



PROGRAMA DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

40 anos de engenharia
dedicados à saúde

COPPE
UFRJ



PEB
Programa de
Engenharia Biomédica
COPPE/UFRJ

PROGRAMA DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

40 anos de engenharia
dedicados à saúde

SETEMBRO DE 2011



Apresentação

O Programa de Engenharia Biomédica da Coppe nasceu em 1971, com a marca do ineditismo e da ousadia que presidiram a criação da própria Coppe. Destinado a promover a associação da engenharia com a medicina, um campo de ensino e pesquisa então desconhecido no Brasil, antecipou a abordagem interdisciplinar que hoje caracteriza a produção do conhecimento científico e tecnológico em quase todas as áreas.

Ao se abrir para receber médicos e outros profissionais de saúde nas salas de aula da engenharia, iniciou um modelo que, mais tarde, seria adotado em outros programas da própria Coppe e exportado para outras instituições acadêmicas.

Em seus 40 anos de existência, agora comemorados, o Programa se manteve fiel aos ideais de excelência do fundador da Coppe, o professor Alberto Luiz Galvão Coimbra. Pela qualidade dos recursos humanos que formou para o Brasil, pela consistência de sua produção acadêmica e por sua crescente contribuição à medicina e à gestão da saúde no país, o Programa de Engenharia Biomédica é motivo de orgulho para a Coppe e para o nosso país.

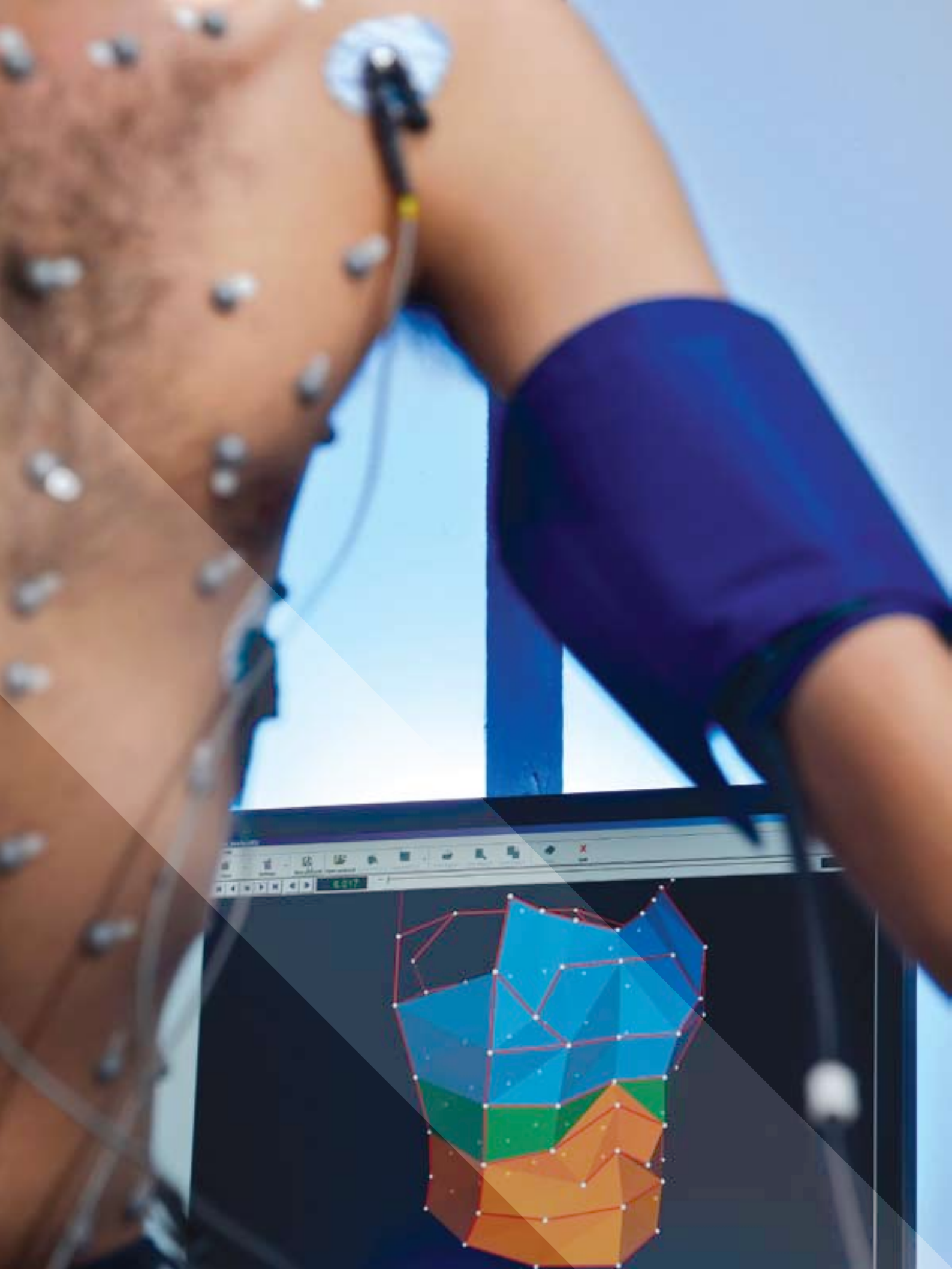
Luiz Pinguelli Rosa
DIRETOR DA COPPE / UFRJ

COPPE
UFRJ

Centro de Gestão Tecnológica da COPPE - CGTEC

COPPE

Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia
Universidade Federal do Rio de Janeiro



Elo entre a medicina e a engenharia

Primeiro curso de engenharia biomédica do Brasil, introdutor dos métodos quantitativos aplicados à saúde no país e interdisciplinar desde as origens – numa época em que mal se falava em interdisciplinaridade –, o Programa de Engenharia Biomédica da Coppe surgiu sob o signo do pioneirismo.


Nasceu em 1971, com a ambição de formar profissionais num campo então desconhecido no Brasil e contribuir para melhorar a qualidade da medicina e dos programas de assistência à saúde, praticados no país, pela união das práticas e dos saberes da medicina e da engenharia. Trazia a marca inovadora que, desde o início, caracterizou a Coppe: professores e alunos com dedicação integral e forte ênfase na combinação de ensino e pesquisa.

Quatro décadas depois, o Programa exhibe os resultados. Formou mais de 450 mestres e doutores, que se espalharam pelo país. Alguns foram atuar em novos centros de pesquisa e ensino, como os da Universidade Federal da Paraíba e do Instituto do Coração – HC/USP, multiplicando, assim, a formação de recursos humanos de alta qualidade na área. Outros foram trabalhar em empresas privadas e órgãos de governo, como o Ministério da Saúde, o Instituto Nacional de Metrologia (Inmetro) e a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). Outros, ainda, permanecem no Programa, onde continuam a formar 20 novos mestres e doutores por ano e a desenvolver pesquisas que contribuem para ampliar o conhecimento científico e melhorar a gestão da saúde no país. A qualidade de sua produção acadêmica é atestada pelo conceito 7, o mais alto concedido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), conquistado em 2007.

Os profissionais formados no Programa estão capacitados a dialogar com a indústria fabricante de equipamentos médicos; desenvolver e utilizar sistemas de computador para traçar trajetórias e entender mecanismos de surgimento e expansão de doenças na população; e desenvolver e utilizar metodologias para a adoção de práticas de gestão de alta qualidade, de modo a assegurar o melhor aproveitamento dos recursos públicos e privados aplicados na saúde no Brasil.



CO2:AVR X



P A R T E 1

Um começo desafiador

Em 1971, quando o Programa de Engenharia Biomédica nasceu, tudo parecia possível. A Coppe ia de vento em popa. Criada em 1963, em apenas oito anos já havia montado e tinha em pleno funcionamento nove cursos de pós-graduação em engenharia. O curso de Biomédica seria o décimo da Coppe e o primeiro do Brasil. O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE), nome do atual BNDES à época e, mais tarde, a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) liberavam recursos financeiros generosos, que permitiam pagar bem aos professores. Bolsas de estudos do CNPq e da Capes, órgãos governamentais brasileiros de incentivo à pesquisa, garantiam também a dedicação integral dos alunos.

O Brasil vivia o chamado “milagre econômico”. Os índices de crescimento da economia estavam na casa dos 10% ao ano, e o governo conduzia uma ativa política de substituição de importações. O país sonhava com a instalação de um vigoroso parque industrial, no qual seriam produzidos os equipamentos desenvolvidos pelos engenheiros que começavam a ser formados nos novos cursos de pós-graduação.

A engenharia biomédica era quase desconhecida no Brasil, mas suas possibilidades, não. A interface da engenharia com a medicina se dava, então, por meio das engenharias

elétrica e eletrônica. Nesses dois cursos de graduação e em cursos de Medicina, a Coppe foi recrutar os alunos de sua primeira turma de mestrado em Engenharia Biomédica, cujas aulas começaram em janeiro de 1971.

Os primeiros professores eram brasileiros da área de medicina, a maioria ligada ao Instituto de Biofísica e à Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Os especialistas em engenharia biomédica eram estrangeiros, recrutados nos Estados Unidos e, principalmente, na Inglaterra – cujo Imperial College of Science and Technology, da Universidade de Londres, era um centro mundialmente reconhecido na área. Quase todos os estrangeiros vinham como professores visitantes, para curtas temporadas em que ministravam as disciplinas para as quais não havia professores no Brasil. Um ou outro se dispunha a ficar tempo suficiente para orientar os jovens mestrandos brasileiros.

Era preciso encontrar alguém para chefiar o Programa, cuidando de montar o laboratório e estruturá-lo academicamente. O fundador e diretor da Coppe, Alberto Luiz Galvão Coimbra, encontrou nos Estados Unidos um brasileiro que lhe pareceu talhado para a função. Era Drance de Mattos Amorim, que havia trabalhado muitos anos no estado americano de Nova Jersey, no Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento da RCA, na época uma grande indústria de equipamentos eletroeletrônicos.

Drance não tinha títulos acadêmicos, mas Coimbra julgou que sua experiência de laboratório era ideal para fazer do Programa de Engenharia Biomédica um curso essencialmente aplicado, voltado para o desenvolvimento de aparelhos de uso em medicina – os quais, acreditava ele, num futuro não muito distante começariam a ser fabricados no Brasil. O diretor da Coppe também esperava que a falta de vivência acadêmica do coordenador do Programa fosse compensada pela parceria com o Instituto de Biofísica, liderado por Carlos Chagas Filho, cientista de renome internacional e filho do lendário descobridor da doença de Chagas.

Enquanto Drance montava o Laboratório de Instrumentação, começavam as aulas dos primeiros alunos do Programa – uma turma de jovens graduados em Engenharia e outra de graduados em Medicina, provenientes de diferentes estados do país. É importante acrescentar que, até hoje, a Engenharia Biomédica da Coppe é o único curso de pós-graduação no Brasil a manter duas turmas distin-

tas de mestrado, uma com alunos provenientes da área de ciências exatas, outra da área de ciências da saúde, integradas ao longo dos quatro períodos trimestrais da grade curricular.

Logo, porém, começaram os problemas. O esperado entrosamento com o Instituto de Biofísica não aconteceu como previsto, e a personalidade do coordenador do Programa não facilitou o relacionamento com professores e alunos.

Tempos de medo

É preciso lembrar que, naquele momento, se vivia o auge da ditadura militar no Brasil. Conflitos e disputas de poder, que, em tempos mais democráticos, provavelmente seriam resolvidos intramuros e sem ameaças explícitas ou implícitas, encontravam no autoritarismo vigente um caldo de cultura favorável para gerar um clima de medo e extrapolar as fronteiras da universidade.

Assim, no início de 1973, explodiu a grande crise que resultaria na traumática demissão do fundador da Coppe e chegaria a pôr em risco a própria continuidade da instituição. No centro de tudo, estava o coordenador do Programa de Engenharia Biomédica, aliado aos coordenadores dos programas de Engenharia Elétrica e de Engenharia de Sistemas. O que no início eram divergências sobre a forma de gestão deu lugar a denúncias e ameaças anônimas.

No começo de maio, numa última tentativa de debelar a crise, o diretor da Coppe destituiu dos cargos os três coordenadores rebelados. Nomeou Flavio Grynszpan como coordenador do Programa de Engenharia Biomédica, então um jovem de menos de 30 anos, que, dois anos antes, concluíra o doutorado pela Universidade da Pensilvânia, tornando-se, assim, o primeiro engenheiro biomédico brasileiro. Tinha sido mandado para os Estados Unidos pelo próprio Coimbra, depois de ter se destacado no mestrado em Engenharia Elétrica na Coppe. Grynszpan voltara ao Brasil com seu título de doutor no mesmo ano da criação do Programa de Engenharia Biomédica e fora imediatamente nomeado professor do Programa.

A destituição dos antigos coordenadores apenas pôs mais lenha na fogueira. No dia 13 de maio, o próprio Coimbra foi demitido do cargo pelo reitor Djacir Menezes e iniciou um longo calvário de convocações para interrogatórios na Polícia Federal e até em quartéis.

Mestres na crise

Foi nesse clima que os alunos da turma inicial concluíram suas dissertações de mestrado. A primeira, apresentada em abril de 1973, foi defendida por Ronney Bernardes Panerai, que mais tarde se tornaria um dos principais docentes do Programa. Orientado pelo professor norte-americano Ernest Richard Barge, Panerai desenvolveu um sistema eletrônico para um tacomanômetro, aparelho para monitoração clínica do parto. O instrumento já era de uso corrente no exterior, e a intenção do trabalho na Coppe era desenvolver um sistema de baixo custo que o tornasse acessível aos brasileiros.

As primeiras dissertações do programa foram defendidas em 1973, no auge da ditadura militar, que trouxe crise e clima de incerteza ao *campus*.

A segunda dissertação, também orientada por Barge, lidava igualmente com questões relativas ao parto. O estudo desenvolvido por Jurandyr Santos Nogueira propunha a construção de um aparelho elétrico para indução do trabalho de parto e foi defendido em maio, no auge da crise política e administrativa da Coppe. No mesmo dia, Ronaldo Tadeu Pena, que anos depois se tornaria reitor da Universidade Federal de Minas Gerais, defendeu sua dissertação. Orientado pelo brasileiro Sergio Salles Cunha, projetou e construiu um equipamento para medir sinais do interior do crânio de pacientes comatosos. Em setembro, tendo o mesmo orientador, Luis Carlos Carvalho apresentou seu trabalho: o projeto para construção de um gerador de eletroanestesia para ser usado em pesquisas com animais de pequeno porte. Tornava-se, assim, o primeiro médico com mestrado em engenharia biomédica do Brasil.

As dissertações apresentadas nas semanas seguintes trilhavam direções semelhantes: um pouco de instrumentação e um pouco de captura e processamento de sinais fi-

siológicos. Foram essas as duas áreas de pesquisa iniciais do Programa e, ainda hoje, fazem parte dele. As dissertações da turma pioneira de alunos completaram-se com o trabalho defendido em outubro por Ricardo José Machado, orientado por Salles Cunha.

Enquanto isso, o novo diretor da Coppe, Sidney Santos, um antigo e respeitado professor da Escola de Engenharia nomeado pelo reitor para o lugar de Coimbra, procurava pacificar a instituição. Confirmou as nomeações que Coimbra fizera pouco antes de sair, e, tempos depois, os três mentores da crise acabaram demitidos da Coppe.

Mas as consequências dos acontecimentos de 1973 ainda seriam sentidas por muito tempo. Para Coimbra, o episódio custou muito sofrimento pessoal, até que fosse definitivamente inocentado e reabilitado, já no fim do regime militar, no começo dos anos 1980. Quanto à Coppe, todos os programas foram prejudicados de alguma forma, a maioria pela perda de professores, sobretudo os estrangeiros, que na época ainda eram essenciais para a formação dos jovens pós-graduandos brasileiros.

O recém-nascido Programa de Engenharia Biomédica foi um dos mais abalados. Os professores visitantes foram embora, os alunos que ainda estavam cursando as disciplinas se viram de repente sem perspectivas de conseguir orientador, e o grupo ainda carregava a pecha de ter estado no cerne da crise que resultou na saída do fundador.

A retomada

A reconstrução exigiu muito esforço e sacrifício dos que ficaram. Flavio Grynszpan viu-se praticamente sozinho para orientar os alunos. Formulou, com a ajuda de professores do Instituto de Biofísica, um projeto para apresentar ao BNDE. Pedia recursos para investigar e desenvolver métodos para melhorar o diagnóstico médico, principalmente na área cardiovascular, e fazer análise de marca-passos. Aprovado o projeto, seu conteúdo foi desmembrado em temas de dissertações para os alunos da turma que ingressara em 1972, a segunda do Programa. Esses mesmos alunos foram simultaneamente promovidos a auxiliares de ensino e seriam os professores das novas turmas que ingressariam nos anos seguintes.

Fosse a experiência precoce nas atividades de docência, fossem os laços de solidariedade que se formaram na du-

reza daqueles anos, o fato é que foi da segunda turma que saiu a maior parte dos docentes que levariam o Programa de Engenharia Biomédica adiante nas décadas seguintes. Profissionais como Flavio Fonseca Nobre, Antonio Fernando Catelli Infantsi, Antonio Giannella Neto, Marco Antonio von Krüger, Newton Guilherme Wiederhecker e Carlos Roberto

Os embriões das cinco áreas de pesquisa do programa surgiram na segunda metade da década de 1970. Em meio às dificuldades daquela época, os laços de solidariedade entre alunos e docentes foram fundamentais para o sucesso e a continuidade do curso.

Strauss Vieira. Os dois últimos já deixaram o Programa, mas os demais continuam em plena atividade.

Grynszpan, cuja liderança foi decisiva para a reconstrução, se transferiu em 1976 para outro departamento da Coppe e de lá saiu anos depois para se tornar um bem-sucedido executivo no setor privado. Com a saída de Grynszpan do Programa, assumiram a coordenação Infantsi e Wiederhecker, como coordenador e vice, respectivamente. Infantsi permaneceu como coordenador até 1982, quando saiu para cursar o doutorado. Ronney Panerai, que tinha sido aluno da primeira turma e exerceu duradoura influência na consolidação do Programa ao longo dos anos 1980, transferiu-se em 1992 para a Universidade de Leicester, na Inglaterra, onde permanece até hoje.

Ao longo da segunda metade da década de 1970, os temas das dissertações foram se diversificando e novas áreas de pesquisa começaram a se desenhar. Pode-se dizer que os embriões de todas as cinco áreas de pesquisa que hoje formam o Programa de Engenharia Biomédica da Coppe surgiram nessa época. Mas a pioneira área de Instrumenta-

ção continuou a fornecer a maior parte dos temas de dissertação, ao passo que a área de Processamento de Sinais Biológicos se diferenciava e ganhava autonomia. Essa nova área tinha como foco a aplicação de técnicas e ferramentas matemáticas a sinais biológicos, tais como o eletrocardiograma, eletromiograma e sinal do fluxo sanguíneo.

A vinda de novos professores estrangeiros, incluindo alguns que Grynszpan conseguiu atrair graças aos contatos que fizera durante seu doutorado no exterior, também contribuiu para a ampliação e diversificação dos temas de pesquisa. Um dos estrangeiros era Bruce McArthur Sayers, do Imperial College da Universidade de Londres, que impulsionou a área de Processamento de Sinais, fortalecendo a utilização dos métodos quantitativos. Vinha ao Brasil em visitas curtas e, em Londres, orientou no doutorado Panerai, Flavio Nobre e Infantsi. Bem mais tarde, ainda influenciados pelo que aprenderam com Sayers, eles dariam início a outra área, a de Engenharia de Sistemas de Saúde, hoje plenamente consolidada no Programa.

Em 1975, Rubens A. Sigelmann, um brasileiro que trabalhava na Universidade de Washington, nos Estados Unidos, veio passar uma temporada na Coppe como professor visitante. Ficou apenas um ano, mas deixou uma contribuição duradoura: a área de Ultrassom. A aplicação de ultrassom em medicina era então uma novidade praticamente desconhecida no Brasil. Foi mais um pioneirismo do Programa. Sigelmann introduziu Marco Antonio von Krüger e alguns jovens alunos da graduação no tema e voltou aos Estados Unidos. Não chegou a orientar nenhuma dissertação, mas três outros professores estrangeiros que vieram depois – Ernest Richard Greene, Richard E. Challis e David H. Evans – deram continuidade, orientando diversos alunos nos anos seguintes. João Carlos Machado, hoje professor do Programa, fez iniciação científica com Sigelmann em 1975, tornou-se mestre em 1977 sob orientação de Greene e, mais tarde, fez o doutorado em Seattle, nos Estados Unidos, novamente sob a batuta de Sigelmann. Por sua vez, von Krüger fez seu doutorado em Leicester sob a orientação de David Evans.

Ainda na década de 1970, outra área começava a se delinear no Programa: a de Engenharia Pulmonar. Começou a surgir quando Antonio Giannella Neto escolheu fazer o mestrado com coorientação de um médico, pesquisador do Instituto de Biofísica e especialista em fisiologia da respiração. Gostou do tema e decidiu persistir na mesma linha quando,

já nos anos 1980, fez o doutorado. Diferentemente das outras áreas que se formavam (Instrumentação, Processamento de Sinais e Ultrassom, as quais aplicavam a engenharia a problemas de saúde, medicina ou fisiologia, sem eleger um único sistema), a de Giannella lidava – e ainda lida – exclusivamente com o pulmão e suas funções.

Uma dezena de dissertações de mestrado defendidas nos últimos anos da década 1970 chamava atenção para o papel pioneiro de outro orientador, Arvind Caprihan. Os temas das dissertações passeavam pelas diferentes áreas do Programa, mas tinham em comum o uso de uma nova ferramenta que começava então a revolucionar a forma de fazer pesquisa científica e tecnológica em todo o mundo: os microcomputadores. Problemas científicos e tecnológicos que antes eram de abordagem difícil, demorada ou mesmo impossível entraram no raio de alcance dos pesquisadores graças à possibilidade de fazer simulações e modelagens por computador.

A segunda metade da década de 1970 foi também caracterizada pela predominância dos engenheiros entre os alunos do Programa. Embora mantido o recrutamento de alunos graduados em Medicina, era dos bancos das escolas de Engenharia que provinha agora a maior parte dos jovens que se matriculavam a cada ano.

Externamente, o Programa começava a ganhar prestígio. Em 1975, já havia engenheiros biomédicos no Brasil em quantidade suficiente para permitir a criação da Sociedade Brasileira de Engenharia Biomédica (SBEB). Após dois eventos no planetário do Rio de Janeiro, Flávio Grynszpan conso-

lidou a ideia, e Flavio Nobre ajudou-o a viabilizá-la. A primeira diretoria contava com nomes como Euryclides de Jesus Zerbini, responsável pelo primeiro transplante de coração no Brasil; Seigo Suzuki e Adib Jatene, dois futuros ministros da Saúde. Os três, todos médicos, constituíam no Instituto do Coração da Universidade de São Paulo (USP) um núcleo de engenharia biomédica voltado principalmente para viabilizar cirurgias cardíacas e transplantes.

A SBEB tem atualmente 479 associados e ainda hoje sua sede oficial situa-se no Programa de Engenharia Biomédica da Coppe. Desde o início, a SBEB tem contado com docentes do Programa na diretoria e na *Revista Brasileira de Engenharia Biomédica*.

A primeira década da engenharia biomédica na Coppe terminou com 37 dissertações de mestrado defendidas. Apesar de todas as dificuldades, o Programa conseguira sobreviver e produzir os primeiros engenheiros biomédicos formados no Brasil. Mas a maioria de seus professores continuava sem título de doutor – não tinham tido tempo de cuidar de sua própria formação. Em consequência, também não puderam formar nenhum doutor.

Conscientes de que precisavam alcançar a maturidade acadêmica, até o fim da década de 1970 os professores acabaram fazendo uma espécie de rodízio para cursar o doutorado no exterior. Cada um que voltava, vinha mais preparado para ajudar a consolidar as áreas de pesquisa já delineadas, montar os laboratórios adequados para os trabalhos experimentais e conquistar novos alunos. ■





P A R T E 2

O Programa cresce e aparece

Apesar de uma duradoura crise econômica no país, marcada pela hiperinflação persistente, o peso da dívida externa e a retração nos investimentos públicos, que enxugou as verbas destinadas à ciência e à tecnologia, os anos 1980 e 1990 foram de grande crescimento dos cursos de pós-graduação no Brasil. Para a Engenharia Biomédica da Coppe, foi um tempo de consolidação, com a criação do curso de doutorado e uma explosão no número de dissertações e teses. A produção saltou das 37 dissertações produzidas nos anos 1970 para 62 na década seguinte e 139 nos anos 1990 – agora já incluindo teses de doutorado, a primeira das quais defendida em julho de 1988.

É verdade que nem todas as expectativas criadas quando do nascimento do Programa se concretizaram. A esperada formação de um parque industrial fabricante de equipamentos médicos no país, capaz de estimular a comunidade acadêmica com demandas tecnológicas, até hoje não se realizou plenamente.

Não é que o mercado consumidor de equipamentos para a saúde no Brasil seja pequeno. Pelo contrário. Em 2010, somou cerca de R\$ 8 bilhões. Mas esse porte de consumo nunca se traduziu em estímulo ao desenvolvimento local de tecnologia e inovação. O médico Reinaldo Guimarães, que fez longa carreira em gestão pública na área de ciência e tecnologia

aplicadas à saúde – primeiro como diretor da Finep e depois como secretário de Ciência e Tecnologia do Ministério da Saúde – descreve o setor de equipamentos médicos no mundo como muito oligopolizado. É dominado por quatro empresas de porte global: Siemens, Phillips, GE e Hitachi. Em mercados como o brasileiro, essas indústrias no máximo instalam unidades montadoras, ou seja, montam equipamentos e instrumentos cuja tecnologia foi desenvolvida nos países centrais.

As poucas empresas de capital nacional do setor não possuem tecnologia avançada e, portanto, têm pouca ou nenhuma competitividade global. Um número reduzido de empresas locais que consegue sobressair até faz algum esforço de desenvolvimento tecnológico próprio, mas não raro acabam compradas pelas grandes do setor, que tendem a repetir o padrão de priorizar a tecnologia desenvolvida em seus países de origem.

Fernando Infantsi dá um exemplo ilustrador do descompasso entre o conhecimento produzido na academia e sua chegada aos consultórios e hospitais brasileiros. Em 1975, Newton Wiederhecker defendeu dissertação de mestrado na qual investigava a condução da atividade elétrica numa região específica do coração. O método clínico então vigente consistia na inserção de um cateter para chegar ao coração, procedimento invasivo e perigoso para o paciente. Com técnicas de processamento de sinais e aplicação de um método quantitativo, Wiederhecker conseguiu utilizar um simples eletrocardiograma para obter as informações desejadas. Foi uma novidade do ponto de vista tecnológico, criada há mais de 35 anos. Mas os aparelhos comerciais que surgiram para fazer o serviço foram desenvolvidos no exterior. Até hoje são importados pelos hospitais brasileiros.

LIB - LABORATÓRIO DE INSTRUMENTAÇÃO BIOMÉDICA

Persistência premiada

Uma das mais antigas linhas de pesquisa do Laboratório de Instrumentação Biomédica (LIB) é a que trata de bioimpedância e está na raiz de aplicações que, há tanto tempo visualizadas pelos pesquisadores, finalmente começam a chamar atenção do mercado. Uma indústria sediada em Brasília, a Micromed Biotecnologia Ltda, associou-se ao Laboratório em 2007 para desenvolverem em conjunto dois aparelhos: um medidor de composição corporal e um sistema para detectar o limiar de lactato para estabelecer a carga ótima de treinamento de atletas.

A bioimpedância pode ser definida como a oposição que um sistema biológico oferece para a passagem de corrente elétrica. A técnica consiste em aplicar, de forma indolor e não invasiva, pequenas correntes elétricas que atravessam o

sistema biológico. Analisando o comportamento das correntes, é possível descobrir aspectos diversos sobre a saúde, que, muitas vezes, precisam de métodos invasivos para serem conhecidos.

Importante para o controle nutricional e de doenças, inclusive em pacientes que farão cirurgia bariátrica ou se submetem a diálise, o medidor de composição corporal diferencia a massa magra da massa gorda (tecido adiposo) existente no corpo. É, portanto, muito mais preciso que o convencional índice de massa corporal, que não distingue a massa gorda da massa total. O protótipo do aparelho, inédito no Brasil, já está sendo testado em seres humanos, dentro do convênio com a Micromed. Um eletrodo é colocado no punho e no tornozelo do paciente e o resultado da medição é visualizado numa tela de computador.

O segundo produto que o LIB desenvolve com a Micromed é uma técnica inédita no mundo: um sistema não invasivo – isto é, dispensa coleta de sangue – para determinar o limiar de lactato sanguíneo em atletas. O lactato é um metabólito que o organismo produz durante o esforço físico e que é normalmente reprocessado pelo organismo até certo limite. Se o atleta treinar abaixo do chamado limiar de lactato, não renderá tudo que poderia; se ultrapassá-lo, entrará em fadiga. O detector de limiar de lactato consiste num par de eletrodos colocado na coxa do atleta, que, por sua vez, é conectado a um sistema de *hardware* e a um computador. As informações que surgem na tela ajudarão o técnico a calibrar a carga de treinamento de seus atletas, sem ter que recorrer a exames de sangue ou confiar apenas em sua experiência e intuição.

A área de Instrumentação Biomédica

Apesar do contexto desfavorável à expressão da criatividade que resulta em desenvolvimento de tecnologia e inovação, os professores e alunos do Programa de Engenharia Biomédica da Coppe não desistiram. Principalmente na área de Instrumentação Biomédica, a pioneira do Programa, continuaram a estudar e desenvolver sistemas e equipamentos médicos, em teses e dissertações que persistem na disposição de contribuir para gerar tecnologia médica adaptada à realidade brasileira, em termos de custos e de acessibilidade.

Por ter seu foco no desenvolvimento de instrumentação para a área da saúde em geral, a área de Instrumentação atua numa variada gama de interesses, em linhas de pesquisa que vão mudando ao longo do tempo. Nos anos 1990 havia, por

exemplo, uma linha de óptica, que trabalhava no desenvolvimento do uso de *laser* e fibras ópticas e foi descontinuada com a saída do professor que a comandava. Algumas linhas, porém, permanecem desde os tempos iniciais, como a de bioimpedância, na qual os pesquisadores buscam explorar, em variadas aplicações médicas, o fenômeno biofísico da resistência que os tecidos biológicos oferecem à passagem de correntes elétricas.

A área de Processamento de Sinais e Imagens Médicas

Ao longo dos anos 1980 e 1990, a outra área mais tradicional do Programa, Processamento de Sinais Biológicos, foi ampliada e passou a incorporar também o processamento de

Os professores da Coppe que comandam o LIB, Marcio Nogueira de Souza e Alexandre Visintainer Pinto, veem muitas outras possibilidades de aplicação clínica da técnica de bioimpedância. Alguns exemplos: a detecção de reações alérgicas na pele, o diagnóstico de osteoartrite – hoje feito por meio de dolorosas artroscopias – e a detecção de alguns tipos de cáries dentárias.

A bioimpedância pode ser utilizada também para gerar imagens do corpo. Um dos projetos mais antigos e ambiciosos, ainda em andamento no LIB, é a construção de um tomógrafo. Embora conceituados desde os anos 1960, tomógrafos por bioimpedância não existem comercialmente, porque ainda não chegaram a uma qualidade de imagem satisfatória. São usados experimentalmente em vários laboratórios do mundo, onde se busca melhorar a qualidade da imagem e, ao mesmo tempo, encontrar novas aplicações para o aparelho. Uma das potenciais aplicações da tecnologia seria em pacientes internados em UTI, que não precisariam se submeter aos raios X atuais.

O protótipo em desenvolvimento no LIB tem uma concepção diferente dos demais existentes no mundo. Tanto a eletrônica como o *software* são inéditos. O protótipo hoje é capaz de gerar uma imagem a cada 20 segundos, e o objetivo é chegar a 20 imagens por segundo.

Contribuições à cardiologia

Pesquisas de aplicação cardiovascular são tradicionais na área de Instrumentação desde a criação do Programa de Engenharia Biomédica. Dois sistemas desenvolvidos no LIB – um para medir a pressão arterial, e outro para avaliar a função arterial – entraram no radar da Micromed, a mesma empresa que se interessou pelos produtos da linha de bioimpedância. Um projeto conjunto levou-os ao estágio de protótipo.

O inédito sistema de avaliação da função arterial criado na Coppe nasceu de diversos estudos ligados à velocidade de onda de pulso e à morfologia do pulso de pressão. Sabe-se que a velocidade da onda de pulso é um marcador de risco de hipertensão e outras

doenças cardiovasculares. O protótipo desenvolvido com a Micromed consiste em transdutores de pressão colocados nas artérias braquial e radial do braço e conectados a um computador, que, por meio de um *software* especial, analisa os sinais captados. As informações obtidas ajudarão o cardiologista a avaliar o risco de o paciente desenvolver hipertensão ou de a doença progredir.

Nascido da mesma linha de pesquisa, o medidor de pressão arterial não invasivo difere muito dos medidores de pressão comuns, que medem apenas a pressão sistólica, diastólica e a frequência cardíaca. O aparelho da Coppe permite ao cardiologista ver a forma de onda do pulso de pressão, a cada batimento. Trata-se de uma informação valiosa para o médico avaliar com muito mais precisão o quadro do paciente. Medidores de pressão desse tipo já existem no mercado, mas custam cerca de 40 mil euros. A expectativa da Coppe e da empresa é chegar a um de custo mais adequado à realidade dos serviços de saúde brasileiros.

imagens. Seu laboratório é o Laboratório de Processamento de Sinais e Imagens Médicas (Lapis), comandado por Infan-
tosi. Dele também fazem parte Jurandir Nadal e Antonio
Maurício Ferreira Leite Miranda de Sá.

Em 1986, quando voltou do doutorado no Imperial College de Londres, Infan-
tosi deu novo impulso à área. Embora sua
tese tenha sido voltada para a propagação espaçotemporal de
doenças – algo mais próximo dos estudos epidemiológicos –,
ao voltar para o Rio ele se fixou em neurociências, utilizando
modelagem matemática e processamento de sinais eletroen-
cefalográficos para investigar os mecanismos do cérebro.

Jurandir Nadal, outro professor que trabalhou na con-
figuração atual do Lapis, teve trajetória parecida. Também
começou estudando propagação espaçotemporal de doen-
ças (no caso, sarampo e malária), mas mudou de rumo para
aproveitar uma oportunidade na área de Processamento de
Sinais. Acabou por se tornar o primeiro aluno de doutorado
do Programa de Engenharia Biomédica. Sua tese, defendida
em novembro de 1991, sob orientação de Ronney Panerai,
propunha uma forma de classificar arritmias cardíacas a par-
tir da análise de eletrocardiogramas. Ainda hoje Jurandir tra-
balha com processamento de sinais em cardiologia.

Embora, a partir do fim dos anos 1990, uma nova linha de
pesquisa – biomecânica – tenha começado a ganhar espa-
ço na área, os estudos com sinais de eletrocardiogramas e
eletroencefalogramas continuam a render muitos frutos.

A área de Ultrassom em Medicina

A área de pesquisas em Ultrassom começou a ganhar a
face que tem hoje em 1983, quando João Carlos Machado
retornou de Seattle, após o doutorado na Universidade de
Washington, unindo-se a Marco Antonio von Krüger. Juntos
reestruturaram o Laboratório de Ultrassom, que ficou co-
nhecido como LUS. Pouco depois receberam o reforço de
outro recém-doutor do próprio Programa, Wagner Coelho
de Albuquerque Pereira. Ainda hoje são eles três que co-
mandam as pesquisas realizadas no LUS.

Passada a fase inicial em que ainda acreditavam na substi-
tuição de importações e se dedicaram a desenvolver instru-
mentos que nunca seriam fabricados, como um velocímetro
doppler, os professores da área se voltaram para a busca de
novas aplicações para a técnica do ultrassom. Numa delas,
estudaram seu uso na detecção da formação de coágulos
sanguíneos. Outra, iniciada no fim da década de 1990 pelo
professor Machado e que continua em pleno desenvolvi-
mento, busca aplicar o ultrassom na detecção precoce de
câncer no intestino. O objetivo é utilizar ultrassom de alta
resolução, na frequência de 40 MHz, para a obtenção, *in vivo*,
de imagens do intestino grosso de modelos animais de coli-
te ou de tumor do cólon.

Outra linha de trabalho iniciada nos anos 1990 com bons
resultados foi a calibração de instrumentos. Tanto para o

LAPIS - LABORATÓRIO DE PROCESSAMENTO DE SINAIS E IMAGENS MÉDICAS

Um eletrocardiograma para a morte súbita

Um dos grandes problemas do Sistema Único de Saúde é o alto custo de trata-
mentos para pacientes que não necessa-
riamente precisam deles. Caso emble-
mático é o paciente diagnosticado com
risco de morte súbita. São arritmias car-
díacas para as quais o tratamento é a im-
plantação de um desfibrilador. Se há
uma parada cardíaca, o aparelho dá um
choque diretamente no coração, que

volta a funcionar. Entre internação, equi-
pe médica e o custo do aparelho impor-
tado, gastam-se em média R\$ 100 mil
por paciente operado.

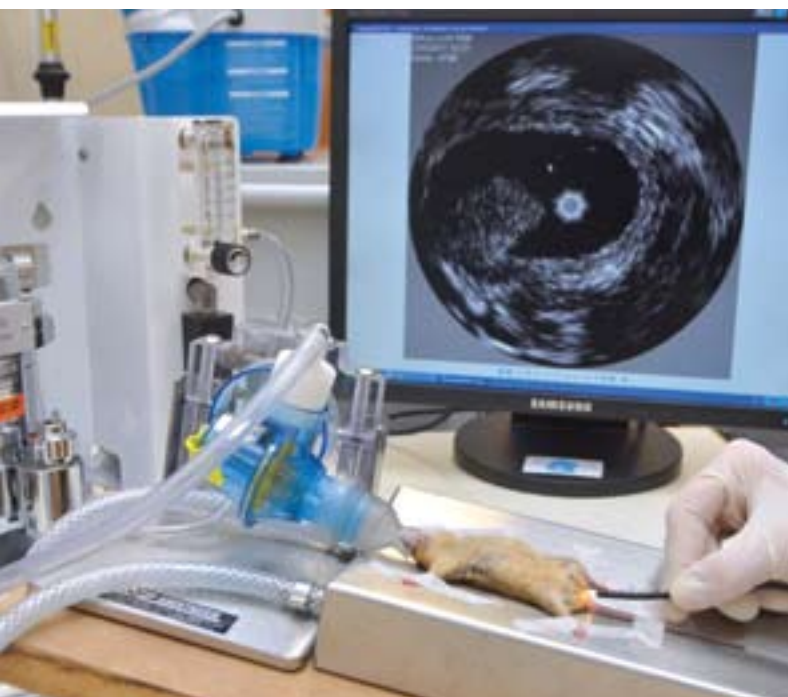
No entanto, dados de acompanha-
mento desses pacientes indicam que,
para cada 11 desfibriladores implanta-
dos, dez nunca precisaram entrar em
ação, porque o doente nunca teve um
episódio de taquicardia ou fibrilação
ventricular. Conclui-se que é preciso
encontrar formas de melhorar a sele-
ção dos pacientes, não só para reduzir
os custos para o sistema de saúde, mas

também para reduzir o sofrimento do
próprio paciente submetido a cirurgias
desnecessárias.

Um sistema de eletrocardiografia de
alta resolução foi desenvolvido numa
premiada tese de doutorado defendida,
no começo dos anos 2000, por Paulo Ro-
berto Benchimol Barbosa, sob orientação
de Jurandir Nadal. O trabalho, premiado
pelo Ministério da Saúde, ainda não está
em uso clínico, porque seu poder de
diagnóstico precisa ser aperfeiçoado. No
entanto, um novo aluno de doutorado já
se debruça sobre o assunto.

ultrassom usado em diagnósticos por imagem como para o ultrassom utilizado em fisioterapia, há normas e procedimentos para garantir que os aparelhos funcionem adequadamente. Uma tese defendida no começo do ano 2000 mostrou que, de 33 equipamentos de fisioterapia avaliados, nenhum atendia à norma brasileira.

Hoje, os professores Wagner e von Krüger mantêm em andamento, no laboratório, pesquisas que buscam desenvolver uma forma simples para aferir o funcionamento desses



aparelhos, de preferência algo que possa ser utilizado pelos próprios fisioterapeutas. Estão trabalhando para desenvolver corpos de prova, os chamados *phantoms* (fantasmas, em inglês). Basicamente, são simuladores dos objetos reais, utilizados para experiências em diversas aplicações científicas e tecnológicas. No caso do LUS, deverão ser peças que, quando irradiadas pelo ultrassom, mostrem uma imagem colorida que indica se o equipamento está funcionando adequadamente ou não.

Uma segunda linha de *phantoms* foi criada para mimetizar as ondas de pressão e fluxo sanguíneo arteriais, a partir de circuitos hidráulicos. O objetivo é usar esses *phantoms* para calibrar aparelhos ultrassônicos que medem parâmetros do fluxo sanguíneo.

LAPIS - LABORATÓRIO DE PROCESSAMENTO DE SINAIS E IMAGENS MÉDICAS

O caso dos recém-nascidos

A autorregulação do fluxo sanguíneo cerebral é um mecanismo que faz com que o volume de sangue que circula no cérebro seja mantido mais ou menos constante, independentemente das variações de pressão. Isso evita derrames e falta de oxigenação do cérebro. Esse mecanismo de autorregulação pode não estar completamente desenvolvido no nascimento da criança, principalmente em bebês prematuros.

Um projeto que levou quase dez anos, numa parceria do Programa de Engenharia Biomédica, da Coppe, com a Universidade de Leicester, na Inglaterra, e o Instituto Fernandes Figueira, da Fiocruz, teve como um dos principais resultados a proposição de um índice de autorregulação específico para recém-nascidos e gerou também outros estudos relacionados à atividade cerebral de bebês.

As dificuldades experimentais, tecnológicas e, mesmo, éticas de pesquisar nessa área são enormes, e o estudo só foi possível graças à colaboração da Universidade de Leicester e do Instituto Fernandes Figueira. A pressão arterial deveria ser adquirida continuamente e, portanto, somente os bebês de alto risco que, por orientação clínica, tivessem cateter inserido na artéria poderiam ser sujeitos da pesquisa, como explica o professor Jurandir Nadal.

Além disso, era preciso encontrar uma forma de medir ou estimar o fluxo sanguíneo cerebral dos recém-nascidos. A solução foi usar um método de ultrassom doppler para medir a velocidade do sangue na artéria. Para obter um bom sinal de ultrassom, foi desenvolvido na Universidade de Leicester um transdutor especial para ser fixado no bebê, sem depender de manipulação de um operador.

O professor Fernando Infantosi e sua equipe realizaram a análise simultânea do eletroencefalograma e da velocimetria doppler, identificando associação entre a atividade cerebral e o fluxo sanguíneo durante o sono.

De forma semelhante, um estudo da atividade cerebral evocada por estímulos auditivos permitiu o diagnóstico de deficiências auditivas em crianças, até mesmo recém-nascidas, as quais são incapazes de colaborar para a realização dos testes de audiometria convencionalmente usados na clínica.



O ataque às bolhas de ar

Em 1992, a filial brasileira da indústria alemã B. Braun pediu ao Laboratório de Ultrassom ajuda para desenvolver uma instrumentação a ser incorporada em suas máquinas de hemodiálise. Queria um sistema capaz de detectar a presença de bolhas de ar no sangue filtrado devolvido ao paciente. A presença de tais bolhas pode provocar embolia e até levar o paciente à morte.

Um engenheiro da empresa foi liberado para fazer o mestrado, e o trabalho foi executado. A máquina de hemodiálise retira o sangue do doente, filtra-o e

reinjeta-o através de uma tubulação. A solução desenvolvida na Coppe consistiu em acoplar à tubulação um dispositivo eletrônico com um transmissor de ultrassom de um lado e um receptor do outro. Ao passar pelo ponto da tubulação onde está o detector, a bolha interrompe a transmissão do ultrassom. O sistema eletrônico detecta a interrupção e dispara um alarme. O equipamento é, então, desligado.

Finalizado o trabalho, o dispositivo foi acoplado à máquina de hemodiálise. Mas aconteceu um imprevisto. A matriz alemã da B. Braun mandou suspender o projeto, porque havia surgido uma tecnologia mais nova para as máquinas

de hemodiálise, que dispensava o tal dispositivo.

Ainda assim, o detector de bolhas continuou a ser útil. A B. Braun acabou por utilizá-lo em bombas de infusão de medicamentos. Essas bombas são empregadas para aplicar medicamentos de forma controlada em pessoas que ficam no soro após cirurgias. São programadas para que o paciente receba a medicação na quantidade adequada e por um tempo programado. As bombas equipadas com o sistema da Coppe continuam no mercado até hoje, mas o professor João Carlos Machado acredita que apenas hospitais mais sofisticados as possuam.

O desenvolvimento e a aplicação de *phantoms* na área de ultrassom também deverão ajudar a melhorar o diagnóstico do câncer de mama. O método habitual é submeter a mulher a exames de mamografia e ultrassonografia, que são interpretados pelo médico. Se ele suspeita da malignidade da lesão, pede uma biópsia para confirmação. Mas essa avaliação ainda é muito subjetiva e gera muitas biópsias desnecessárias. Uma das linhas de pesquisa busca desenvolver um *phantom* no qual serão colocadas características típicas de uma lesão maligna de mama. Aplica-se, então, o ultrassom sobre o *phantom* e, por meio do processamento da imagem obtida, extraem-se as informações que permitirão classificar aquela imagem como indicadora da presença do câncer. O resultado será uma espécie de “padrão-ouro”: algo com que os médicos poderão comparar os resultados dos exames de suas pacientes, diminuindo, assim, o grau de subjetividade na interpretação.

Já nos anos 2000, o professor Wagner, em conjunto com o professor Infantosi, da área de Processamento de Sinais, iniciou uma linha de pesquisa em processamento de imagens de mama por ultrassonografia e mamografia. Do trabalho participa também a médica Carolina Maria Azevedo, do Instituto Nacional do Câncer. A linha de pesquisa busca desenvolver um sistema computacional (também conhecido como CAD – *computer-aided diagnosis*) para detectar

e classificar as lesões mamárias, funcionando, assim, como uma segunda opinião para o especialista. O objetivo é diminuir o número de biópsias desnecessárias (cerca de 50%) que ocorre atualmente.

A área de Engenharia Pulmonar

A área de Engenharia Pulmonar ganhou esse nome em 1983, quando Antonio Giannella Neto, professor do Programa que obtivera o título de mestre oito anos antes com uma dissertação sobre fisiologia da respiração, decidiu iniciar seu doutorado na mesma linha. Depois de três anos fazendo a parte da pesquisa experimental no exterior, voltou ao Rio, defendeu a tese e pôs-se a mobilizar recursos para montar um laboratório de verdade, parecido com o que conhecera em sua estadia no exterior.

Foi assim que surgiu o Laboratório de Engenharia Pulmonar (LEP), que hoje conta com três professores permanentes (Giannella, Frederico Jandre e Alysson Carvalho) e um professor visitante (Edil Luis Santos). Ao longo de toda a década de 1980, o enfoque da área foram as trocas gasosas. As pesquisas envolviam o estudo do metabolismo e a avaliação da função pulmonar por meio da medição dos gases alveolares e arteriais.

Nos anos 1990, porém, começaram a aparecer alunos interessados numa outra especialidade, a ventilação mecânica, e as pesquisas começaram a mudar de perfil. A ventilação artificial tem implicações para o tratamento de pacientes hospitalizados que precisam de auxílio de equipamentos para respirar. São os chamados ventiladores pulmonares. Esses aparelhos, que de início eram exclusivamente mecânicos, foram se sofisticando e passaram, cada vez mais, a ser controlados eletronicamente e a incluir monitores de mecânica ventilatória. Essa crescente sofisticação oferece problemas interessantes para a pesquisa. Assim, desde os anos 1990, o estudo da mecânica ventilatória passou a predominar na área de Engenharia Pulmonar. Desde então, o conhecimento sobre as trocas gasosas encontrou um novo rumo. Começou a ser aplicado em estudos sobre a fisiologia do exercício – um campo de interesse que se expandiria muito nos anos 2000.

A área de Engenharia de Sistemas de Saúde

A área que aplica os conhecimentos da engenharia à formulação de políticas e gestão dos sistemas de saúde começou a nascer no fim dos anos 1970, dentro do metrô de Londres.

Dois professores do Programa, Ronney Panerai e Flavio Nobre, estavam fazendo o doutorado na Universidade de Londres, sob orientação de Bruce Sayers, um especialista no uso de métodos quantitativos e modelos matemáticos aplicados a temas de medicina e saúde. Mais tarde, um terceiro professor do Programa, Antonio Infantosi, seguiria o mesmo caminho. Sayers tinha passado uma temporada na Coppe, onde ajudara a montar a área de Processamento de Sinais.

LEP - LABORATÓRIO DE ENGENHARIA PULMONAR



Respirando por computador

Um desafio da ventilação artificial – popularmente conhecida como respiração artificial, aplicada em pacientes hospitalizados com quadros graves – é torná-la cada vez mais segura e próxima da respiração natural. Sabe-se hoje, por exemplo, que pacientes com lesão pulmonar

aguda ou síndrome do desconforto respiratório agudo podem não necessitar de sedação profunda, nem de altas concentrações de oxigênio. Como, porém, monitorar os diversos elementos da mecânica respiratória do paciente e controlar os ajustes do ventilador?

Um *software* desenvolvido no Programa de Engenharia Biomédica da Coppe e que já está sendo testado em seres humanos busca oferecer respostas a essas perguntas. Conectado ao ventilador, o programa permite identificar, no monitor, elementos como a elasticidade pulmonar (a relação entre a pressão e o volume do ar ventilado nos pulmões) e a resistência das vias aéreas do doente. Indicadores exibidos na tela revelam se a ventilação administrada ao paciente está adequada e segura.

Os resultados dos testes em animais e humanos obtidos até agora indicam a melhora das trocas gasosas, a redução da inflamação pulmonar em decorrência da própria ventilação artificial e a maior homogeneidade da ventilação alveolar. O novo *software* ajudará os profissionais de saúde a operar os equipamentos de ventilação artificial de maneira mais eficiente. No futuro, novas técnicas deverão permitir que o próprio paciente controle o ventilador, por meio da atividade de seu centro respiratório.

Na tese em que trabalhava, Flavio Nobre buscava aplicar os modelos estatísticos e matemáticos de Sayers à avaliação de modelos de fisiologia humana. Mas o professor inglês também estava, na época, interessado em aplicar seus modelos a problemas de epidemiologia. Num de seus projetos, estudava dados recolhidos no Sri Lanka, para avaliar a evolução do peso de crianças e sua correlação com a diarreia, uma das principais causas de mortalidade infantil em países pobres.

Nas viagens que faziam de metrô, entre a universidade e a vila residencial onde moravam, Nobre e Panerai discutiam as possibilidades da aplicação dos métodos quantitativos à saúde pública e falavam de, na volta ao Brasil, criar algo nessa linha.

Panerai voltou primeiro e, em 1979, iniciou um projeto, com cooperação de Sayers, para estudar a difusão e ocorrência do sarampo no Brasil. Era um embrião do que hoje se chama de modelagem espaçotemporal de doenças endêmicas e epidêmicas, ferramenta que se tornou essencial para a prevenção e o controle de surtos e epidemias. Em 1981, Flavio Nobre voltou de Londres e começou a trabalhar na mesma linha. Nesse meio tempo, Infantosi, que ainda não partira para o doutorado, se interessou igualmente pela aplicação dos métodos quantitativos na análise de dados epidemiológicos e de apoio à gestão em saúde.

Os projetos foram surgindo rapidamente. Um deles chamava-se “Estudo de determinantes de saúde” e buscava investigar efeitos de aspectos socioambientais na mortalidade infantil, a partir de dados coletados em várias cidades brasileiras. O tema, que hoje soa corriqueiro, era absoluta novidade nos anos 1980. O aluno de mestrado Renan Varnier R. Almeida, que desenvolveu seu mestrado nesse tema, deu continuidade ao projeto em sua tese de doutorado nos Estados Unidos e, ao regressar, passou a fazer parte do corpo docente do programa. Outro projeto importante da época, financiado pelo International Research Development Council, do Canadá, envolvia a modelagem espaçotemporal da malária.

A essa altura, meados dos anos 1980, vivia-se a aurora da Nova República, com o primeiro governo civil e democrático após duas décadas de regime militar. A corrente de médicos então conhecidos como “sanitaristas” – que vinham de uma formação em medicina social e davam especial atenção a problemas de saúde pública – ascendeu a postos-chave da administração federal. Eram nomes como Sergio Arouca, na

presidência da Fiocruz; Reinaldo Guimarães, na diretoria da Finep; e Hesio Cordeiro, na presidência do Inamps, o braço da Previdência Social que então administrava grandes hospitais e postos de saúde.

Era um momento muito favorável à área que então nascia no Programa de Engenharia Biomédica da Coppe. Hesio Cordeiro, por exemplo, encomendou ao Programa uma avaliação da instalação de uma série de aparelhos de diagnóstico por imagem – tomógrafos e aparelhos de ultrassonografia – que o Inamps havia adquirido da França. Os aparelhos haviam sido enviados a hospitais de todo o país e havia dúvidas sobre a qualidade das instalações. De fato, a maioria estava mal instalada.

Esse trabalho – na verdade mais uma consultoria do que um trabalho acadêmico – encaixava-se numa atividade também nascente na época e que se constituiria na segunda vertente da nova área de Engenharia de Sistemas de Saúde: a ATS, sigla para Avaliação de Tecnologias em Saúde. Formalmente, ATS é um conjunto de métodos usado para verificar se determinada tecnologia da saúde (como um medicamento, um dispositivo, um tipo de cirurgia ou mesmo um modelo de unidade assistencial) é segura, eficaz e economicamente viável em comparação com outras alternativas. A professora Rosimary Terezinha de Almeida, hoje autoridade reconhecida nesse campo, era então aluna do mestrado na Coppe, orientada por Panerai, quando se envolveu em um dos projetos com financiamento do Inamps.

Logo depois, um projeto bem maior e com mais ambições acadêmicas, financiado pela Fundação Kellogg, deu projeção nacional ao trabalho de ATS que o Programa vinha fazendo. O trabalho, coordenado por Panerai, envolveu a estimativa de efeitos de tecnologias perinatais, ou seja, aquelas aplicadas à gestante e ao bebê antes do parto e até as duas primeiras semanas de vida da criança. O objetivo era avaliar se as novas e complexas tecnologias que estavam sendo aplicadas – e eram usualmente consideradas boas apenas por serem novas e complexas – funcionavam realmente de forma satisfatória, nas condições de infraestrutura da realidade brasileira. A ideia era estruturar um pacote básico de tecnologias realmente eficientes do ponto de vista tecnológico, econômico e social, para evitar desperdício de recursos e garantir atendimento de qualidade aos pacientes.

O trabalho, iniciado em 1988, mobilizou mais de 30 especialistas (pediatras, neonatologistas e obstetras), para traba-

lharem com a equipe da Coppe na avaliação de nada menos que 350 tecnologias identificadas como de uso na medicina perinatal. Em 1990, quando Panerai se transferiu para a Universidade de Leicester, na Inglaterra, Infantsi assumiu a coordenação do projeto, que rendeu várias dissertações de mestrado e teses de doutorado e resultou em outros projetos relacionados a sistemas de obtenção de informações e tratamento de dados em saúde.

Mesmo com todo esse dinamismo, a área de Engenharia de Sistemas de Saúde não tinha propriamente um laboratório – até porque não faz experimentos como as demais áreas. Seu trabalho é basicamente feito em computadores. Um dia, não se sabe bem quando, alguém decidiu que aquela sala cheia de computadores e arquivos precisava de um nome: seria o Laboratório de Engenharia de Sistemas de Saúde (Less). A nova área estava, assim, oficialmente sacramentada.

Expansão nacional e internacionalização

Todas as áreas do Programa de Engenharia Biomédica se beneficiaram do novo ferramental que tomou conta das instituições de pesquisa a partir da segunda metade dos anos 1980: o processamento de dados e a busca por modelos matemáticos para responder a questões científicas e tecnológicas. Modelagens por computador passaram a ser cada vez mais utilizadas nas mais diversas aplicações, e esse conhecimento foi disseminado pelo país, levado pelos alunos que se formavam na Coppe.

A participação de ex-alunos como professores universitários em polos de engenharia biomédica em outros estados foi uma conquista até hoje celebrada no Programa. Vários mestres e doutores formados no Programa lecionam hoje em diferentes cursos de graduação e pós-graduação em engenharia, saúde coletiva e educação física, tanto no Rio de Janeiro (na Fiocruz, na Uerj e na própria UFRJ) como em outros estados. Outros ex-alunos aplicam seus conhecimentos em centros de pesquisas de empresas como a Eletrobrás e a Petrobras e no Instituto Nacional de Metrologia (Inmetro). Nesse instituto, dois funcionários que cursaram doutorado no Programa estão montando um laboratório que fará a calibração e certificação dos aparelhos de ultrassom utilizados em exames diagnósticos e tratamentos fisioterápicos em todo o país.

Nos anos 1990, o Programa fortaleceu sua inserção internacional. O grande marco foi a realização do Congresso Internacional de Engenharia Biomédica, no Rio de Janeiro, em 1994. O Programa assumiu a organização local e científica do evento, que trouxe os nomes mais representativos da pesquisa científica e tecnológica no setor de todo o mundo. Antonio Giannelli, da área de Engenharia Pulmonar, foi o presidente, e Jurandir Nadal, da área de Processamento de Sinais e Imagens Médicas, foi o coordenador científico. Os professores João Machado e Fernando Infantsi também deram importante contribuição para a organização.

Desde então, as cooperações internacionais só fizeram crescer em número e qualidade. Além disso, o programa passou a receber alunos estrangeiros e a enviar alunos para o exterior para cursar doutorados-sanduiche.

No fim da década, o Programa iniciou sua participação em redes de cooperação internacional. Já participou de quatro redes do Programa Alfa, mantido pela União Europeia para estimular a cooperação científica com a América Latina (cada rede envolve pelo menos três países europeus e três latino-americanos), e participou também de quatro projetos do Programa Ibero-americano de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento (Cyted). Um deles, dedicado ao desenvolvimento de protótipos de sistemas ultrassônicos e computacionais para diagnóstico cardiovascular, envolve dez grupos de pesquisa de seis países.

No *front* nacional, o Programa ganhou mais projeção. Com as novas linhas de pesquisa voltadas para o apoio à gestão dos serviços de saúde, os órgãos governamentais do setor perceberam novas e mais amplas possibilidades de cooperação. Ao mesmo tempo, surgiam mudanças no perfil do alunado. Jovens graduados nas ciências da saúde começaram a predominar entre os candidatos ao mestrado e ao doutorado. Não propriamente médicos, mas profissionais de Fisioterapia, Educação Física e Fonoaudiologia – especialidades em que inexistem cursos de pós-graduação ou que estejam em fase emergente.

A tendência ficaria ainda mais nítida nos anos 2000. Com a entrada da economia brasileira num novo ciclo de crescimento, os engenheiros se tornaram escassos. Os melhores alunos da graduação na Engenharia, candidatos naturais às vagas na pós-graduação, são avidamente disputados pelas empresas. O valor das bolsas de mestrado e doutorado está longe de competir com os salários oferecidos pelo mercado aos jovens engenheiros. ■





P A R T E 3

Novo milênio, novas demandas

O novo milênio chegou trazendo novos desafios para o Programa. O início do século XXI marcou uma guinada na trajetória do Programa de Engenharia Biomédica. O grupo discreto, que trabalhava em silêncio, concentrado na missão de usar o ensino e a pesquisa para formar recursos humanos, ganhou uma nova dinâmica e mais visibilidade ao acrescentar a seu perfil outra missão: levar os conhecimentos acumulados no ambiente acadêmico para o ambiente da gestão da saúde pública.

Por meio da *expertise* construída no novo campo da Avaliação de Tecnologias em Saúde (ATS), cuja importância passou a ser percebida pelos órgãos governamentais do setor, o conhecimento das diversas áreas de pesquisa do Programa passou a ser mobilizado em estudos que vão revelando fraquezas, forças e oportunidades de aperfeiçoamento do sistema de saúde no país.

O Programa também foi arejado pelos novos interesses trazidos por um novo tipo de aluno: os graduados em Fisioterapia e Educação Física. Os conhecimentos acumulados em anos de estudos sobre mecânica respiratória e no processamento de sinais eletroencefalográficos, por exemplo, são agora aplicados em teses e dissertações sobre fisiologia do exercício e biomecânica. Entre as aplicações das técnicas e metodologias que estão sendo desenvolvidas, incluem-se

métodos de diagnóstico e terapias de uso em medicina esportiva e para o treinamento de atletas. São temas que colocam o Programa, muito oportunamente, em posição de atender demandas relacionadas aos Jogos Olímpicos de 2016.

A maior aproximação com as demandas da realidade imediata em nada prejudicou a produção acadêmica. Muito pelo contrário. O número de teses e dissertações continua crescente: 164 na primeira década do milênio, contra 139 na década anterior. Mantida a tendência sinalizada pelos primeiros meses de 2011, deverá chegar a mais de 200 nos próximos dez anos. A publicação de artigos científicos em revistas internacionais indexadas, que era de menos de cinco artigos por ano na década de 1990, cresceu consistentemente, atingindo mais de 20 trabalhos por ano entre 2006 e 2010. O resultado foi a conquista, em 2007, do grau máximo na avaliação que a Capes faz dos cursos de pós-graduação no Brasil. É o único em Engenharia Biomédica a exibir o conceito 7.

Mais eficiência na gestão da saúde

No Brasil, como nos outros países desenvolvidos e emergentes, um grande problema da assistência à saúde é que o espetacular avanço das tecnologias de diagnóstico e tratamento tem representado custos econômicos crescentes, que ameaçam a estabilidade e a continuidade dos sistemas de saúde públicos e privados.

Excesso de equipamentos e unidades assistenciais numa região e escassez em outra e pressão de pacientes e médicos por utilização de técnicas dispendiosas não necessariamente custo-efetivas são apenas alguns dos problemas envolvidos na questão e que costumam dar dores de cabeça aos gestores de sistemas públicos e de planos de saúde privados.

A ATS é um campo de conhecimento multidisciplinar por natureza, que tem se desenvolvido nos últimos anos como uma resposta a esse desafio. Ela pode ser utilizada para investigar se um determinado tipo de tecnologia de amplo uso em hospitais está sendo realmente eficaz, como para avaliar tecnologias emergentes e ajudar o gestor a decidir se vale a pena investir numa determinada tecnologia agora ou esperar pela novidade que está chegando. Dialoga tanto com quem toma decisões sobre a política de saúde de um país como com o engenheiro clínico, o profissional responsável pela aplicação e desenvolvimento dos conhecimentos

de engenharia e das práticas gerenciais associadas às tecnologias dentro dos estabelecimentos de saúde.

A combinação da ATS com as técnicas de modelagem estatística e de sistema de informações geográficas – que permitem tratar um grande volume de dados estatísticos e deles extrair informações relevantes e de fácil visualização – tem revelado grande potencial como ferramenta de apoio à decisão na área de saúde.

Foi com esse tipo de informação e argumento na bagagem que a professora Rosimary Terezinha de Almeida chegou em 2005 à Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS), que controla os planos de saúde no país. Ela foi cedida pelo Programa de Engenharia Biomédica para estruturar uma gerência dedicada a desenvolver ações de ATS. Durante três anos na função, Rosimary ajudou a impulsionar no Ministério da Saúde e nas agências – além da ANS, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) – a ideia da aplicação da ATS no Brasil.

Nesse processo teve um importante interlocutor: Reinaldo Guimarães, que, entre 2007 e 2010, foi secretário de Ciência e Tecnologia do Ministério da Saúde. Pouco antes, em 2005, quando Reinaldo chefiava um departamento dessa secretaria, ele criara a coordenação de ATS voltada exclusivamente para medicamentos e vacinas, uma área em que a Engenharia Biomédica da Coppe não atua – mas é prioritária para o governo, porque representa R\$ 35 bilhões anuais dos gastos em saúde no Brasil, dos quais cerca de 30% são do SUS (com equipamentos médicos, o país gasta R\$ 8 bilhões por ano, dos quais 25% a 30% são gastos públicos). Em 2008, por iniciativa do Ministério, foi criada a Rede Brasileira de Avaliação de Tecnologias em Saúde (Rebrats), que reúne diversas instituições de pesquisa, incluindo a Coppe.

A aplicação da ATS no Brasil ainda é recente, mas sua gradativa institucionalização, muito com a ajuda e participação do Programa de Engenharia Biomédica da Coppe, aponta para uma tendência irreversível. Dentro do Ministério da Saúde já está clara, por exemplo, a noção de que o poder de compra do SUS pode e deve ser utilizado para influenciar o mercado de equipamentos, medicamentos e outros produtos para a saúde. Mudanças na legislação de compras públicas já começam a ser produzidas com esse objetivo. Nesse sentido, o conhecimento acumulado nas instituições de pesquisa pode ajudar o Brasil a ser tanto um produtor como um consumidor bem-informado de produtos para a saúde.

Um algoritmo contra o câncer

Em 2005, uma tese de doutorado defendida na Coppe representou uma mudança de paradigma na aplicação dos métodos quantitativos aos problemas de gestão da saúde pública. O trabalho de Saint Clair dos Santos Gomes propôs um modelo para determinar a infraestrutura necessária à assistência oncológica no Sistema Único de Saúde (SUS). A novidade é que os métodos quantitativos habituais foram utilizados para obter informações qualitativas. Em vez de apenas contabilizar os números do programa de assistência oncológica, a tese propunha um método para avaliar o que acontecia com os pacientes que passavam pelo serviço. Ou seja, apenas usando métodos estatísticos, acompanhar o passo-a-passo de cada indivíduo no universo dos milhares atendidos no sistema.

Por permitir extrair da frieza dos números a situação dos seres humanos reais, espera-se que esse tipo de me-

todologia ajude a mudar toda a lógica atual de funcionamento dos sistemas de saúde.

Aplicando o método às bases de dados do SUS do Estado de São Paulo, Saint Clair buscou responder a uma pergunta básica: para cada mil novos casos de câncer, quanto é preciso ter de infraestrutura para tratamento? E concluiu formulando um algoritmo para os gestores poderem dimensionar as necessidades de radioterapia, quimioterapia e cirurgias no sistema de saúde.

Apesar de contemplada com o Prêmio SUS de Melhor Tese de Doutorado em 2006, a metodologia ainda não foi aplicada no sistema, mas teve um desdobramento importante.

O método de Saint Clair foi aprimorado e aplicado à base de dados de um programa do Ministério da Saúde chamado Viva Mulher, de rastreamento do câncer de colo de útero. Com isso, outros pesquisadores estão conseguindo acompanhar a trajetória de cada mulher que entra numa unidade de saúde do SUS no Estado do Rio de Janeiro para

fazer o tradicional exame preventivo – o teste de Papanicolaou. Assim, está sendo possível saber o número de mulheres usuárias do programa, até então desconhecido, e verificar se a conduta preconizada está sendo cumprida.

Embora o Brasil tenha um programa nacional de rastreamento do câncer do colo do útero, a doença continua a causar alta mortalidade, devido à dificuldade de acesso ao serviço de saúde e a falhas no processo de acompanhamento das mulheres usuárias do programa. Assim, muitas mulheres chegam à unidade de saúde já com o câncer em estágio avançado e outras, embora diagnosticadas a tempo, não continuam o tratamento.

A avaliação dos dados do Programa Viva Mulher ainda está em andamento, mas um primeiro grande resultado já apareceu, revelando que, se as falhas do programa fossem corrigidas, seria possível detectar, no rastreamento, aproximadamente o dobro de mulheres com lesão precursora para câncer a cada ano.

Os caminhos do futuro

Os novos temas de pesquisa iniciados nos anos 2000 já sinalizam de onde deverão vir os principais frutos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Coppe nos próximos anos. Trabalhando de maneira cada vez mais interdisciplinar, os pesquisadores do Programa desenvolvem uma série de projetos em engenharia neural, biomecânica, biotecnologia e bioinformática.

Da linha de engenharia neural, biomecânica e fisiologia do exercício deverão sair contribuições importantes tanto para pessoas doentes como para pessoas que são ícones de vida saudável: os atletas.

Um sofisticado Laboratório de Fisiologia do Exercício e Locomoção Humana está sendo montado para reunir pesquisas de três áreas do Programa – Instrumentação, Processamento de Sinais Biológicos e Engenharia Pulmonar. Com recursos de R\$ 1,8 milhão aprovados pelo ProInfra, o programa federal de financiamento à infraestrutura das instituições de pesquisa, o novo laboratório estudará assuntos como padrões de marcha de pessoas saudáveis e de pacientes com problemas de locomoção. Desse estudo deverão resultar técnicas para emprego no treinamento de atletas, a redução de lesões associadas a práticas esportivas e o tratamento de pessoas com paralisias e outros distúrbios.

Ventiladores pulmonares reprovados

O conhecimento acumulado no Programa de Engenharia Biomédica dos aspectos envolvendo o pulmão e a engenharia foi decisivo para diagnosticar o mau estado dos equipamentos utilizados na assistência ventilatória, em UTIs de hospitais do município do Rio de Janeiro, e, assim, chamar atenção para um problema que requer atenção contínua dos órgãos de vigilância sanitária.

A pesquisa, coordenada pelos professores Roberto Macoto Ichinose e Antonio Giannella Neto, foi realizada entre 2005 e 2008. O problema havia sido detectado inicialmente pela Rede Brasileira de Hospitais Sentinela, da Anvisa, que reúne hospitais de ensino e pesquisa de todo o país. A Rede analisa os chamados eventos adversos, que são efeitos não desejados, em humanos, do uso de produtos sob vigilância sanitária, e os

comunica à Anvisa. A Rede suspeitou de um tipo de ventilador pulmonar, que teve sua comercialização suspensa para averiguações. Contatada pelo Ministério da Saúde, a Coppe realizou os ensaios do equipamento e posteriormente propôs um projeto de pesquisa à Faperj, com recursos do Ministério da Saúde, para avaliar o estado e o modo de utilização dos ventiladores pulmonares empregados em UTIs da cidade do Rio de Janeiro.

Para ser comercializado, um equipamento de saúde tem de passar por testes e receber um registro da Anvisa. Mas, para equipamentos já em uso, não há legislação. Alguns são novos, outros antigos, alguns recebem manutenção, outros não. Ventiladores pulmonares que funcionam mal podem causar lesões no pulmão do paciente por pressão excessiva, enviar oxigênio e gases

respiratórios insuficientes ou mesmo administrá-los numa mistura inadequada, levando a situações de risco.

Vinte ventiladores em uso em dois hospitais de referência no Rio de Janeiro foram testados. Apenas um foi totalmente aprovado. Mesmo os aparelhos que tinham manutenção preventiva apresentavam problemas, o que apontou a necessidade de fiscalizar os prestadores de serviços.

Num dos hospitais, houve oportunidade de fazer ensaios em ventiladores novos, que estavam sendo adquiridos. A compra foi suspensa porque também eles tinham problemas. Mais tarde, a pesquisa foi estendida a outros 20 aparelhos, usando a mesma metodologia desenvolvida para a primeira etapa do trabalho. Os resultados estão sendo avaliados.





Exemplo de estudo dessa natureza é o que envolve o sistema de eletroestimulação funcional desenvolvido na área de Instrumentação. O sistema aplica impulsos elétricos sobre os músculos de animais e seres humanos, fazendo com que se contraíam e produzam movimento. O objetivo é descobrir como se dá o controle do conjunto de músculos que trabalham sincronizados para realizar um movimento coordenado. A partir do entendimento do que acontece com a mecânica de um membro, será possível desenvolver, por exemplo, técnicas para recuperar os movimentos dos membros de vítimas de acidente vascular cerebral (AVC).

Na área de Processamento de Sinais, os pesquisadores estudam a marcha humana, utilizando métodos que desenvolveram para avaliar quantitativamente o padrão de marcha. Numa das pesquisas – uma tese de doutorado defendida por uma fisioterapeuta – compararam-se duas diferentes formas de tratamento de pessoas acometidas pelo mal de Parkinson. A doença provoca tremores e compromete a capacidade de locomoção. O tratamento mais usual – um medicamento chamado dopamina sintética – foi comparado com uma forma de terapia ainda pouco conhecida no Brasil, que é o implante de um estimulador elétrico no cérebro do paciente. Para essa parte do estudo, foram acompanhados pacientes do Centro Médico da Universidade do Kansas.

A conclusão da pesquisa foi de que o estimulador é mais eficaz que o medicamento, mas a melhor terapia ainda é uma combinação dos dois. O mais importante, porém, é que o método desenvolvido permitiu avaliar o quanto a marcha de cada grupo de doentes se distanciava da marcha de uma população saudável da mesma idade. A partir daí, uma nova pesquisa, ainda em andamento, está focando apenas na iniciação da marcha. O paciente é colocado sobre duas plataformas de força, e é medida a pressão nas plataformas causada pelo movimento que a pessoa faz para iniciar a caminhada. Só isso já revelou diferenças entre o padrão normal e o padrão doente.

Como consequência desse tipo de pesquisa, uma área que está crescendo no Programa é a engenharia neural. Transversal por natureza, pois recebe contribuições de todas as demais áreas, pode ser definida como uma engenharia biomédica aplicada às neurociências. Trabalha com a interface cérebro-máquina, da qual um exemplo é o estimulador elétrico implantado no cérebro dos doentes de Parkinson. Para isso, conhecer o funcionamento do cé-

rebro é fundamental. Em sua dissertação de mestrado, um aluno graduado em Educação Física estudou a imagética motora em jogadores de vôlei. Imagética motora é o planejamento do movimento, não a sua execução. Tem mais a ver com fatores psicológicos do que com a atuação dos músculos. Um atleta de salto em altura, por exemplo, monta uma estratégia antes de executar o salto, assim como o goleiro planeja seu movimento antes de saltar para defender o pênalti.

No estudo sobre o vôlei, jogadores e não jogadores assistiram a um filme que mostrava um ataque de vôlei e foram convidados a imaginar como executariam aquela ação. A pesquisa consistiu em avaliar e comparar os eletroencefalogramas dos indivíduos para observar as mudanças no córtex relacionadas ao ato de imaginar o movimento.

São informações que, no futuro, poderão ser utilizadas tanto para o desenvolvimento de técnicas que aumentem o desempenho de atletas como para restaurar capacidades perdidas de movimentação.

LIB - LABORATÓRIO DE INSTRUMENTAÇÃO BIOMÉDICA

Tecnologia para criar atletas olímpicos

Uma cooperação do Laboratório de Instrumentação Biomédica (LIB) com o Clube de Regatas do Flamengo poderá contribuir para elevar os resultados do Brasil nas competições de remo das Olimpíadas do Rio de Janeiro. O laboratório está desenvolvendo um sistema de instrumentação para medir força, posição da pá, posição do remador, aceleração e frenagem do barco, entre outros aspectos envolvidos no processo da remada. Com tais informações, os treinadores poderão tomar decisões menos subjetivas no trabalho de preparação de seus atletas.

A *performance* desportiva tem se tornado cada vez mais dependente de tecnologia. Pequenos aspectos



quase imperceptíveis a olho nu – como um determinado movimento da mão de um nadador ou uma determinada posição do pé de um corredor – podem representar uma perda de milionésimos de segundo. Com informações captadas e medidas por instrumentos como o que está sendo desenvolvido para o remo, pequenos ajustes muito individuais num atleta que já rende o máximo na parte física – uma espécie de “sintonia fina” – poderão representar a diferença entre a vitória e a derrota. Ou entre o ouro e a prata.

O projeto desenvolvido na Coppe, iniciado em 2010, já tem boa parte da instrumentação pronta. Já é possível medir a velocidade e a aceleração dos barcos e a posição dos remos. Uma das metas que se espera alcançar antes das Olimpíadas de 2016 é criar uma espécie de “clínica de remo”, que faria a “sintonia fina” em remadores que já têm índices nacionais, sul-americanos ou olímpicos. É essa a filosofia de trabalho do laboratório, que, no futuro, poderá ser aplicada a outros esportes. No caso do remo, Brasil e Argentina são as duas grandes potências na América do Sul. O que falta para o Brasil se tornar hegemônico é agregar tecnologia aos treinamentos.



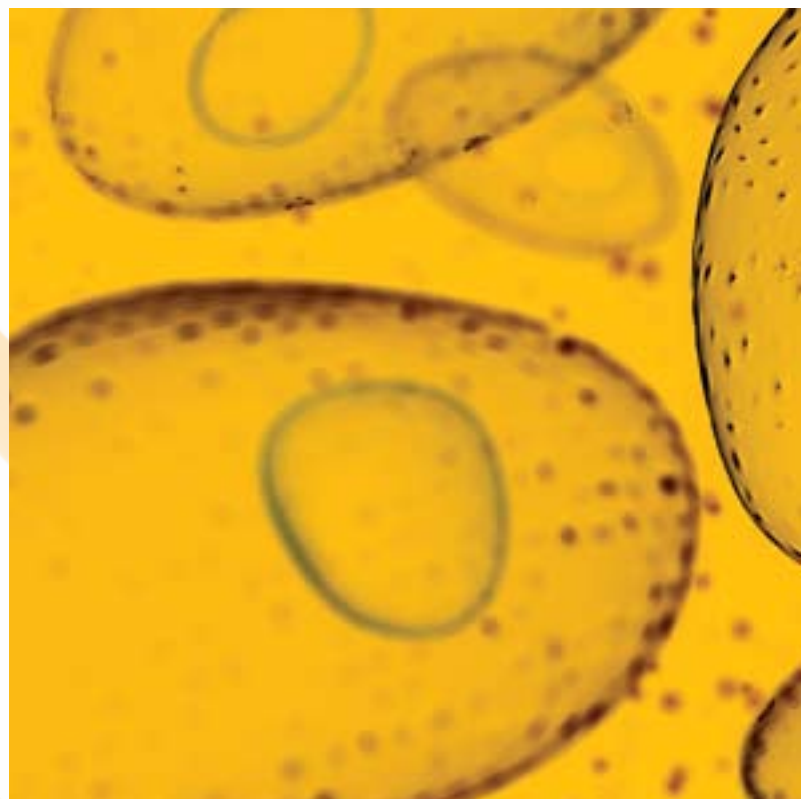
Do mesmo modo, a forma de atuação do cérebro no controle do movimento vem sendo estudada com o auxílio de realidade virtual. O estímulo por meio de movimentos em um cenário virtual pode iludir o sistema nervoso e provocar respostas que poderão ser usadas para melhorar o equilíbrio, principalmente de atletas.

Para fortalecer a vocação natural da engenharia biomédica para a inovação tecnológica em saúde, o Programa conta com dois grandes projetos, coordenados pelo professor Fernando Infantes: um de infraestrutura, para a construção de um prédio de laboratórios que abrigará o Núcleo de Tecnologia e Inovação em Engenharia Biomédica, e outro para equipar esses laboratórios com equipamentos de última geração. Os recursos para a construção do Núcleo, de quase R\$ 4,5 milhões, são do Fundo Transversal gerido pela Finep, enquanto os destinados à aquisição de equipamentos (R\$ 1,5 milhão) provêm do Ministério da Saúde. Com o aporte suplementar de recursos, espera-se que o Núcleo se constitua em um centro integrador de desenvolvimento de pesquisas básicas e aplicadas da engenharia em saúde.

Entrando no microuniverso de células e genes

Uma linha de pesquisa em biotecnologia, iniciada em meados dos anos 2000 na área de Instrumentação, trabalha no desenvolvimento de um citômetro de fluxo adequado às necessidades brasileiras. O aparelho é de uso em laboratórios de pesquisas com células. Basicamente sua função é enfileirar células em suspensão e iluminá-las com um *laser*. Detectores especiais captam a luz do *laser* espalhada e refletida pelas células e, pelas características do espalhamento e reflexão da luz, é possível classificar cada tipo de célula que passa pelo aparelho. Para isso, são utilizados nas células reagentes específicos, chamados de marcadores. Citômetros de fluxo já existem comercialmente há muito tempo – alguns chegam a custar US\$ 1 milhão. Mas a tecnologia de fabricação inexistente no Brasil.

Em instituições de pesquisa como a Fiocruz, grandes usuárias desse tipo de equipamento, há tecnologia para fazer marcadores específicos para o estudo de células envolvidas nas endemias típicas do Brasil e de outros países em desenvolvimento, como febre amarela e dengue. Mas nem sempre os citômetros estrangeiros – criados para necessidades dos países desenvolvidos – funcionam com os marcadores



brasileiros. Por isso, a área de Instrumentação do Programa de Engenharia Biomédica espera encontrar um parceiro disposto a investir no desenvolvimento de um citômetro nacional. Duas dissertações em torno do tema chegaram a um equipamento experimental.

Na mesma linha de biotecnologia, o Laboratório de Instrumentação está desenvolvendo um eletroporador, equipamento também de uso em pesquisas de biologia celular. O aparelho dá choques elétricos em células em suspensão. O campo elétrico abre poros nas células, pelos quais se podem colocar substâncias dentro delas – como medicamentos experimentais – ou extrair partes de seu interior.

Uma das mais recentes linhas de pesquisa do Programa é a bioinformática. Implementada no Laboratório de Engenharia de Sistemas de Saúde, busca desenvolver modelos matemáticos para analisar o genoma e classificar as informações obtidas. Essas técnicas permitem identificar, por exemplo, padrões de grupos de genes que se associam para provocar uma determinada doença.

Numa parceria com a Fiocruz e o Instituto de Biofísica da UFRJ, amostras de genes ou de proteínas codificadas para a linguagem de computador são analisadas com a ajuda dos modelos matemáticos. Com essa técnica, estão sendo estu-



dados casos de pessoas com o HIV, o vírus da Aids, que apresentam resistência aos medicamentos usados para controlar a doença. O objetivo é descobrir o que essas pessoas têm em comum – por exemplo, mutações ocorridas nos genes –, que possam explicar por que elas desenvolvem mais resistência que as outras.

A mesma abordagem está sendo aplicada numa cooperação com o Instituto Nacional de Câncer, no estudo do genoma de pacientes que apresentam efeitos adversos à quimioterapia.

Um cenário alvissareiro para os profissionais de interface

O setor de saúde é um dos maiores consumidores de tecnologia no mundo desenvolvido e em desenvolvimento. Há uma demanda crescente por novas tecnologias médicas e, ao mesmo tempo, para que sejam barateadas e se tornem acessíveis a parcelas cada vez maiores da população.

Quanto mais tecnologia se incorpora aos diagnósticos e tratamentos médicos, mais aumenta a expectativa de vida das pessoas. Quanto mais envelhece a população, mais cres-

cem os agravos de saúde relacionados ao envelhecimento e, portanto, mais aumenta a demanda de novas tecnologias.

São desafios múltiplos e complexos que, cada vez mais, exigirão profissionais de tecnologia. Em países como os Estados Unidos, os engenheiros biomédicos já aparecem no topo do *ranking* de profissões em que mais cresce a oferta de novos empregos.

É muito possível, mesmo provável, que essa tendência chegue ao Brasil, onde o complexo quadro de saúde conjuga demandas de país pobre, em que predominam endemias como a dengue e a malária, com demandas de país rico, em que prevalecem doenças cardiovasculares, câncer e problemas neurológicos decorrentes do envelhecimento.

Para lidar com a multiplicidade e a complexidade desse cenário, serão necessários, cada vez mais, profissionais de formação interdisciplinar. Profissionais de interface, como são os engenheiros biomédicos.

As tendências da última década indicam um futuro promissor. Do lado da pesquisa, generosos recursos financeiros se tornaram disponíveis nos últimos oito anos. O Ministério da Saúde montou um inédito programa de fomento em que passou a financiar grandes projetos com recursos do Fundo Nacional de Saúde. Só entre 2002 e 2007, foram mais de R\$ 350 milhões. A criação dos fundos setoriais para financiamento de todas as áreas da ciência e da tecnologia tirou universidades e centros de pesquisa da penúria em que estavam no fim do século passado – permitindo inclusive a renovação de sua infraestrutura, com a construção de novos e modernos laboratórios.

A médica Maura Pacheco, que há 30 anos trabalha na Fienep cuidando do financiamento de projetos na área de saúde, informa que as verbas do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) cresceram mais de dez vezes nos últimos oito anos. Passaram de menos de R\$ 300 milhões, em 2002, para R\$ 3,8 bilhões, em 2010. Para a engenharia biomédica especificamente, o crescimento foi de quase 20 vezes: de R\$ 2,8 milhões para R\$ 53,8 milhões.

Até a escassez de engenheiros, que atormenta os gestores de grandes e pequenos empreendimentos iniciados com a retomada do crescimento econômico, é uma oportunidade para aumentar o dinamismo dos cursos de graduação e pós-graduação em engenharia.

É um cenário alvissareiro, que, no Programa de Engenharia Biomédica, até faz esquecer a dureza dos tempos iniciais, quarenta anos atrás. ■

Programa de Engenharia Biomédica

CORPO DOCENTE PERMANENTE

Alexandre Visintainer Pino
Alysson Roncally Silva Carvalho
Antonio Fernando Catelli Infantosi
Antonio Giannella Neto
Antonio Maurício Ferreira Leite Miranda de Sá
Flavio Fonseca Nobre
Frederico Caetano Jandre de Assis Tavares
João Carlos Machado
Jurandir Nadal
Luciano Luporini Menegaldo
Marcio Nogueira de Souza
Marco Antonio von Krüger
Renan Moritz Varnier Rodrigues de Almeida
Roberto Macoto Ichinose
Rosimary Terezinha de Almeida
Wagner Coelho de Albuquerque Pereira

Professor visitante:

Edil Luis Santos

CORPO DE FUNCIONÁRIOS TÉCNICO-ADMINISTRATIVOS

Alexandre Augusto Jacobina – secretário executivo
Amauri de Jesus Xavier – gerente da rede de computadores e oficina mecânica
Diniz de Souza Silva – gerente, almoxarife
Edna do Nascimento – secretária acadêmica
Luciano Tahiro Kagami – técnico em eletrônica
Marli Flor da Silva Coelho – auxiliar administrativa
Roque Antônio de Cerqueira – auxiliar administrativo

AGRADECIMENTOS

O conteúdo desta publicação foi baseado nos depoimentos das seguintes pessoas, às quais os organizadores agradecem:

Alberto Luiz Galvão Coimbra
Alexandre Visintainer Pino
Antonio Fernando Catelli Infantosi
Antonio Giannella Neto
Flavio Fonseca Nobre
Flavio Grynszpan*
Frederico Caetano Jandre de Assis Tavares
João Carlos Machado
Jurandir Nadal
Marcio Nogueira de Souza
Maura Pacheco
Reinaldo Guimarães
Roberto Macoto Ichinose
Rosimary Terezinha de Almeida

* Depoimento concedido ao Projeto Memória da Coppe em 10/1/1996

CRÉDITOS

Comissão editorial acadêmica

Flavio Fonseca Nobre
Rosimary Terezinha de Almeida

Equipe técnica

Dominique Ribeiro

EDIÇÃO EXECUTIVA

Terezinha Costa

REDAÇÃO E EDIÇÃO DE TEXTO

Lucia Seixas

JORNALISTA COLABORADORA

Rosimeire Marostica

PRODUTORA FOTOGRÁFICA

Carla Maria da Silva

Carlos Ribeiro

Karina Mattos

Marcos Patricio

Natália Araújo

Thiago de Andrade Carvalho

PRODUTORES EXECUTIVOS

Jonatas Araujo de Oliveira

ASSISTENTE DE PRODUÇÃO

Traço Design

PROJETO GRÁFICO

Somafoto

FOTOGRAFIA

Marcelo Bessa

REVISÃO DE TEXTO

Gráfica Colorset

IMPRESSÃO

APOIO





PEB

Programa de
Engenharia Biomédica
COPPE|UFRJ

PROGRAMA DE ENGENHARIA BIOMÉDICA – COPPE/UFRJ

Av. Horácio Macedo, 2030 – Centro de Tecnologia – Bloco H – sala 327

Cidade Universitária – Ilha do Fundão – Rio de Janeiro/RJ

Caixa Postal: 68510 – CEP 21945-970

Tel. (21) 2562-8629, 2562-8630 e 2562-8631

Fax: (21) 2562-8591

E-mail: secretariaexpeb@coppe.ufrj.br

<http://www.peb.ufrj.br>