sections of the Combustion Institute has decided

to re-launch the European Combustion Meetings (ECM). In 2003, the ECM will be organized in Orléans (October 18-21), by the French Section of the Combustion Institute, and the Laboratoire de Combustion et Systèmes Réactifs? (LCSR-CNRS).

ECM2003 is open to all areas of the combustion science and technology such as : energy production, car and aerospace propulsion, emissions reduction, fire safety and explosions, incineration and others.

ECM2003 will be structured around poster presentations to stimulate discussions. Plenary lectures will introduce the sessions. Forum discussions, with the participation of European decision makers in the area of Energy and Environment, will close the sessions.

You are warmly encouraged to submit presentations and to attend the meeting to contribute to the strengthening of the European combustion research and development.

Information: <http://www.cnrs-orleans.fr/ECM2003/>

## IFTOMM - History of Machines and Mechanisms - May 12-15, 2004 - Cassino - Italy

The second event HMM04 of the IFTOMM International Symposium on History Of Machines and Mechanisms will be held at the University of Cassino, Cassino (Italy) on May 12-15, 2004. Deadline for paper submission by e-mail is fixed on December 1st, 2003 with pdf file of the camera-ready manuscript.

Information: Prof. Marco CECCARELLI, HMM04 Symposium Chairman, DiMSAT, University of Cassino, Via Di Biasio 43 - 03043 Cassino, (Fr), Italy, email: [hmm@unicas.it](mailto:hmm@unicas.it) or [ceccarelli@unicas.it](mailto:ceccarelli@unicas.it). <http://www.unicas.it/ingegneria/hmm04>.

## SIMMEC2004 - VI Simpósio Mineiro de Mecânica Computacional - 17 a 19 de maio de 2004 Itajubá, Brasil

O Departamento de Mecânica da Universidade Federal de Itajubá - NIFEI com o apoio da Associação Brasileira de Mecânica Computacional - ABMEC vêm comunicar, a comunidade científica, que está organizando o VI Simpósio Mineiro de Mecânica Computacional - SIMMEC2004.

O SIMMEC tem como objetivo abordar e discutir os recentes avanços tecnológicos e científicos da Mecânica Computacional através do intercâmbio de experiência entre os pesquisadores e profissionais nela atuantes.

Áreas de interesse: Biomecânica; Ciências Térmicas; Desenvolvimento de Software; Dinâmica e Vibração; Mecânica das Estruturas; Mecânica dos Fluidos; Mecânica dos Sólidos; Método dos Elementos de Contorno; Método dos Elementos Finitos; Métodos Numéricos; Otimização; Projeto Mecânico e Simulação Computacional.

Datas importantes: envio de resumo - até 30/05/2003; notificação de aceite - até 27/06/2003; Artigo - até 30/10/2003; Aceite: até 31/03/2004.

Informações: Prof. José Juliano de Lima Jr., Comissão Organizadora do SIMMEC 2004, Depto de Mecânica - DME/IEM, Universidade Federal de Itajubá UNIFEI, Av. BPS, 1303 - Bairro Pinheirinho - Caixa Postal 50, 37500-903, Itajubá, MG, Brasil, e-mail : [simmec2004@unifei.edu.br](mailto:simmec2004@unifei.edu.br).

## 21th ICTAM - International Congress of Theoretical and Applied Mechanics - August 15 - 21, 2004 - Warsaw, Poland

The International Union of Theoretical and Applied Mechanics (IUTAM) is an international non-governmental scientific organization belonging to the International Council of Scientific Unions (ICSU). It was founded in 1948, with the objectives to form a link between persons and organizations engaged in scientific work in mechanics and related fields, and to promote the development of mechanics, both theoretical and applied, as a scientific discipline. The International Congresses on Theoretical and Applied Mechanics (ICTAM), organized every four years by IUTAM, bring together scientists from all over the world for the purpose of exchanging information about recent developments in the field. The First ICTAM was held in Delft in 1924. The International Congress of Theoretical and Applied Mechanics (ICTAM) is held every four years. It provides an important means of meeting the objectives of IUTAM through the gathering of the mechanics community. The first ICTAM was held in 1924, in Delft, The Netherlands. The last one was held in 2000, in Chicago, USA. The deadline for receipt of the Abstract and the Extended Summary is set to be Friday, January 9, 2004. Contributors will be informed of the decision of the International Papers Committee, and on the assignment of their paper to a session, by May 1, 2004. The presenting author of a paper invited for presentation is expected to register and present the paper at the Congress.

Information: <http://ictam04.ippt.gov.pl>, Prof. Tomasz Kowalewski, ICTAM04 Secretary-General, Institute of Fundamental Technological Research, Swietokrzyska 21, 00-049 Warszawa, Poland, e-mail: [ictam04@ippt.gov.pl](mailto:ictam04@ippt.gov.pl)

# Luiz Bevilacqua é o novo presidente da Agência Espacial Brasileira (AEB)

A nomeação pelo presidente da República foi publicada no Diário Oficial da União de 24/3/2003. Bevilacqua assume a presidência da AEB, em substituição a Múcio Roberto Dias, que ocupava o cargo desde outubro de 2001.

Luiz Bevilacqua é um dos fundadores da ABCM, tendo sido Vice Presidente na primeira diretoria (biênio 76/77), presidente nos biênios 84/85 e 86/87, e novamente vice-presidente, nos biênios 88/89 e 90/91.

Formado em engenharia civil pela Universidade Federal do RJ (UFRJ), com especialização em Estruturas, na Alemanha, e doutorado em Mecânica Teórica e Aplicada, pela Universidade de Stanford, nos EUA, Bevilacqua dirige atualmente a Coordenação de Pós-Graduação do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), onde também desenvolvia pesquisas no Departamento de Mecânica Computacional.

Bevilacqua foi pesquisador e professor da Universidade Federal do RJ (UFRJ) e da Pontifícia Universidade Católica do RJ (PUC/RJ), Secretário Geral do MCT e diretor do CNPq, da Capes e da Faperj. Trabalhou ainda na Furnas Centrais Elétricas, Promom Engenharia e Geotécnica S/A.

Bevilacqua é autor de dois livros e publicou mais de 40 trabalhos em anais de eventos científicos e tecnológicos e artigos em periódicos.

Os temas de seus trabalhos e livros envolvem as áreas de aeronáutica, espaço, mecânica, modelos matemáticos em biologia e ecossistemas, entre outras.

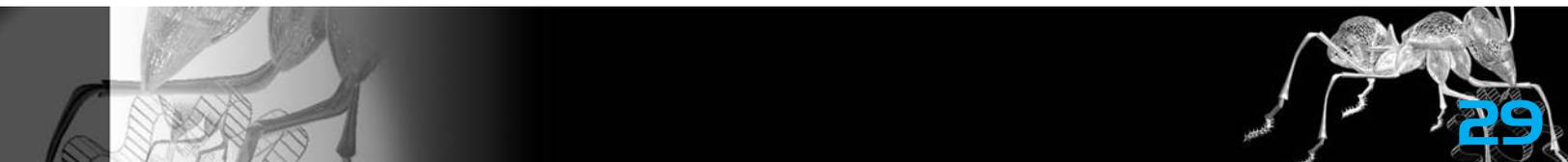
## international heat transfer conference

A International Heat Transfer Conference, que ocorre a cada 4 anos, é o evento mais importante na área de transferência de calor. É organizada por uma Assembléia, AIHTC Assembly for International Heat Transfer Conferences, que reúne 16 países membros (Estados Unidos, Inglaterra, França, Itália, Alemanha, Holanda, Japão, Coréia do Sul, China, Austrália, Índia, Israel, Canadá, Rússia, Portugal e Brasil). Cada país indica dois delegados para o representar, e os dois delegados brasileiros são indicados pela Associação Brasileira de Ciências Mecânicas. Cada país tem uma cota de trabalhos, sendo que o Brasil tem direito a 10 artigos. Toda a comunidade internacional comparece a esta Conferência permitindo um ambiente propício para encontros e troca de idéias.

A Conferência de 2002 que foi realizada em agosto, na França, na cidade de Grenoble, contou com 512 artigos e 31 palestras convidadas (keynotes). Os artigos foram publicados em CD-ROM e serão também publicados em anais, em 4 volumes ao todo. Destes 512 artigos, a Europa contribuiu com 214, a Ásia com 159, a América do Norte com 118 e o Hemisfério Sul (Brasil, Austrália, Nova Zelândia e África do Sul principalmente) com 21. Ao todo, 43 países estiveram representados. Tivemos 10 trabalhos do Brasil, que é exatamente a nossa quota, além de uma palestra convidada. Cada país tem uma quota pré estabelecida, baseada na demanda dos últimos anos. A Conferência de 2006 será em Sydney, na Austrália, e a de 2010 em Washington, USA.

Fazemos parte, através da ABCM, da AIHTC desde 1992. O Prof. Arthur Bergles nos procurou no final da década de 80 sugerindo que providenciássemos o nosso ingresso na Assembly. Preparamos toda a papelada necessária e deveríamos participar da nona Conferência em Jerusalém, para tratar da nossa postulação. Ocorre que naquele ano houve a invasão do Kuwait pelo Iraque e a região se configurou como de risco, sendo que poucos autores participaram daquela conferência. Como não pudemos estar presentes, nosso pleito ficou adiado para a próxima reunião da Assembly, que se encontra a cada 2 anos. Em 1991 o Prof. Richard Goldstein veio até São Paulo para participar do COBEM e pudemos mostrar a ele a nossa capacidade de mobilização e organização. Em 1992 durante a realização da European Thermal Sciences Conference em Roma, houve uma reunião da Assembly que deliberou pela nossa inclusão. O Prof. Goldstein foi o relator e encaminhou favoravelmente o nosso pedido que foi aprovado por unanimidade. Os delegados brasileiros indicados foram o Prof. Luiz Fernando Milanez e o Prof. Renato Machado Cotta. Em 2000 o Prof. Cotta foi substituído pelo Prof. Hécio R. B. Orlande.

Prof. Luiz Fernando Milanez  
Delegado Representante do Brasil na AIHTC



# news about cobem2003

5832-9 A 600  
X100 100mm



Nov. 10-14, 2003 - São Paulo, SP - Brazil  
[www.cobem2003.abcm.org.br](http://www.cobem2003.abcm.org.br)  
e-mail: [cobem2003@poli.usp.br](mailto:cobem2003@poli.usp.br)

Promotion:



Organization:



Escola Politécnica da Universidade  
de São Paulo

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do  
Estado de São Paulo

Even in a time of large social and economical uncertainties, COBEM2003 received more than 2000 abstracts from different institutions around the world demonstrating the importance of this event for the technical-scientific community in the areas of engineering and mechanical science.

Due to the large expectation in relation to the size of event and problems related to currency rate changes, the organizing committee is negotiating different proposals together with involved entities to facilitate at most the participation of attendees to the event.

In relation to the place of event, the principle considered was the facility that participants need to make hotel reservations and to participate of event activities. The different kinds of activities in the event should be concentrated to reduce locomotion. Of course, all infrastructure to perform the different event activities must be of high quality.

Thus, an agreement was made with "Holiday Inn Select Jaraguá Hotel and Convention Center" that, in addition to attend the considered principle, it is located in a region of rich history of São Paulo city and with public transportation facilities such as Metro/Subway.

Together with the tourism agency (Venice) and the Hotel where the event will occur, a special daily rate has been negotiated for attendees. Of course, the limited financial support of Brazilian faculties and researchers has been considered.

Regarding registration and publication fees, the organizing committee had the initiative to charge prices lower than prices usually charged in similar events. In this case, in addition to consider the limited financial support of Brazilian faculties and researchers, the principle of incentivizing the participation of a larger amount of people was applied.

#### Venue:

Holiday Inn Select Jaraguá Hotel and Convention Center

In Downtown area of São Paulo, SP, near the Metro stations "Anhangabau" or "Republica"

#### Conference Registration fees

#### 1- Category: Professionals, faculty, researchers, graduate students

1.1-General individual (ABCM nonmember)

US\$200.00

1.2-ABCM members:

1.2.1- Individual US\$150.00

1.2.2- group of two registration US\$250.00

1.2.3- group of three registration US\$345.00

1.2.4- group of four registration US\$440.00

1.2.5- group of five registration US\$520.00

1.2.6- group of six or more registration

US\$100.00 each member

#### 2- Category: undergraduate students\*

(\*a proof must be presented)

2.1- undergraduate students (ABCM nonmember)

US\$25.00

2.3- undergraduate students (ABCM member)

US\$20.00

#### 3- For authors

3.1- Publication fee per paper US\$30.00

- The publication fee is a mandatory condition to allow the paper to be included in the conference proceedings and to be present it in the conference.
- Presentation of the paper is contingent upon the registration of at least one of the co-authors.
- A discount equal to the publication fee will be applied onde, to the presenting author registration fee only (if a participant is co-

authoring more than one paper only one of them will be considered per co-author)

## Message from the Scientific Coorditation of COBEM 2003

COBEM2003 is covering all areas of knowledge related to the Mechanical Sciences. In the 2003 edition participants and attendees will have the opportunity to have contact with the state-of-the-art on a broad range of application areas and to be acquainted with on-going research projects carried out in Brazil and abroad.

Engineering and Society constitutes the thematic motivation of this edition. A special symposium will be organized to serve as a forum for interdisciplinary discussion. Distinguished representatives, from humanities to applied sciences, will be invited to participate, aiming to bring to light major aspects involving the relevance of Engineering on our Society. A special publication will be dedicated to such a relevant debate.

Reviewed papers will be published on CD-ROM media, together with a summary of the Conference Proceedings. Papers of archival value will be considered for further review and publication in indexed journals. Approved papers will be presented in technical sessions. These sections will be organized as to cover all major disciplines, such that a discipline oriented participant will have the opportunity, along the whole Conference, to attend his or her specific area(s) of interest through the several sections, which comprise each symposium. Plenary Sections will hold invited lectures, from Brazil and abroad. Special Courses will also take place.

COBEM2003 is organized in ten Symposia, covering eight major application areas and two general areas of interest:

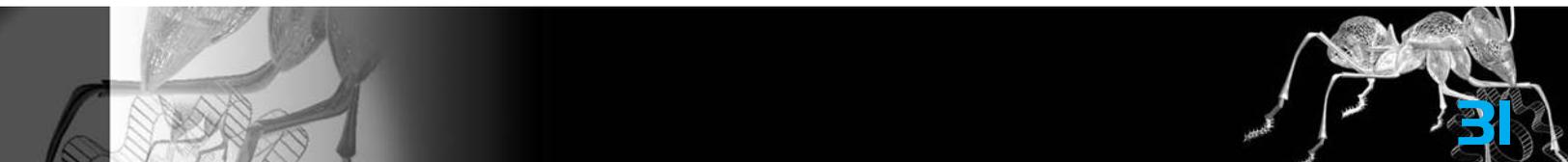
#### Symposium on Aerospace Engineering

João Luiz F. de Azevedo (Chair)

azevedo@iae.cta.br

Olympio Achilles de Faria Mello (Co-Chair)

oamello@iae.cta.br



The Aerospace Engineering Symposium has the objective of gathering the aerospace community for dissemination and discussion of the research and development activities, as well as technological applications, in the area. The symposium is designed to encompass a broad range of topics, including aerodynamics, aerospace structures, aeroelasticity, propulsion, atmospheric flight dynamics and orbital dynamics, guidance and control, materials and thermal and acoustic interfaces as they pertain to aerospace applications. It is expected that the papers presented at the symposium include computational, experimental and applied work, so that a comprehensive framework of the aerospace research in Brazil is presented. In that sense, invited talks shall be programmed within selected technical sessions. The participation of colleagues from abroad is welcome and it is hoped that such interaction could lead to effective collaboration with the Brazilian community. It is also hoped that the symposium could have a synergistic role in the coordination of work in progress at the several institutions involved, opening a forum which is expected to continue beyond the Congress. In that spirit, space projects in Brazil shall be discussed, including invited talks on these projects. Committee

#### [Symposium on Automotive Engineering](#)

Ronaldo B. Salvagni (Chair),  
ronaldo.salvagni@poli.usp.br  
Roberto Spinola Barbosa (Co Chair),  
roberto.barbosa@poli.usp.br

The purpose of the Automotive Engineering Symposium is to gather engineer and researchers to discuss, disseminate and share relevant results related to research and development activities, as well as industrial productive and technological applications, on this area. All sort of mobility vehicles are welcome: passenger car, buses, light and heavy trucks, railway, off-road, agricultural, motorcycles, bicycles, etc. Brazilian Mechanical Engineering community brings the specific place to discuss about: technical, industrial and economical developments. The scope of this symposium comprehends, among others themes, papers in the following subjects: Vehicle Technology and new materials; Vehicle Performance and optimization; Virtual design, prototyping and dynamic simulation; Advanced vehicle technology, navigation systems, intelligent transport systems; Vibration, acoustic and aerodynamics; Control systems, active suspension; Safety, crash, air bags, protection devices ; Production and manufacturing; Alternative fuel and lubricants, fuel

cells; Environment, pollution, emission, recycling materials

#### [Symposium on Bioengineering](#)

Raul Gonzalez Lima (Chair)  
rauglima@usp.br  
Jaime Pinto Ortiz (Co-Chair)  
portiz@usp.br

The symposium on Bioengineering congregates professionals applying physical concepts and principles to develop devices and techniques to improve health condition of individuals. The symposium includes subjects as Artificial Organs, Biomaterials, Bioinstrumentation, Biomechanics, Biosignal Processing, Respiratory Mechanics, Cardiovascular Engineering, Control Applications in Biomedical Systems, Diagnostic Physics, Mathematical Modeling and Simulation, Metabolic Systems, Micro Biomedical Engineering Systems, Neuromuscular Systems, Prosthetics, Orthotics, Rehabilitation Engineering, and Robotics in Surgery.

#### [Symposium on Energy](#)

Silvio de Oliveira Jr. (Chair)  
silvio.oliveira@poli.usp.br  
Guenther Carlos Krieger Filho (Co-Chair),  
guenther@usp.br

The goal of the Energy Symposium is to be a forum for discussing major issues related to the use of energy and its efficient conversion. It will cover fundamental scientific subjects as well as applied and technological aspects of Energy and Environmental Engineering. Symposium topics are grouped as follows: air conditioning, refrigeration, heat pumps; boiling, condensation, multiphase flow; cogeneration, distributed generation, power plants, internal combustion engines; combustion, gasification, propulsion; energy conversion systems and processes; energy systems analysis and optimisation; environmental Engineering; thermal machines and equipment; instrumentation and experimental techniques, metrology in thermal sciences; renewable and alternative energy sources; transport phenomena; turbomachinery.

#### [Symposium on Design, Production and Management](#)

Paulo Carlos Kaminski (Chair)  
pckamins@usp.br  
Adherbal Caminada Neto

adherbal@usp.br

The purpose of the Design, Production and Management Symposium is to bring together all those interested in the many subjects which have as a common target the product, involving different stages or tools of the development process. The following topics are contemplated: Product Development; Industrial Design; Industrial Quality Management and Control; Flexible Manufacturing Systems; Integrated Systems CAD, CAM, CAPP and CIM; Recycling and Environmental Impact; Logistics; Packing Devices; Production Management Systems (MRP, ERP). It is expected that papers will focus on fundamental and state-of-the-art issues including computational, theoretical, experimental and applied contributions. Papers, presentations and discussions on interrelated aspects concerning the above topics will be particularly welcome.

#### Symposium on Mechanical Industry

Gilberto F. Martha de Souza (Chair)

gfmsouza@usp.br

Amilton Sinatora (Co-Chair)

sinatora@usp.br

The Mechanical Industry Symposium is meant to gathering the mechanical industry community for dissemination and discussion of the research and development activities, as well as technological applications, in the area. The symposium is designed to encompass a broad range of topics, including fatigue and fracture, materials selection and development, corrosion, tribology, development and application of manufacturing processes, design of machine tools including vibration analysis, quality control and metrology, reliability and maintenance practices selection and application as they pertain to mechanical industry applications. It is expected that the papers presented at the symposium include computational, experimental and applied work, so that a comprehensive framework of the mechanical industry research, in Brazil and abroad, is presented. Invited talks shall be programmed within selected technical sessions.

#### Symposium on Mechatronics, Automation and Control

Julio Cezar Adamowski (Chair)

jcadamow@usp.br

Edilson Hiroshi Tamai (Co-Chair)

edhtamai@usp.br

The purpose of the Mechatronics, Automation and Control Engineering Symposium is to gather researchers to discuss, disseminate and share relevant results related to research and development activities in the area. The scope of this symposium comprehends works in the following subjects (but not restricted): Micro Systems & MEMS; Nanotechnology; Precision Mechanics; Robotics; Digital Signal Processing; Signal Analysis; Sensors, Actuators; Control; Discrete and Hybrid Systems; Applied Computational Mechanics; Manufacturing Automation; Computer Integrated Manufacturing; CAD/CAE/CAM/CAPP; Automatic Systems and Equipments; Image Processing. The papers submitted to the symposium may present theoretical, simulation and experimental results of research and applied work. The symposium will also include invited talks within selected technical sessions.

#### Symposium on Offshore & Petroleum

Kazuo Nishimoto (Chair)

knishimo@usp.br

Clóvis de Arruda Martins (Co-Chair)

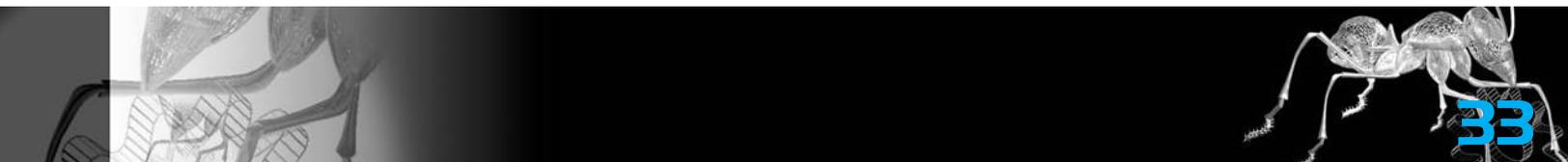
cmartins@usp.br

The oil exploitation activities in deepwater are growing up in Campos Basin, Brazil, where almost 70% of the national oil production takes place. Petrobras, the leading Brazilian oil company is investing in the ultra deepwater (more than 2000m water depth) oil & gas exploitation. To reach this fascinating challenge, the Brazilian Ocean Engineering has recently inaugurated new laboratories as the Ocean Basin at the Rio de Janeiro Federal University and the Numerical Offshore Tank at the University of São Paulo. The symposium was planned to comprise a broad range of interests in the offshore area, covering both technological and scientific contributions from the following main topics: Offshore Technology; Offshore Mechanics; Ocean Engineering; Deep Water Technology; Risers & Pipelines Technology; Mooring Technology; Safety & Reliability; Advanced Ship Technologies; Materials Technologies; Environmental Technology; Geotechnical Engineering; Computational Methods.

#### Symposium on Engineering and Society

Celso P. Pesce (Chair)

ceppesce@usp.br



Fábio Saltara (Co-Chair)

fsaltara@usp.br

Engineering and Society constitutes the thematic motivation of this edition. A special symposium will be organised to serve as a forum for interdisciplinary discussion. Distinguished representatives, from humanities to applied sciences, will be invited to participate, aiming to bring to light major aspects involving the relevance of Engineering on our Society. Papers addressing the following topics are welcome: Education, Environment History of Sciences and Technology, Sociology, Ethics and Citizenship, Public Health, Sociology, Psychology, Law, Social Sciences, Applied Physics and Mathematics, Biology, etc. A special publication will be dedicated to such a relevant debate.

Symposium On Fundamental And Mechanical Sciences

Claudio Ruggieri (Chair)

cruggi@usp.br

Larissa Driemeier (Co-Chair)

driemeie@usp.br

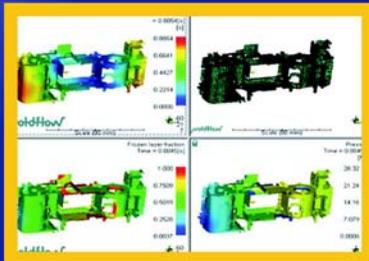
The Fundamental and Mechanical Science Symposium will cover basic investigation and key aspects of mechanical sciences with a strong focus (but not limited to) on solid mechanics, structures, materials, thermodynamics and fluid mechanics. The Symposium program will address a broad set of research problems in these scientific areas to support the sustainment and advances of engineering and mechanical sciences. Papers presented at the Symposium are expected to focus on fundamental issues including computational, theoretical, experimental and applied contributions. Invited speakers and keynote lectures will address new and novel fields of research in key areas of mechanical sciences.

# SMARTtech



Elétrica

Fluxo de Carga  
Coordenação e Seletividade  
Curto Circuito (ANSI, IEC)



Plástico

Otimização e Refrigeração  
Verificação da Injetabilidade  
Contração e Empenamento



Vibroacústica

Experimental NVH  
Durabilidade e Fadiga  
Dinâmica de Multicorpos

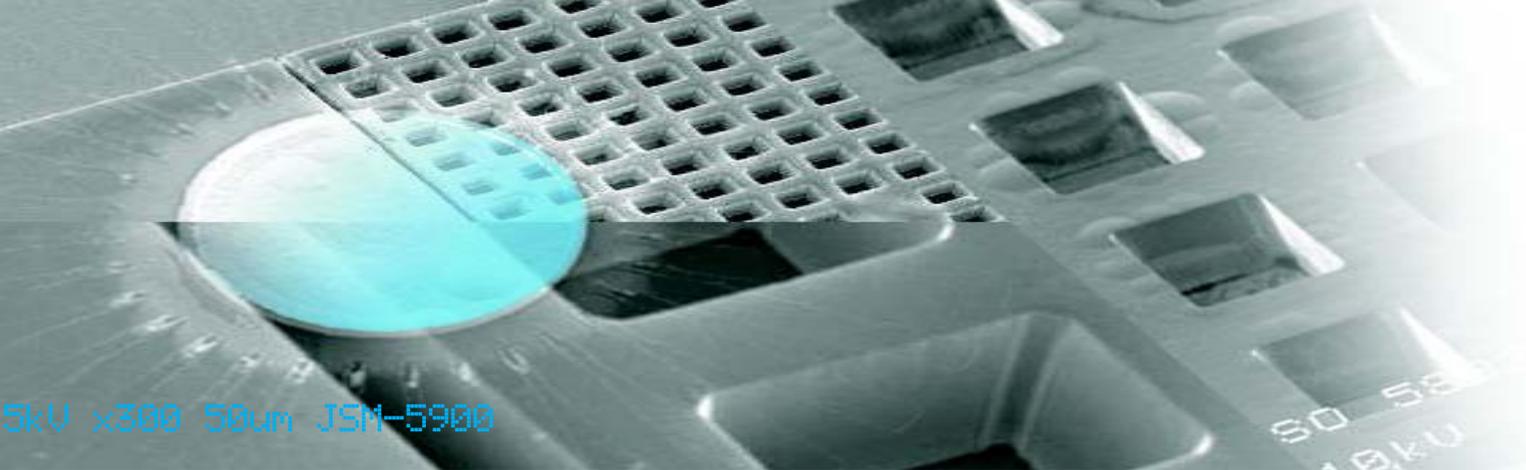


Mecânica

Análise de Estrutura  
Escoamento de Fluidos  
Otimização

Tel.: (11)3168-3388 Fax: (11)3168-7361  
[www.smarttech.com.br](http://www.smarttech.com.br)

Serviço  
Software  
Consultoria  
Treinamento



## reunião do comitê de dinâmica da abcm por ocasião do x diname

### hotel recanto das toninhas 10 a 14 de março de 2003

Presentes os membros do Comitê: Agenor de T Fleury, Carlos A de Almeida, Domingos A Rade, Hans I Weber, José J de Espíndola, Moysés Zindeluk, Paulo R G Kurka e Valder Steffen Jr.

O texto que se segue procura reproduzir de maneira não muito rigorosa os tópicos abordados.

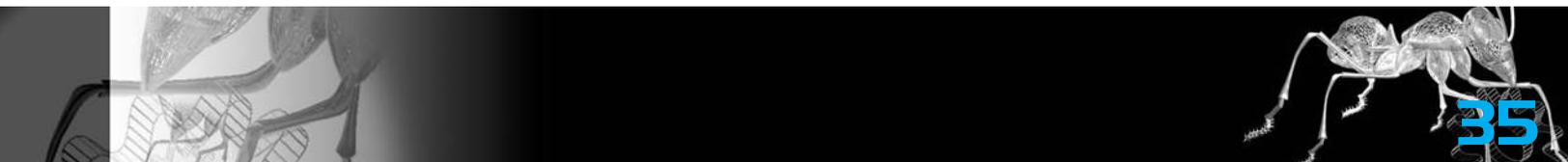
Até o momento da reunião tinham sido efetivamente apresentados 16 trabalhos de participantes europeus e 17 trabalhos de participantes brasileiros (ao final estes números se consolidaram em 23 -entre os quais houve um americano- e 33). A primeira constatação a que se chegou foi a possibilidade, oferecida pelo DINAME, de nos situarmos rápida e facilmente no contexto do que ocorre de mais importante na área a nível mundial devido à boa formação científica que possui nossa comunidade e também em função da experiência acadêmica adquirida ao longo dos últimos anos. Ao mesmo tempo, isso levou a uma sensação de que estamos perdendo o passo, afastando-nos dos desenvolvimentos mais importantes e trabalhando no Brasil de forma descontinuada, em assuntos cada vez menores e menos abrangentes. Apenas um reduzido número de trabalhos tem ligação direta com pesquisa aplicada a problemas práticos da indústria. Esta é uma constatação recente, visto que em DINAMEs anteriores isto não ficara tão evidente.

Com efeito, o acompanhamento dos trabalhos apresentados por pesquisadores estrangeiros em sucessivas edições do DINAME permite observar que, no exterior, relevantes projetos de pesquisa se desenvolvem de forma contínua, ao longo de vários anos, na busca de soluções de problemas industriais, ao passo que, no Brasil, são poucas as iniciativas desta natureza. Existe ainda um claro distanciamento entre a Indústria e a Universidade, fazendo com que os pesquisadores se dediquem a trabalhos de natureza marcadamente acadêmica, a maioria dos quais poderiam ter interessantes aplicações práticas.

Em termos do número de trabalhos apresentados, o X DINAME teve um crescimento nítido da área de robótica, considerando que muitos tópicos abordados em controle, em dinâmica multicorpos, em projeto, etc. estão ligados à robótica. Por outro lado, outras áreas, como dinâmica de rotação, análise modal e acústica, tiveram uma redução de ênfase.

Na área de projetos dinâmicos (design) notou-se um "encurtamento" no número de artigos, justificado por praticamente todas as razões listadas neste relatório já que é um tema que na grande maioria das vezes exige forte motivação externa à academia, além exigir bom suporte de financiamento. Apesar disso, os trabalhos apresentados são de muito boa qualidade.

A apresentação de trabalhos por parte dos alunos mostra uma definitiva superioridade nas apresentações pelos



alunos concluintes do doutorado do que aqueles de mestrado. Para alguns casos dos de mestrado o orientador estava presente e não apresentou outro artigo, logo poderia tê-lo feito em favor de uma melhor qualidade da exposição. Sugere-se estimular apenas os alunos de mestrado com muito domínio do inglês a apresentar os trabalhos e que os alunos de doutorado por sua vez sejam enfaticamente estimulados à fazê-lo.

Comparando artigos do atual DINAME com aqueles dos anais do DINAME'97 (Angra dos Reis) pode-se constatar notória e mesmo substancial melhoria na qualidade técnica e no conteúdo científico dos artigos. Esta foi definitivamente uma ótima notícia a despeito da redução do número de artigos do Congresso.

Ficou evidenciado que todo participante estrangeiro do evento, independentemente de sua origem, está à procura de mão de obra qualificada. Em alguns países europeus isto já se sente nos cursos de graduação, onde há oferta de bolsas e cursos em inglês, qualquer que seja língua do país em questão.

Entre os pesquisadores seniores brasileiros nota-se uma certa desmotivação em função da adversidade das condições de pesquisa em geral, da forma como alguns programas acabaram sendo fomentados como os Pronex, Institutos do Milênio, Profix, deixando a Engenharia de lado. Conseqüentemente, embora haja uma exigência contínua de produção, por parte das IES e das agências governamentais de fomento, as condições atuais são tais que os laboratórios de pesquisa já estão bastante defasados, isto quando os pesquisadores não se voltaram totalmente à simulação numérica. E isso sem falar da questão salarial...

Este estado de ânimo transfere-se aos pesquisadores mais jovens, pois embora estes tenham encontrado uma infra-estrutura de pesquisa muito melhor do que os pesquisadores seniores quando estes eram jovens, não se nota o pique de “fazer uma força” para desenvolver projetos como era comum nas décadas de 70 e 80.

Em particular, os estudantes de pós-graduação têm sido fortemente afetados pela atual insuficiência de recursos governamentais para suportar suas atividades de pesquisa. Os baixos valores das bolsas de estudo atualmente praticados pelas agências têm dificultado a permanência de bons estudantes nos programas de pós-graduação, que se vêem forçados a abandonar seus estudos ou a eles se dedicar em tempo parcial.

A maneira como um pesquisador jovem de 35/40 anos interage com uma agência de fomento hoje em dia é totalmente diferente da forma como um pesquisador hoje com 50-60 anos o fez em uma idade equivalente. A impressão é a de que não se leva mais a sério o trabalho científico do jovem pesquisador.

Acrescenta-se a isso o fato das Universidades praticamente não terem mais recursos para dar como contrapartida (seja sob a forma de diárias, taxas de inscrição ou de material de consumo nos trabalhos de pesquisa), enquanto os órgãos de fomento, em sua penúria, também não se acham dispostos a financiarem mais estas despesas, acarretando um ceticismo nos que convivem com este problema, que se propaga para frente como uma grande desmotivação.

Não há mais o objetivo de longo prazo.

A estrutura do DINAME como evento de imersão, onde os participantes devem ficar ao longo de 5 dias assistindo a apresentação de trabalhos científicos em sessão única, com muitas oportunidades de trocar idéias e combinar ações futuras, permanece como filosofia de ação do Comitê. A quantidade de outros eventos Congressos que envolvem tópicos de Dinâmica e que também são encontrados no DINAME justifica este diferencial. Os organizadores locais do DINAME sempre souberam compor um evento bem balanceado entre participantes internacionais, líderes de pesquisa no Brasil e jovens pesquisadores nesta área.

O Comitê vem, há seis anos, discutindo e implementando a inclusão de membros, mais jovens. Na reunião que se realiza em cada DINAME são propostos nomes de novos colegas que são observados ao longo de alguns anos, antes de serem convidados. Na presente reunião foi convidado o Prof. Paulo Sergio Varoto da USP/São Carlos, para integrar o Comitê de Dinâmica.

Ficou decidido que o próximo DINAME terá por presidente o Prof. Domingos Rade e por vice o Prof. Valder Steffen, devendo ser realizado no Estado de Minas Gerais, provavelmente no Grande Hotel do Barreiro, em Araxá.

