

# Novos caminhos

## EM PESQUISA EMPRESARIAL

Resultados  
do Programa Inovação Tecnológica  
em Pequenas Empresas

JORNALISMO CIENTÍFICO

# Novos caminhos

## EM PESQUISA EMPRESARIAL

Resultados  
do Programa Inovação Tecnológica  
em Pequenas Empresas

VOLUME 1

# Novos caminhos

## EM PESQUISA EMPRESARIAL

Resultados  
do Programa Inovação Tecnológica  
em Pequenas Empresas

JORNALISMO CIENTÍFICO



2 0 0 4

*Coordenador*

Joaquim J. de Camargo Engler

*Editora responsável*

Maria da Graça Mascarenhas

*Preparação do texto*

Tatiane Britto Costa

*Revisão*

Margô Negro

*Capa e projeto gráfico*

Tânia Maria dos Santos

*Impressão*

GraphBox-Caran

---

Novos caminhos em pesquisa empresarial : resultados do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas / [coordenador Joaquim J. de Camargo Engler]. – São Paulo : FAPESP, 2004. 352 p. ; 21 cm. – (Resultados do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas ; 1)

P. de rosto: Jornalismo científico.  
ISBN 85-86956-17-1

1. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo 2. Pesquisa - Financiamento 3. Pesquisa - São Paulo (Estado) 4. Inovação tecnológica I. Engler, Joaquim J. de Camargo.

04/02

CDD – 507.208161

---

Depósito Legal na Biblioteca Nacional, conforme Decreto n.º 1.825 de 20 de dezembro de 1907.

Ficha catalográfica elaborada pelo Centro de Documentação e Informação da FAPESP.

2004

Direitos reservados à

FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

Rua Pio XI, 1500 – Alto da Lapa

05468-901 – São Paulo – SP

Tel: (011) 3838-4000

# **FAPESP**

## **Conselho Superior**

Carlos Vogt (presidente)

Adilson Avansi de Abreu

Carlos Henrique de Brito Cruz

Celso Lafer

Hermann Wever

Horácio Lafer Piva

José Arana Varela

Marcos Macari

Nilson Dias Vieira Junior

Ricardo Renzo Brentani

Vahan Agopyan

Yoshiaki Nakano

## **Conselho Técnico-Administrativo**

Joaquim J. de Camargo Engler

Diretor Administrativo

e Diretor Presidente (interino)

José Fernando Perez

Diretor Científico

## Sumário

- 11 Nas trilhas da inovação
- 15 Inovação Tecnológica, a FAPESP e o PIPE
  
- 21 **ENGENHARIA QUÍMICA/ QUÍMICA/ BIOQUÍMICA/ GENÉTICA**
- 23 Barato, eficiente e líder de mercado
- 28 Competência da UniTech
- 33 Pastilhas da limpeza
- 39 A cor da carne
- 43 Equipamentos bem calibrados
- 48 Olhar profundo
- 52 Hormônio de crescimento em tamanho grande
- 61 Transgênicos no microscópio
- 65 Hormônio no mercado
- 73 Cópias da Perfeição
  
- 81 **MEDICINA/ SAÚDE/ ENGENHARIA SANITÁRIA/  
ENGENHARIA BIOMÉDICA**
- 83 CD-ROM apóia deficiente
- 91 Precisão no diagnóstico
- 93 Avaliação de riscos em áreas poluídas
- 100 Longe do coração
- 104 Operação de olho no topógrafo
- 109 Um diagnóstico à flor da pele
- 114 Saúde na manta azul

**119 ENGENHARIA MECÂNICA/ ENGENHARIA DE MATERIAIS  
E ENGENHARIA METALÚRGICA**

- 121 Doce filtro da garapa
- 126 Sob o domínio do barulho fabril
- 131 Imagem ampliada
- 137 Leveza no ar
- 141 Casa sob controle
- 144 Plástico de açúcar
- 152 Mudança de status
- 157 Sem medo do motorzinho
- 162 Ruído controlado

**167 ENGENHARIA ELÉTRICA/ ENGENHARIA ELETRÔNICA**

- 169 Luz *laser* pára o trem de minério
- 174 Vigia eletrônico a distância
- 179 Frango pesado pela imagem
- 184 Óptica exemplar
- 193 Hora de crescer
- 198 Imagem e som diretos do espaço
- 203 Assistência técnica inovadora
- 207 Vôos da inovação
- 212 Caminhos do hidrogênio
- 220 Fibras sob exame
- 227 Acerto de papel

**231 ENGENHARIA AEROESPACIAL/ ENGENHARIA  
DE TRANSPORTE/ CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

- 233 No rumo certo
- 238 Energia do Sol
- 243 Olhar eletrônico

- 247 Cartórios no mundo digital
- 252 Criação sem limites
- 257 Programas de bom tamanho
  
- 267 FÍSICA/ GEOCIÊNCIAS/ ENGENHARIA CIVIL/  
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
  
- 269 Ferramenta de luz infravermelha
- 274 Poluentes na mira da luz e do som
- 279 Exterminador de impurezas
- 286 Esterilização radical
- 290 Relevos inéditos
- 295 Informação estratégica
- 298 Concreto expandido
- 303 Do frio para o fogo
  
- 307 MEDICINA VETERINÁRIA/ AGRONOMIA/  
ENGENHARIA FLORESTAL/ ECOLOGIA
  
- 309 Biotério renovado
- 314 Animais de fino trato
- 318 Casca grossa
- 323 Na sintonia do tempo
- 329 Natal tropicalizado
- 335 Natureza preciosa
- 344 Águas controladas

## Nas trilhas da inovação

**E**ste livro – *Novos Caminhos em Pesquisa Empresarial* – traz uma seleção de quase 60 reportagens sobre resultados de projetos desenvolvidos no âmbito do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) e publicados na revista *Pesquisa FAPESP*. É, portanto, um livro de divulgação científica. De bom jornalismo científico. Mas é também um livro que trata de um caminho para o desenvolvimento socioeconômico brasileiro, que passa pela inovação tecnológica e pelas pequenas empresas de base tecnológica. Um caminho que foi percebido pela FAPESP desde 1997, quando lançou o programa para financiar projetos dessa natureza.

O PIPE começou, na verdade, da observação do então coordenador adjunto da diretoria científica e membro do Conselho Superior da FAPESP, Alcyr José Monticelli, quando esteve nos Estados Unidos para assessorar a National Science Foundation na seleção de pequenas empresas do programa *Small Business Innovation Research* (SBIR), daquele país. Esse programa, criado por lei do Congresso norte-americano, é mantido pelas agências governamentais de fomento à pesquisa do Estados Unidos, que lhe destinam cerca de 2,5% de seu orçamento.

O modelo do SBIR foi trazido por Monticelli à diretoria científica da FAPESP, transformado em um programa e aprovado pelo Conselho Superior da Fundação. A grande novidade em relação às práticas de apoio exercidas até então pela FAPESP é que ela passou a financiar pesquisadores dentro das empresas, para ali desenvolverem

seus projetos. Havia, nisso, o entendimento, mais do que correto, de que a pesquisa tecnológica deve ser feita prioritariamente nas empresas, mas também que cabe aos programas de políticas públicas do Estado incentivá-las, financiá-las e, assim, contribuir efetivamente para o desenvolvimento e a consolidação de uma cultura da inovação tecnológica no país.

O lançamento do PIPE ocorreu na sede da FAPESP em 18 de junho de 1997, pelo governador Mário Covas. Entusiasmado pelo programa, ele fez questão de anunciar os 32 primeiros projetos aprovados, em uma cerimônia pública no Palácio dos Bandeirantes, em dezembro daquele ano. De lá para cá, já foram aprovados 350 projetos e investidos pela FAPESP cerca de R\$ 60 milhões (R\$ 47,449 milhões e US\$ 4,124 milhões).

Os resultados podem ser, em parte, vistos neste livro, que fala de sonhos, dificuldades e realizações. E confirmam a hipótese de que o investimento na produção de inovação em pequenas empresas, realizado de acordo com os rígidos padrões de avaliação de mérito de projetos praticados pela Fundação, pode produzir significativo desenvolvimento econômico para o Estado e para o país.

O programa teve desdobramentos importantes, tendo sido tomado, ele próprio, como modelo de programas criados por outras instituições de financiamento à pesquisa no país, como é o caso do Programa de Apoio à Pesquisa em Empresas (Pappe), da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), entidade com a qual a FAPESP, recentemente, firmou um convênio de cooperação visando ao apoio à fase de desenvolvimento dos produtos resultantes dos projetos de pesquisa e inovação fomentados pela Fundação nas pequenas empresas participantes do PIPE.

Outro desdobramento revelador da eficiência do PIPE aparece na parceria entre a FAPESP, o Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de São Paulo (Sebrae-SP) e o Instituto Empreender Ende-

vor. No dia 29 de setembro de 2004, em cerimônia da FAPESP, o governador Geraldo Alckmin parainfina a primeira turma de 60 empresas formandas pelo PIPE Empreendedor, curso de treinamento especializado com o objetivo de capacitar os participantes do programa para um melhor desempenho nos temas da gestão empresarial e da gestão da inovação, ferramentas imprescindíveis para o sucesso consequente de suas empresas e de seus projetos e produtos de inovação.

Que o livro que agora se publica e que se faz da recolha dos textos e reportagens da revista *Pesquisa FAPESP* possa, então, ser dedicado à memória do saudoso governador Mário Covas e à memória de nosso querido colega e amigo Alcyrr Monticelli. Possa também, na forma da divulgação e da representação que faz das boas políticas de pesquisa e inovação e de seus resultados, pela ação integrada e integradora do governo e de programas como o PIPE da FAPESP, constituir uma justa homenagem e um gesto de agradecimento ao governador Geraldo Alckmin, que tem mantido e multiplicado esforços sistemáticos e constantes no apoio ao desenvolvimento cultural, científico e tecnológico do Estado de São Paulo.

*Carlos Vogt*

Presidente da FAPESP

## Inovação Tecnológica, a FAPESP e o PIPE

**N**os últimos dez anos, a FAPESP passou a incluir entre suas prioridades o financiamento de pesquisas visando à inovação tecnológica. Com a criação de vários programas – Parceria para a Inovação Tecnológica (PITE), Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) e os Consórcios Setoriais para a Inovação Tecnológica (ConSITec) –, a FAPESP, em atendimento ao que dispõe a Constituição do Estado, passou a assumir sua responsabilidade de contribuir também para o desenvolvimento tecnológico, deixando de ser apenas uma agência para o financiamento da pesquisa básica.

O primeiro passo foi a criação do programa Parceria para a Inovação Tecnológica (PITE), que se destina a co-financiar projetos de interesse de empresas, desenvolvidos nas instituições de pesquisa do Estado de São Paulo. Os termos da parceria exigem da empresa uma contrapartida financeira real que, ao compartilhar os riscos envolvidos, documenta seu autêntico interesse na geração e apropriação da tecnologia a ser desenvolvida, ao mesmo tempo em que confere credibilidade à proposta. Pretende-se, assim, contribuir para superar uma dificuldade histórica da pesquisa tecnológica no Brasil: a dissociação entre a oferta e a demanda. É bem conhecido que muita tecnologia inovadora permanece nas prateleiras das instituições de pesquisa porque foi produzida com infundados pressupostos de interesse industrial. De natureza similar é o ConSITec, que se caracteriza por envolver consórcios de empresas de um mesmo setor que, em estágio pré-competitivo, cooperam em atividades de pesquisa tecnológica.

## PIPE - A empresa como ambiente de pesquisa

Mas o passo mais ousado foi, sem dúvida, o lançamento do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE), para financiar, sem nenhuma exigência de contrapartida, projetos de pesquisa desenvolvidos dentro de empresas com, no máximo, cem empregados. Ao se definir a micro ou pequena empresa como ambiente para a realização de pesquisas, procura-se contribuir para superar uma das mais flagrantes deficiências de nosso sistema de pesquisa: sua concentração, quase que exclusiva, dentro do ambiente acadêmico. Os projetos aprovados são desenvolvidos em duas fases. A Fase I, com duração de seis meses e financiamento limitado a R\$ 100 mil, deve produzir um estudo de viabilidade técnica e comercial. Os projetos bem-sucedidos nessa fase recebem recursos adicionais, limitados a R\$ 400 mil, para sua execução na Fase II, com duração de dois anos. Sob certas condições, são concedidas bolsas a pesquisadores de forma a viabilizar a formação de uma equipe de pesquisa dentro da empresa para o desenvolvimento do projeto.

A possível objeção ideológica ao investimento de uma instituição pública em empresas privadas deve ser simplesmente respondida com uma referência a programas, conceitualmente idênticos ao PIPE, existentes em outros países. Nos Estados Unidos, por exemplo, de acordo com lei aprovada pelo Congresso, todas as agências federais de fomento à pesquisa cujo orçamento seja superior a US\$ 100 milhões – incluindo, portanto, National Science Foundation, National Institute of Health, Department of Energy, Department of Agriculture, Nasa, entre outros –, são obrigadas a manter programas conhecidos pela sigla comum SBIR (*Small Business Innovation Research*) com as mesmas características do PIPE e com recursos não inferiores a 2,5% do investimento total anual de cada agência. Em 2002, esses programas mobilizaram recursos superiores a US\$ 2 bilhões.

A demanda vem superando as mais otimistas previsões, tanto pelo número como pela qualidade dos projetos apresentados. Os dados são eloqüentes: desde o início do financiamento, em 1998, foram financiados 350 projetos. Isso corresponde a mais de uma empresa por semana. As propostas consideradas como enquadradas nas normas do programa são enviadas a assessores *ad hoc* – reconhecidos especialistas nas respectivas áreas de conhecimento de cada projeto – que avaliam a inovação tecnológica pretendida, o projeto de pesquisa e sua viabilidade e o potencial comercial ou social da inovação pretendida. Trata-se de um rigoroso processo seletivo no qual somente um terço desses pedidos tem sido aprovado. Cerca de dois terços dos projetos financiados na Fase I são considerados bem-sucedidos e recebem financiamento para a Fase II, desde que apresentem um plano de negócios de como a empresa pretende comercializar a inovação desenvolvida. Essa taxa de sucesso é outro indicador preliminar da qualidade dos projetos.

Há um outro aspecto inovador importante do PIPE: a não exigência de titulação acadêmica de pós-graduação do pesquisador responsável, ficando este apenas com o ônus de documentar sua competência e experiência em pesquisa, de forma a viabilizar a execução do projeto. Essa decisão tem sido outro fator de estímulo à demanda. De fato, em 41% dos projetos aprovados o pesquisador não tem o título de doutor.

#### MAIOR TITULAÇÃO DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL

- Graduação            60 (19%)
- Mestrado             69 (22%)
- Doutorado            190 (59%)

A distribuição das empresas contempladas pelos municípios do Estado se correlaciona com a existência de centros de pesquisa, dis-

tinguindo-se aí São Paulo, Campinas, São José dos Campos e São Carlos, bem como seus arredores.

MUNICÍPIOS	PROJETOS APROVADOS	
	FASE I	FASE II
Campinas	60	32
São Carlos	38	18
São José dos Campos	28	22
São Paulo	93	38
Outros municípios	100	64
<b>TOTAL</b>	<b>319</b>	<b>174</b>

Essa maior concentração reflete a existência de centros de excelência na formação de pesquisadores, mostrando também que o programa, muito embora não sendo dirigido para pesquisadores em ambiente acadêmico, deverá se constituir também em instrumento de transferência de conhecimento do sistema de pesquisa para o ambiente empresarial, sob sua forma mais eficaz: o egresso da universidade partindo para a pesquisa na empresa. O investimento da FAPESP vem crescendo como consequência de dois fatores: o aumento da demanda e a passagem de vários projetos para a Fase II (Tabela PIPE – geral). O PIPE representou, em 2003, cerca de 3,4% do investimento anual da FAPESP.

## PROGRAMA PIPE

### FASE I

#### - 1.098 solicitações

319 projetos aprovados (31%)

110 projetos em andamento

80 projetos em análise

Investimento FAPESP: R\$ 19.389.917,22 (incluindo bolsas)

Valor médio por projeto: R\$ 60.783,44

## FASE II

### - 376 solicitações

174 projetos aprovados (54%)

53 projetos em análise

Investimento FAPESP: R\$ 40.933.548,65 (incluindo bolsas)

Valor médio por projeto: R\$ 235.250,28

INVESTIMENTO FASE I + FASE II + Bolsas: R\$ 60.323.465,87

## Propondo parâmetros de relevância

Estamos apenas no começo de um longo processo onde todos – pesquisadores, empresas e a própria FAPESP – têm muito a aprender, mas o PITE e o PIPE já propõem, na prática, uma resposta comum, ainda que preliminar, a questões que vêm preocupando os formuladores de política científica e tecnológica: como identificar a pesquisa genuinamente tecnológica e quais os parâmetros de sua relevância? Dentre outros indicadores de qualidade de projetos, há um parâmetro essencial para determinar, ao mesmo tempo, a autenticidade e a relevância da pesquisa tecnológica: o comprometimento real da empresa, seja como executora do projeto, seja como parceira do risco.

*José Fernando Perez*

Diretor Científico da FAPESP

ENGENHARIA QUÍMICA/  
QUÍMICA/ BIOQUÍMICA/  
GENÉTICA

FOTO: MIGUEL BOYAYAN



## Barato, eficiente e líder de mercado

*Novo composto para a indústria  
de celulose reduz custos e não polui*

**A** Logos Química, de Barueri, na Região Metropolitana de São Paulo, estabeleceu, em 1997, uma meta que alguns centros tecnológicos internacionais ainda perseguem: desenvolver uma alternativa ao uso do ácido dietileno trilamino pentacético (DTPA). Na época, esse produto era a única substância química (quelante) utilizada na eliminação de compostos metálicos indesejáveis no processo de branqueamento da polpa da celulose de eucalipto que possuía a chance-la “tecnologia limpa”.

Com o apoio da FAPESP, por meio do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE), a Logos atingiu seus objetivos. Em 1999, a empresa lançou a família de quelantes polifuncionais Logosperse, que combina três moléculas à base de fosfonatos sintetizadas em seu laboratório. Esse produto, que não causa danos ao ambiente, substitui o DTPA com vantagem porque pode ser utilizado tanto em meio alcalino quanto em meio ácido, reduzindo os custos de produção e diminuindo a corrosão nos equipamentos e componentes de aço inoxidável utilizados pela indústria de papel e celulose.

O novo produto já conquistou a participação de 36% do mercado nacional, posicionando-se como líder do segmento de quelantes para branqueamento de celulose no Brasil. Detalhe: nessa área, a Logos, que tem clientes como Aracruz Celulose, Cenibra e Jafel, con-

corre com gigantes da indústria química internacional, como Dow, Basf e Monsanto. As perspectivas comerciais do produto apontam também para o exterior. “Estamos testando a aplicação dos quelantes Logosperse para um fabricante de celulose e papel de Portugal”, conta o diretor comercial da empresa, Valério Gabrielli. Segundo ele, são grandes as perspectivas de exportação do produto.

“Não se trata de substituir um produto tradicional, mas de um avanço tecnológico real”, comenta o engenheiro Hugo Antonio Vilca Meléndez, que coordenou o projeto a partir do Laboratório de Eletroquímica e Corrosão da Engenharia Química da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), com consultoria da professora Idalina Vieira Aoki, responsável pelo laboratório. “Os quelantes Logosperse reduzem a utilização de peróxido de hidrogênio, a popular água oxigenada, no branqueamento da celulose, e outros insumos, o que promove uma queda de custo em torno de 50%”, afirma Gabrielli.

Não é à toa, portanto, que já no ano 2000 o produto representava 5% do faturamento da Logos, que foi de R\$ 15 milhões. Segundo José Paulo Bonsonaro, diretor administrativo, a empresa deve chegar a R\$ 20 milhões ao fim deste ano. A empresa atua na fabricação de produtos químicos para a industrialização de tintas, plásticos, tratamento de águas, açúcar e álcool e, claro, celulose e papel.

## Processo de depuração

A fabricação da celulose consiste, basicamente, na transformação da madeira em material fibroso – a pasta ou a polpa. Depois de um processo trabalhoso com o cozimento e a eliminação de impurezas, o material resultante ainda possui compostos orgânicos que mantêm a cor natural da celulose, o marrom. É aí que o material é

submetido ao branqueamento com alvejante, que será seguido de nova depuração.

“A necessidade do uso de um quelante no branqueamento surgiu quando, a partir do início da década de 1990, uma parte da indústria adotou processos menos nocivos ao ambiente, com a substituição parcial do cloro pelo peróxido de hidrogênio”, diz o professor Francides Gomes da Silva Júnior, do Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq-USP). O papel do quelante é “seqüestrar” os íons metálicos, como o ferro, o cobre e o manganês, existentes na pasta marrom de celulose, que, de outro modo, reagiriam com o peróxido de hidrogênio, degradando-o e comprometendo o índice de alvura do produto. A introdução no processo do DTPA, que já era utilizado para quelação nos setores de tintas e de medicamentos, exigiu, porém, o estabelecimento de uma nova etapa no branqueamento. Como o composto não pode ser utilizado em meio alcalino, era preciso incluir um novo processo para baixar o pH da pasta. “Essa etapa torna-se desnecessária com o uso dos produtos da Logos, que trabalham tanto em meio ácido quanto alcalino”, comenta Silva.

## **Escolha das moléculas**

“A opção pela família dos fosfonatos fundamentou-se em menções a suas propriedades quelantes em publicações científicas originárias, principalmente, da Rússia”, conta Ademir de Azevedo Marques, diretor de pesquisa e desenvolvimento da Logos. “Uma vantagem adicional desses compostos é sua ação anticorrosiva.” A Logos sintetizou, de início, quatro moléculas, para depois eleger as duas que produziram os melhores resultados.

A viabilização comercial das moléculas que resultaram na linha

Logosperse dependia, porém, da realização de ensaios para avaliar sua eficiência como quelante no processo de branqueamento e seus efeitos corrosivos sobre os equipamentos utilizados pela indústria. “Recorrendo ao PIPE, realizamos testes de última geração”, alega-se Bonsonaro. Os ensaios relativos à ação quelante das moléculas sintetizadas pela Logos ficaram a cargo da Esalq. “Trabalhamos com a seqüência da indústria, na qual a polpa é tratada com dióxido de cloro e, depois, com peróxido de hidrogênio”, lembra Silva. Comparou-se também o desempenho dos produtos da Logos com o DTPA. Em todos os ensaios, os resultados foram muito positivos para o produto da Logos.

Para análise de corrosão, foi utilizado o aço inoxidável 304, material usado nos equipamentos e componentes da indústria de celulose. Esses testes foram feitos na Engenharia Química da Escola Politécnica da USP. Mais uma vez o quelante polifuncional revelou-se vantajoso em relação ao DTPA. Para o Laboratório de Eletroquímica e Corrosão da Poli, o apoio da FAPESP ao projeto da Logos trouxe também boas novidades. Com ele, foi possível adquirir diversos equipamentos. “São instrumentos que propiciaram ao laboratório realizar testes considerados de ponta em nível nacional e internacional”, observa Meléndez.

## **Produtos avançados**

Do lado da Logos, o projeto foi importante para reafirmar seu potencial em pesquisa. Nascida há dez anos, a empresa tem por política investir de 3% a 5% de sua receita em pesquisa e desenvolvimento. “Para nós, garantir que pelo menos 30% das vendas sejam geradas por produtos lançados nos últimos três anos é ponto de honra”, afirma Bonsonaro. Além do laboratório próprio, a Logos

contrata serviços nas universidades, como a Esalq e a Poli, da USP, e a Universidade Federal de Viçosa (UFV).

“Estamos desenvolvendo cerca de 30 projetos em nosso laboratório”, afirma Bonsonaro. “Além disso, estamos ampliando a nossa capacidade de produção. Pulando de 650 toneladas mensais (t/mês) de produtos químicos para 3.500 t/mês, ainda este ano, com uma nova unidade produtiva, no município de Leme, entre Campinas e Rio Claro (SP).” Uma ampliação que vai alargar as possibilidades de produção e fornecimento de produtos químicos industriais no país.

## Competência da UniTech

*Empresa do PIPE participa da construção de uma célula a combustível em Minas*

Uma nova fase empresarial foi iniciada pelo químico Antônio César Ferreira e sua empresa, UniTech, após a conclusão de seu projeto de produção de célula a combustível no Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) da FAPESP. Ele participou ativamente no desenvolvimento da primeira célula a combustível apresentada pela Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig), a concessionária estatal de energia elétrica do Estado de Minas Gerais, durante o 1º Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica (Citenel), no início de novembro, em Brasília.

A célula, do tamanho de um frigobar, é alimentada por hidrogênio e capaz de produzir 1,5 quilowatt (kW) de eletricidade. “O equipamento faz parte de um programa de três anos, com aporte de R\$ 5 milhões, que a Cemig está destinando para vários projetos de desenvolvimento de células a combustível”, afirma José Henrique Diniz, gerente de Tecnologia e Alternativas Energéticas da Cemig. Também participam dos projetos, além dos pesquisadores da Cemig, pesquisadores do Instituto de Química de São Carlos, da Universidade de São Paulo (USP), do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e da empresa Clamper, de Belo Horizonte.

A apresentação dessa nova célula a combustível, que usa tecnologia desenvolvida no Brasil, é um marco importante para o país porque em todo o mundo busca-se o aperfeiçoamento técnico e a expansão do uso desse equipamento silencioso, alimentado com

hidrogênio puro, que não polui e gera apenas água como resíduo. O combustível ainda pode ser retirado do gás natural, do álcool ou da gasolina. A opção mais óbvia, que seria a extração do hidrogênio da água, é uma opção cara porque é preciso um enorme gasto de energia nesse processo carente de novos estudos.

## Segundo protótipo

A célula a combustível da Cemig é, na verdade, o segundo protótipo em que Ferreira trabalha. O primeiro, de 1 kW – suficiente para cinco lâmpadas de 100 watts –, ele produziu durante o projeto financiado pela FAPESP, encerrado neste ano. Ferreira não se cansa de dizer em eventos em que é convidado para falar de célula a combustível que foi o financiamento da FAPESP que proporcionou a volta dele ao Brasil depois de uma temporada de nove anos nos Estados Unidos (veja *Pesquisa FAPESP* edições 60 e 64). “Mandeí o projeto em 1997 ainda dos Estados Unidos”, lembra Ferreira. No ano seguinte, ele montou a empresa em sua cidade natal, Cajobi, próxima a São José do Rio Preto (SP), em uma pequena casa de propriedade da família.

A preparação acadêmica de Ferreira teve início com a graduação, mestrado e doutorado no Instituto de Química de São Carlos da USP. Depois, ele seguiu para os Estados Unidos, onde fez o pós-doutorado e trabalhou como pesquisador em célula a combustível na Universidade do Texas Agricultura e Mecânica (AeM). Depois, atuou como pesquisador na empresa MER, no Arizona. Nesses locais, ele executou projetos para órgãos governamentais como a Agência Espacial Americana (Nasa), o Exército americano e o departamento de energia, além das empresas japonesas Asahi e Mazda.

Mesmo depois de conquistar a cidadania americana e receber propostas de empresas de capital de risco para montar uma empre-

sa e produzir células nos Estados Unidos, no Estado de Connecticut, Ferreira voltou ao Brasil com a perspectiva de produzir células a combustível para toda a América Latina. Com o financiamento de R\$ 197 mil e US\$ 77 mil do PIPE, Ferreira montou a empresa e seu laboratório para desenvolver os catalisadores, peças que ele chama de coração da célula a combustível. É nos catalisadores onde ocorre a separação das partículas do hidrogênio.

Esse gás ( $H_2$ ) penetra no lado anodo (negativo) da célula e tem sua estrutura quebrada em partículas positivas, os prótons, e negativas, os elétrons. As primeiras passam pela membrana polimérica e encontram os átomos de oxigênio do ar no outro lado, o catodo (positivo), formando água. Os elétrons, que não conseguem passar pela membrana, circulam na área fora do eletrodo (catalisador mais membrana), gerando energia elétrica.

Centros de pesquisa de instituições acadêmicas e de empresas avançam no desenvolvimento de materiais para as células a combustível que as tornem mais eficazes e baratas. Há menos de três anos, empresas nos Estados Unidos, Canadá, Alemanha e Japão começaram a vender esses equipamentos, ainda sob encomenda e de produção restrita. Existem hoje diversos protótipos com capacidade de fornecimento de eletricidade entre 10 watts (W) e 11 megawatts (MW), para servir a equipamentos portáteis de pequenas cidades.

Com tamanha capacidade de mercado, os próximos passos de Ferreira devem levar em conta uma análise criteriosa de propostas que está recebendo para iniciar a escala industrial de suas células. Ele também estuda a oferta do prefeito de Cajobi para instalar a UniTech num prédio de 400 m<sup>2</sup> com possibilidade de expansão para 10 mil m<sup>2</sup>. “Não sei ainda o que vai acontecer”, diz Ferreira, sem angústias e tranqüilo quanto ao seu futuro. Ele acredita que pode, dentro de pouco tempo e com investimento de uma outra empresa, produzir células de 100 kW de potência. “É uma questão de investimento”, avalia.

## Pai da célula

Os princípios do funcionamento da célula a combustível foram desenvolvidos, em 1835, pelo galês William Robert Grove, considerado, hoje, o pai da célula a combustível. A forma mais próxima das células atuais surgiu em 1930, nos estudos do engenheiro inglês Francis Bacon. Desde então, elas ficaram quase esquecidas porque o petróleo barato e a dificuldade em se obter materiais mais eficientes impediram um maior avanço tecnológico e comercial das células.

No final dos anos 1950, a idéia da célula a combustível foi reanimada e desenvolvida pela Nasa como a melhor alternativa para a produção de energia elétrica e água para as espaçonaves das missões Gemini e Apollo. As primeiras células usadas na corrida espacial eram muito caras. Hoje, a tendência é de células mais baratas, como a que utiliza a tecnologia PEMFC, do inglês célula a combustível com membrana de troca de prótons, o tipo de célula desenvolvido por Ferreira.

## Substituição de motores

Além de produzir energia elétrica em estações estacionárias, as células a combustível são a grande promessa para a substituição dos motores a combustão usados hoje em todo tipo de veículo. Quase todas as montadoras desenvolvem projetos de células a combustível adaptadas a veículos automotores. A Daimler-Chrysler, a Honda e a BMW já apresentaram automóveis impulsionados por células a hidrogênio, ainda híbridas com a gasolina. As baterias convencionais de chumbo, que geram eletricidade para os veículos, também devem ser trocadas por células a combustível. A BMW já usa esse tipo de bateria em dois modelos de automóvel. O desafio de Ferreira agora é ampliar sua empresa – que possui cinco funcionários – e colocar

o produto no mercado. A implantação de uma planta industrial ainda leva tempo e o mercado está aberto para esse tipo de gerador de energia elétrica que utiliza um combustível limpo e confiável.

Marcos de Oliveira

Revista *Pesquisa FAPESP*, edição 70, 11/2001

## Pastilhas da limpeza

*Empresa desenvolve dispositivos que eliminam bactérias e fungos dentro de aparelhos de ar-condicionado*

**C**olegas no programa de doutorado na área de química inorgânica no Instituto de Química da Universidade de São Paulo (IQ-USP) no início dos anos 1990, Carlos Alberto Alves de Carvalho e Rubén Dario Sinisterra Millán já nutriam expectativas de, um dia, transformar seus conhecimentos científicos em produtos tecnológicos que beneficiassem a sociedade. A realização desse projeto aconteceu em 2000, quando eles montaram uma empresa para produzir pastilhas impregnadas de bactericidas e fungicidas com a finalidade de higienizar equipamentos de ar-condicionado.

Muito da idéia empresarial foi fortalecida por Sinisterra nos Estados Unidos, de onde ele voltou no final da década de 1990 depois de um pós-doutorado no Massachusetts Institute of Technology (MIT), instituição que o inspirou ainda mais na perspectiva de aliar pesquisa e desenvolvimento com objetivos empresariais. Atualmente ele é professor do Departamento de Química da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). O amigo Carvalho, que mora em São Paulo, viaja toda semana para trabalhar no Departamento de Química da Universidade Federal de Ouro Preto (Ufop).

Os dois, mais a professora Nelcy Della Santina Mohallem, também do departamento de Sinisterra, na UFMG, são os três sócios fundadores da Scientia Tecnologia Química (STQ). A empresa está instalada no Centro Incubador de Empresas Tecnológicas (Cietec), abrigado no prédio do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nuclea-

res (Ipen), localizado na Cidade Universitária, em São Paulo. “Fizemos uma avaliação cuidadosa dos nossos conhecimentos e sobre o potencial de possíveis produtos no mercado e decidimos nos concentrar no desenvolvimento de uma solução eficaz e com efeito duradouro para o combate a bactérias e fungos em sistemas centrais de condicionamento de ar”, conta Carvalho.

Trata-se de um problema grave e muito comum. Ao reciclar o ar que circula nos espaços fechados, os aparelhos de ar-condicionado de prédios comerciais, aviões e trens, por exemplo, condensam uma parcela do vapor d’água que se forma durante o processo de resfriamento, gerando um acúmulo de líquido em suas bandejas internas. Se não receber tratamento adequado, a água parada inevitavelmente se transforma em um ambiente altamente propício para a formação de colônias de bactérias e fungos dos mais variados tipos. E o ar que passa pelo equipamento leva os microrganismos para dentro dos prédios.

## Edifícios doentes

Por isso, os sistemas de condicionamento de ar acabam contribuindo para a configuração da chamada síndrome dos edifícios doentes. A contaminação do ar interno pode causar dores de cabeça, irritação nos olhos e na garganta, rinites, bronquites, crises de asma e pneumonia nas pessoas que permanecem por muito tempo em lugares contaminados. “Além do impacto sobre a saúde e o bem-estar humano, o ar contendo agentes biológicos afeta a produtividade das empresas e é responsável por muitos afastamentos do trabalho”, explica Carvalho. De acordo com o empresário, a suspeita de síndrome deve ser levada em conta sempre que 20% dos frequentadores de um prédio apresentem problemas respiratórios e alergias em curtos

intervalos de tempo ou quando os sintomas não se manifestarem em outros ambientes.

“Para higienizar os aparelhos de ar-condicionado, os produtos hoje disponíveis comercialmente têm dois tipos de limite: matam bactérias e fungos, mas exigem manutenção diária, ou têm ação prolongada, mas apenas inibem o crescimento de microrganismos, não agindo sobre aqueles que já se acumularam nos equipamentos”, explica. “Além disso, existem produtos no mercado para a limpeza dos ductos que removem poeira e materiais particulados que são necessários também para uma manutenção completa do equipamento de ar-condicionado em conjunto com o produto da STQ.”

A opção tecnológica da STQ foi, desde o início, o desenvolvimento de uma pastilha de matriz cerâmica que contém um bactericida e um fungicida extensivamente testados e que não agridem o ambiente natural e as pessoas. Esses produtos são preparados para serem liberados de maneira progressiva. Para que isso aconteça, os princípios ativos são encapsulados em uma substância chamada ciclodextrina, um oligossacarídeo (do grupo dos açúcares) que permite incluir ou hospedar moléculas no interior de suas cavidades.

Em todo o mundo as ciclodextrinas são cada vez mais utilizadas por diversas indústrias, como, por exemplo, a farmacêutica, a de alimentos e a têxtil. “Esse produto que utilizamos torna os princípios ativos mais solúveis em água, deixando a matriz cerâmica absolutamente intacta”, comenta a pesquisadora Mariângela de Burgos Martins de Azevedo.

Antes de se juntar ao time da STQ, em 2002, ela acumulou experiência na área de compostos com ciclodextrinas para encapsulamento de hormônios vegetais com o objetivo de aumentar, com pulverizações desse produto, a massa e as sementes de vários tipos de planta. Ela fez pós-doutoramento no Laboratório de Química Biológica do Instituto de Química da Universidade Estadual de Campi-

nas (Unicamp) e depois atuou como pesquisadora no Instituto Agromônico de Campinas (IAC), com um projeto do Programa Apoio a Jovens Pesquisadores da FAPESP (veja *Pesquisa FAPESP* nº 80).

## Capital inicial

A constatação de um problema de saúde pública e o domínio de uma tecnologia com potencial para solucioná-lo não eram suficientes, porém, para a empreitada de Carvalho e Sinisterra. “Faltava-nos capital inicial para comprovar a viabilidade técnica do projeto”, lembra Carvalho. “O que possibilitou a criação da empresa foi o apoio da FAPESP, que, por meio do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE), garantiu verba para a compra de equipamentos para o laboratório e a remuneração de assessorias de negócios, além de permitir a nossa instalação no Cietec”, diz ele.

Também o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por meio do Programa de Fixação de Doutores (Profix), aprovou em abril de 2002 um projeto coordenado por Mariângela, em conjunto com os empresários da STQ, para o desenvolvimento de tecnologia para os dispositivos bactericidas usados nos equipamentos de ar-condicionado. No final do ano passado, conta Mariângela, a viabilidade técnica da pastilha foi comprovada.

“Agora na segunda fase do projeto estamos trabalhando na simplificação e na viabilização econômica”, diz. A idéia é testar novas matrizes de suporte para que o bactericida, o fungicida e a ciclodextrina apresentem boa resistência mecânica sem exigir muito aquecimento no processo de produção. A necessidade de utilizar fornos industriais com temperatura de até 500° Celsius encarece a fabricação das pastilhas em razão da enorme demanda energética para produção de calor.

## Liberação gradual

“Já obtivemos resultados promissores com um material de custo relativamente baixo e de grande disponibilidade no país”, afirma Carvalho. Esse material, além dos nomes dos fungicidas e bactericidas encapsulados na pastilha, e o tipo da ciclodextrina que assegura a liberação gradual dos princípios ativos são segredos do negócio e não podem ser revelados. Mariângela diz, contudo, que nos primeiros testes o novo candidato a matriz assegurou a ação dos princípios ativos por mais de 15 dias. E, pelo menos no mercado brasileiro, dobrar a duração do efeito será suficiente.

“No início, trabalhamos com a perspectiva de efeito prolongado por três meses, que era então o intervalo mínimo para a manutenção dos sistemas de ar-condicionado, conforme norma da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa)”, conta Carvalho. Hoje, a Portaria número 9, de abril de 2003, desse órgão exige que os aparelhos sejam verificados a cada mês. Evidentemente, a necessidade de limpar os equipamentos e purificar a água neles acumulada com maior frequência aumenta os custos de sua manutenção. Nos testes a serem realizados daqui para a frente também existe o objetivo de avaliar o desempenho da pastilha fora do laboratório, e a STQ já mantém parcerias com algumas empresas de manutenção de aparelhos de ar-condicionado.

Recentemente, uma delas sugeriu o desenvolvimento de mais um produto, voltado para a manutenção de sistemas de condicionamento de ar em automóveis. A sugestão está em análise pelo grupo de pesquisadores-empresários. Para o produto que motivou a fundação da STQ, que deve estar pronto para o lançamento comercial no final de 2004, mercado é o que não falta. Conforme dados da Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento (Abrava), cerca de 400 companhias, na maior parte de

pequeno e médio porte, atuam nesse segmento, movimentando, no total, cerca de R\$ 1,1 bilhão por ano.

E o mercado de sistemas de ar-condicionado central está em plena expansão já há oito anos – sua taxa de crescimento gira em torno dos 20% ao ano. Se a STQ vai produzir a pastilha é uma questão ainda em aberto. “Talvez optemos pela terceirização do processo de produção e até mesmo pela transferência da tecnologia para uma grande companhia”, comenta Carvalho. E um novo projeto em fase de detalhamento talvez fortaleça a perspectiva de prestação de serviços *high tech*, com receita baseada em projetos e *royalties*.

No final do ano passado, a STQ, que logo no início de suas operações passou a ter apenas três sócios-fundadores – além de Carvalho, Sinisterra e Nelcy Mohallem –, atraiu para a sociedade o professor Robson Santos, do Departamento de Fisiologia e Biofísica do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), que vai trabalhar em projetos de formulações farmacêuticas e sistemas de liberação controlada de fármacos e testes pré-clínicos para companhias do setor. “Três delas já manifestaram interesse pelos nossos conhecimentos, com o objetivo de encapsular seus produtos em ciclodextrinas e polímeros biodegradáveis”, revela Carvalho.

## A cor da carne

*Corante para uso em alimentos produzido pelo fungo Monascus ganha nova técnica de produção*

**B**eleza é fundamental, dizia o poeta Vinicius de Moraes a respeito das mulheres. A frase é também seguida à risca pela indústria de alimentos que recorre a vários aditivos sintéticos e naturais para melhorar a aparência dos produtos e atrair o consumidor. Um deles, usado para intensificar a cor vermelha de carnes, salsichas e embutidos à base de aves e ainda como condimento, é obtido de algumas espécies do fungo do gênero *Monascus*. A produção desse corante, velho conhecido dos povos asiáticos, concentra-se hoje nas mãos dos chineses, que o exportam para países europeus, incumbidos de padronizar e higienizar o produto, agregando-lhe valor.

No Brasil, o desenvolvimento do processo de produção do pigmento de *Monascus* é realizado desde 1999, em um projeto de parceria entre a empresa Germinal e o Departamento de Engenharia Química da Escola Politécnica (Poli) da Universidade de São Paulo (USP), financiado pela FAPESP dentro do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE). Os resultados já renderam um registro de patente no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI).

## Carmim e hemoglobina

“A idéia de produzir o corante no Brasil surgiu porque a empresa viu no desenvolvimento do processo de obtenção do produto

uma boa oportunidade de mercado”, relata Roberto Ricardo Taube, diretor industrial da Germinal. Na época, a empresa fornecia ingredientes usados na produção de requeijão e queijos e vendia aos frigoríficos corantes provenientes do carmim, princípio ativo obtido do corpo da fêmea de um inseto chamado cochonilha, e da hemoglobina, retirada do sangue de animais abatidos. Mas essas duas fontes de pigmentos vermelhos apresentavam limitações. O preço do carmim, importado do Peru, oscilava muito. Hoje o preço está estável, na faixa de US\$ 6 o quilo, mas já chegou a US\$ 34 no final da década de 1990. E a hemoglobina apresentava problemas microbiológicos em alguns lotes.

Foi nesse contexto que a Germinal procurou a professora Beatriz Vahan Kilikian, do Laboratório de Engenharia Química da Poli-USP, com a proposta de cultivar o fungo em substrato à base de mandioca, matéria-prima encontrada em larga escala no país, em substituição ao arroz, usado nos países asiáticos. Os pesquisadores aceitaram o desafio e também cultivaram o fungo em meio à base de arroz, para comparar os resultados. Nas duas situações, a síntese dos pigmentos pelo fungo é iniciada pela liberação de moléculas de cor amarela e laranja, que depois se transformam no pigmento de cor vermelha. “Embora o processo seja conhecido de longa data no Oriente, as condições de higiene para obtenção do produto não seguem normas estritas”, diz Beatriz.

O primeiro passo para começar a tocar o projeto foi selecionar espécies de *Monascus* eficientes quanto ao crescimento celular e à produção da cor vermelha. Quando a equipe de pesquisadores, composta ainda pelo professor Aldo Tonso e pelos alunos de mestrado Harm Daenekas Petrola Jorge, Rogério Rodrigues e Gisele Yurie Miyashira, decidiu produzir o fungo em escala piloto percebeu que não existia no mercado nenhum equipamento para o cultivo em meio semi-sólido com a base de mandioca ou mesmo de arroz.

## Testes comparativos

Para obtenção de dados e ampliação de escala do processo, foi necessário projetar e construir um reator para fermentação, dotado de um sistema de agitação e refrigeração que permite a remoção de calor e a homogeneização do meio de cultivo e, ainda, o fornecimento de oxigênio em quantidade suficiente para propiciar o crescimento do fungo e a produção de pigmentos. O corante é extraído depois de um processo de secagem e moagem.

Em um dos últimos testes, realizados no mês de outubro no laboratório da Germinal, na cidade de Cabreúva (SP), os corantes de mandioca e de arroz foram comparados com o comercial, vendido com o nome de Bioired. Para isso, Taube, acompanhado dos pesquisadores, utilizou uma receita industrial para fabricar mortadela. Dividida em três, a receita recebeu os aditivos nas mesmas quantidades, para avaliar a fixação do corante no produto final.

O pigmento de arroz cultivado no laboratório da USP ficou com uma cor bem próxima à do produto comercial. Já o de mandioca apresentou uma cor um pouco mais clara, por isso novos ensaios serão feitos até os pesquisadores atingirem o pigmento ideal. Na avaliação do grupo de pesquisa, os melhores resultados foram obtidos com o uso consorciado de mandioca e de arroz. Taube diz que a empresa pretende produzir o corante do *Monascus* como forma de substituir o similar importado. Antes disso, deverá ser feito um estudo de viabilidade econômica, sugerido pela USP, com o apoio do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), para implementar o projeto em escala comercial. A decisão final, no entanto, depende do aval da matriz norte-americana, já que em maio deste ano a Germinal foi comprada pela ISF – Food Ingredients, empresa norte-americana com sede na cidade de San Diego, na Califórnia.

A Germinal iniciou suas atividades em 1993 em Diadema (SP).

Ela comercializa cerca de 2.500 formulações de aditivos alimentares para empresas de vários segmentos espalhadas pelo Brasil, Argentina, Uruguai e Chile. Dados da Associação Brasileira da Indústria de Alimentação (Abia) apontam que o consumo brasileiro de corantes alimentícios é da ordem de 500 toneladas por ano, com um movimento de cerca de R\$ 5 milhões. A Germinal detém cerca de 15% desse mercado, o que corresponde a 75 toneladas.

## Equipamentos bem calibrados

*Pequena empresa busca a excelência na produção de materiais de referência*

**A**s indústrias químicas brasileiras terão em breve uma nova fonte para obtenção de materiais de referência, usados na calibração e controle de seus equipamentos. A novidade vem de São José dos Campos (SP), da empresa Quimlab, que está finalizando um laboratório de metrologia química adequado às normas internacionais. Instalada na Incubadora de Base Tecnológica Polovale II, dentro da Universidade do Vale do Paraíba (Univap), a empresa já produz algumas substâncias de uso industrial para medição das chamadas grandezas químicas. Essas grandezas, em geral, estão ligadas à quantidade de matéria em uma determinada substância, líquida ou sólida. Por exemplo, a porcentagem de chumbo ou ferro encontrada em uma liga metálica é uma grandeza química. Da mesma forma, o valor de pH de um alimento ou líquido indica se a substância é ácida, neutra ou básica.

A Quimlab elabora e vende soluções-padrão de pH fundamentais para empresas químicas que produzem matérias-primas utilizadas na indústria de alimentos, no tratamento de água de piscina e até na análise de urina. Se a indústria usa ou fabrica uma substância que deve ter acidez correspondente a pH 4 (a escala é de 0 a 14), o aparelho no qual rotineiramente são analisadas as amostras desse material é ajustado e calibrado por comparação com a solução-padrão de pH 4 produzida pela Quimlab. Como não há fabricantes de

padrões de pH com certificação no Brasil, grande parte desse material é importada. A fabricação desses produtos beneficia as empresas usuárias que pagam preços menores que os importados.

Para desenvolver o projeto Laboratório de Metrologia Química, a Quimlab recebe financiamento da FAPESP, dentro do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE), desde 1997. São R\$ 71,7 mil e mais US\$ 149,8 mil que a empresa deve receber até março de 2001. Embora com tempo para encerrar o projeto, o laboratório está praticamente pronto e com uma ampla lista de clientes.

### **Padrão convencional**

O químico e proprietário da empresa, Nilton Pereira Alves, relaciona alguns clientes como Alcan Alumínio, Petrobras, Henkel, Texaco, Tintas Renner, Crylor e Leiner Davis Gelatin. São 30 empresas da região de São José dos Campos que compram padrões químicos da Quimlab e recebem consultoria no desenvolvimento de materiais específicos para cada uma delas. O gerente técnico da Crylor, Elson Garcia, compra da Quimlab os padrões mais convencionais, como os de pH e de condutividade, e contratou a empresa para ajudar no desenvolvimento de novos equipamentos.

Outra empresa, a Leiner Davis Gelatin, produtora de gelatina utilizada como ingrediente na indústria alimentícia, compra da Quimlab soluções-padrão para calibração de equipamentos que medem o pH de seus produtos. “A Leiner possui ISO 9001 e, quando passamos por auditorias para manutenção dessa certificação, um dos itens verificados pode ser o certificado da solução-padrão”, explica Eduardo Aparecido Stephano, assistente de pesquisa e desenvolvimento da empresa.

O próximo passo da Quimlab é ter o Laboratório de Metrologia Química reconhecido e credenciado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro). A empresa de certa forma sai na frente. “Estamos pedindo o credenciamento pela Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios do Inmetro – por meio da norma internacional ISO Guia 25 – porque a instituição ainda não tem normas específicas para nos certificar como produtores de materiais de referência”, diz Alves.

## Conceito mundial

A Quimlab foi criada em 1997, depois que Alves se desligou da Kodak Brasileira, onde trabalhou durante 11 anos no desenvolvimento de padrões. Mestre em Química Inorgânica, ele viu a oportunidade de não sair de sua área de atuação ao abrir uma empresa própria com as facilidades de infra-estrutura oferecidas pela incubadora. Como estratégia técnica, a empresa garantiu a qualidade das soluções-padrão ao comparar as substâncias fabricadas por ela com os materiais de referência do National Institute of Standards and Technology (Nist), uma espécie de Inmetro dos Estados Unidos, que atua nessa área desde 1905 e hoje é o laboratório mais conceituado no mundo na área de metrologia química.

A outra área de atuação da Quimlab é a consultoria para desenvolver materiais de referência específicos, utilizados apenas por uma determinada indústria. É o caso, por exemplo, da produção de fibras sintéticas. As indústrias têm uma fórmula para esse produto que confere à fibra propriedades como maciez e capacidade de receber corantes. Para calibrar o equipamento que rotineiramente analisa as amostras e verifica os componentes da fórmula na proporção ideal, a indústria precisa de um material de referência. Nesse caso, pode ser

um disco de fibra, produzido em escala de laboratório de acordo com a patente industrial. É uma fibra perfeita, que ajusta o aparelho na medida certa e serve de comparação para a produção do dia-a-dia.

A Crylor, por exemplo, fabrica 1.200 t/mês de uma fibra sintética chamada de poliacrilonitrila, feita com matéria-prima derivada do petróleo. “Chamamos a Quimlab para calibrar os aparelhos que medem o teor de acetato de polivinila durante a produção dessa fibra”, explica Garcia, da Crylor. Alves esclarece que existem inúmeros materiais de referência utilizados nas mais diversas indústrias químicas. Para delimitar um pouco o raio de atuação da Quimlab, a empresa dedica-se, basicamente, à fabricação de materiais de referência de íons (por exemplo, pH) e de padrões espectroquímicos. Esses últimos calibram os espectrofotômetros, aparelhos que medem quantidades de elementos e compostos químicos nas mais diversas substâncias.

## Conquista de mercado

A Quimlab tem sete funcionários, um com doutorado concluído, todos vinculados ao projeto Laboratório de Metrologia Química. Alves acredita que o faturamento atual, de cerca de R\$ 18 mil por mês, possa atingir em dois anos cifras de cerca de R\$ 300 mil mensais. “Estamos na fase de pesquisa e desenvolvimento e, terminado o projeto, teremos a fase de conquista do mercado, com aumento gradativo do faturamento”, ele explica.

No momento, a empresa também participa de uma parceria com a Universidade de São Paulo (USP) e a Univap, na construção da primeira célula de hidrogênio da América Latina para o desenvolvimento de materiais de referência de pH. O equipamento consiste de um sensor eletroquímico capaz de perceber e quantificar a

variação na concentração do íon hidrogênio numa solução qualquer. A precisão da análise chega a milésimos de unidade de pH, algo como 0,001 pH.

O desenvolvimento dessa célula de hidrogênio segue as normas do Comitê Internacional de Química Pura e Aplicada (Iupac) e, de acordo com Alves, após sua conclusão, os materiais de referência de pH produzidos estarão no mesmo nível de confiabilidade dos materiais do Nist. Um futuro que ajudará a Quimlab a desenvolver novos materiais de referência.

## Olhar profundo

*Inovação reduz tempo gasto na  
avaliação de substâncias de amostras*

**E**m menos de cinco segundos é possível detectar a presença de algas na água potável ou avaliar se um medicamento contém exatamente os compostos anunciados, como vitaminas ou cafeínas, além de saber a quantidade de cada um deles. A rapidez resulta de uma inovação chamada de varredura espectral, desenvolvida para os espectrofotômetros, instrumentos que fazem a análise química por meio da interação da radiação eletromagnética com a matéria. Esse mecanismo permite fazer a leitura em todos os comprimentos de onda, na faixa do espectro que vai do ultravioleta ao infravermelho, enquanto os outros equipamentos só atuam em um único comprimento de onda.

O desenvolvimento dessa tecnologia colocou a Femto, uma empresa familiar instalada em São Paulo, na disputa por um mercado antes ocupado apenas pelas multinacionais. Entre outras aplicações, o instrumento vai atender à crescente demanda da indústria de fármacos, setor hoje bastante pressionado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), órgão ligado ao Ministério da Saúde, para um controle eficiente da estabilidade dos princípios ativos dos medicamentos.

Batizado de 800XI, o espectrofotômetro com lâmpada pulsada de xenônio, desenvolvido com apoio da FAPESP por meio do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE), está fazendo sucesso desde que foi lançado no ano passado. Mais de 30

aparelhos já foram vendidos nas licitações de que a empresa participou, garantindo faturamento da ordem de R\$ 500 mil, 25% da receita total obtida em 2002. Para conseguir chegar a esse resultado, a Femto entrou em concorrências feitas por universidades, centros de pesquisas e indústrias com preço inicial de R\$ 11 mil por aparelho, sem nenhum acessório, até R\$ 25 mil, no formato mais completo. Os importados com o mesmo nível de tecnologia custam cerca de R\$ 50 mil.

Além da alta resolução, o modelo 800XI traz um *software* desenvolvido no Brasil para o tratamento matemático das informações. É equipado com um *display* gráfico e dispõe de conexão com um computador para tratamento do sinal e dos dados. A lâmpada pulsada de xenônio substitui o par deutério/tungstênio-halogênio, usado normalmente nesses aparelhos, com a vantagem de não necessitar de partes móveis como nos antigos, além de obter melhor nível de sinal e isolar a luz ambiente do compartimento de amostra.

A fabricante não vai deixar de produzir instrumentos com tecnologia monofeixe – em que a análise é feita por meio de um único comprimento de onda –, nicho abandonado pelas grandes multinacionais, como Perkin Elmer, Varian e Shimadzu. Mas pretende disputar o mercado de tecnologia média com fabricantes da Coreia, França, Inglaterra e Austrália não só no Brasil, mas até mesmo no exterior. E, dentro de alguns anos, entrar no seletivo grupo que fabrica instrumentos de tecnologia extremamente avançada, que envolve detectores, amplificadores e conversores com velocidade na ordem de nanossegundos, que somente países como Estados Unidos e Japão detêm.

Credenciais para isso a empresa vem acumulando até mesmo antes da inauguração da Femto, em 1989. Lídio Kazuo Takayama, que divide a sociedade da empresa com os dois irmãos, Francisco e Mary, ajudou a montar o primeiro espectrofotômetro do Brasil quando ain-

da era estudante de Física na Universidade de São Paulo, em 1975. De lá para cá, sempre investiu no desenvolvimento desse tipo de equipamento, que consegue detectar e quantificar elementos como cloreto, ferro e silício na água; cianeto, sulfeto e amônia em águas efluentes. Também pode ser aplicado na bioquímica clínica e molecular.

O crescimento da Femto sempre foi sólido e feito com recursos próprios. Mas, para garantir o salto tecnológico, Lídio recorreu ao PIPE. A parceria foi iniciada em 1998, quando a empresa obteve financiamento para viabilizar o projeto Estação de Trabalho Espectrofotométrica, um equipamento de análise totalmente automatizado, com recursos de robótica.

Hoje a Femto é líder brasileira no setor e vende mais de 200 equipamentos por ano, com faturamento de R\$ 2 milhões, em um mercado interno que consome entre 500 e 750 unidades anuais. Mesmo conquistando uma boa fatia, a empresa trabalha no desenvolvimento de um espectrofotômetro de fluorescência com duplo monocromador de varredura contínua, baseado em lâmpada pulsada de xenônio, também financiado pela FAPESP. Esse aparelho está na fase de protótipo e detecta concentrações muito baixas de determinados elementos, como a aflatoxina, fungo tóxico e cancerígeno que se desenvolve em alimentos, como no amendoim. Outros mercados serão os de fármacos e na área ambiental.

Ao mesmo tempo, a Femto começa a planejar o desenvolvimento de outros equipamentos. Um deles é o espectrofotômetro de absorção atômica com atomizador eletrotérmico baseado em filamento de tungstênio, que terá, entre outras aplicações, sensibilidade para detectar o nível de chumbo no sangue ou a presença de alumínio em fluidos de hemodiálise. O estudo conta com a parceria do professor Francisco Krug, do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (Cena), da USP. Outro projeto que também está nos planos imediatos da empresa é o Laser Induced Breakdown Spectroscopy (espectrofotome-

tria baseada na atomização e excitação da amostra com *laser*). A parte acadêmica caberá ao professor Célio Pasquini, do Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). O *laser* elimina a necessidade da dissolução da amostra e, portanto, produz menos descarte de reagentes para o meio ambiente, além de ser mais rápido e mais prático. Essa tecnologia está disponível há apenas dois anos no mercado mundial.

A Femto pretende deter essa inovação em quatro anos. “Com isso o Brasil estaria apenas com seis anos de atraso em relação ao movimento mundial, em comparação com os 20 a 30 anos de atraso com que as novas tecnologias são conquistadas hoje no mercado nacional.” A ambição de Lídio Takayama vai além: quer entrar nos setores de óptica biomédica e fotomedicina, considerados por ele o mercado futuro da espectrofotometria.

## Hormônio de crescimento em tamanho grande

*Empresa do PIPE desenvolve medicamento com técnica de DNA recombinante e fecha acordo para fabricação de produto mais barato que vai substituir o importado no tratamento do nanismo*

**H**ospitais, postos de saúde e distribuidoras farmacêuticas deverão receber, no primeiro trimestre de 2002, os primeiros frascos de hormônio de crescimento humano produzido no Brasil. Atualmente o produto é importado e acarreta o gasto de dezenas de milhões de dólares anuais ao país. Melhor, o hormônio produzido aqui terá um custo menor em cerca de 30% que o similar importado. Medicamento utilizado sobretudo para o tratamento de crianças com nanismo por deficiência hormonal, o hormônio de crescimento humano ou hGH, do inglês Human Growth Hormone, é o resultado das pesquisas da empresa Genosys Biotecnológica, que recebe, desde 1997, financiamento do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) da FAPESP. Em outubro de 2000, a Genosys encontrou o parceiro adequado para a produção e comercialização do hGH, a empresa farmacêutica Braskap, também de capital nacional.

A deficiência de hormônio de crescimento atinge uma em cada 15 mil crianças e o único tratamento é a reposição hormonal. O diagnóstico da deficiência de produção de hGH deve ser feito de preferência entre os 3 e 5 anos de idade. O tratamento prossegue até que as cartilagens parem de crescer, o que acontece após os 16 anos. A criança usa 0,1 U.I. (unidade internacional) por quilo de peso todo dia. Serão em torno de 12 anos de tratamento com um custo total de R\$ 360 mil. A parceria da Genosys com a Braskap permitirá a redução desse valor para cerca de R\$ 250 mil.

Num indivíduo normal, a liberação do hormônio na circulação sanguínea atinge seu pico durante o sono e no período da adolescência. Entre 20 e 25 anos, a produção do organismo começa a diminuir, ficando quase nula aos 60 anos. Esse hormônio de crescimento em si não tem atividade. Ele é liberado pela glândula pituitária (hipófise), localizada na base do cérebro. Pela corrente sanguínea chega ao fígado e nele induz à produção do IGF3 e do IGF1 (Insulin-like Growth Factor), substâncias que realmente promovem o crescimento.

O uso do hormônio de crescimento no tratamento de crianças teve início em meados dos anos 1960, quando era retirado de glândulas pituitárias de cadáveres. Os Estados Unidos criaram até a Agência Nacional da Pituitária, para a coleta das glândulas. Na década de 1970 surgiu a técnica do DNA recombinante, que possibilitou a clonagem do gene codificador do hormônio em bactérias geneticamente modificadas. Ao mesmo tempo descobriu-se que o uso do hormônio obtido de pituitárias de cadáveres estava associado ao mal de Creutzfeldt-Jacob. Essa doença corresponde à versão humana da doença da “vaca louca”, caracterizada por degeneração física e mental, o que levou à proibição mundial do uso do hormônio obtido diretamente da pituitária.

## **Produto acadêmico**

A produção do hormônio pela Genosys baseia-se na técnica de DNA recombinante. A clonagem do gene codificador do hormônio foi realizada, em 1996, pelo professor Hamza Fahmi Ali El Dorry, do Departamento de Bioquímica do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (USP). Naquele ano, ele fez um convite ao bioquímico Jaime Francisco Leyton, que havia sido seu doutorando e contava com pós-doutorado na Chicago Medical School, nos Esta-

dos Unidos. “Ele me convidou para empreendermos a produção do hormônio”, conta Leyton. “A Genosys foi criada diante do estímulo que o PIPE oferecia, pois queríamos continuar a desenvolver as pesquisas enquanto procurávamos parceiros e financiamento.”

### Procuram-se parceiros

Com o projeto aprovado logo no primeiro edital do PIPE, a Genosys recebeu R\$ 66 mil mais US\$ 101 mil para o desenvolvimento do produto final, incluindo aí a compra de equipamentos. A procura por parceiros comerciais não foi fácil. “Foi uma romaria. Consultamos diversas empresas, tivemos várias reuniões, mas as indústrias farmacêuticas ou não estavam dispostas a investir em pesquisa e desenvolvimento ou queriam uma enorme vantagem financeira na associação”, comenta Leyton. A Genosys chegou a consultar o BNDES-Par – empresa do BNDES especializada na capitalização de empresas brasileiras pela aquisição de ações ou debêntures conversíveis – e o projeto foi aprovado no mérito, mas os recursos só seriam liberados se houvesse um parceiro para a comercialização do hormônio. “Chegamos a sentar com representantes de uma indústria farmacêutica e do BNDESPar, que alocaria os recursos, mas o acordo não saiu. Estávamos trazendo a tecnologia, obtendo capital e mesmo assim a indústria farmacêutica não fechou o negócio.”

Em meados de 2000, Genosys e Braskap iniciaram entendimentos, descobriram vários pontos em comum e o acordo foi assinado no final do ano. O contrato com a Braskap é basicamente um consórcio: “O objetivo é a produção e comercialização do hGH. A maior contribuição da Genosys é o *know-how* de produção, enquanto o aporte mais valioso da Braskap é a sua experiência de distribuição e de vendas”, explica Leyton.

Hoje, depois de participar da 3ª edição do Venture Forum (veja *Pesquisa FAPESP* nº 64), Leyton negocia a participação de investidores de capital de risco na empresa, garantindo, assim, uma melhor saúde financeira da Genosys e mais investimentos no desenvolvimento de novos produtos.

## Testes finais

Antes de chegar ao mercado, o hormônio da Genosys ainda passará por testes clínicos. Até agora, todo o processo de produção foi desenvolvido e validado, mas o hormônio não foi ministrado a nenhum ser humano, apenas foi testado e aprovado em animais, com auxílio do Laboratório de Diagnósticos Toxicológicos (Ladtox) do Departamento de Patologia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP, sob a coordenação do professor Luiz Carlos de Sá Rocha. Mesmo esses testes de toxicidade aguda e crônica utilizando 1,5 e 10 vezes a dose terapêutica em três espécies diferentes de animais terão de ser refeitos com o hormônio produzido nas instalações da Braskap, por exigência da legislação. Os testes em humanos serão rápidos, basta aplicar o hormônio e verificar sua resposta na circulação sanguínea. Outro fator que facilita a liberação do hormônio para o mercado brasileiro é sua similaridade com produtos fabricados no exterior.

A maior dificuldade da Genosys no desenvolvimento do hormônio foi o domínio do processo de *downstream* (purificação), sobre o qual nenhuma empresa que o domine fornece pistas seguras. Até há alguns anos, a clonagem do gene era a fase mais complexa. Hoje ela está mais disseminada.

Os pesquisadores, a partir de uma pituitária, obtêm o gene que codifica a produção do hormônio e fazem nele modificações para aten-

der às necessidades da bactéria *Escherichia coli*, onde o hGH será produzido. Essa seqüência de DNA é inserida numa molécula de DNA bacteriano (plasmídeo). Uma vez colocado esse plasmídeo dentro de uma bactéria, ela passará a produzir o hormônio. A síntese é ativada pela presença, no meio de cultura, de um indutor químico.

### Capacidade de produção

A etapa seguinte é promover a fermentação das bactérias em um fermentador com capacidade de 200 litros. “Temos hoje uma capacidade de produção, com folga, de 12 mil frascos-ampola de 4 U.I. por mês”, afirma Leyton. Uma criança acometida de nanismo utiliza cerca de 250 frascos-ampola por ano. Assim, a produção do consórcio Genosys/Braskap tem capacidade para atender até 576 crianças. “Mas há possibilidade de no futuro chegarmos até 40 mil frascos-ampola mês.”

### Gordas e eficazes

As bactérias são excelentes produtoras de hormônio. Produzem tanto que precisam armazenar o produto nos chamados corpúsculos de inclusão, fáceis de serem vistos em microscópios. Com as bactérias gordinhas, inicia-se então o processo de *downstream*.

A primeira ação é a “quebra” das bactérias para a liberação dos corpúsculos e sua lavagem. Depois, o hormônio contido nos corpúsculos é solubilizado e disposto na sua conformação original. Em seguida, é a vez dos processos cromatográficos de purificação, nos quais a solução aquosa que contém o hGH passa por uma série de processos como troca iônica, peneira molecular, entre outros, que re-

tiram as impurezas do hormônio. Nesse processo restam apenas de 20% a 28% do hGH produzido pelas bactérias, o resto se perde. Leyton explica que esse rendimento é economicamente viável, sendo preferível essa perda para que se obtenha um produto ultrapurificado.

Nas fases seguintes, é adicionado um conservante e estabelecida a concentração de hormônio desejada. Finalmente a solução será liofilizada (retirada da água a vácuo). Com esse processo, o hGH em pó ficará estável por até dois anos.

O grau de pureza necessário à produção do hormônio de crescimento é infinitamente superior a outros produtos também obtidos por engenharia genética, como, por exemplo, uma vacina, explica Leyton. “Quando se toma uma vacina e ocorre uma reação, uma pequena febre, as pessoas consideram isso normal. Mas a vacina não deveria provocar nenhuma reação. O que acontece quando se faz a purificação da vacina é que os produtores, por uma questão puramente financeira, se satisfazem com um grau de pureza de 95% ou 96%.” Isso se deve ao fato de que a pessoa tomará uma dose e quando muito uma dose de reforço tempos depois, e, se houver uma febrinha, ela passará. Mas, no caso do hormônio, a criança vai tomar praticamente todo dia e não pode haver aquele grau de impureza tolerável na vacina. “O segredo da produção do hGH é a sua purificação.”

## Fornecimento gratuito

O principal comprador de hormônio será o sistema público de saúde que fornece gratuitamente o medicamento às crianças e também aos adultos porque, mesmo depois da adolescência, o paciente usa o hormônio em doses decrescentes pelo resto da vida. O Instituto Central do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP atende 320 pessoas com necessidade de hGH, a maioria delas

crianças. Segundo Berenice de Mendonça, chefe da Unidade de Endocrinologia do Desenvolvimento do hospital, o atendimento às crianças com nanismo por deficiência de hormônio no Estado de São Paulo pode ser considerado bom. O hGH utilizado nos vários hospitais do estado que tratam desse problema é fornecido pela Secretaria de Saúde e pelo Ministério da Saúde. Somadas aos 320 atendidos no Instituto Central, há mais 100 crianças que recebem o hGH no Instituto da Criança, também vinculado ao hospital.

## Crescer e diversificar

A Braskap, para fazer a distribuição do medicamento, contará com sua experiência de 20 anos no mercado. Localizada em Sorocaba (SP), a empresa tem como atividade principal a fabricação de cápsulas gelatinosas para medicamentos (1 bilhão delas por ano) para várias indústrias farmacêuticas. Existem 15 fabricantes dessas cápsulas no mundo, sendo três deles no Brasil: duas empresas estrangeiras e a Braskap, de capital totalmente nacional. Em 1995, a empresa também iniciou sua divisão farmacêutica, contando até agora com dez medicamentos em produção.

Segundo o presidente da empresa, Augusto Mattos, os investimentos da Braskap na parceria serão direcionados para a construção de área específica para a produção do hormônio, equipamentos, estudos clínicos e formação de uma equipe de promoção e vendas. “Estimamos os investimentos iniciais em US\$ 2 milhões. A previsão é de que nos primeiros anos o hormônio responderá por 5% da capacidade produtiva da empresa.”

Para Mattos, o pioneirismo das duas empresas é razão de otimismo. “O Brasil dispõe de excelente comunidade de pesquisadores, que, com o apoio do empresariado, trará para o país grande desen-

volvimento nas mais diversas áreas.” O contrato assinado entre a Braskap e a Genosys já prevê o desenvolvimento de novos produtos.

### Usos aprovados e abusos negados

O hormônio de crescimento humano produzido em laboratório tem até agora, segundo a prestigiada entidade norte-americana Food and Drug Administration (FDA), os seguintes usos: nanismo por deficiência do hormônio e síndrome de Turner, uma anomalia cromossômica que afeta meninas e, entre outras consequências, provoca baixa estatura em 95% das portadoras e esterilidade. Também é indicado no tratamento de pacientes com Aids em estágio avançado, quando a pessoa começa a perder musculatura. Outros usos, inclusive no Brasil, acontecem no caso de transplantados renais e adultos com deficiência do hormônio. Nos Estados Unidos, existe atualmente uma corrente médica que está requerendo a aprovação, por parte do FDA, do uso geriátrico do hGH. Também existem pesquisas em andamento no Brasil sobre o uso geriátrico, no tratamento de pessoas com queimaduras graves e na redução da gordura abdominal.

No caso do uso geriátrico, os estudos dos últimos anos indicam benefícios no combate à osteoporose, na redução da massa muscular e na diminuição da gordura localizada. Os resultados ainda não são conclusivos. Segundo José Antonio Miguel Marcondes, presidente da Sociedade Paulista de Endocrinologia e Metabolismo, há quatro anos foi publicado um artigo no *New England Journal of Medicine* sobre o uso geriátrico do hGH. “Os benefícios para os idosos parecem ser incontestes, entretanto a pesquisa publicada ainda foi restrita em termos de amostra”, diz Marcondes. Em relação à prática de pessoas saudáveis e frequentadores de academia de gi-

nástica que querem utilizar o hGH para aquisição de massa muscular ou aparentar jovialidade, o assunto muda de tom. “Esse tipo de utilização é no mínimo inconveniente, por falta de estudos detalhados e diante dos riscos, que vão do diabetes ao câncer.”

Existem outros sérios riscos para as pessoas que se utilizam do hGH sem acompanhamento médico adequado e que não têm deficiência do hormônio: crescimento dos pés, mãos, queixo e crista orbital (sob as sobrancelhas) e de extremidades cartilaginosas (orelhas, nariz), crescimento de tumores já existentes, cirrose, dores nas juntas, inchaço e hipertensão por retenção de líquido, além do aparecimento de doenças cardíacas. Classificado como anabolizante pelo Comitê Olímpico Internacional, o hGH está sujeito a controle especial (venda com receita médica em duas vias a ser retida pela farmácia) por parte da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, de acordo com resolução emitida em 15 de fevereiro de 2001.

## Transgênicos no microscópio

*Empresa domina técnica e monta laboratório para detecção de produtos geneticamente modificados*

**A**s empresas exportadoras de soja para Europa, China e Japão são os principais clientes do primeiro laboratório nacional privado capaz de fazer testes moleculares para detectar alimentos transgênicos. Trata-se da Tecam – Tecnologia Ambiental, uma empresa paulistana especializada em análises laboratoriais nas áreas de química e de biologia. Antes dela, poucos laboratórios estrangeiros e instituições públicas de pesquisa dominavam essa tecnologia. O laboratório de Biologia Molecular foi implementado com o apoio do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) da FAPESP. Foram investidos, no total, cerca de R\$ 350 mil na sua criação. A maior parte dos recursos foi usada na importação de equipamentos e de insumos laboratoriais.

A procura por testes de detecção de alimentos transgênicos tende a crescer quando esse mercado for regulamentado no Brasil. Por enquanto, a demanda é limitada, já que a legislação em vigor não permite a comercialização de alimentos transgênicos. Quando eles forem liberados, os testes ganharão importância porque o país é o segundo maior produtor de soja do mundo, tendo exportado 15 milhões de toneladas do grão no ano passado. As nações européias e asiáticas desejam diferenciar alimentos geneticamente modificados dos convencionais e, em breve, deverão exigir certificados que comprovem se as sementes e os produtos importados sofreram ou não modificações genéticas. O teste, portanto, servirá para certificar alimentos convencionais brasileiros destinados à exportação.

“Sabemos que os carregamentos de soja brasileira que chegam à Europa já estão sendo testados”, conta a bióloga Janete Walter Moura, uma das diretoras da Tecam. “Por isso as empresas nacionais preferem fazer testes aqui para conhecer a soja com a qual estão trabalhando, evitando assim surpresas futuras”, afirma. Isso acontece, apesar da proibição, porque existem fortes indícios de que uma parcela significativa da lavoura de soja da região Sul do país contenha organismos geneticamente modificados (OGMs). A informação está presente num estudo elaborado recentemente pela Câmara dos Deputados. Também há indícios de que agricultores brasileiros estão comprando o grão da Argentina, país onde o plantio de soja transgênica está liberado.

## Sementes importadas

Para a diretora da Tecam, além da soja, outro mercado potencial para realização de testes é o do milho e de produtos derivados. Nos últimos anos, a região Nordeste do Brasil tem sido um grande importador do produto. Só no ano passado foram compradas 634 mil toneladas de milho, mais da metade da Argentina e dos Estados Unidos, países onde não há restrições ao plantio de sementes transgênicas. A única forma de garantir que o milho importado pelo Brasil não seja geneticamente modificado é realizando testes moleculares nesses grãos.

A análise para detecção de alimentos transgênicos é feita por meio da identificação do novo gene que foi introduzido na planta. A procura por esse elemento, que diferencia a planta geneticamente modificada de sua correspondente convencional, é realizada com a técnica chamada reação em cadeia de polimerase, ou simplesmente PCR, do inglês *Polymerase Chain Reaction*. Devido à alta sensibili-

dade da técnica, os resultados são bastante precisos. “Existem outras técnicas para detecção de transgênicos, que analisam a proteína, mas esta, que faz a leitura do material genético (DNA), é a mais eficaz de todas”, afirma Janete. “A PCR torna visível o novo gene ou a nova sequência de DNA que procuramos identificar, produzindo bilhões de cópias desse organismo que foi introduzido na planta”, diz a farmacêutica Daniela Contri, da Tecam. O resultado do exame demora de quatro a cinco dias para ficar pronto.

Para fazer o teste de detecção de alimentos transgênicos, a Tecam precisou de um certificado de biossegurança emitido pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Esse documento, uma espécie de alvará, é obrigatório para todas as empresas e instituições que trabalham com OGMs. Isso não significa, no entanto, que os resultados dos exames devam ser comunicados à CTNBio. “Nosso trabalho é confidencial e só diz respeito à Tecam e aos nossos clientes”, afirma Janete.

O próximo passo da empresa é aparelhar-se para realizar testes que possam quantificar o percentual de OGMs encontrado nas amostras, já que a PCR é originalmente uma técnica qualitativa e permite apenas informar se o produto é ou não transgênico, sem especificar a quantidade de OGMs presentes nele. Essa quantificação é importante porque alguns países estão estabelecendo limites para definir se um produto deve ou não ser rotulado como geneticamente modificado.

Na Europa, por exemplo, esse limiar é de 1%. Isso significa que se a amostra tiver mais de 1% de material de OGMs ela é considerada transgênica. No Japão, esse índice sobe para 5%. “Normalmente, limites relacionados a alimentos estão ligados à questão da saúde, mas, no caso dos transgênicos, o limiar é arbitrário, uma vez que ainda não há estudos relacionando o consumo de OGMs com ris-

cos à saúde humana”, diz a diretora da Tecam. Para fazer os testes de quantificação, a empresa planeja adquirir um aparelho importado, capaz de realizar a PCR em tempo real, que custa entre US\$ 50 mil e US\$ 100 mil, dependendo do seu grau de sofisticação.

## Testes toxicológicos

O Laboratório de Biologia Molecular é um novo passo na capacidade de inovação da Tecam, que começou a funcionar em 1992, realizando testes toxicológicos para o mercado de defensivos agrícolas. Em seguida passou a fazer ensaios em efluentes industriais e testes de potabilidade de água. Em 1996 a empresa entrou no mercado de alimentos, oferecendo análises microbiológicas, físico-químicas e microscópicas. Hoje conta com 40 funcionários, sendo que 60% deles têm nível superior, índice que atesta a vocação tecnológica da empresa.

O estabelecimento do laboratório e a padronização da metodologia contaram com a colaboração do pesquisador José Eduardo Levi, do Laboratório de Virologia do Instituto de Medicina Tropical da Universidade de São Paulo (USP). Um bom começo que deve impulsionar a empresa a trilhar com mais preparo o ainda polêmico caminho dos transgênicos.

## Hormônio no mercado

*Pequena empresa se alia à indústria farmacêutica nacional para produzir medicamento contra o nanismo*

**A**té o final do próximo ano o Brasil ingressará num clube bastante seletivo: o dos fabricantes de hormônio de crescimento por meio de técnicas de engenharia genética. As portas de entrada desse clube serão abertas pela Hormogen Biotecnologia e pela Genosys Biotecnológica, que desenvolveram separadamente, em escala piloto, seus primeiros lotes do hormônio de crescimento humano, o hGH, sigla da expressão em inglês Human Growth Hormone. O medicamento chegará ao mercado graças a duas parcerias. A Hormogen vendeu recentemente 75% das ações para a brasileira Biolab-Sanus, uma das maiores indústrias farmacêuticas do país, que vai investir US\$ 2 milhões a partir de 2003 no lançamento comercial do produto.

A Genosys firmou acordo de produção e distribuição com outra grande empresa farmacêutica, a Braskap, também de capital nacional (veja *Pesquisa FAPESP* edição 65). Com essas parcerias, o Brasil – que atualmente importa cerca de 1 milhão de doses do hormônio de crescimento por ano, com gastos avaliados em US\$ 15 milhões – passará a exportar o medicamento.

A trajetória inicial da Hormogen, que começou suas atividades como empresa no Centro Incubador de Empresas Tecnológicas (Cietec), em São Paulo, e vai continuar a fazer pesquisa como uma espécie de subsidiária da Biolab, é a mesma da Genosys e de outras pequenas empresas que receberam financiamento do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) da FAPESP. São novos

produtos e processos que ganharam um incentivo financeiro importante para fazer pesquisa dentro da empresa.

Não faltam outros exemplos de inovações tecnológicas promissoras. A empresa Komlux, de Campinas, já colocou no mercado uma manta tecida com fibras ópticas, chamada de Blanket Lux, para tratamento de icterícia em recém-nascidos. A Clorovale, de São José dos Campos (SP), lançou recentemente brocas odontológicas com pontas de diamante sintético muito mais resistentes que as de metal. A empresa prepara também o lançamento de uma versão dessa broca, que é acoplada a um aparelho de ultra-som, proporcionando um tratamento sem aquele barulho infernal das brocas convencionais e sem dor para os pacientes.

Na área de telecomunicações, a AsGa, instalada em Paulínia (SP), desenvolveu uma linha de multiplexadores e modems usados nas transmissões via fibra óptica em redes de telefonia, Internet e processamento de dados. O sucesso comercial já é expressivo. A AsGa pulou de um faturamento de R\$ 16 milhões, em 1999, para R\$ 90 milhões, em 2001, no rastro da expansão das telecomunicações no país.

O mesmo caminho de sucesso parece ser o destino de outras empresas do PIPE, que contabiliza o investimento, em cinco anos, de R\$ 25,6 milhões e US\$ 3,9 milhões. A importância não se reveste apenas no valor econômico que virá, mas também social, como no caso do hormônio de crescimento, que poderá ter preços até 30% menores que o importado.

## Sétimo país

Prescrito sobretudo para crianças com deficiência no crescimento, ou nanismo, no jargão da medicina – doença que atinge hoje em torno de 10 mil brasileiros –, o hGH tem sido empregado em

uma faixa cada vez maior de tratamentos clínicos. Por enquanto, só é produzido em seis países: na Suécia, pela Pharmacia (recentemente adquirida pela Pfizer); na Dinamarca, pela Novo Nordisk; nos Estados Unidos, pela Genentech e Eli Lilly; na Itália, pela Serono, e ainda na Argentina e na Coreia do Sul. “Já depositamos nossa patente no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI)”, afirma o químico Paolo Bartolini, um dos três sócios da Hormogen. Ele também é chefe do Centro de Biologia Molecular do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen).

A experiência de transferir um conhecimento desenvolvido em uma instituição de pesquisa para o mercado também faz parte da história da Genosys. A técnica para obtenção do hGH foi realizada no Instituto de Química da Universidade de São Paulo (USP) pelo professor Hamza Fahmi Ali El Dorry, que convidou o bioquímico Jaime Francisco Leyton para montar a Genosys. Foi o primeiro produto da empresa.

O hGH, conta Bartolini, também foi o primeiro produto desenvolvido pela Hormogen. Atualmente a empresa se prepara para deixar a incubadora e mudar-se para Itapeverica da Serra, na Região Metropolitana de São Paulo, onde ocupará parte das instalações de uma das quatro fábricas da Biolab-Sanus e prosseguirá nas pesquisas já iniciadas de novos medicamentos à base de hormônios. Para Bartolini, o maior apelo da transação com a Biolab-Sanus – fechada em fevereiro, após um ano de negociações – foi o compromisso assumido pela indústria de continuar aplicando recursos em pesquisa.

Pelas ações que lhe asseguraram o controle da Hormogen, a Biolab-Sanus pagou US\$ 100 mil, um valor simbólico, segundo Cleiton Castro Marques, vice-presidente do grupo Castro Marques, ao qual a companhia pertence. “Mas, em contrapartida, assumimos 100% dos novos investimentos”, explica o empresário. Este ano, a nova controladora está destinando R\$ 100 mil à Hormogen, além de assegurar

o pró-labore dos sócios-pesquisadores (todos do Ipen), que ficaram com 25% de participação acionária, até que o hGH, seu primogênito, comece a ser comercializado. “Nos anos seguintes, investiremos o que for necessário para que a empresa se torne operacional”, afirma Castro Marques.

Para chegar à sua produção piloto e atrair o interesse de potenciais investidores, a Hormogen recorreu à FAPESP, que, entre 1998 e 2001, liberou para a empresa incubada cerca de R\$ 350 mil, por meio do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE). Os recursos foram aplicados principalmente em reagentes e equipamentos – sozinho, o biorreator, por exemplo, onde as bactérias que secretam o hGH se multiplicam, absorveu US\$ 113 mil. Com a produção piloto assegurada, a Hormogen começou a testar o medicamento, que já passou pelos testes laboratoriais biológicos (por meio de camundongos anões) e pelas duas modalidades de testes físico-químicos e toxicológicos (por meio de cães) e imunológicos, para comprovar a potência e a pureza do hormônio, que não pode conter mais de dez partes por milhão de proteína da bactéria de origem, que são os principais contaminantes do futuro medicamento.

A fase seguinte é a dos testes clínicos, ou de bioequivalência, que devem ser concluídos em no máximo seis meses. Nessa fase, o medicamento da Hormogen e um outro produto similar importado disponível no mercado serão aplicados em 24 pessoas saudáveis. Primeiro, 12 voluntários receberão o produto já disponível, e os demais, o da Hormogen. Em seguida, o procedimento será repetido, trocando-se o medicamento, de modo que todo o grupo receberá os dois produtos. “É um procedimento complexo, que exige contratação de farmacologista e internação dos voluntários em hospitais”, explica Bartolini. “Esses testes devem absorver em torno de US\$ 200 mil”, estima Castro Marques.

A empresa espera obter retornos elevados com os investimentos realizados. O hGH, segundo Castro Marques, é o quinto em vo-

lume de vendas mundiais entre os medicamentos de engenharia genética. O produto da Hormogen, ele acredita, deverá conquistar 20% do mercado brasileiro em um ano, período em que também poderá começar a abastecer alguns dos 17 países da América Latina nos quais a Biolab-Sanus mantém parcerias com distribuidores. Este ano, primeiro em que atua no mercado externo, conta o executivo, a empresa exportou o equivalente a US\$ 800 mil para esses países, montante que, em cinco anos, deve chegar a US\$ 30 milhões em vendas, inclusive de hGH.

Criada há apenas cinco anos para ocupar nichos mais especializados do mercado de fármacos – o outro laboratório do grupo, a União Química, fabrica basicamente genéricos e produtos hospitalares –, a Biolab-Sanus teve ascensão rápida. Já é a terceira empresa em prescrição de medicamentos cardiológicos, segmento responsável por 55% de seu faturamento, que deve somar entre R\$ 170 milhões e R\$ 180 milhões este ano, com incremento de 50% em relação a 2001. Juntas, Biolab e União Química devem faturar em 2002 cerca de R\$ 340 milhões, desempenho que justifica sua posição em 12º lugar na lista das maiores empresas farmacêuticas do país, segundo o jornal *Gazeta Mercantil*, e ainda a quinta colocação no ranking da revista *Exame* das mais rentáveis do setor. “Esse resultado reflete o nosso foco em 2002, em produtos que não têm nem terão similares genéricos nos próximos anos”, afirma Castro Marques.

## Nova cultura

O que a Biolab-Sanus quer agora é agregar tecnologia, fabricando cada vez mais produtos exclusivos. Essa estratégia na verdade foi iniciada há três anos com o lançamento do Lovelle, único anticoncepcional vaginal comercializado no Brasil. Além da Hormogen, a

companhia adquiriu este ano uma outra empresa incubada, a Dalmatia, de cosméticos de ação terapêutica –, abrigada na incubadora Bio-Rio, e está associada atualmente a 18 projetos de pesquisa de instituições como Universidade de São Paulo (USP), Ipen e Instituto Butantan.

Com a compra da Hormogen, a Biolab-Sanus finca o pé no segmento mais prestigiado e promissor de medicamentos do mundo, o de engenharia genética. “Queremos criar na empresa a cultura da biotecnologia, que é o futuro”, afirma Castro Marques. Um futuro que deve começar já no próximo ano com o início da produção e o lançamento comercial do hormônio de crescimento.

Curiosamente, a parceria Biolab-Hormogen vai entrar numa corrida com a outra parceria, a da Genosys-Braskap – que está construindo a sua planta industrial –, para ver quem primeiro colocará o hGH no mercado trazendo na embalagem a inscrição: indústria brasileira.

### **Muito além do nanismo**

A indicação mais comum do hormônio de crescimento é o nanismo, doença que afeta cerca de 10 mil crianças brasileiras, segundo o pesquisador Paolo Bartolini. Mas, afirma ele, o nanismo também pode ser transmitido pelos genes e propagado por meio de casamentos consangüíneos, como aconteceu na pequena cidade sergipana de Itabaianinha, a 115 quilômetros de Aracaju, que contabiliza em torno de 100 portadores de déficit de crescimento, a maior concentração de casos do país.

Além de combater o nanismo, o hGH pode ser ministrado a adultos com deficiência hormonal, pacientes que sofreram transplante renal, meninas com síndrome de Turner – que provoca bai-

xa estatura e esterilidade – ou aidéticos em estágio avançado (quando há perda de massa muscular). Mas o leque de aplicações do medicamento continua se abrindo.

Atualmente, uma corrente médica nos Estados Unidos pleiteia a ajuda do hormônio no combate à osteoporose e à redução da massa muscular nos idosos, contribuindo também para diminuir a gordura localizada. Há ainda vários estudos avançados, inclusive no Brasil, segundo Bartolini, que demonstram os benefícios do hGH para mulheres na menopausa. Já o uso do hormônio por praticantes de atividades físicas em busca de rápido desenvolvimento muscular é perigoso. “Isso é totalmente condenável. Pode resultar, por exemplo, em diabetes e outras doenças decorrentes do desequilíbrio hormonal”, afirma Bartolini.

Aprovado pelo Food and Drugs Administration (FDA), a agência norte-americana que controla a qualidade de alimentos e medicamentos, em 1985, o hGH é obtido pela técnica do DNA recombinante. Por meio dessa técnica, os cientistas clonam os genes que codificam a molécula do hormônio produzida pela glândula pituitária, localizada na base do cérebro. Essa sequência de DNA é modificada para que se adapte às necessidades de sua nova fabricante, geralmente a bactéria *Escherichia coli*. Depois, a sequência é inserida numa molécula de DNA bacteriano, o plasmídeo, o qual finalmente é introduzido na bactéria, que, com isso, passa a produzir o hGH. Em seguida, a bactéria vai para o biorreator para a fermentação, durante a qual se multiplica rapidamente: em cerca de dez horas, uma única bactéria pode gerar bilhões delas, todas produzindo o hormônio.

O passo seguinte é a centrifugação das bactérias, da qual se obtém um extrato cru de proteínas. Começa então uma longa etapa de purificação desse extrato, uma sequência de cromatografias e precipitações que levam à obtenção do hormônio e à separação dos

contaminantes (as proteínas da bactéria). Segundo o pesquisador Paolo Bartolini, o processo utilizado pela Hormogen permite obter hormônio “idêntico” ao fabricado naturalmente pelo organismo humano.

## Cópias da perfeição

*A ProClone trabalha para adicionar qualidade e competitividade à produção de plantas ornamentais no Brasil*

**R**eproduzir a beleza de algumas flores, repetir aquele tom que só uma orquídea consegue ter no auge de sua floração são os desafios que a clonagem de plantas ornamentais tem exercitado há alguns anos. A técnica utiliza um pedacinho minúsculo de um broto – mais precisamente o meristema, um aglomerado de células de 0,1 mm – para multiplicar flores exemplares sem diferenciação genética. Embora empregada comercialmente há mais de 20 anos, a técnica passa constantemente por aperfeiçoamentos. Quem consegue utilizá-la com maior precisão e baixos custos, produzindo cópias perfeitas em grandes quantidades, livres de doenças e com combinações inesperadas, ganha mercado e nome. Um objetivo que está na trajetória da empresa ProClone Biotecnologia, instalada na cidade de Holambra, na região de Campinas (SP).

A empresa busca qualidade e competitividade ao incrementar a produção de clones de diversas espécies de plantas, como orquídeas, gérberas e copos-de-leite. Com o apoio da FAPESP dentro do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) desde 1997, a ProClone, que produz 40 mil mudas por mês, está se preparando tecnicamente para ganhar o mercado externo. Sua estrutura de exportação está pronta, mas “dormente”, diz a proprietária da empresa, a bióloga Monique Inês Segeren, que se associou a uma empresa holandesa, a Ceres Vitro, para poder conquistar o consumidor externo.

Com isso, Monique atingirá um dos objetivos que a levaram a abrir as portas de seu laboratório em 1989: participar do mercado mundial de flores e plantas, que movimenta, em toda sua cadeia produtiva, cerca de US\$ 100 bilhões ao ano. Desse total, os produtores são responsáveis por valores próximos a US\$ 16 bilhões. A Holanda é o principal exportador e importador mundial de flores e plantas ornamentais e serve de base para as maiores multinacionais do setor. No Brasil, o segmento da produção responde por 30% do faturamento, que alcança R\$ 1,3 bilhão anualmente, cabendo ao Estado de São Paulo a responsabilidade por 70% desse valor.

Só em Holambra são comercializados mais de R\$ 273 milhões em flores por ano. Esse pequeno município de 10 mil habitantes, distante 155 quilômetros da capital paulista, teve origem em uma fazenda, onde foi formada uma cooperativa de agricultores holandeses que deixaram a Europa depois da Segunda Guerra Mundial. Nas últimas décadas, esses agricultores se dedicaram ao cultivo de flores, tornando-se referência nacional no setor.

No atraente mercado da produção de flores, a especialidade da ProClone é clonar mudas criadas por especialistas em melhoramento, propiciando uma multiplicação acelerada com todas as características originais da planta preservadas. Esse processo, além de ser designado de clonagem ou clonação, é chamado de micropropagação *in vitro*. O aperfeiçoamento dessa técnica está em desenvolvimento pela empresa desde que ela participa do PIPE há quatro anos. As inovações tecnológicas resultaram em um equipamento próprio de autoclavagem que faz a esterilização e prepara o meio de cultura usado em recipientes para a multiplicação das mudas.

Depois de pronto, o meio de cultura é distribuído, de forma controlada, para 650 recipientes num período de três horas. “No processo manual, seria possível encher apenas 20 ao mesmo tempo.” Além da demora e margem de erro, o método manual implica maior gas-

to de energia e custo de mão-de-obra. Por enquanto, o equipamento de autoclave está instalado na ProVitro, *joint venture* formada entre a empresária e a Ceres Vitro, que está incubada na Companhia de Desenvolvimento do Pólo de Alta Tecnologia (Ciatec), de Campinas. Segundo a empresária, a esterilização do meio de cultura com a autoclave será feita no laboratório da ProClone, em Holambra, assim que as obras de expansão estiverem concluídas e forem instaladas outras duas máquinas de autoclavagem.

## Melhor esterilização

A autoclave foi projetada pelo engenheiro Sérgio Koseki com equipamentos totalmente nacionais. Foi patenteada pela ProClone com o nome de Equipamento de Esterilização de Meio de Cultura e Distribuição Automática e, segundo Monique, não tem similar nacional. A máquina existente com funções semelhantes é alemã, mas a desenvolvida pelo técnico brasileiro tem como diferencial uma hélice, que torna os líquidos mais homogêneos e melhora a esterilização. Para Monique, o fato de a ProVitro estar localizada dentro de uma incubadora é fundamental para o desdobramento da segunda fase do projeto, o desenvolvimento de uma máquina complementar para o processo de clonagem de plantas que já está em fase de testes.

Trata-se do esterilizador a plasma da Valitech – outra empresa participante do PIPE e incubada no Ciatec –, que usa peróxido de hidrogênio na esterilização de potes plásticos, um processo revolucionário e com reduzido gasto energético. Segundo o pesquisador da empresa, Tadashi Shiosawa, a máquina esteriliza até 2 mil potes plásticos em uma hora. As outras formas de esterilização causam danos à saúde e ao meio ambiente, além de consumir muita energia, afirma o pesquisador. “O óxido de etileno é cancerígeno e causa danos

ambientais e a radiação por raio gama tem restrições por sua periculosidade.” A máquina também vai permitir a reutilização dos potes plásticos após a lavagem, o que não é feito nem na Holanda, acrescenta Monique.

Com os novos equipamentos, a ProClone terá condições de prestar um serviço mais elaborado e rápido para o primeiro elo da cadeia produtiva de plantas e flores, o chamado melhorista. Esse profissional tem espécimes guardados em estufas, que funcionam como ferramentas para pesquisas de variação genética e mutação. Com elas, é possível criar mudas com características próprias, como, por exemplo, um copo-de-leite com cor diferente ou uma banana resistente a determinada praga. Segundo Monique, esses experimentos visam, fundamentalmente, ao aproveitamento comercial do resultado. No caso de flores, o melhorista mostra sua criação em exposições que funcionam como vitrine para reprodutores de plantas e flores em busca de novidades.

## **Ganho de escala**

Como o melhorista tem apenas algumas mudas do novo produto, é necessária uma multiplicação para que o produtor possa levar a planta para o mercado com rapidez e ganho de escala. Assim, o melhorista passa a matriz para um laboratório como o da ProClone, onde é realizada a multiplicação de mudas por micropropagação. Após testes com o grupo de plantas para verificação da qualidade, é escolhido o lote a ser multiplicado em larga escala. A próxima etapa ainda está no mesmo laboratório, ou na chamada biofábrica. A muda é transformada em milhões de mudas, sob condições controladas, em meio de cultura e com reduzido espaço de tempo. Após essa multiplicação, as mudas são entregues ao produtor e só então

sairão de seus potes para serem plantadas em canteiros de terra da estufa, para crescimento, floração e conseqüente entrega aos distribuidores e floriculturas.

Para garantir que a muda a ser multiplicada por esse sistema está livre de doenças conhecidas, é feito um teste de qualidade baseado no método Elisa (*Enzyme Linked Immunosorbent Assay*). A aceitação no exterior de mudas clonadas no Brasil passa pelo teste Elisa. Trata-se de um método de padrão internacional usado para testar as reações ocorridas com as mudas diante da ação de vírus conhecidos e específicos para cada planta.

## **Certificado de origem**

O consultor contratado pela ProClone, o pesquisador José Alberto Caram Souza Dias, do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), acrescenta que esse teste é determinante para obter certificado fitossanitário de origem, que comprova a qualidade e a inexistência de vírus e funciona como garantia de entrada da muda lá fora. Em seu trabalho na ProClone, Caram desenvolve máquinas para realizar o teste: trata-se de uma injetora-lavadora e de um aspirador para secagem das microplacas com 96 cavidades onde são depositadas amostras e reagentes, uma operação que se repete por três vezes com cada amostra. O preço do conjunto importado varia de US\$ 2 mil a US\$ 8 mil. Caram estima que as duas máquinas adaptadas por ele custem menos de R\$ 1 mil.

## **Evasão de matrizes**

A maior capacitação técnica na produção de plantas ornamentais no Brasil pode reverter uma situação no mínimo preocupante:

a evasão de matrizes brasileiras, em que o caso mais flagrante é o de várias espécies de orquídeas nativas que estão sendo reproduzidas no exterior e reexportadas para o Brasil. Segundo Monique, uma muda importada de orquídea custa R\$ 4, enquanto é possível reproduzi-la aqui a R\$ 10 o lote de 50 mudas. A empresária acrescenta que existem hoje quatro grupos (gêneros) de orquídeas com excelente aceitação comercial – *Phalaenopsis*, *Dendrobium*, *Oncidium*, a chamada chuva-de-ouro, e *Paphiopedilum*, conhecida como sapatinho – e dois outros também com muita procura para reprodução: *Catleya* e *Laelia*, gêneros apreciados pelos orquidófilos, profissionais que reproduzem e vendem essas plantas em exposições e feiras.

“A coleção brasileira está bastante espalhada, mas a orquídea é uma planta altamente dependente de laboratório”, diz Monique. A ProClone também acelera a multiplicação do copo-de-leite (*Zantedeschia*), gênero com 40 espécies de variadas cores, que tem demanda crescente no mercado nacional. Essa planta é importada da Holanda, mas sua origem é a África do Sul. Outras plantas que compõem a prateleira da ProClone são a gérbera (*Gerbera*), a calanchoe (*Kalanchoe*), além de folhagens como samambaias (*Dicksonia* e *Polypodium*) e filodendros (*Philodendron*).

A ProClone também faz reprodução *in vitro* de variedades de antúrio (*Anthurium*) desenvolvidas e produzidas pelo IAC. A estratégia de Monique é bastante clara: clona e desenvolve mudas que o mercado deseja e se antecipa à concorrência e ao desejo dos consumidores. Para isso inova na produção de equipamentos, procura brechas de mercado e se associa a parceiros tecnológicos e de investimento. A empresa tem seis funcionários e cinco bolsistas. O apoio financeiro de instituições de fomento à pesquisa faz parte de sua rotina desde o início das atividades da empresa, com o Programa de Capacitação de Recursos Humanos para Atividades Estratégicas (Rhae), do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT).

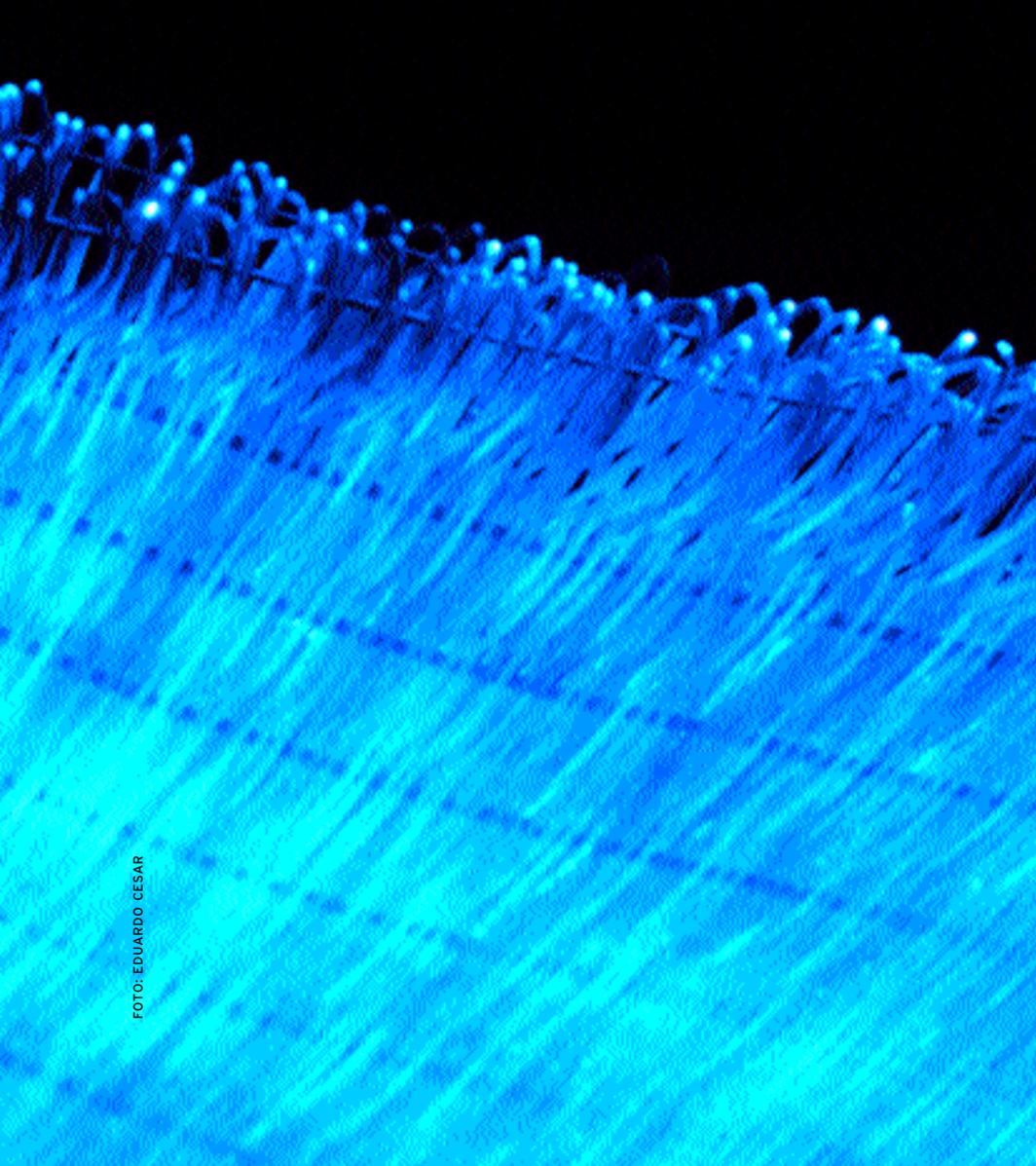
## Investimento na produção

Enquanto esperava o projeto da FAPESP ser aprovado, Monique cumpriu um programa de trabalho de oito meses no Quênia, onde gerenciou um laboratório com mais de cem funcionários da Ceres Vitro. Essa experiência foi importante para solidificar os laços empresariais com o sócio Hendrikus Petrus Schouten, para a formação da ProVitro. Ele, além da Ceres Vitro, também é proprietário da Ceres International, com sede na Holanda.

O olhar do sócio holandês pousa pelo menos quatro vezes ao ano na nova e embrionária empresa, para a qual já adquiriu uma área de sete hectares na região de Holambra. Ali, tão logo o empresário identifique o momento certo de investir, vai iniciar a construção de uma biofábrica que irá produzir mudas clonadas de várias espécies – em larga escala –, com grandes perspectivas de exportação. O custo avaliado para esse empreendimento é de R\$ 1,5 milhão. Por enquanto, Monique diz que seu sócio, em suas vindas ao Brasil, prospecta o terreno e conhece os produtores parceiros, que em suas estufas reproduzem as mudas melhoradas da ProClone.

MEDICINA/ SAÚDE/  
ENGENHARIA SANITÁRIA/  
ENGENHARIA BIOMÉDICA

FOTO: EDUARDO CESAR



## CD-ROM apóia deficiente

*Empresa participante do PIPE  
desenvolve software que avalia e ensina*

O médico Armando Freitas da Rocha, professor de neurofisiologia da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), resolveu colocar em prática seu lado empresário às vésperas da aposentadoria acadêmica, em 1997. Apresentou, então, à FAPESP um projeto para desenvolvimento de um *software* com jogos educativos destinados a estimular e avaliar o desempenho escolar e a atividade neurológica de crianças portadoras de deficiência mental. Ele foi um dos pioneiros do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) ao se inscrever no primeiro edital, em julho daquele ano. Agora, passados pouco mais de três anos, o projeto chega ao final com o *software* lançado comercialmente no final deste mês em forma de CD-ROM.

O *software* revelou-se melhor do que o esperado. Ele é uma ferramenta útil para acelerar o processo de aprendizagem não só de crianças com problemas neurológicos, mas também de qualquer aluno entre a pré-escola e a quarta série. “Isso ficou claro para nós no meio do projeto, quando vimos que o programa também pode ajudar no ensino dos estudantes em geral”, afirma Rocha, que, depois de se aposentar da Unicamp em 1998, passou a trabalhar como professor visitante do Departamento de Patologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP).

## Continua o trabalho

Para operacionalizar o projeto, Rocha criou a empresa Eina-Estudos em Inteligência Natural e Artificial, teve sua proposta aprovada no PIPE e iniciou o trabalho em janeiro de 1998. Depois de 27 anos dedicados à pesquisa básica, ele encontrou um novo caminho para continuar seu trabalho. “Parecia que o programa (PIPE) tinha sido feito exatamente para mim”, relembra o neurofisiologista. Ele deu o mesmo nome do projeto ao produto que está indo para o mercado: Enscer – Sistema Informatizado e Integrado para Ensino e Avaliação do Progresso Pedagógico e Neural de Crianças Portadoras de Deficiência Mental.

O *software* dá noções de Português, Matemática, História, Geografia, Estudos Sociais, Educação Artística e Ciências. Faz isso lançando mão de jogos educacionais que costumam prender a atenção das crianças com uma série de recursos audiovisuais, como charadas, quebra-cabeças e histórias em quadrinhos com personagens infantis. Além dos módulos dessas disciplinas, o programa também tem uma seção específica dedicada ao desenvolvimento sensório-motor e fornece uma avaliação impressa do desempenho das crianças nos exercícios.

## Testes na Apae

Nos últimos três anos, o Enscer foi testado e desenvolvido com um grupo de quase 200 alunos especiais da escola da Associação de Pais e Amigos do Excepcional (Apae) de Jundiaí, município do interior paulista onde fica a sede da Eina. Os professores da entidade foram treinados para usar o *software* e a escola foi informatizada para que seus estudantes pudessem utilizar, de forma roti-

neira, o Enscer. Na maioria dos casos, a introdução do *software* nas aulas da Apae acelerou a alfabetização das crianças, cuja idade variava de 6 a 18 anos. “Com o *software*, percebemos que certos alunos começavam a ler e escrever algumas palavras já no nível 3. No passado, eles só atingiam esse estágio no curso que chamamos de alfabetização 1 (dois estágios adiante)”, afirma Patrícia Bellode Ramazzini, diretora escolar da Apae. “No início, alguns professores resistiram ao uso do computador como ferramenta pedagógica. Mas, como os bons resultados saltavam aos olhos, as resistências foram ficando para trás.”

Por lidar com alunos especiais, a estrutura curricular dos cursos da Apae difere da adotada pelas escolas para não-deficientes. O aprendizado é concebido para dar uma velocidade mais lenta do que nas aulas para crianças sem restrições. Durante sua vida escolar na Apae de Jundiaí os alunos devem percorrer oito séries. Cada uma delas tem duração de um ano, seguindo uma nomenclatura totalmente diversa da vigente nos estabelecimentos convencionais. As quatro primeiras séries (níveis 1, 2, 3 e 4) correspondem mais ou menos ao maternal e pré-escola. As quatro últimas (alfabetização 1, 2, 3 e 4) equivalem à primeira e segunda séries do ensino fundamental.

Os resultados do ENSCER na Apae foram considerados muito positivos por Rocha, ainda mais quando se determinou o perfil neurológico das crianças. Depois de submetê-las a exames de ressonância magnética na Faculdade de Medicina da USP, Rocha constatou que metade delas apresentava lesões estruturais em diferentes áreas do cérebro. Ou seja, tinham áreas cerebrais com neurônios mortos e sem atividade elétrica. A existência de lesão constituía um desafio ainda maior para o desenvolvimento escolar dos alunos, pois comprometia o desempenho das funções (motoras ou cognitivas) normalmente coordenadas pelas regiões cerebrais lesadas. A segunda metade de alunos exibia outro tipo de limitação: não tinha lesões, mas

seu cérebro se debatia com problemas funcionais, que afetavam a troca de sinais elétricos entre as várias regiões nervosas. Esse tipo de problema ficou demonstrado na realização de eletroencefalogramas nas crianças durante a utilização do *software*.

É justamente na forma de fazer esse exame que vem à tona uma interessante faceta do Enscer: o sistema permite um diagnóstico refinado da atividade neuronal no exato momento em que as crianças executam uma determinada tarefa na tela do computador, enquanto aprendem e se divertem. Na eletroencefalografia tradicional, o registro é feito com a criança em repouso, quando seu cérebro não tem de realizar nenhuma tarefa definida, e dentro de um hospital, num ambiente estranho (às vezes, hostil) ao aluno portador de problemas neurológicos. O Enscer contorna essas duas desvantagens. “As crianças mal percebem que estão sendo submetidas a um exame”, diz Rocha. A Eina dispõe de uma unidade móvel de eletroencefalografia para ser utilizada nas escolas e entidades que vierem a comprar o *software*.

A unidade móvel é instalada ao lado do aluno que está sentado diante do computador. Enquanto ele tenta desempenhar as atividades propostas pelo *software* educacional, eletrodos presos em sua cabeça e ligados a outro computador transmitem os impulsos nervosos necessários para a geração de um MCC, sigla para Mapeamento Cognitivo Cerebral. O MCC nada mais é do que uma série de eletroencefalogramas que radiografam o funcionamento do cérebro nas várias etapas de execução de uma ou mais tarefas. Em média, são necessários 40 minutos para a produção de um MCC.

De acordo com a idade, desenvolvimento social e cultural do aluno, Rocha tem, antes mesmo de aplicar o exame, uma noção bastante precisa de quais regiões do cérebro devem ser requisitadas em cada momento da tentativa de execução de uma tarefa. De posse dos resultados de cada aluno, o médico compara com o desempenho de

grupos de crianças sem disfunções neurológicas. Dessa forma, ele verifica o que há de errado no cérebro do deficiente.

## Ambiente familiar

Com 22 funcionários, entre contratados e bolsistas do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que também patrocina o desenvolvimento de uma página educacional na Internet destinada aos usuários do Enscer, a sede da Eina fica num lugar bucólico. As dependências da empresa ocupam duas pequenas construções vizinhas à casa de Rocha, dentro do sítio onde mora o professor, a 7 quilômetros do centro de Jundiaí. O ambiente na Eina é familiar e simples. Enquanto os funcionários trabalham, vacas e bois pastam num canto da propriedade, os cachorros da família de Rocha dormem ou brincam no quintal e, sorrateiramente, um esquilo ou outro animal qualquer sobe e se aninha numa árvore. Na hora do almoço, todo mundo senta numa mesa comunitária e consome refeições preparadas por um restaurante da região, quase sempre reforçadas com itens produzidos no próprio sítio, como um pêssego ou um mamão.

No quadro de pessoal da empresa, existem desenhistas, programadores de computador, técnicos para escolha e gravação de som, psicóloga e professores. A família Rocha também está presente em peso na Eina: sua mulher, Marly Theoto Rocha, professora aposentada de enfermagem da USP, empresta a voz nas mensagens sonoras presentes no *software* Enscer, e seus dois filhos, o veterinário André Theoto Rocha e o engenheiro agrônomo Marcelo Theoto Rocha, fazem pesquisas em suas respectivas áreas de atuação utilizando conceitos de inteligência natural e artificial.

## Mercado amplo

A Eina tem planos ambiciosos para seu *software* educacional. A empresa espera vender mensalmente entre 50 e 100 unidades do CD-ROM. Rocha acredita que o produto possa interessar a três faixas de público: escolas em geral (para alunos sem problemas neurológicos ou voltadas para crianças com variados graus de deficiência); profissionais das áreas de ensino ou de fonoaudiologia; pais de alunos (que também se utilizariam da página na Internet do Enscer para orientá-los no uso do CD). O preço do programa varia de R\$ 140 a R\$ 700, de acordo com o perfil do comprador (pessoa física ou jurídica) e o número de cópias ou licenças de uso do *software* adquiridas. Além do programa para computador, a empresa também vende dois livros que foram especialmente escritos pelo médico no âmbito do projeto Enscer, *O cérebro – um breve relato de sua função* e *O cérebro na escola*.

O neurofisiologista aposta que o CD-ROM e os livros farão sucesso, mas não descuida das demais áreas de atuação da Eina. A venda de serviços de assessoria a instituições de perfis variados é uma das prioridades da empresa. Em sua lista de clientes há uma companhia estatal – a Petrobras, para a qual a Eina desenvolve *softwares* e aplicativos que se utilizam do conceito de Inteligência Artificial – e alguns estabelecimentos de ensino, entre os quais a Universidade Cidade de São Paulo (Unicid). Nessa universidade privada, Rocha coordena o Núcleo de Estudos da Aprendizagem e Cognição, no qual os jogos educacionais do sistema Enscer são utilizados para estimular o aprendizado de crianças portadoras de deficiência visual, auditiva e mental e também em pesquisas acadêmicas. Os alunos de pedagogia e fisioterapia da Unicid também usam o *software* como ferramenta de apoio nas atividades que desenvolvem com deficientes.

## Mundo da competição

No âmbito comercial, o ambiente que Rocha irá se deparar é tanto competitivo. Os produtos da pequena Eina, por exemplo, terão de disputar clientes com *softwares* comercializados pela divisão de informática do Grupo Positivo, de Curitiba (PR), um gigante da área educacional que possui convênios com mais de 1.800 escolas no país. Rocha, no entanto, não sente saudades da época em que era apenas professor e pesquisador.

“Montei uma estrutura comercial que, além de prestar serviços e desenvolver produtos, faz pesquisa. O que fiz em três anos (na Eina) não realizei em 27 de universidade”, avalia o neurofisiologista. No ano passado, o faturamento de sua empresa ficou na casa dos R\$ 170 mil, provenientes sobretudo da venda de serviços para terceiros, visto que o *software* educacional ainda não tinha sido lançado. “Por ora, a Eina está empatando. Não dá lucro nem prejuízo. Esperamos faturar entre R\$ 250 mil e R\$ 300 mil em 2001.”

Embora tenha a possibilidade de curtir uma aposentadoria tranquila em seu sítio, Rocha vive um momento de agitação, descobrindo os prazeres e as agruras do mundo empresarial. Mas, com isso, ele não deixa de colaborar com a ciência e proporcionar uma vida melhor para deficientes mentais e crianças em idade escolar.

## Novos caminhos do cérebro

Os eletroencefalogramas em tempo real realizados com os alunos da Apae de Jundiá produziram alguns resultados surpreendentes. Eles mostraram que certas crianças com lesões estruturais tinham conseguido realocar as funções originalmente controladas pelas áreas nervosas danificadas para regiões sadias do cérebro.

Essa versatilidade do sistema elétrico cerebral gerou casos de grande interesse para os pesquisadores de neurofisiologia.

Os exames revelaram, por exemplo, que o cérebro de uma criança havia transferido o controle da produção e compreensão da linguagem de zonas do hemisfério esquerdo (que estavam mortas) para áreas normais do hemisfério direito. Ou seja, de forma espontânea e ainda pouco conhecida pela ciência, esse cérebro redistribuiu suas funções entre as áreas ativas de seu sistema. O resultado prático desse rearranjo foi permitir, por exemplo, que um aluno, a despeito da lesão, conseguisse aprender a falar (ainda que tardiamente, aos 5 anos), a ler e a escrever.

Em outras situações, o diagnóstico fornecido pelo eletroencefalograma serviu de base para alterar totalmente o método pedagógico que estava sendo empregado com uma criança da Apae. O médico Armando Freitas da Rocha lembra da história de um menino que tinha uma lesão na área do cérebro responsável por sua coordenação motora. As professoras pensavam que ele nunca conseguiria aprender a ler e a escrever por causa dessa restrição neuronal. Mas, depois que o menino brincou e fez os testes do Enscer, o neurofisiologista percebeu que ele dominava o raciocínio necessário para ser alfabetizado e fazer frases.

Seu problema era estritamente de coordenação motora: ele não tinha habilidade suficiente para segurar um lápis ou caneta e desenhar letras. Como essa limitação foi contornada? “Passamos a alfabetizar o aluno num computador. Afinal, ele não sabia desenhar as letras, mas tinha desenvoltura para usar as teclas do micro”, conta Rocha. “O deficiente tem a capacidade de aprender. Ocorre que ele precisa de mais atenção, tempo e recursos do que uma criança sem problemas.”

## Precisão no diagnóstico

*Novo kit e processamento laboratorial permitem identificar parasitas com mais eficiência*

**M**icroscópicas formas disputam diariamente os nutrientes consumidos por 52% da população brasileira, cerca de 88 milhões de pessoas, segundo dados divulgados no ano passado pela Organização Pan-Americana de Saúde (Opas). O estudo aponta que esses indivíduos carregam no intestino pelo menos uma espécie de parasito: protozoários (amebas, por exemplo) ou helmintos (vermes) responsáveis por desconforto ou cólica abdominal, anemia, cansaço e diarreia. Para detectar essas infecções parasitárias, os médicos recomendam três amostras de fezes, coletadas em dias alternados, e processadas separadamente pelos laboratórios. Esse procedimento demorado, muitas vezes, não é realizado pelo paciente. A solução para exames mais eficazes pode estar em um novo método, denominado TF-Test, que processa as três amostras em apenas uma etapa.

O TF-Test está em desenvolvimento na empresa Immunoassay, num projeto financiado pelo Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) da FAPESP. Segundo Sumie Hoshino Shimizu, professora aposentada da Universidade de São Paulo (USP) e coordenadora do projeto, a vantagem dessa técnica é concentrar as amostras, fazendo o diagnóstico mesmo nos casos mais difíceis, em que o indivíduo apresenta baixo grau de infestação. “Nos testes tradicionais, muitos casos dão resultados negativos falsos”, relata.

O produto é composto por um kit de diagnóstico com três tubos coletores para amostras fecais, que, quando entregues ao labo-

ratório, são encaixados em um recipiente destinado a filtrar e centrifugar o material para análise. Os kits já foram testados em quatro laboratórios de diagnósticos de universidades paulistas. Na comparação com as técnicas mais usadas nos exames parasitológicos convencionais, os resultados apontaram que a nova técnica é superior aos métodos utilizados hoje e aos kits existentes no mercado.

## Plásticos resistentes

A inovação e os ganhos não se limitam à economia proporcionada no processamento. Resinas foram testadas para que os frascos pudessem ser transportados sem que houvesse alteração no plástico, decorrente de reações provocadas pela solução de formalina, conservante escolhido para preservar durante dez dias o material coletado. A tampa, que fecha com um simples encaixe, inibe microvazamentos.

Sumie diz que o novo produto é importante para a saúde pública porque, ao dispensar a refrigeração por até dez dias, possibilita aos habitantes de localidades onde não há energia elétrica ter acesso a esses exames.

## Avaliação de riscos em áreas poluídas

*A partir de um antigo lixão, empresa  
introduz novas técnicas ambientais*

Uma área com vegetação densa contornada por rios, de acesso fácil, sem barulho e sem agitação de turistas, enfim, um paraíso na terra. Esse lugar existe e está a menos de 70 quilômetros da capital de São Paulo. Mas, sob a sua aparência paradisíaca, escondem-se resíduos residenciais e industriais perigosos, a exigir cuidados constantes para não contaminar as águas nem prejudicar a saúde da população que mora ao redor. O controle dessas ameaças presentes nos 200 mil m<sup>2</sup> do terreno, encravado dentro dos limites do município de Cubatão (SP), está a cargo da empresa Hidro Ambiente.

O objetivo é monitorar a área e pôr em prática novas técnicas de avaliação de impactos ambientais causados por processos produtivos. Essa busca de incremento metodológico é estimulada pelo projeto Desenvolvimento de Tecnologias para Avaliação de Riscos Ambientais de Locais com Solos e Águas Subterrâneas Contaminadas, financiado pela FAPESP, dentro do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE). Foram R\$ 45 mil na fase 1 e outros R\$ 180 mil, liberados durante a fase 2, que deverá ser finalizada em dezembro deste ano.

A área estudada está situada ao longo dos vales do rio Cubatão e do Ribeirão dos Pilões, num território abraçado pelo Parque Estadual da Serra do Mar. O local foi um recanto aprazível até a década de 1960, quando a paisagem começou a ser alterada. O processo de urbanização e de industrialização que avançava naquela região es-

colheu aquele lugarejo para a instalação de um aterro sanitário destinado a ser depósito do lixo produzido nas cercanias. Mais tarde também foram constatados despejos irregulares de lixo hospitalar. O problema agravou-se com a invasão da área por duas centenas de pessoas, divididas em 1970 famílias, que ali passaram a residir. E complicou-se ainda mais quando surgiram os casos de contaminação em algumas dessas pessoas, que apresentaram problemas de inflamação de pele e complicações respiratórias.

Na década de 1970, a prefeitura local desativou o lixão e removeu os moradores. A imagem do lugar foi, portanto, recomposta, mas aquilo que a natureza foi obrigada a absorver ainda está lá, na forma de resíduos, carentes de cuidados constantes, como indica a própria condição legal da região, enquadrada na condição de Área de Proteção Ambiental (APA). Contudo, nos 30 anos que se passaram desde o fim do aterro, o mundo mudou. Novos processos industriais foram desenvolvidos. Leis especiais foram aprovadas, fruto também dos movimentos ambientalistas com suas reivindicações.

O que não mudou muito foram os restos do lixo doméstico, industrial e hospitalar acumulados durante duas décadas naquele lugar, justamente o mundo escondido pela vegetação farta e bonita. É por isso que, a cada três meses, uma equipe de geólogos e técnicos, comandada pela Hidro Ambiente, se dirige até Cubatão. Ali verifica as condições da mata, do solo e das águas subterrâneas. O nome técnico dessa operação é monitoramento.

Parece pouco. Mas algo muito mais importante está em curso. Os técnicos da Hidro fazem parte de um grupo de profissionais que, ao avançar mata adentro, coloca o Brasil em novo rumo, com a adoção de práticas dentro do conceito de “avaliação de riscos”. Do bom andamento desse trabalho deve resultar um conjunto de procedimentos que definirão, caso a caso, qual atitude tomar, seja preventiva ou de remediação.

Trata-se de um avanço metodológico que a Hidro começou a pôr em prática em 1997 quando mandou um dos seus pesquisadores para a Holanda, e, em seguida, incorporou ao dia-a-dia da empresa, explica o professor aposentado da Universidade de São Paulo (USP) Nelson Ellert, geólogo e um dos sócios fundadores da Hidro Ambiente, criada há oito anos. Esse projeto objetiva a aplicação do conceito de avaliação de risco não apenas em Cubatão mas também em outras áreas do Estado de São Paulo, como os municípios de Santa Gertrudes, Taubaté e São Caetano.

## Novos conceitos

Avaliação de risco é a expressão-chave para entender os novos procedimentos. “Ela introduz uma nova postura técnica e até mesmo filosófica em relação ao pensamento reinante a respeito de fatores de controle ambiental”, explica Nelson Ellert. Em vez de tentar limpar o solo e a água, para deixá-los como seriam encontrados idealmente antes da presença humana, a técnica de avaliação de risco estabelece fatores de observação que, uma vez cruzados, devem fornecer um cenário mais próximo de uma condição aceitável e factível de intervenção, ou não.

Tais fatores são: fonte de contaminação, rota de exposição dos materiais indesejáveis e receptores potenciais desse material. Ellert dá um exemplo prático: um posto de gasolina pode ter um tanque do qual vaze combustível. Se o líquido for absorvido pela água subterrânea do tipo salgada, numa região de baixíssima exposição de seres humanos, o risco é contornável e os custos ficam restritos à eliminação das causas do vazamento e ao monitoramento dos processos de diluição e biodegradação dos resíduos no decorrer do tempo.

Em Cubatão, todos os problemas existentes foram levados em conta. Seguindo uma sugestão do pesquisador holandês Rob Theelen, um dos mais conceituados no mundo, a Hidro Ambiente escolheu, como principal objeto de monitoração, a água como rota de exposição, não por ser bebida diretamente do rio, mas por ser a fonte de nutrição dos frutos que podem ser ali colhidos e consumidos. As análises químicas desses frutos mostraram resíduos de chumbo, mercúrio, cobre, cádmio e zinco, entre outros. “Há aqui a necessidade de um cuidadoso cruzamento de fatores”, diz Ellert.

Com base em estudos toxicológicos, os técnicos da Hidro constroem hipóteses para tentar definir com precisão os cenários em que as pessoas podem ser afetadas pelas contaminações. Na verdade, os riscos imediatos são pequenos. São os vários desenhos permitidos pelos dados recolhidos que indicam uma ou outra situação como mais grave. Por exemplo: crianças que vivem na área e tomam banho no rio, comem frutas colhidas nas plantas da área, sejam nativas ou cultivadas.

## Montanha de resíduos

Com os dados à mão, Ellert vai revelando a extensão dos problemas encontrados em Cubatão. São mais de 25 mil metros cúbicos de resíduos amontoados. O solo foi absorvendo, a mata foi encobrindo. Lá estão hoje as camadas que variam de 1 a 2 metros de espessura, abrigando produtos químicos variados. “Quando o lixão foi aberto, não havia nenhuma técnica de controle e gerenciamento do que se depositava ali”, lembra Ellert. Faltaram também medidas preventivas. “Não se acompanhou o desenvolvimento populacional, que era pequeno na época. Mas o fato é que o lixão acabou invadindo as áreas próximas.” Os resíduos foram sendo colocados

ao longo das estradas e também de maneira esparsa nas áreas periféricas.

Por isso, para os levantamentos e análises, a região foi dividida em três áreas: Pilão 1, o antigo lixão, Pilão 2, que são os terrenos vizinhos invadidos pelo lixão, e Pilão 3, trecho que faz divisa com o município de São Vicente. Os depósitos mais perigosos, por sua quantidade e concentração, estão localizados às margens do rio Cubatão, que corta todas as áreas.

## **Clorobenzeno**

As primeiras conclusões sobre o que pode ou não ser feito em Cubatão já estão definidas. Por exemplo, a simples desocupação da área não resolve o problema. Está igualmente contra-indicada a remoção do material depositado. Os cuidados com manejo de massa verde e técnicas avançadas de avaliação são cruciais: qualquer acúmulo que seja carregado, por água de chuva ou por movimentações causadas pela abertura de estradas ou de construções clandestinas, pode descer para o rio Cubatão, cuja água é captada pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) para abastecer cerca de 2 milhões de habitantes fixos da Baixada Santista.

Além de todos os cuidados com o movimento de pessoas, os serviços de monitoramento levam em conta os fatores climáticos do lugar, quente, úmido e chuvoso. “A atividade biológica ali é muito grande, o que favorece os processos de biodegradação e de fixação da vegetação superficial, evitando a dispersão de particulado (como o pó que se desprende do solo em tempo seco ou por lixiviação em tempo chuvoso)”, explica Ellert. Mexer nesse material seria abrir a porta para um sem-número de efeitos.

A prova das migrações de partículas está nos laudos que mostram, nas águas subterrâneas, baixas concentrações de metais, como chumbo e cromo, e de hexaclorobenzeno, composto orgânico semi-volátil. Também se constatou a presença, em concentrações altíssimas, de compostos voláteis como diclorobenzeno, clorobenzeno, tricloroeteno, dicloroeteno e cloreto de vinil.

As amostras de clorobenzeno, por exemplo, estão muito acima do limite. Enquanto a legislação estabelece como limite a concentração de 0,1 a 3,0 miligramas por litro (mg/l), os poços de monitoramento perfurados indicam a presença de água com taxas acima desses valores (de 6,0 a 170 g/l). Nas análises da massa bruta foram encontrados oito tipos de resíduos derivados de metais tóxicos. Nas avaliações feitas pela Hidro Ambiente, tendo como base o grau de exposição da população local aos fatores de risco, constatou-se serem críticos os níveis de mercúrio, cromo e cianeto encontrados no nível do solo superficial e nas águas subterrâneas.

## **Longo trabalho**

Uma demanda judicial da ordem de US\$ 200 milhões forçou a entrada da Hidro Ambiente na história, com um processo instaurado em 1982 com base numa ação civil pública contra as 33 indústrias da região representadas pelo Centro de Integração Empresarial (Ciesp) da Baixada Santista, ligado à Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (Fiesp). Depois de várias representações, que alongaram os prazos da demanda, em 1997 o Ciesp contratou a Hidro Ambiente para que fosse feita uma espécie de inventário dos resíduos acumulados.

“Todo material encontrado na região, por mais incorporado que esteja ao meio ambiente pelo tempo em que ficou conservado, pode

se tornar muito perigoso numa eventual manipulação”, analisa Ellert. “Se entramos na área e manejamos os resíduos com máquinas, vamos liberar uma quantidade enorme de resíduos acumulados, provocando reações químicas certamente incontroláveis.” Em resumo, escavar o solo da área do antigo lixão, para deixá-lo livre de resíduos químicos, seria pôr em movimento uma montanha de riscos.

Além de novos métodos, a equipe da Hidro está munida de um velho ingrediente: paciência. “Deve-se ter consciência de que decisões quanto à necessidade de medidas de remediação devem ser feitas à luz de um contexto social e político”, diz Ellert. Ele espera uma postura mais aberta do próprio meio científico, que, ao dar a conhecer à sociedade os seus métodos e resultados, pode orientar o debate em qualquer plano das ciências ambientais.

## Longe do coração

*Pequenos aparelhos monitoram batimentos cardíacos a distância*

**E**stá próximo o dia em que o monitoramento dos batimentos cardíacos poderá ser acompanhado a distância pelos médicos. Por meio de miniholters, miniaturas de aparelhos portáteis usados atualmente, chamados de holter 24 horas, a própria pessoa poderá iniciar a gravação de seu eletrocardiograma. É só atar o aparelho ao tórax nos dias e horários determinados pelo médico, por períodos de até duas horas. Em seguida, o miniholter poderá ser acoplado a um computador ou a qualquer outro sistema que permita a conexão com a Internet, como os futuros telefones celulares ou TVs a cabo. Os dados vão ser coletados por uma central de uma clínica ou hospital e, com os resultados dos diversos eletrocardiogramas gravados ao longo de meses, os médicos terão um poderoso instrumento de análise.

“É muito importante não só acompanhar o funcionamento do coração de um paciente por 24 horas, como nos exames tradicionais, mas analisar a variação entre os dias”, afirma o médico Ricardo Geretto Kortas, diretor da KIIM – Kortas Informática Instrumentação Médica, de São Paulo. Ele desenvolveu seis protótipos de miniholters para o projeto Análise Estocástica da Dinâmica Temporal das Arritmias Cardíacas, por Meio da Gravação Intermitente do Eletrocardiograma, por Períodos de Tempo Muito Longos, apoiado pela FAPESP, dentro do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE).

O principal conceito para entender a novidade que o miniholter representa é o do processo estocástico, utilizado por matemáti-

cos e engenheiros para análise de séries temporais. “Quando você coleta alguma variável, como, por exemplo, a medição de uma pressão arterial isolada, ela é uma variável aleatória. O registro e o acompanhamento dessa variável aleatória ao longo do tempo passam a ter uma seqüência de variáveis (dados estatísticos), ficando mais fácil detectar uma alteração significativa e problemática”, ele explica. Kortas acredita, fundamentado em princípios matemáticos, que o processo estocástico é mais do que multiplicar várias vezes os resultados obtidos em um dia. É analisar o que acontece entre os dias. O médico pode pedir a seu paciente, depois de efetuar o holter tradicional, que leve o miniholter para casa e faça medições em dias e horários diferentes. A variação entre dias pode trazer dados valiosos para análise médica, desde que respeitada toda a metodologia”, diz Kortas.

### **Esforço de atleta**

A diferença entre o holter tradicional, de 24 horas, e o miniholter é que o menor tem menos memória e um *software* de análise mais simples. Como esse aparelho será utilizado também por atletas, ele possui um sensor de passada, que registra a pressão do impacto do pé no chão, fornecendo informações sobre o esforço das articulações da perna, e faz a relação dos passos com os batimentos cardíacos.

O médico destaca, ainda, a importância da divulgação dos conceitos de análise estocástica, por períodos de tempo muito longos, para a população em geral. “Queremos estender a utilização dos nossos equipamentos para Postos de Saúde e esperamos que, aos poucos, as pessoas entendam que não basta uma medição de pressão eventual para ter certeza de que tudo corre bem. Também é muito importante que façam eletrocardiogramas antes de correr maratonas

ou outras competições, porque uma arritmia não detectada anteriormente pode ser fatal na hora da prova.”

Para a execução do projeto, a KIIM recebeu da FAPESP R\$ 30 mil, na primeira fase, e R\$ 183 mil, na segunda, que está em andamento. Além do desenvolvimento do miniholter e do *software* que permite a análise dos dados numa central, Kortas pretende aperfeiçoar o holter tradicional criado por ele e utilizado em exames no Hospital Beneficência Portuguesa, em São Paulo, desde 1995. Também está previsto um aparelho de coleta de pressão arterial semelhante a um relógio de pulso que será desenvolvido com a mesma filosofia – medidas intermitentes por longos períodos de tempo, enviadas a uma central. A análise da pressão arterial constitui uma ampliação do projeto. “A medida da pressão arterial é uma variável aleatória. Não é uma constante absoluta. Tiro sua pressão agora e ela certamente será menor do que depois que você subir uma ladeira ou correr. Com a análise estocástica sofisticada, nós conseguiremos manter a coerência dos dados, coletando fragmentos obtidos com essas medições intermitentes”, afirma Kortas.

## Novo centro

A KIIM também fabrica outros equipamentos, como uma esteira onde poderá ser acoplado o miniholter, permitindo o acompanhamento do trabalho cardiovascular de pacientes ou atletas. Kortas acredita que a junção desses dois aparelhos estará disponível inicialmente no Centro de Atividade Física – que deverá ser inaugurado no primeiro semestre do próximo ano – junto ao Hospital Beneficência Portuguesa.

A iniciativa, segundo Kortas, tem o apoio do empresário Antonio Ermírio de Moraes, presidente do hospital, que cedeu um local

para a instalação de 20 esteiras, em que tanto os pacientes em recuperação quanto o público em geral poderão se exercitar e monitorar o funcionamento de seu coração. Para Kortas, o investimento em tecnologia, hoje pode diminuir a dependência de tecnologia estrangeira amanhã. “É possível fazer uma medicina de altíssima qualidade sem tanto gasto. Não é possível que nos acomodemos e admitamos que daqui até o fim de todos os tempos estaremos importando equipamentos americanos. Eu ajudei a criar tecnologia americana nesta área e sei que posso fazer o mesmo no Brasil.”

## Operação de olho no topógrafo

*Pequena empresa desenvolve equipamento que auxilia em cirurgias oftalmológicas*

**D**epois de nove anos no mercado desenvolvendo equipamentos para uso oftalmológico, a empresa Eyetec, de São Carlos (SP), prepara o lançamento de um topógrafo intracirúrgico. Uma novidade que vai garantir maior precisão e eliminar grande parte dos riscos existentes em operações de catarata e transplante de córnea. O equipamento mede a curvatura dessa membrana do olho durante as operações e detecta variações muito pequenas, que ajudam no trabalho do cirurgião e evitam problemas pós-operatórios. O novo implemento médico recebeu financiamento da FAPESP num projeto iniciado há três anos no âmbito do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE).

Topógrafos convencionais já existem no mercado há quase 20 anos. “Um bom topógrafo é fundamental desde a fase de planejamento de uma cirurgia”, diz o oftalmologista Gustavo Paro, consultor da Eyetec. O equipamento é útil para se evitar o astigmatismo (distorções na captação da imagem), mal decorrente de alterações milimétricas na superfície da córnea no momento da sutura do corte cirúrgico. “Ao analisar o olho de um paciente com catarata (opacificação do cristalino do olho), por exemplo, analisamos a curvatura da córnea e, se for o caso, já definimos a correção do astigmatismo”, acrescenta ele.

“Nos últimos dez anos, as cirurgias tornaram-se mais precisas”, explica Paro. Como exemplo, a eliminação da catarata é feita por meio

de um processo chamado falcoemulsificação, uma técnica que reduziu a incisão de 12 milímetros para 3 milímetros no máximo. A busca de precisão tem motivado a corrida pela produção de equipamentos técnicos de alta performance .

## Parceria acadêmica

Para os avanços que a Eyetec precisava fazer no topógrafo convencional foram fundamentais as interações da empresa com o Laboratório de Óptica Oftálmica do Instituto de Física (IF) da Universidade de São Paulo (USP), de São Carlos, e com os departamentos de Oftalmologia da Escola de Medicina da USP, de Ribeirão Preto, e da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). Como relata Luís Alberto Vieira de Carvalho, pesquisador do IF de São Carlos e um dos sócios da Eyetec, nessas conversas constatou-se que as formas de acompanhamento das alterações oculares eram indiretas e sempre tardias em relação aos cuidados médicos requeridos. “Por isso, antes de buscarmos recursos na FAPESP, nós tínhamos feito, ainda como estudantes, um protótipo muito básico”, reforça o engenheiro eletrônico Sílvio Tonissi Júnior, também sócio e coordenador do projeto.

Ao procurar soluções tecnológicas para o problema, o grupo de pesquisadores da Eyetec buscou inspiração na história dos aparelhos de monitoramento do olho humano. Como explica Carvalho: “Em 1820, o oftalmologista francês Ferdinand Cuiquet propôs o primeiro método para estudar as imagens refletidas pela superfície anterior da córnea, designando o nome da nova técnica de ceratoscopia, conceito válido até hoje”, conta o pesquisador. “Uma luz era projetada num anteparo colocado em frente ao olho do paciente, a partir do qual se faziam estudos, comparações e conclusões. Só que havia vários problemas com esse sistema. O processo de alinhamento de-

pendia muito da habilidade do observador e não havia nenhum sistema óptico de aumento, o que dificultava a análise das imagens refletidas.”

Foi graças a um lance de gênio do pesquisador português Antônio Plácido, em 1880, que os pesquisadores conseguiram ultrapassar os limites da época. Ele preparou uma espécie de cartolina sobre a qual havia pintado uma série de círculos pretos, tendo ao centro um orifício. A partir da análise do padrão refletido pelo olho do paciente, o profissional podia deduzir o formato da superfície e daí captar o grau da anomalia existente. Pelo formato, essa técnica passou a ser conhecida como os “discos de Plácido”. “O topógrafo intracirúrgico coloca essa técnica no seu mais refinado grau, aplicado em cirurgias que podem gerar altos índices de astigmatismo pós-cirúrgico devido à ausência de métodos eficientes de detecção de irregularidades na superfície da córnea”, relata Carvalho.

## Testes visuais

Na primeira fase do projeto foram produzidas peças mecânicas e ópticas, ao mesmo tempo que era desenvolvido um *software* de captura e processamento de imagens. Também foram armazenadas as medidas de córneas de pacientes voluntários. O passo seguinte foi desenvolver um protótipo que, na prática, apresentasse as características de um produto comercialmente operacional. Novos testes foram feitos “em diversas situações reais de cirurgia”, segundo Carvalho. Além disso, o *software* do sistema passou por novas etapas de desenvolvimento, destinadas a robustecer o grau de confiabilidade do sistema.

O aparelho recebeu melhorias para que seu uso não entrasse em conflito com as necessidades específicas do ato cirúrgico, como o ângulo de variação da incidência de luz sobre os olhos do paciente e

sua capacidade de manipulação. Para isso, o topógrafo recebeu uma espécie de braço mecânico, facilmente manuseado pelo médico. “O paciente fica numa posição em que o eixo óptico do microscópio eletrônico se estabelece no mesmo eixo do olho. A imagem virtual feita pelos reflexos dos anéis do projetor se forma em dois lugares, na ocular e na câmera que fica acoplada ao divisor de feixes do microscópio”, detalha Tonissi Júnior. O grau de correção dos problemas oculares é mostrado na tela de um computador.

Na tela aparecem faixas de cores que indicam a situação da córnea. Cores quentes, como laranja, vermelho e amarelo, indicam altas curvaturas ou distorções localizadas. As cores azul e violeta representam as curvaturas menores e indicam regiões com poucas distorções. As médias são verdes e representam a normalidade. “Tudo isso é visto de uma maneira fácil de ser interpretada pelo médico”, conta Luís Alberto Carvalho.

## Mercado promissor

Um dos mais sérios desafios da equipe da Eyetec é baratear o produto. “Hoje ele custaria cerca de R\$ 30 mil”, informa Carvalho. A câmera é japonesa, o sistema óptico é nacional, a placa de aquisição de imagens é canadense, ficando a cargo da Eyetec o desenvolvimento de rotinas de controle do *software*. “Os novos testes mostram ser possível baratear bastante o topógrafo intracirúrgico”, diz Tonissi. O preço deve cair para cerca de R\$ 10 mil até o final do ano, quando for lançado no mercado. A Eyetec tem planos de produzir dois sistemas para o topógrafo, um gerido por um computador estacionário e outro para ser conectado a um *notebook*.

“O mercado para o novo produto, apesar do preço, é bastante promissor”, diz Tonissi. Na disputa por preços, os oftalmologistas têm

como opção os modelos convencionais importados, que chegam a custar de US\$ 14 mil a US\$ 18 mil, fora taxas de importação. O novo modelo brasileiro, da Eyetec, acoplado a um PC, deverá ficar, portanto, 60% mais barato. Pelos cálculos da empresa, existem no mercado brasileiro hoje cerca de 9 mil oftalmologistas, dos quais 3.600 são cirurgiões, alvo específico para o produto. Além do mercado nacional, a empresa já olha para o mercado externo.

## Um diagnóstico à flor da pele

*Um sistema para análise de lesões  
permite a detecção precoce do câncer cutâneo*

Uma empresa de São José dos Campos (SP), desenvolveu um sistema computacional para análise de lesões cutâneas que ajudará a fazer um diagnóstico objetivo e precoce do câncer de pele, o de maior incidência no Brasil. “O problema é que o diagnóstico desse tipo de câncer é muito subjetivo”, diz o engenheiro elétrico Antônio Francisco Júnior, sócio-diretor da Atonus Engenharia de Sistemas, que desenvolveu o sistema em três anos de pesquisa.

“Só em menos de 40% dos casos o médico é capaz de afirmar com certeza, por meio de um exame clínico, se a lesão é ou não maligna. Nosso sistema ajudará o especialista na emissão de seu parecer.” Ele também diminui o número de biópsias, principalmente em casos em que é necessário o acompanhamento periódico da lesão.

### Videodermatoscópico

O Sistema de Videodermatoscopia (SVD) da Atonus consiste de uma filmadora especial – o videodermatoscópico –, que utiliza iluminação por cabo de fibra óptica, mais um *software* e um banco de dados remoto na Internet.

O videodermatoscópico funciona como um microscópio de pele, com microcâmera e sistema especial de iluminação. Em contato com a epiderme, filma a lesão e transmite a imagem colorida a um com-

putador, onde uma placa de captura digitaliza a imagem. Então o *software*, chamado VisualMed, analisa morfológicamente a lesão com base na regra ABCD da dermatoscopia e armazena dados usando um método de diagnóstico com checagem de sete aspectos – o *seven point-checklist*.

Para a regra ABCD, são extraídos por computador os seguintes atributos da lesão: assimetria, irregularidade da borda e diâmetro da lesão. Outro item é a detecção de cores e de estruturas diferenciadas, aspectos verificados pelo médico e inseridos manualmente no programa. Já o método *seven point-checklist* considera as seguintes ocorrências na lesão: coceira, mais de 1 centímetro de diâmetro, histórico de crescimento ou outra mudança, contorno irregular, cores variadas e irregulares, hemorragia e inflamação na borda ou perto dela.

Quando avaliados os parâmetros da regra ABCD, o programa calcula automaticamente o valor de uma pontuação dermatológica preestabelecida, chamada de TDS. Com base no valor do TDS, o programa determina se a lesão é benigna, maligna ou se ainda existe dúvida. Em todos os casos, o médico ainda tem a opção de enviar as imagens digitalizadas das lesões, pela Internet, a outro especialista, para uma segunda opinião.

## Debates pela Internet

O sistema criado pela Atonus prevê a criação, na Internet, de um fórum de debates entre profissionais da área médica e de um grande banco de dados sobre o câncer de pele no país. Será um embrião da teledermatologia no Brasil. O local [www.visualmed.com.br](http://www.visualmed.com.br) já está no ar, mas ainda não foi abastecido com imagens das lesões cutâneas, já que o SVD só começa a ser comercializado agora.

O SVD também permite acompanhar o desenvolvimento de uma lesão por meio da justaposição de imagens captadas em datas diferentes. “Sabemos que a análise comparativa de uma lesão é essencial para a emissão de um diagnóstico seguro”, afirma Francisco Júnior.

Com dois equipamentos de SVD já em funcionamento – no Instituto Brasileiro de Controle do Câncer (IBCC) e na Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) –, a Atonus prepara a comercialização. “Esperamos colocar no mercado uma média de 15 unidades por ano”, diz Francisco Júnior.

O SVD é o primeiro do gênero no país e foi desenvolvido com tecnologia nacional. “Alguns países no Primeiro Mundo – como Estados Unidos, Alemanha e Áustria – dominam essa tecnologia”, diz o engenheiro. E o equipamento custa cerca de US\$ 9 mil, quase a metade do preço dos concorrentes.

O projeto começou em 1998 e foi concluído no primeiro semestre deste ano dentro do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) da FAPESP. “Os recursos recebidos foram utilizados essencialmente no pagamento de mão-de-obra, já que contratamos uma numerosa equipe para desenvolver o vídeodermatoscópio, o *software* e o *site* na Internet”, explica o diretor da Atonus.

Situada em São José dos Campos, a empresa foi fundada em 1995 e atua sobretudo na área de visão computacional, criando sistemas que tenham componentes de captura e análise de imagem. Já desenvolveu equipamentos de óptica e *software* para análise de sêmen humano. “Com o SVD desenvolvemos não apenas um equipamento, mas um sistema, que permitirá a troca remota de informações e imagens relacionadas a um sério problema de saúde pública”, enfatiza o engenheiro. “Com esse intercâmbio de imagens, nosso objetivo é reduzir o grau de subjetividade dos diagnósticos de lesões de pele.”

## Maior incidência

Cerca de 57 mil dos 305 mil novos casos de câncer estimados para este ano no país terão como localização primária a epiderme, superando em muito os casos de mama (31 mil), estômago (22 mil) e próstata (20 mil). Os dados são do Instituto Nacional do Câncer (Inca), do Ministério da Saúde.

Na raiz do problema estão redução da camada de ozônio do planeta, falta de cuidado da população ao se expor ao sol e casos da doença na família. Das novas notificações de câncer de pele, cerca de 5% deverão ser de melanoma, o mais grave. Ele atinge os melanócitos – células produtoras de melanina, substância que determina a cor da pele – e, dependendo da profundidade, pode chegar à corrente linfática e aos órgãos internos, causando metástase e morte.

“Felizmente, embora as notificações da doença, especialmente as de melanoma, venham aumentando nos últimos anos, as chances de cura do câncer de pele são muito altas. Quando o diagnóstico é feito precocemente, o sucesso dos tratamentos atinge 98% dos casos”, afirma o dermatologista Aldo Toschi, do IBCC.

Por isso o equipamento é recebido com entusiasmo. “O SVD será um valioso aliado na luta contra o câncer de pele. O aparelho é muito bom e se equipara a similares estrangeiros em termos de captura de imagem e *software* de análise”, afirma o dermatologista. “A grande vantagem do sistema está no armazenamento das imagens, o que permitirá que os pacientes sejam catalogados”, completa o médico Sérgio Yamada, professor de dermatologia da Unifesp que há um ano usa um protótipo do SVD.

“Vamos dispor de um equipamento confiável para acompanhar pessoas que têm múltiplas lesões e cujo diagnóstico não é preciso. Os pacientes, por sua vez, ficarão mais tranquilos sabendo que suas lesões pigmentadas estão sendo monitoradas de perto”, avalia Toschi.

A Atonus prepara mais um aparelho inovador: o Subsistema de Anatomia Patológica (SAP). “Consiste de um microscópio adequado à análise de anatomia patológica, conectado à câmera de vídeo, placa de captura de imagens, computador com monitor, scanner, impressora e placa de rede. O *software* disponível nesse subsistema terá funções de captura, pré-processamento e armazenamento em banco de dados de imagens de tecidos removidos das lesões cutâneas”, antecipa Francisco Júnior.

## Saúde na manta azul

*A Komlux finalizou o Blanket Lux, equipamento para o tratamento da icterícia, doença que atinge 200 mil bebês por ano no Brasil*

Um dos produtos pioneiros desenvolvidos dentro do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) está pronto para entrar no mercado. É a manta para fototerapia em recém-nascidos da empresa Komlux, de Campinas (SP). Com o nome comercial de Blanket Lux, o equipamento aguarda apenas a certificação do Ministério da Saúde, que vai fazer a última fiscalização no novo prédio construído pela empresa. A Komlux também se prepara para a certificação ISO 9000, um pré-requisito para obter a marca CE, da Comunidade Econômica Européia. “A expectativa é abrir um profícuo mercado na área médica brasileira e também no exterior”, diz Cícero Lívio Omegna de Souza Filho, diretor-proprietário da empresa, que já recebe pedidos para entrega em março deste ano.

A Blanket Lux é uma manta tecida com fibras ópticas que emite luz azul para tratamento fototerápico de recém-nascidos com hiperbilirrubinemia, mais conhecida como icterícia fisiológica, causada pela incapacidade de o organismo do bebê eliminar a bilirrubina do sangue. Em condições normais, esse pigmento biliar é filtrado pela placenta ou eliminado pelo fígado. Nos casos mais graves, a icterícia pode causar danos ao sistema nervoso central e surdez, sendo o efeito mais visível a presença do tom amarelado na pele. A icterícia é comum no Brasil e afeta cerca de 5% do total de crianças nascidas a cada ano, o que equivale a 200 mil bebês.

A fototerapia é o tratamento mais utilizado atualmente para eliminar a bilirrubina. A luz decompõe a substância, que é eliminada pelo organismo. Mas os inconvenientes são grandes: durante horas ou dias, o bebê permanece no berço, apenas com fralda e olhos vendados, submetido à luz que sai de lâmpadas fluorescentes ou halógenas. As lâmpadas não podem ficar muito próximas para não provocar queimaduras, o calor provoca desconforto e o bebê permanece mais tempo no hospital.

A manta resolve muitos desses inconvenientes: pode ser usada diretamente sobre a pele do bebê, é pequena, acoplada a um fio de fibras que fica distante do corpo, diminuindo riscos. Além do conforto, reduz custos hospitalares, filtra o calor e as faixas indesejáveis do espectro da luz, sobretudo a infravermelha e a ultravioleta, deixando passar apenas a azul, que resolve o problema da bilirrubina.

## **Manta portátil**

A inovação da manta é que ela foi fabricada com fibras ópticas modificadas. Elas emitem luz lateralmente de forma controlada ao longo da manta. Com a manta fototerápica não existe a necessidade de interromper o tratamento para amamentação, como no sistema convencional. Ela é portátil e pode ser usada em casa. “A grande vantagem da manta é que ela pode ser usada dentro da incubadora em casos de bebês prematuros, por exemplo”, afirma o professor Fernando Facchini, do Centro de Assistência Integral à Saúde da Mulher (Caism) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Aliás, a idéia de produzir a manta foi dele. “Eu estava interessado em usar uma manta de fibra óptica – já existente no exterior – e procurava alguma forma de produzi-la no Brasil. Aí eu procurei o Centro de Bioengenharia da Unicamp e eles me indicaram a Komlux.”

O desafio de produzir o equipamento nacional foi lançado em 1997. Foram dois anos e meio de pesquisas e seis meses para o lançamento. “A manta está apta para os berçários do país e do exterior”, diz Omegna Filho. O preço está estimado em R\$ 3,3 mil, incluindo a distribuição do produto, enquanto o similar japonês Homeda custa US\$ 4 mil. O tratamento convencional, com fototerapia halógena, fica entre R\$ 2 mil e R\$ 4 mil.

No segundo semestre, quando Omegna Filho espera estar com o sistema de comercialização da manta consolidado e já superada a fase de qualificação, a expectativa é vender toda a capacidade de produção da Komlux, que é de 50 conjuntos (manta mais fonte de luz) por mês. “Na verdade, diante da receptividade que temos alcançado com o produto, acreditamos que a demanda será bem maior que esse volume.”

A Blanket Lux foi apresentada aos participantes do XVII Congresso Brasileiro de Perinatologia, realizado em Florianópolis (SC), em novembro do ano passado. “Sua estréia ao público especializado teve muito sucesso e provocou interesse de mercado em nichos que ainda nem havíamos cogitado”, diz Omegna Filho. É o caso de uma grande cooperativa de saúde, que identificou na manta a solução de seus problemas de prolongamento da internação nas maternidades, uma vez que o uso doméstico do produto já é uma prática utilizada nos Estados Unidos, onde recebe o nome de *biliblanket*.

## Novo produto

A Komlux também desenvolve dois tipos de videoendoscópio, um com haste rígida para aplicação em otorrinolaringologia (nariz, ouvido e garganta) e outro flexível, para investigação clínica do estômago e do intestino. Os dois projetos também têm apoio do PIPE.

O endoscópio é um instrumento que permite a observação de locais com acesso limitado. A maior utilização é na medicina, para visualizar cavidades do corpo.

O endoscópio da Komlux estará acoplado a uma câmera de vídeo, permitindo o registro das imagens em fitas de vídeo para futuras análises ou para banco de dados. A redução dos preços de câmeras, monitores e gravadores de vídeo, bem como de acessórios para digitalizar imagens e manipulá-las em microcomputadores, viabilizou o uso em larga escala. Segundo Omegna, a estimativa é vender de 50 a 100 conjuntos por mês do videoendoscópio com haste rígida, quando for lançado comercialmente em 2003. O preço também promete ser competitivo.

O endoscópio e todo o sistema de vídeo da Komlux custará de R\$ 3,5 mil a R\$ 4 mil, enquanto seu similar hoje custa o dobro: só o sistema de câmeras está em R\$ 3,5 mil. O otimismo de Omegna Filho fundamenta-se em números. A empresa fatura hoje em torno de R\$ 180 mil por mês, depois de quase ter dobrado sua receita em um ano e meio. As perspectivas para o mercado de fibras ópticas, onde atua com uma linha de 200 produtos, só crescem.

Quando o professor Hugo Fragnito, do Instituto de Física da Unicamp, e os professores Pedro Mangabeira Albernaz e Aníbal Arraes, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), procuraram a Komlux para desenvolver o videoendoscópio para aplicação em otorrinolaringologia, eles queriam simplificar a aparelhagem existente. A alternativa da Komlux é um equipamento parecido com uma caneta, com microcâmeras que captam e enviam imagens para um monitor de vídeo ou computador, onde serão analisadas. Ele terá modelos para várias especialidades. O aparelho para a boca já está pronto e para ouvido e laringe está em andamento.

Outro equipamento pronto, fruto de desdobramento da pesquisa, é o intra-oral, para auxiliar o dentista em várias funções. A pes-

quisa desenvolvida pela Komlux para montar um protótipo de endoscópios flexíveis, destinados a exames de esôfago, estômago e intestino, está sendo realizada em parceria com o Centro de Diagnóstico em Doenças do Aparelho Digestivo (Gastrocentro) da Unicamp.

## Manter a fibra

Os resultados mais imediatos desses projetos são a nova fábrica em Campinas, com 1,1 mil m<sup>2</sup>, quase o dobro do antigo espaço, de 600 m<sup>2</sup>, e o aumento no número de funcionários, de 19 para 40. Mas Omegna Filho sabe que, sozinho, não conseguirá entrar nesse mercado dominado por multinacionais. “Creio que não devemos gastar energia para disputar o mercado distribuidor com empresas já estabelecidas. Prefiro manter nossa identidade na área de desenvolvimento e aplicações de fibras ópticas”, diz. Ele acrescenta que, desde a fase embrionária dos projetos, já começa a buscar parceiros e clientes para que o produto tenha condições de entrar no mercado tão logo saia da fase de protótipo.

A close-up photograph of a metallic surface, possibly a turbine or engine component. The surface is highly reflective and shows a circular pattern of small, overlapping, scale-like structures. The lighting is dramatic, with strong highlights and deep shadows, emphasizing the texture and curvature of the metal. The background is blurred, showing more of the metallic structure.

ENGENHARIA MECÂNICA/  
ENGENHARIA DE MATERIAIS  
E ENGENHARIA METALÚRGICA

FOTO: EDUARDO CESAR

## Doce filtro da garapa

*Technopulp desenvolve equipamento para a indústria canavieira*

O consumidor que conhece o açúcar apenas pela sua forma final, branco e refinado, não imagina as diferentes e complexas fases para a obtenção desse adoçante. Antes de se tornar tão alvo ao ponto de ser sinônimo de brancura, o açúcar é um caldo escuro que exige um sofisticado processo de purificação em várias etapas.

Essa complexidade de depuração aliada à competitividade atual da indústria canavieira, no Brasil e no exterior, estão exigindo uma mudança de perfil tecnológico em busca de inovação, eficiência e produtividade. Um desafio que está sendo enfrentado por uma pequena empresa de engenharia de equipamentos, a Technopulp Consultoria e Comércio de Equipamentos Industriais. Composta por 13 funcionários e situada em Ribeirão Preto (SP), um dos maiores centros produtores de açúcar e álcool do país, a empresa desenvolveu um filtro com alto poder de retenção de impurezas e baixo teor de perda de sacarose, capaz de substituir com vantagens o sistema convencional, chamado rotativo, utilizado há quase um século pela indústria canavieira.

Na solução oferecida pela Technopulp, a capacidade de retenção de sólidos em suspensão do líquido extraído da cana-de-açúcar sobe de 52 a 62%, no sistema tradicional, para 92 a 94%. O aperfeiçoamento desse novo sistema, chamado de Vacuum Press (VP) ou filtro contínuo de dupla tela, recebeu o apoio da FAPESP, a partir de 1997, por meio do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Em-

presas (PIPE). A Fundação disponibilizou R\$ 248 mil para o desenvolvimento do novo equipamento com a instalação de um laboratório e planta piloto, enquanto a empresa investiu R\$ 104 mil.

A equipe da Technopulp está segura dos avanços que a nova tecnologia vai possibilitar ao setor açucareiro. “É o filtro do futuro”, comemora Pedro Gustavo Córdoba, engenheiro químico, diretor e fundador da empresa, que foi criada em 1978, inicialmente voltada para o segmento de papel e celulose. Atuando no desenvolvimento e fabricação de equipamentos, a Technopulp percebeu o nicho de mercado representado pelas usinas de açúcar. Desenvolveu o filtro VP e partiu para instalar o primeiro protótipo, ainda em 1995, na destilaria Virálcool, na cidade de Viradouro (SP), onde se perceberam as boas perspectivas técnicas e comerciais do produto.

## O processo

Pelo novo conceito do Vacuum Press, a filtração da garapa se dá por meio de um sistema gradual, que consiste na drenagem por gravidade seguida da separação do líquido por pressão física e baixo vácuo – com pressão atmosférica menor que o ambiente, facilitando a sucção de matéria orgânica indesejada. O VP utiliza telas de poliéster com elevado poder de retenção. Ele recebe o lodo do decantador, onde é separada parte das sujeiras da cana, como terra e palha, do restante das impurezas que contêm sacarose. O novo filtro também pode ser usado como auxiliar dos rotativos, efetuando a filtragem sem implicar a parada da máquina para limpeza, como acontece no processo antigo.

A operação do VP é efetuada por meio de um sistema intermitente que lava o lodo com água quente, prensa e seca a torta resultante, obtendo um caldo mais limpo, que será utilizado na indústria

açucareira. “Isso diminui as perdas de açúcares”, afirma Pedro Córdoba Júnior, engenheiro químico e filho do proprietário da empresa, que atua como coordenador do projeto. A primeira unidade piloto do VP aperfeiçoado começou a funcionar na Usina da Pedra, no município de Serrana (SP), no primeiro semestre de 1998. “Essa fase serviu para consolidar as nossas hipóteses técnicas em relação às melhorias tecnológicas pretendidas, além de servir para ensaios e medições visando à escala industrial”, afirma Pedro Córdoba.

A segunda fase, em andamento, consiste no funcionamento do protótipo industrial na Usina Diamante, no município de Jaú, no Estado de São Paulo. A máquina foi montada no final da safra, em novembro, e está pronta para os testes definitivos, em maio, no início da próxima. “O novo equipamento deve superar com ampla margem de vantagem as demais opções, inclusive o equivalente de origem americana, mais caro e defasado em tecnologia”, diz Pedro Córdoba. Ele lembra ainda que o mercado internacional está ávido por produtos de qualidade.

## Mais barato

O plano da empresa é ativar o protótipo na próxima safra e concluir o relatório científico em setembro do ano 2000, o que permitirá à empresa ingressar na terceira fase do projeto – a produção em série do equipamento para os mercados interno e externo. Somente na fabricação de açúcar, a Technopulp estima a existência de 400 filtros rotativos em funcionamento, dos quais 5% são substituídos a cada ano, por se tornarem obsoletos. A empresa calcula que terá condições de atender a, pelo menos, metade dessa demanda, equivalente a 10 filtros por ano, ao preço de R\$ 160 mil a unidade na versão maior, que atende a 7 mil toneladas de cana por dia.

O valor do novo filtro é altamente competitivo em relação ao rotativo, estimado em R\$ 370 mil. O Vacuum Press também leva vantagem na economia de ocupação da área útil na usina, menor em até cinco vezes, além de pesar 8 toneladas contra 40 do antigo. O consumo de energia elétrica com o novo produto é outro item vantajoso, cai entre 5% e 8%.

Pedro Córdoba destaca os benefícios sociais do projeto, já que os principais componentes do filtro, tais como rolos, caixas de sucção e todas as peças e os serviços de usinagem e calderaria, são encomendados a um grupo de quase uma dezena de micro e pequenas empresas da cidade, por meio de terceirização.

Essa estratégia certamente vai reforçar e ampliar o modelo de economia baseada nesse tipo de empreendimento. Outras utilizações do filtro VP também devem colaborar para esse cenário. Segundo Pedro Córdoba, a indústria de sucos, especialmente a de laranja, tem interesse na utilização desse produto. Bom para a Technopulp, bom para a agroindústria.

### **Impurezas do xarope**

A Technopulp também investe num novo método de filtração do xarope, que é o caldo açucarado concentrado, uma fase posterior à garapa que sai do Vacuum Press. “O objetivo é eliminar impurezas insolúveis existentes na fase de concentração do caldo que depreciam, de forma considerável, o valor final do nosso açúcar no mercado externo”, afirma Pedro Córdoba. O açúcar demerara, produto que precede a fase de refinação, produzido nas usinas brasileiras, é vendido no mercado internacional por US\$ 160 a US\$ 180 a tonelada, mas acaba sendo purificado no exterior, onde ganha valor agregado de cerca de US\$ 200.

Também baseado nos conceitos do VP, a Technopulp estuda um sistema de tratamento das impurezas da garapa que sai das moendas e é destinada à produção de álcool. É o tratamento de caldo misto a frio, com um filtro que terá utilidade na eliminação das etapas de pré-aquecimento e decantação, as quais são supridas por um processo de filtração direta com membranas de alta porosidade. “Com isso, a indústria economizaria o vapor do aquecimento e o resfriamento do líquido, hoje etapas muito caras”, afirma Pedro Córdoba. O novo sistema é muito bem-vindo neste momento em que as metas desse setor industrial são de ampliar a produção do álcool nos próximos anos.

## Sob o domínio do barulho fabril

*Empresa desenvolve sensores  
que controlam máquinas industriais*

Quem entra no setor de usinagem de uma indústria depara com diversas máquinas multiformes em operações barulhentas. Algumas são chamadas de robôs e todas ganharam recentemente um novo tipo de controle, por meio de sensores que detectam se há algo errado de acordo com o som emitido pelo equipamento. Esse sistema de controle avançado é o tema do trabalho da Sensis, empresa de São Carlos (SP), que está prestes a terminar a segunda fase do projeto Pesquisa e Desenvolvimento de Sistemas Microcontrolados para Monitoramento de Operações de Usinagem de Componentes de Precisão Utilizando Emissão Acústica, do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) da FAPESP. Com ele, a empresa Sensis conclui as pesquisas para a elaboração de um novo modelo de sensor.

O novo sistema é um avanço em relação aos produtos existentes no mercado que fazem medição de ruídos para checagem de processos de produção. Na usinagem, esses aparelhos fazem o controle, por meio de sensores, em funções como fresamento, furação, retificação e torneamento. A própria Sensis fabrica um modelo de sensor, o BM12, capaz de fornecer dados confiáveis. Mais de 60 unidades desse equipamento foram vendidas a fábricas de autopeças do Brasil.

O problema do BM12 é sua limitação analógica, ou seja, ele funciona sem nenhum aparato digital, e assim é incapaz de se comunicar com as novas máquinas geradas ou melhoradas pelo processo de in-

formatização. “Nosso desafio foi descobrir o que precisava ser feito para o BM12 incorporar as funções digitais, resultando num processo de usinagem mais confiável e de melhor qualidade”, explica o coordenador do projeto e sócio da Sensis, Luiz André Melara de Campos Bicudo.

Entre as buscas para aperfeiçoar o aparelho, os cinco sócios da Sensis vasculharam o mundo dos *softwares* para encontrar um sistema de monitoramento eficaz e confiável. “Tivemos de desenvolver tudo. Não encontramos nada que nos interessasse”, reforça Bicudo. Assim, ao mesmo tempo que avançavam nos modelos de sensores, desenvolviam um *software* próprio.

Depois de receber todas as inovações e ser batizado com um novo nome, DM42, o modelo foi exaustivamente testado nos últimos meses. Cerca de 30 protótipos da nova geração ganharam vida em máquinas instaladas no chão de fábrica de várias empresas, como a Norton, nos Estados Unidos, e a Zema Szelics, no Brasil. A norte-americana é líder mundial na fabricação de rebolos – discos abrasivos que cortam metais – para máquinas retificadoras e pertence ao grupo Saint-Gobain. A Zema fabrica aqui máquinas que utilizam o rebolo.

“Eu uso o produto da Sensis com sucesso. Estou até juntando dados que mostram sua importância para o nosso negócio”, relatou o pesquisador Chris Arcona, da empresa Saint-Gobain Abrasives, o homem que gerencia o processo de adaptação do DM42 nas máquinas da Norton.

## **Anéis de cerâmica**

A chave do sucesso do aparelho são os sensores. Eles são montados em seis formatos, todos levando em suas entranhas pequenos anéis de cerâmica piezoelétrica, matéria-prima escolhida pela sua enorme capacidade de funcionar como captador de som. De acordo com

as operações a serem executadas (fresamento, torneamento etc.), os modelos foram sendo desenhados.

Uma das versões é fixada na base de trabalho das máquinas por ímãs, para que a instalação e o funcionamento não dependam de parafusos. Um segundo modelo (sensor fluídico) requereu ainda mais ajustes porque capta o som da interação das ferramentas com as peças a partir do óleo de lubrificação da própria máquina. O tempo de resposta do sistema é da ordem de 7 a 8 milissegundos.

Em outra versão do DM42 foram acrescentados instrumentos de temporização e lógica, dispositivos que controlam os ciclos de interação das peças com as máquinas, além de definir a natureza dos sinais registrados. No conjunto, mais de 20 parâmetros são definidos, tais como o nível do som que vem do sensor para ser amplificado e em seguida comparado no computador.

Monitorar uma peça fundida em processo de retificação é apenas uma das missões do DM42. “É perfeitamente possível analisar o grau de desgaste do rebolo e assim aferir maior qualidade ao processo final”, explica Juarez Felipe Júnior, sócio da Sensis. Devidamente alimentado por parâmetros de sons, o DM42 é capaz de detectar a posição real do rebolo e as características de sua superfície. Ao fazer isso evita problemas. Pelas características da imagem mostrada numa tela de computador, o operador de uma máquina retificadora pode acionar uma etapa de correção do rebolo, conhecida como dressagem, que consiste no reavivamento dos milimétricos grãos do rebolo com o uso de um diamante afiado.

## Sem colisões

Por eliminar etapas lentas, como a vagarosa aproximação dos rebolos, e também por ser capaz de detectar colisões com peças co-

locadas acidentalmente, o DM42 torna o processo de usinagem mais rápido e seguro. Ao simples contato da ferramenta com um objeto que não deveria estar no campo operacional da máquina, o dispositivo interrompe automaticamente o funcionamento do conjunto de rebolos. “Numa fábrica que ganhe um minuto por peça fabricada, a conta no fim do mês pode ser impressionante”, lembra Bicudo.

O nascimento da Sensis ocorreu no Núcleo de Manufatura Avançada (Numa) da Escola de Engenharia Mecânica da Universidade de São Paulo (USP), campus de São Carlos. Ali, o atual coordenador, João Gomes de Oliveira, abriu uma linha de pesquisa, em 1993, depois de ter retornado dos Estados Unidos onde fez seu pós-doutorado. Nos laboratórios da Área de Fabricação Mecânica da Universidade da Califórnia, Gomes trabalhou como assistente do pesquisador David Dornfeld, um visionário que no início da década de 1990 fazia um estudo de caráter acadêmico sobre processos de emissão acústica.

## **Início da criação**

A Sensis foi fundada, por alunos de Gomes, em 1995 como uma empresa incubada na Fundação ParqTec. O primeiro dos cinco sócios que começou a pensar na criação de uma empresa foi Luiz André Bicudo. Em 1993, ele iniciou os estudos que o levaram ao desenvolvimento do primeiro torno didático, o Didat. Esse equipamento acabou sendo comercializado pela Sensis, principalmente para escolas técnicas.

No momento, a Sensis concentra seus esforços em entrar firme no mercado de implementos, vendendo o DM42 para os fabricantes de máquinas industriais. Assim, como nas linhas de monta-

gem da indústria automobilística, o DM42 deverá ser um dispositivo montado no painel de comando de retificadoras, tornos, furadeiras etc.

Com a inovação proporcionada pelo DM42, os processos na área de usinagem continuarão barulhentos e até inóspitos, mas ficarão mais sofisticados, precisos e econômicos.

## Imagem ampliada

*Tecnologia nacional diminui custos de produção de lentes especiais fabricadas com plásticos injetáveis*

**L**entes especiais que proporcionam melhor qualidade das imagens em lupas médicas, microscópios, óculos para visão noturna e até câmeras fotográficas e filmadoras começaram a ser produzidas pela Optovac, uma pequena empresa de Osasco, na Grande São Paulo. Essas lentes garantem imagens de alta qualidade, sem as pequenas distorções das lentes convencionais. São chamadas de não esféricas ou asféricas e conseguem manter o foco de maneira mais eficiente, reduzindo para níveis aceitáveis a chamada aberração esférica, ou a falha na formação de uma imagem causada pela refração da luz em superfícies esféricas, fenômeno físico que se manifesta nas lentes convencionais. As asféricas têm um tipo de curvatura que permite a obtenção de imagens com maior nitidez.

Elas podem ser fabricadas com curvaturas específicas, evitando problemas focais que comprometem a qualidade visual da imagem observada. De forma grosseira, a aparência delas lembra mais o formato de um cone, com suas curvas mais acentuadas. Frente ao desafio de dominar a sofisticada tecnologia de produção dessas lentes com a utilização de materiais como o plástico injetável – policarbonato, poliestireno ou acrílico –, que permitem diminuir pela metade os custos de produção, a Optovac está finalizando um projeto de desenvolvimento desses produtos com o apoio financeiro da FAPESP, por meio do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE).

Iniciado há dois anos, o projeto resultou em moldes para a produção das lentes de plástico, processo que deverá começar em outubro deste ano. Para Sérgio Antônio de Almeida Nobre, diretor da empresa e coordenador do projeto, “a parceria com a FAPESP foi extremamente decisiva, porque nos permitiu desenvolver uma tecnologia inédita no país e única no Hemisfério Sul”.

## Nichos de mercado

Do ponto de vista econômico, o domínio dessa tecnologia ganha mais importância à medida que as lentes esféricas em plásticos transparentes e moldáveis, de alta qualidade, interessam a um amplo leque de usos industriais. Na área médica, nas lupas usadas em cirurgias variadas; na militar, em lentes de óculos de visão noturna; e na laboratorial, em microscópios ópticos. Mas também o consumidor comum poderá se beneficiar da mesma qualidade óptica das esféricas instaladas em óculos, deixando-os mais leves e com a espessura das lentes reduzida. Outro uso já comum é nas câmeras fotográficas. Os países produtores desses equipamentos, como Japão e Alemanha, por exemplo, utilizam as esféricas de plástico nas objetivas em conjunto com lentes de vidro comum, pois aliam qualidade focal à durabilidade desse material.

O problema é que, para máquinas fotográficas, as lentes esféricas só ganham competitividade se fabricadas em larga escala. Outras áreas onde essas lentes são cada vez mais solicitadas e envoltas em alta competitividade estão na eletrônica e nas telecomunicações. São produtos que tiveram a demanda aumentada com aplicação de componentes ópticos em plástico, sofisticados e de baixo custo, como câmeras de vídeo, sensores de luz e acopladores ópticos (conectores para junção de fibras ópticas). Outro uso cada vez mais

comum é nos leitores de *compact disk*, quando o feixe de *laser* atravessa a lente asférica antes de tocar a superfície do CD. “Essas são áreas muito competitivas. Só vejo possibilidades de atuarmos nessas áreas a médio prazo”, calcula Nobre. “Nossa meta é atuar em nichos menores e mais restritos, nos quais os grandes fabricantes não têm interesse.”

## Astronomia e medicina

A Optovac quer ganhar espaço nas áreas educacional, técnica e de consumo geral, com kits ópticos para aulas de física, estereomicroscópios (aparelhos binoculares para ensino, pesquisa e uso industrial em micromontagens na área elétrica), produtos para astronomia amadora, lentes para faróis de automóveis com iluminação de alto desempenho e componentes para outras empresas nas áreas de instrumentação médica, análise clínica, artigos domésticos e para equipamentos elétricos, que, em alguns casos, podem chegar ao mercado pela metade do preço dos importados. Para Sérgio Nobre, o desafio é ter preços compatíveis com os produtos asiáticos e de qualidade superior. “Nosso custo de mão-de-obra e os encargos de produção são superiores aos dos chineses, por exemplo, mas vamos enfrentá-los com tecnologia”, afirma o diretor, que pretende capacitar a empresa para a exportação, principalmente com os produtos destinados à área educacional. O faturamento da Optovac projetado para este ano é de R\$ 1 milhão a R\$ 1,5 milhão, no qual as lentes asféricas deverão participar com cerca de R\$ 100 mil mensais, a partir de outubro. Segundo ele, ainda não existe concorrência na produção desses equipamentos no Brasil, porque o retorno financeiro é lento.

Outra limitação é o difícil processo de fabricação das lentes asféricas, em vidro ou plástico. O segredo, em que é preciso investir tem-

po e dinheiro, está no molde da lente que a Optovac está desenvolvendo. Com uma moldagem eficiente, é possível aliar as vantagens dessas lentes com o baixo custo do plástico injetável. Essa técnica também permite produzi-la em vidros com baixo ponto de fusão porque são moldáveis a temperaturas menores que as normalmente utilizadas e, portanto, mais baratos que os vidros comuns.

A produção dessas lentes começa a partir do uso de um *software*. Os dados para a confecção dos moldes para lentes esféricas são criados e organizados em computador e inseridos em uma Geradora Esférica de Controle Numérico Computadorizado (CNC), equipamento usado para repetir a fabricação de um produto. Ele faz a leitura das informações programadas pelo *software* e confecciona um molde para as lentes, com base em uma peça de vidro ou cerâmica pré-usinados. Para forjar o molde, um rebolo circula a peça, tocando sua parte lateral, refrigerada por água e óleo solúvel que, além de manter sua temperatura, evita o desgaste demasiado das peças.

Após essa etapa, um outro aparelho, o perfilômetro, mede o perfil do molde semi-acabado. Se houver diferenças entre os dados inicialmente programados pelo computador e o resultado final, o *software* gera um arquivo de correção e a Geradora Esférica efetua o retoque do molde. Para a fabricação dessas peças são necessários equipamentos com requisitos extremamente críticos de controle, avanço e estabilidade mecânicos, o que permite que as lentes saiam prontas para receber um polimento óptico final, quando suas superfícies opacas obtêm total transparência.

## Desenvolver do zero

Criada em 1986, com o objetivo de fabricar equipamentos com tecnologias que envolvem mecânica fina, a Optovac passou a

atuar no segmento óptico com produtos de pesquisa para a área educacional e de consumo geral, como kits para o ensino de ciência, lunetas e microscópios, inclusive desenvolvendo esses equipamentos para institutos de pesquisa ligados à Universidade de São Paulo (USP) e à Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Contudo, com o restrito campo comercial e a abertura do mercado promovida na última década – e que trouxe ao Brasil produtos com preços mais competitivos –, a empresa se viu obrigada a investir em pesquisas e desenvolver do zero uma tecnologia já existente no exterior.

E por que não importar a tecnologia simplesmente? De acordo com Sérgio Nobre, o motivo é simples: os custos dessa importação atingem US\$ 2 milhões – para uma produção que atenda os pequenos nichos existentes no Brasil –, e são muito superiores aos custos de desenvolvimento local, e injustificáveis frente à pequena demanda do mercado interno. A fim de elevar a qualidade dos produtos com um custo menor, o projeto do PIPE permitiu a virada tecnológica da empresa, que em dois anos desenvolveu seus primeiros protótipos. O trabalho foi simultâneo, tanto no desenvolvimento tecnológico quanto de possíveis aplicações em produtos.

Hoje a Optovac tem capacidade de suprir o mercado interno de modo personalizado, pois o consumo desses itens ainda é pequeno no Brasil. “Estamos produzindo 20 mil lentes esféricas para um cliente (ele não pode dizer o nome da empresa nem a aplicação desse produto) e, para o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen), acabamos de produzir uma única lente (asférica), especialmente desenvolvida para uso em pesquisas daquele instituto, ou seja, temos uma estrutura diferenciada que nos permite produzir de modo flexível”, conta o diretor da empresa. A Optovac está, inclusive, homologada pela aviação do Exército brasileiro para o desenvolvimento (de lentes asféricas) e manutenção

de equipamentos ópticos, como os óculos utilizados para visão noturna, atualmente importados e que dependem de manutenção fora do país.

Samuel Antenor

Revista *Pesquisa FAPESP*, edição 88, 06/2003

## Leveza no ar

*Estrutura da asa de avião da Embraer  
foi desenvolvida com apoio de pequena empresa*

**A** entrega da primeira asa do jato Embraer 190 pela subsidiária brasileira da Kawasaki, uma das principais indústrias aeronáuticas do Japão, foi comemorada com uma cerimônia especial no final do ano passado. Afinal, é grande a expectativa de que a aeronave para até cem passageiros, apresentada oficialmente em fevereiro deste ano, conquiste uma expressiva fatia do mercado mundial de jatos comerciais. Entre os parceiros que trabalham no desenvolvimento e na construção do avião encontra-se a Fibraforte, uma pequena empresa de São José dos Campos (SP). Ela foi a responsável por aplicar ferramentas computacionais no desenvolvimento da estrutura da asa com o objetivo de torná-la mais leve, requisito essencial no setor aeronáutico. É uma metodologia de ampla aplicação que pode ser utilizada também em projetos de estruturas de satélites com o intuito de reduzir peso e diminuir os custos de produção.

Antes de ganhar a confiança da empresa, a Fibraforte trabalhou inicialmente para a Embraer em um programa destinado a automatizar os processos de desenvolvimento de produtos. Jadir Nogueira Gonçalves, presidente da empresa, explica que o projeto abarca desde a concepção do produto, passando pela etapa de análise de estrutura, seguindo regras de manufatura, até a geração do modelo, que é a tradução matemática da peça em uma ferramenta virtual, transferida depois para um equipamento de fabricação. Essa metodologia, chamada de engenharia baseada no conhecimento, do inglês

*knowledge based engineering*, tem como filosofia eliminar tarefas repetitivas realizadas pelos engenheiros. Ela se traduz pela montagem de uma base de dados, pela criação de *softwares* e pela integração de ferramentas de outros projetos existentes. “O resultado é uma base de treinamento que cria e estabelece as regras dos projetos adotadas pela empresa”, ressalta Gonçalves.

### Rotinas simplificadas

O convite para prestar serviços à Embraer foi feito no final de 1999, período em que a empresa iniciava o projeto dos jatos da família 170/190 e a Fibraforte começava a desenvolver um projeto na área de otimização de estruturas financiado pela FAPESP e coordenado pela engenheira civil Susana Angélica Falco Meira, que atualmente trabalha em uma consultoria naval no Rio de Janeiro. Para a pequena empresa dirigida por dois engenheiros aeronáuticos, esse envolvimento teve desdobramentos e resultou em um promissor relacionamento comercial com empresas estrangeiras parceiras da fabricante de aviões. Antes disso, a empresa tinha como foco a prestação de serviços de engenharia e fabricação para o setor aeroespacial, entre eles o fornecimento de componentes para o Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS), encomendados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe).

“Em um primeiro momento, os negócios conquistados no setor aeronáutico eram na área de cálculo estrutural e projeto de produto e, com o passar do tempo, começamos também a aplicar nossos conhecimentos na área de otimização de estruturas”, relata Gonçalves. Esses conhecimentos foram adquiridos a partir de uma proposta que tinha como objetivo inicial desenvolver um *software* para otimização de estruturas com rotinas de trabalho simples e fá-

ceis de serem entendidas e executadas pelos engenheiros projetistas. O sistema deveria ser utilizado junto com outros já existentes, como o MSCNastran, comercializado pela norte-americana MSC Software. Segundo Gonçalves, a definição de um problema de otimização de estrutura no MSCNastran é uma tarefa complexa por exigir muito conhecimento teórico do assunto, o que limita seu uso. Normalmente os cálculos ainda são feitos manualmente porque mesmo o programa da MSC exige uma série de intervenções do usuário.

A observação de que essa tarefa repetitiva demanda grande gasto de tempo para projetos que normalmente têm curto prazo de execução inspirou os engenheiros da Fibraforte a trabalhar em uma ferramenta que automaticamente desse a resposta procurada, bastando ao usuário seguir os passos propostos. Para isso, um dos programas escolhidos para ser inserido ao MSCNastran foi o Faipa, um algoritmo (metodologia para resolver um problema em um número finito de etapas) de otimização criado pelo professor José Herskovits, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. A união das duas ferramentas mostrou-se realmente mais eficiente na resolução de alguns problemas de estrutura, mas o tempo gasto e a maneira de resolvê-los não eram exatamente o que os pesquisadores esperavam.

Mas foi esse processo que mostrou a existência de um mercado promissor para o desenvolvimento de ferramentas automatizadas para otimização de estruturas tendo como base programas comerciais. “No decorrer dos contatos com a MSC descobrimos que o *software* MSCAcumen, utilizado para criar um modelo sob medida da estrutura para análise, tem interface com outros produtos da empresa, como o Nastran, e possibilita automatizar as rotinas dentro de um ambiente de engenharia”, relata Gonçalves. Essa descoberta levou ao desenvolvimento de um programa base, que sistematiza a seqüência de funções executadas desde a concepção até a geração do relatório do projeto, demonstrando que cumpre todos os requisitos de desem-

penho e de segurança. Adaptado às necessidades do cliente, ele poupa o tempo do usuário, que apenas precisa seguir os passos indicados para encontrar a melhor estrutura para o seu projeto.

## Casa sob controle

*Empresa de São Carlos desenvolve equipamento de baixo custo para automação predial*

A automação das funções de uma casa está sempre nas imagens de modernidade e de futuro que fazemos do nosso cotidiano. Embora a tecnologia nessa área já possibilite a concretização de muitas funções de automação em residências, ambientes industriais e escritórios, os sistemas ainda são, muitas vezes, impeditivos devido ao alto custo. Esse problema começa a ser reduzido no Brasil com uma novidade desenvolvida pela Sensis Equipamentos Eletrônicos, de São Carlos, em São Paulo.

A empresa disponibilizou no mercado um sistema digital que permite, entre outras funções, acender, apagar e controlar a intensidade das luzes, abrir e fechar portas e cortinas, acionar motores, aquecedores e aparelhos de ar-condicionado a um custo de apenas 30% dos equipamentos similares importados. A chave da redução de preço e da economia do sistema da Sensis está em módulos com linguagem digital, criados para permitir a utilização de um microprocessador central de baixo custo. Esse microprocessador efetua a comunicação entre os teclados de comando e os módulos de execução, ligados por meio de um cabo usado em redes de computadores.

O novo sistema pode ser utilizado tanto em residências quanto em edifícios comerciais porque tem capacidade de incorporação de até 30 módulos e 90 teclados, além de controles remotos e sensores de presença. Esses sensores são acionados quando uma pessoa entra

ou se movimentando no ambiente, ligando a iluminação automaticamente e desligando após um intervalo de tempo programado. No caso das lâmpadas incandescentes, halógenas e fluorescentes, existe ainda a possibilidade de regular a intensidade da luz, deixando o ambiente mais ou menos iluminado, conforme o gosto do usuário ou da necessidade do trabalho ou do bem-estar. Para que as funções sejam acionadas em horários previamente determinados, tudo pode ser programado utilizando-se um temporizador.

A tecnologia de automação predial realizada pela Sensis, de acordo com João Jorge de Faria Gomes, sócio da empresa, já existe no exterior, mas foi desenvolvida no Brasil seguindo as especificidades do mercado local. “A inovação está nas características do circuito e nas informações digitais processadas e armazenadas nos microprocessadores. Além disso, o equipamento e todo o sistema de automação empregam componentes disponíveis no mercado, o que diminui seu custo de fabricação. Essa combinação é o grande diferencial do nosso sistema”, diz.

O primeiro dos equipamentos com essa tecnologia a chegar ao mercado foi o Scenario SDM-8 para a automação predial com o acionamento de lâmpadas, persianas, portas, portões etc. O projeto desse equipamento recebeu financiamento da FAPESP por meio do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) e foi coordenado pelo analista de sistemas Luiz André Melara de Campos Bícudo, que também é sócio da empresa.

Ele explica que a tecnologia por fio de rede foi adotada por ser a de maior confiabilidade e permitir uma troca efetiva entre os componentes do sistema. “Ao se apertar um botão no teclado do quarto para apagar uma luz na sala, por exemplo, recebe-se na hora um retorno visual com um sinal luminoso no próprio teclado. A diferença é que desenvolvemos um protocolo específico para a utilização de processadores de baixo custo”, afirma.

## Integração e segurança

Além do conforto e da praticidade, outra vantagem apontada por Bicudo é que o equipamento também pode ser facilmente integrado a sistemas de segurança e centrais de alarmes, porque todos os circuitos podem ser programados e acionados ao mesmo tempo. Para garantir os direitos sobre o invento, a empresa fez o depósito da patente do equipamento no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), incluindo o módulo e o protocolo do sistema.

Para industrializar o produto, a empresa terceirizou a fabricação de itens plásticos e metálicos, optando por fazer apenas a montagem dos componentes eletrônicos e os testes finais. “A Sensis é uma pequena empresa com apenas oito funcionários, cinco deles diretamente ligados à produção do equipamento, que chega a 40 módulos mensais. Para viabilizar a comercialização, temos representantes em todas as regiões do país e, por enquanto, não há intenção de exportá-lo, porque seria necessária uma adequação às especificidades de cada mercado”, finaliza Gomes.

Desde o ano passado foram comercializadas cerca de 300 unidades do sistema, vendidas a empresas localizadas em 14 estados brasileiros. Os pesquisadores da Sensis iniciaram suas atividades no Núcleo de Manufatura Avançada (Numa) da Escola de Engenharia Mecânica da Universidade de São Paulo, em São Carlos. De 1995 a 2001, a empresa esteve hospedada no Parque de Alta Tecnologia (ParqTec).

Atualmente trabalha com automação industrial e residencial, além de produzir um torno para utilização no ensino, em universidades e escolas técnicas, menor e mais barato que os equipamentos industriais. A função dele é demonstrar uma programação com Comando Numérico Computadorizado (CNC), técnica usada para repetir a fabricação de uma peça metálica idêntica ao molde.

Samuel Antenor

Revista *Pesquisa FAPESP*, edição 102, 08/2004

## Plástico de açúcar

*Produto brasileiro é aperfeiçoado  
e ganha espaço no mercado internacional*

**A**çúcar e álcool deixaram de ser os únicos produtos de importância comercial extraídos da cana. Agora incorpora-se a essa dupla a produção de plástico biodegradável a partir do açúcar. Desde dezembro de 2000, a PHB Industrial, pertencente ao grupo Irmãos Biagi, de Serrana (SP), e ao grupo Balbo, de Sertãozinho (SP), tem capacidade de produzir em uma planta piloto entre 4 e 5 toneladas mensais do biopolímero a partir da sacarose presente no açúcar. Toda a produção obtida na planta industrial da empresa, que fica ao lado da Usina da Pedra, em Serrana, é exportada para países como Estados Unidos, Alemanha e Japão.

“Pretendemos iniciar nossa operação comercial entre 2004 e 2005 com a construção de uma planta com capacidade para produzir 10 mil toneladas por ano de bioplástico”, afirma o físico Sylvio Ortega Filho, responsável pelo desenvolvimento do plástico biodegradável na PHB, empresa que recebe financiamento do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) da FAPESP. “Não conhecemos nenhuma outra indústria no mundo que tenha produção comercial desse tipo de resina bioplástica”, diz Ortega Filho.

O desenvolvimento tecnológico desse polímero, passível de rápida decomposição por microrganismos quando descartado em aterros sanitários, lixões ou exposto a ambientes com bactérias ativas, é resultado de uma parceria bem-sucedida entre o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), a Cooperativa dos Produtores de Cana, Açú-

car e Álcool do Estado de São Paulo (Copersucar) e o Instituto de Ciências Biomédicas (ICB) da Universidade de São Paulo (USP). Os primeiros estudos sobre o tema foram realizados no começo dos anos 1990 e, dez anos depois, o país é reconhecido como um dos mais avançados centros mundiais em pesquisa e desenvolvimento de bioplásticos.

A tecnologia proporcionou à área um outro avanço. Foi o desenvolvimento de um processo que facilita a obtenção desse polímero a partir do bagaço de cana hidrolisado, um resíduo da indústria de álcool e de açúcar. O projeto, também financiado pela FAPESP, foi coordenado pela pesquisadora Luiziana Ferreira da Silva, bioquímica do Agrupamento de Biotecnologia do IPT, que fez parte da equipe que criou o bioplástico. A hidrólise (quebra estrutural do produto) libera açúcares presentes no bagaço que podem ser consumidos pelas bactérias utilizadas no processo de transformação do açúcar nesse tipo de poliéster natural.

Entretanto, a hidrólise induz também à formação de compostos tóxicos para as bactérias. O IPT desenvolveu um procedimento para desintoxicar o hidrolisado e tornar possível o seu uso pelos microrganismos. “Com esse processo é possível fabricar o mesmo biopolímero já exportado, que recebe o nome de polihidroxibutirato ou, simplesmente, PHB, com o açúcar extraído do bagaço”, diz Luiziana.

A diferença entre a técnica criada por Luiziana e a anterior, desenvolvida em conjunto pelo IPT, Copersucar e USP, e utilizada pela empresa PHB, está na matéria-prima empregada. Enquanto Luiziana utiliza a xilose (substância açucarada contida no bagaço da cana), o processo anterior, cujas pesquisas foram coordenadas pelo professor José Geraldo Pradella, do IPT, emprega a sacarose presente no açúcar. A pesquisadora também identificou duas novas bactérias (*Burkholderia sacchari* e *Burkholderia cepacia*), a primeira até então desconhecida, altamente eficientes no processo de síntese e pro-

dução do bioplástico do hidrolisado do bagaço. A *sacchari* também pode ser utilizada para produzir o PHB a partir de melação ou sacarose.

As características físicas e mecânicas do plástico biodegradável são semelhantes às de alguns polímeros sintéticos, que utilizam o petróleo como matéria-prima, mas oferecem o benefício de se decompor muito mais rapidamente depois de descartados do que os plásticos convencionais. “Esse é o grande diferencial do produto”, afirma Luiziana. Enquanto as embalagens de Poli (tereftalato de etileno), chamadas de PET e usadas principalmente para refrigerantes, levam mais de 200 anos para se degradar, e os plásticos tradicionais, mais de cem anos, as resinas plásticas biodegradáveis se decompõem em torno de 12 meses, dependendo do meio em que se encontram. Em fossas sépticas, a perda de massa chega a 90% em seis meses, enquanto em aterros sanitários a degradação atinge 50% em 280 dias. Quando se decompõem, elas se transformam em gás carbônico e água, sem liberação de resíduos tóxicos.

## Reserva de energia

O início do processo produtivo do PHB, utilizado na planta piloto, começa no cultivo de bactérias da espécie *Ralstonia eutropha* em biorreatores empregando açúcares (sacarose, glicose etc.) como matéria-prima. Os microrganismos alimentam-se desses açúcares e os transformam em grânulos (pequenas bolinhas) intracelulares que são, na verdade, poliésteres. “Para as bactérias, esses poliésteres (o plástico biodegradável) são uma reserva de energia, semelhante à reserva de gordura nos mamíferos”, diz Luiziana. A etapa seguinte do processo produtivo é a extração e purificação do PHB acumulado dentro das bactérias. Com um solvente orgânico (que não provoca da-

nos ao ambiente quando descartado), promove-se a quebra da parede celular dos microrganismos e a natural liberação dos grânulos do biopolímero. Cálculos realizados em laboratório apontam que para obter 1 quilo de plástico são necessários 3 quilos de açúcar.

O PHB pode ser usado como matéria-prima em um amplo campo de aplicações, principalmente naqueles setores em que características como pureza e biodegradabilidade são necessárias. Ele pode ser usado na fabricação de embalagens para produtos de limpeza, higiene, cosméticos e produtos farmacêuticos. Também serve para produzir sacos e vasilhames para fertilizantes e defensivos agrícolas, vasos para mudas e produtos injetados, como brinquedos e material escolar. Além disso, por ser biocompatível e facilmente absorvido pelo organismo humano, pode ser empregado na área médico-farmacêutica, prestando-se à fabricação de fios de sutura, próteses ósseas e cápsulas que liberam gradualmente medicamentos na corrente sanguínea. “Graças às propriedades de barreira a gases, o bioplástico pode ainda ser usado em embalagens de alimentos de papel cartonado do tipo ‘longa vida’ para o envase de sucos naturais, leite pasteurizado e bebidas isotônicas”, diz Ortega Filho. A Food and Drug Administration (FDA), órgão que normatiza o setor de alimentos e remédios nos Estados Unidos, já aprovou o uso do plástico biodegradável de PHB em embalagens alimentícias.

Para a produção de artefatos mais flexíveis, como frascos de xampu, ou que necessitem do processo de extrusão por sopro, como sacos plásticos, os pesquisadores já desenvolveram outro produto da mesma família, um tipo de polímero chamado de PHB-HV (polihidroxibutirato-hidroxivalerato), produzido com açúcar e ácido propiônico. A principal dificuldade no desenvolvimento do PHB está centrada na escolha das bactérias.

“Para encontrar a bactéria ideal, que melhor transformasse o açúcar em plástico, testamos mais de 50 cepas até chegarmos às duas mais

adequadas linhagens, no caso as espécies *Burkholderia sacchari* e *Burkholderia cepacia*”, conta Luiziana, que finalizou seu projeto no primeiro semestre deste ano. Os dois microrganismos conseguiram o melhor desempenho em função da velocidade de crescimento, eficiência em converter a xilose em PHB e capacidade de acúmulo do polímero. Para aumentar a produção de bioplásticos, as bactérias foram e continuam submetidas a técnicas de melhoramento genético.

“A vantagem dessa nova tecnologia é a transformação de um resíduo da indústria sucroalcooleira, no caso o bagaço, em um material nobre, os bioplásticos”, afirma Luiziana. Atualmente, entre 60% e 90% do bagaço (de um total de 81 milhões de toneladas anuais) produzido nas usinas é usado na geração de energia elétrica. O excedente desse resíduo, que em 1999 chegou a 8 milhões de toneladas, causa sérios problemas de estocagem e poluição ambiental. “O emprego do bagaço para produzir PHB minimizará esses problemas”, diz ela.

A técnica de obtenção do PHB por meio de bactérias não é novidade. Ela é conhecida desde o início do século 20. O uso comercial desse polímero, porém, não foi implementado em função dos elevados custos envolvidos na sua produção. O mérito dos pesquisadores brasileiros foi conseguir reduzir consideravelmente esse custo quando comparado ao dos plásticos biodegradáveis sintetizados nos Estados Unidos e na Europa. Lá eles são fabricados apenas em plantas piloto e em laboratório a partir de outras fontes, como açúcar da beterraba e milho. Essa redução ocorreu, principalmente, em função do baixo custo da cultura da cana, que inclui a energia elétrica barata, produzida com o bagaço de cana. “Por isso, para ter um preço competitivo, o ideal é que a unidade de produção do plástico biodegradável funcione junto a uma usina sucroalcooleira”, diz Ortega Filho, da PHB.

Mesmo com a redução dos custos, o plástico biodegradável ainda é mais caro do que o convencional. “Um quilo do polímero sin-

tético custa cerca de US\$ 1, enquanto o do PHB está na casa de US\$ 4 ou US\$ 5, dependendo de sua aplicação”, explica Ortega Filho. Apesar dessa diferença de preço, ele é considerado competitivo, principalmente no mercado externo. Nos Estados Unidos, Japão e países europeus, por exemplo, a reciclagem é obrigatória, como também a comprovação, pela indústria fabricante do polímero, de que ela foi efetivamente feita. Os gastos com essas etapas não estão incluídos no custo do plástico. No Brasil, o cálculo desse custo considera a compra da resina e sua transformação. Não existe preocupação nem custos efetivos com reciclagem.

A Alemanha, por exemplo, pretende substituir, nos próximos 60 anos, pelo menos 60% do plástico sintético consumido internamente por polímeros biodegradáveis. A medida visa, entre outras coisas, aliviar os aterros sanitários do país. O longo tempo de permanência dos plásticos sintéticos nesses locais provoca graves problemas ambientais, porque eles formam uma camada impermeabilizante que impede a passagem de líquidos e gases originados do apodrecimento dos detritos, retardando a estabilização da matéria orgânica. O problema é preocupante quando se sabe que eles representam cerca de 20% de todo o lixo urbano no Brasil. Segundo Luiziana, outra vantagem das resinas plásticas biodegradáveis é que elas são produzidas a partir de recursos renováveis, enquanto as convencionais utilizam como matéria-prima o petróleo, uma fonte não-renovável.

### **Produção de *pellets***

O mercado mundial de plástico é da ordem de 200 milhões de toneladas por ano. Segundo estimativas de vários especialistas, a fatia desse mercado que deve ser ocupada pelos bioplásticos gira em torno de 1% a 2% nos próximos dez anos. E a PHB quer participar

dessa fatia. “Mas, para que isso seja possível, precisamos antes concluir o desenvolvimento da tecnologia para produção dos *pellets* que serão vendidos aos transformadores”, diz ele. *Pellets* são pequenas pastilhas cilíndricas de alguns milímetros de comprimento feitas a partir da mistura da resina granulada de PHB com outros polímeros ou fibras naturais. Eles são a matéria-prima usada pelas indústrias, que os transformam em utensílios. “As indústrias não compram o PHB puro. Elas querem que ele já esteja preparado para ser transformado no produto final”, diz Ortega Filho.

Para fazer a engenharia dos *pellets*, a PHB Industrial fez um convênio de cooperação e pesquisa com o Departamento de Engenharia de Materiais (DeMa), da Universidade Federal de São Carlos (Ufscar), e obteve um financiamento de R\$ 338 mil da FAPESP por intermédio do PIPE. Iniciado em 2001, o projeto deverá se estender até o próximo ano.

Os recursos foram utilizados na aquisição de equipamentos básicos em tecnologia de polímeros, visando à fabricação dos *pellets*. “Compramos um medidor de índice de fluidez e um equipamento de ensaio universal para analisar tração, flexão e compressão”, afirma Ortega Filho. “Até o final do ano, receberemos uma máquina extrusora, na qual faremos estudos para desenvolver o produto com as características que o mercado demanda.” Toda essa aparelhagem será instalada na Ufscar, em um laboratório a ser construído. “Os recursos da FAPESP estão sendo essenciais para a viabilização comercial do Biocycle, nome comercial dado por nós ao PHB”, afirma o engenheiro de materiais Jefer Fernandes do Nascimento, coordenador do projeto do PIPE.

Por enquanto, as 60 toneladas anuais de Biocycle produzidas na PHB Industrial são enviadas principalmente para empresas e centros de pesquisa no exterior, que também trabalham no desenvolvimento dos *pellets*. “Exportamos para centros dos Estados Unidos e da Eu-

ropa, como o Fraunhofer Institute, na Alemanha, e a empresa norte-americana Metabolix, cujos donos eram pesquisadores do Massachusetts Institute of Technology (MIT)”, diz Ortega Filho. “Eles estão fazendo o mesmo que a gente: tentando encontrar o *pellet* ideal para cada aplicação.” O bom é que a PHB está na frente e, se tudo der certo, a empresa estará exportando, em breve, *pellets* de plástico biodegradável.

## Mudança de status

*Brasil passa a produzir manganês de alta pureza para indústria eletrônica*

O carbonato de manganês de alta pureza, uma das matérias-primas mais requisitadas pela indústria de componentes eletroeletrônicos, passa a ser produzido no Brasil. A Fermavi, empresa situada em Suzano, na Grande São Paulo, desenvolveu tecnologia própria para o processamento do manganês e experimenta os primeiros resultados comerciais do produto.

Pequenas quantidades já são fornecidas para a Thornton, de Vinhedo, na região de Campinas (SP), empresa fabricante de cerâmicas magnéticas (ferrite de manganês-zinco). Essas cerâmicas são utilizadas na produção de indutores, transformadores e filtros de aparelhos eletrônicos, como computadores e TVs, além de equipamentos de telecomunicações e de iluminação.

A Fermavi é hoje a única empresa que produz carbonato de manganês no país, um material relativamente novo na indústria. Ele é produzido a partir da dissolução do manganês em solução de amônia (carbamato de amônia), que passa, depois, por um processo de purificação e precipitação (solidificação) como carbonato de manganês de alta pureza.

A empresa é uma tradicional fornecedora de insumos minerais para o setor químico e de fertilizantes e desenvolveu o carbonato com um projeto financiado pelo Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) da FAPESP.

## Domínio do processo

A conclusão da planta industrial, prevista para o final de 2002, vai permitir que a Fermavi altere o status do Brasil de simples fornecedor do minério bruto para produtor e exportador do carbonato de manganês de elevada pureza. “Trata-se de um projeto de domínio de tecnologia que trará retorno garantido e permitirá a transferência desse conhecimento para outras empresas do setor, além da abertura de novos empregos”, analisa o engenheiro Sílvio Benedicto Alvarinho, que coordena o projeto na Fermavi. Nos anos 1970, na função de pesquisador do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), ele realizou os primeiros ensaios em laboratório para a obtenção de um produto de alta pureza originário do manganês.

Alvarinho seguiu uma linha de pesquisa que se baseia num processo desenvolvido nos anos 1950, nos Estados Unidos, para tratar minérios usados em siderurgia. Depois o processo foi complementado, naquele país, por uma etapa de purificação que resultou no carbonato de alta pureza. A idéia do projeto atual teve início durante a realização de uma pesquisa sobre o mercado de novos materiais, realizada por Alvarinho, em 1995.

## Reservas de peso

Falar em carbonato de manganês de elevada pureza ainda é novidade no meio empresarial brasileiro, mas, no exterior, trata-se de um produto caro e muito disputado no mercado de componentes eletrônicos. Os principais produtores são Bélgica, Estados Unidos e Japão. O manganês bruto chega a esses países a US\$ 90 a tonelada e o produto final (o carbonato de manganês de alta pureza) é vendido às indústrias eletroeletrônicas por US\$ 1,5 mil a tonelada.

Um dos principais efeitos desse projeto é a valorização do minério brasileiro, classificado como de alta qualidade, extraído em grandes quantidades, principalmente das jazidas de Carajás, no Pará, pela Companhia Vale do Rio Doce, Urucum, em Mato Grosso, e em algumas regiões da Bahia e de Goiás, ainda pouco exploradas.

“Calculamos que a nova planta industrial, se concebida para uma produção de 4 mil toneladas por ano (t/ano), permitirá um faturamento anual de US\$ 6 milhões”, prevê Alvarinho. Foi ele quem fez o convite de parceria à Fermavi, em 1997, quando a proposta de produção de carbonato foi apresentada à FAPESP.

A Fundação liberou R\$ 208 mil, ao longo dos últimos três anos, o que possibilitou a montagem da usina-piloto de produção do carbonato e duas unidades laboratoriais. Nos primeiros meses do estudo em laboratório, a empresa limitava-se a produzir bateladas de 50 gramas de carbonato de manganês de alta pureza. Depois passou a obter 1 quilo e hoje produz cerca de 100 quilos por hora na unidade-piloto. “É ainda uma produção experimental, mas que permitiu o levantamento dos parâmetros dos processos necessários para o projeto da unidade industrial.”

O mercado mundial de carbonato de manganês de alta pureza representa cerca de 25 mil t/ano. Para entrar nesse mercado, a Fermavi tem a meta de produzir cerca de 5 mil t/ano, ou 20% do mercado mundial. “O trabalho até agora desenvolvido nos dá segurança para dizer que podemos chegar a esse nível de produção”, acrescenta o engenheiro Oscar de Nucci, que trabalha junto com Sílvio Alvarinho.

## Outro produto

A produção do carbonato abre também um outro caminho. Ele é importante para a produção de bióxido de manganês químico ou

bióxido de manganês-gama, matéria-prima usada na composição de pilhas e baterias. Trata-se de um produto considerado extremamente sofisticado sobretudo em razão da complexa tecnologia a ser empregada para obtê-lo, que já está sendo desenvolvida pela equipe de Alvarinho. “Esse tema é objeto de outro projeto nosso dentro do PIPE que será finalizado em um ano.”

As dimensões do mercado mundial para o bióxido são bem mais amplas – cerca de 200 mil t/ano – diante das 25 mil toneladas do carbonato especial. Otimista com os resultados até agora alcançados, Alvarinho adianta que a Fermavi também terá condições de deter uma parte expressiva do mercado de bióxido. “O Brasil produz o minério em quantidade, de boa qualidade, e a nossa equipe já domina parte da tecnologia necessária ao desenvolvimento desse produto.”

Para os dois projetos foram estabelecidas linhas de processamento que incorporam conceitos rígidos de proteção ambiental, sem o descarte de resíduos para o meio ambiente. Embora com esses cuidados, a empresa vai ter que procurar outro local para se instalar. A área atual é zona de manancial e não aceita mais ampliações industriais.

## Momento ideal

Alvarinho explica que a continuidade dos ensaios laboratoriais e o seu aprimoramento permitiram a consolidação dos parâmetros operacionais da empresa e a definição de um fluxograma a ser utilizado, numa etapa posterior, em projeto de unidade industrial ou semi-industrial. Com a ampliação, a empresa almeja atingir uma escala de produção de 5 mil toneladas de carbonato de manganês e 10 mil toneladas de bióxido de manganês-gama por ano.

Segundo Alvarinho, o momento é ideal para desenvolver projetos dessa natureza porque há uma evidente solicitação do merca-

do para o carbonato de manganês de alta pureza e também para o bióxido de manganês. Um momento que será aproveitado.

Carlos Tavares

Revista *Pesquisa FAPESP*, edição 64, 05/2001

## Sem medo do motorzinho

*Brocas revestidas com diamante diminuem o uso da anestesia em 70% dos casos*

**E**nfim, um tratamento dentário sem dor. Pelo menos é o que prometem os pesquisadores da empresa Clorovale Diamantes, de São José dos Campos (SP), que estão lançando no mercado, neste mês de agosto, uma nova linha de brocas odontológicas com ponta recoberta por diamante sintético. A maior novidade é uma broca que funciona por vibração a partir de ondas de ultra-som. Ela quase não emite ruídos, ao contrário das brocas convencionais, que operam por rotação e fazem um barulhinho de meter medo em muita gente. A melhor notícia é que ela reduz a dor, dispensando o uso de anestesia na maioria dos tratamentos. Resultado de seis anos de pesquisas, a nova broca está sendo encarada pelos dentistas como uma revolução na odontologia.

“Os tratamentos com as brocas com ponta de diamante para aparelhos de ultra-som são minimamente invasivos e muito mais precisos. Por isso, não causam desgastes e traumas desnecessários ao dente”, afirma o físico Vladimir Jesus Trava Airoldi, um dos sócios da Clorovale e um dos pioneiros no estudo de diamantes artificiais no Brasil na função de pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). “O aparelho de ultra-som faz essas brocas vibrarem, atingindo apenas a cárie e preservando a parte sadia do dente”, conta.

A broca, explica o pesquisador, é adaptável aos aparelhos de ultra-som, usados para tratamentos de periodontia (tratamento de

problemas na região do dente próxima à gengiva), existentes nos consultórios dentários. Ela funciona numa frequência de vibração de 30 quilohertz (30 mil oscilações por segundo), com movimentos parecidos ao de uma britadeira, embora bem mais suaves. Dentistas que já testaram o produto concluíram que em mais de 70% dos casos o tratamento é indolor. Isso acontece porque essa broca atinge a cavidade dentária pela vibração, sem esmagar a dentina, região onde ficam os filamentos nervosos que dão sensibilidade ao dente.

A empresa também está colocando no mercado uma broca de rotação convencional com ponta de diamante-CVD, um material obtido por meio do processo deposição química na fase vapor (*Chemical Vapor Deposition*). É o mesmo diamante que reveste as brocas dos aparelhos de ultra-som. “Usamos a mesma técnica para recobrir as duas brocas. A única coisa que muda é o modo como a ponta atua em relação ao dente, por rotação ou vibração”, explica Airoidi. A Clorovale foi pioneira na América Latina no desenvolvimento de diamantes-CVD e é a única empresa no mundo que domina a tecnologia de produção de pontas odontológicas com esse material.

As brocas da Clorovale oferecem muitas vantagens sobre as tradicionais, recobertas por diamantes artificiais HPHT, sigla em inglês para *High Pressure, High Temperature* (alta pressão, alta temperatura). Essa tecnologia usa pó de diamante e solda de níquel, em uma haste de aço. Já o diamante-CVD cresce na própria haste, recobrin-do-a na espessura desejada. “As brocas com diamante-CVD sofrem um desgaste mínimo com o uso e têm vida útil superior à das brocas tradicionais”, afirma Airoidi. Além disso, sua fabricação não utiliza metais ou outros resíduos danosos ao ambiente e nem ao paciente porque as matérias-primas – hidrogênio, principalmente – são biocompatíveis (veja *Pesquisa FAPESP* nº 52).

## Sem traumas

Antes de serem introduzidas no mercado, as brocas foram testadas por cerca de 500 dentistas. Os resultados foram animadores. “As brocas para aparelho de ultra-som são a melhor e mais barata inovação dos últimos anos relacionada aos tratamentos dentários”, diz o professor Luis Augusto Conrado, da Faculdade de Odontologia da Universidade do Vale do Paraíba. “Elas vão facilitar a vida do dentista e aliviar o trauma dos pacientes.”

As vendas anuais de brocas odontológicas superam R\$ 1,1 bilhão no mundo. Só no Brasil esse mercado movimenta R\$ 70 milhões por ano. A estimativa da empresa é que, em três anos, cerca de 40 mil dentistas (25% do total) estejam usando as novas brocas. O mercado internacional também será explorado, já que não existem brocas similares no exterior. As vendas para outros países devem começar em seis meses. A meta é atingir, em cinco anos, 15% dos 300 mil profissionais de odontologia da América Latina e 3% dos 2,5 milhões de dentistas do resto do mundo, o que dá quase 100 mil pessoas. As pontas de broca da Clorovale custam entre R\$ 30 (por rotação) e R\$ 80,00 (ultra-som) e são bem mais caras do que as de diamante convencional (R\$ 3,00). Mas, segundo os sócios da Clorovale, o custo-benefício compensa, já que elas são pelo menos 30 vezes mais duráveis. As novas pontas serão vendidas em estojos com quatro unidades, sendo uma ponta cônica, uma tronco-cônica, uma cilíndrica e uma esférica. Esses são os quatro modelos mais usados pelos dentistas.

As duas brocas já foram patenteadas no Brasil, Estados Unidos, Canadá, Japão e Europa. Os *royalties* serão divididos entre a Clorovale, o Inpe e a FAPESP, que participou do projeto da broca para aparelhos de ultra-som por meio de financiamento do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE). Nesse caso, cada

um dos parceiros fica com  $1/3$  dos *royalties*, que corresponde a 4% do faturamento líquido da empresa. Nas brocas convencionais por rotação, o Inpe tem direito a  $2/3$  dos *royalties* e a Clorovale, ao restante.

O diamante-CVD pode ser obtido em qualquer tamanho e forma, com um grau de pureza muito superior ao dos primeiros diamantes artificiais. Ele tem as mesmas características do diamante natural, o material mais duro encontrado na natureza. Outras vantagens do diamante-CVD são o baixo coeficiente de atrito, a alta condutividade térmica, a resistência às radiações cósmica, nuclear e ultravioleta e a ótima integração óssea, proporcionando um vasto campo de aplicações.

Na área espacial, pode ser usado em dissipadores de calor e na proteção de células solares e superfícies sujeitas ao bombardeamento de partículas cósmicas. Na microeletrônica, é empregado na fabricação de dispositivos mais rápidos e com perfil térmico mais eficiente. No mercado óptico, seu uso é associado a componentes para *lasers* de alta potência. Por enquanto, a Clorovale tem feito pesquisas visando o uso do diamante-CVD em ferramentas de usinagem e tubos de diamante para máquinas de corte. Também está estudando a fabricação de eletrodos de diamante-CVD para a área de eletroquímica e para célula a combustível (geradores de energia elétrica).

## Ampla vantagem

A fabricação de diamantes sintéticos pela Clorovale só foi possível graças ao estreito relacionamento entre a empresa e alguns centros de pesquisa. Três dos diretores da Clorovale, os físicos Vladimir Airoidi, Evaldo Corat e Édson del Bosco, também trabalham no Inpe. A empresa tem ainda outros quatro sócios: o professor João Ro-

berto Moro, da Universidade São Francisco (USF), de Itatiba (SP); a engenheira química Kiyoe Umeda, da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN); o químico Luiz Gilberto Barreta, do Centro Tecnológico da Aeronáutica (CTA); e o técnico em eletro-mecânica Marcos Gama Lobo. Juntos, eles mostraram que é possível transformar conhecimentos gerados em centros de alta tecnologia em produtos com boa aplicabilidade no mercado.

## Ruído controlado

*Sanduíche de lâminas de aço e polímero formam chapas que absorvem vibrações de motores*

A poluição sonora é considerada como a terceira maior causa de poluição ambiental pela Organização Mundial da Saúde (OMS). As conseqüências do excesso de ruídos para os ouvidos humanos traduzem-se em danos físicos e psíquicos, que se instalam gradativamente e afetam a qualidade de vida nas grandes metrópoles. Nos últimos anos, a preocupação com o controle acústico resultou em exigências para serem cumpridas pelas indústrias de todo o mundo antes que elas coloquem seus produtos no mercado.

No Brasil, os carros só saem da fábrica se produzirem até 77 decibéis de ruído; as motos, 80; caminhões e ônibus, 84. Uma das maneiras de a indústria automobilística atingir essas metas é revestir o motor com materiais que absorvam ruídos e vibrações, como a chapa VDS (*Vibration Damping Steel*, ou aço anti-ruído e vibração), fabricada nos Estados Unidos e no Japão e que deve ser lançada comercialmente no Brasil ainda este ano. A tecnologia nacional foi desenvolvida pela Fitafer Indústria e Comércio, de Franco da Rocha, na Região Metropolitana de São Paulo, com o apoio do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) da FAPESP.

O embrião do projeto da Fitafer, que resultou na chapa VDS, composta por duas lâminas de aço recheadas por um polímero em forma de filme, originou-se no Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Em 1997, quando a Fundação abriu as primeiras inscrições para o PIPE, o engenheiro Vicente Mazzarella, na época diretor téc-

nico do IPT, convidou Francisco de Paula Assis Júnior, um engenheiro aposentado especializado nas áreas de laminação e tratamento térmico, com experiência de dez anos de trabalho na Companhia Siderúrgica Paulista (Cosipa), para coordená-lo.

“Achei interessante porque é minha área de atuação. O Brasil só poderá passar dessa condição de emergente quando desenvolver tecnologia industrial”, diz o engenheiro formado pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) e atualmente professor da Faculdade de Engenharia Industrial (FEI), de São Bernardo do Campo (SP), e da Escola de Engenharia Mauá, de São Caetano do Sul (SP). Mazzarella e Assis procuraram, então, a Fitafer, produtora de aços relaminados, que atuava com bons resultados na área e tinha interesse em diversificar seus produtos.

Assis conta que o ponto de partida para o trabalho foi uma chapa VDS fabricada nos Estados Unidos, usada no cárter (parte do motor onde fica estocado o óleo) dos motores a explosão da MWM, uma empresa norte-americana com filial no Brasil. “Ela nos forneceu amostras da chapa e fizemos uma avaliação das características do material. O grande problema era encontrar o polímero adequado, porque a 3M, o fornecedor do fabricante norte-americano, recusou-se a nos ceder amostras.”

## **Estabilidade e aderência**

O próximo passo foi selecionar, com a ajuda do IPT, três polímeros candidatos para compor a chapa VDS com tecnologia nacional. Como essa peça passa por uma série de operações, o polímero não pode descolar. Foram testadas aderência e estabilidade até temperaturas de 150° Celsius. Os ensaios, que ainda não tinham sido realizados no Brasil, foram feitos no instituto com polivinil butiral

(PVB), polietileno (PE) e polipropileno (PP). O aço utilizado foi o SAE 1006, cedido pela Fitafer. Os testes da fase laboratorial resultaram na escolha do PVB como o polímero que tinha melhor aderência às chapas de aço.

A segunda etapa do projeto, em escala piloto, foi realizada em parte na Fitafer, com um forno e outros acessórios adquiridos com financiamento do PIPE. Nessa fase, o PVB recebeu vários aditivos, para absorver melhor os ruídos e as vibrações e garantir sua aderência às lâminas de aço. “Os resultados foram considerados muito bons e o polímero demonstrou ter boa estabilidade e aderência”, conta o coordenador do projeto.

O processo de rechear as chapas com o polímero é relativamente simples. As duas lâminas de aço e o filme de polímero são nivelados para entrar no forno, onde permanecem durante cerca de uma hora a uma temperatura de 190° Celsius. Passado o tempo necessário para que ocorra a cura, a chapa passa por novo nivelamento e está pronta para ser usada. “O problema maior é o conjunto ficar bem sustentado no forno e ocorrer a cura do polímero, o que significa endurecer e aderir, formando um conjunto coeso”, explica o professor.

## **Produção industrial**

A fase piloto terminou em outubro do ano passado. Agora, a Fitafer prepara-se para produzir comercialmente as primeiras peças no segundo semestre deste ano. Inicialmente, vai fabricar apenas peças de pequenas dimensões, como chapas para liqüidificadores, com o mesmo forno usado para produzir as chapas em escala piloto. Para dar início à produção comercial, está construindo uma nova área na empresa, que deverá ficar pronta em agosto. A previsão para fabricar peças maiores, como a tampa de cárter de motor, é para o final

do próximo ano. “Precisamos de um forno maior para fabricar peças de maior porte e, para isso, é necessário um investimento alto”, explica Ecidir Dias Taverneiro, diretor executivo da empresa. No ano passado, o faturamento da Fitafer chegou a R\$ 8 milhões.

Quando as peças maiores estiverem em processo de produção, serão definidos os potenciais compradores. A indústria automobilística é uma das fortes candidatas, além das empresas de estamparia. Mas, como a Fitafer também tem a sua própria estamparia, poderá fornecer a peça pronta. “Tudo vai depender do tamanho da peça, se cabe ou não na nossa prensa”, adianta Taverneiro.

As possibilidades de aplicação da chapa VDS são variadas: equipamentos elétricos, materiais de construção e indústria automotiva. Esse amplo campo de atuação atrai as grandes siderúrgicas brasileiras, que já demonstraram interesse em dominar o processo para produzi-la. Segundo Assis, a Usiminas está investindo em pesquisas para chegar a uma tecnologia própria para produzir chapas similares à VDS. A Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), por meio de sua subsidiária Inal, já propôs à Fitafer uma *joint-venture* para fabricar a chapa VDS com a tecnologia desenvolvida com o apoio do PIPE. Enquanto isso, o IPT e o coordenador do projeto estudam a solicitação de uma patente para o processo de fabricação da chapa.

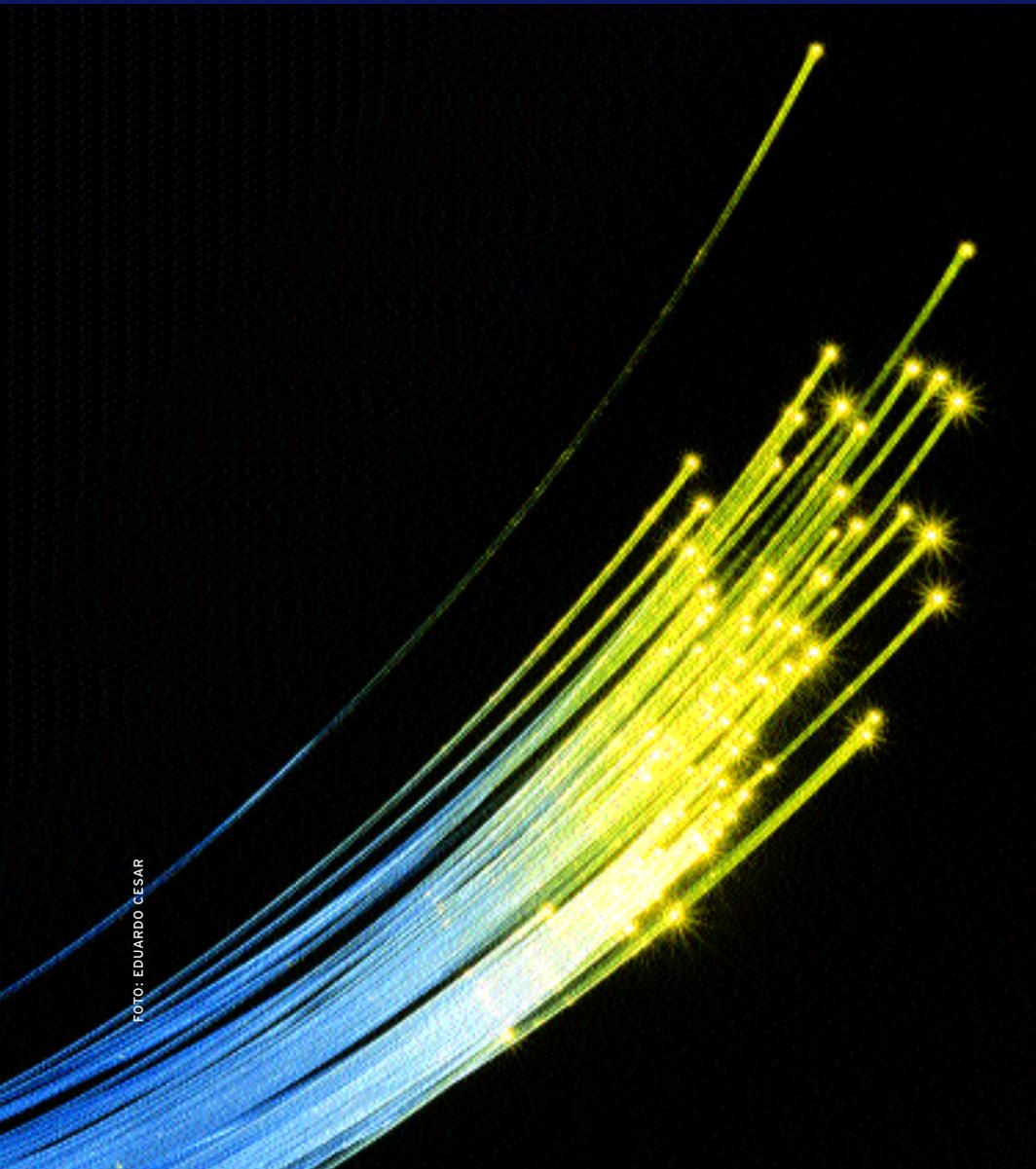
## Parceria vitoriosa

Para o professor, as pequenas empresas não têm como competir com as grandes nem em escala nem em tecnologia. Portanto, diz Assis Júnior, elas precisam diversificar suas atividades para sobreviver. Essa filosofia é compartilhada pela Fitafer, que procura “adequar os seus produtos às necessidades do mercado brasileiro de aços planos”. Agora, a empresa tem na mão um produto importante e essen-

cial no atual estágio do desenvolvimento industrial, em que o cuidado com as questões ambientais está na primeira linha das exigências produtivas. Um produto com grandes perspectivas comerciais, delineado de forma exemplar na parceria entre a empresa, um especialista e o apoio fundamental de um centenário e reconhecido instituto de pesquisa.

ENGENHARIA ELÉTRICA/  
ENGENHARIA ELETRÔNICA

FOTO: EDUARDO CESAR



## Luz *laser* pára o trem de minério

*Equipamento de pequena empresa  
controla vagões da Vale do Rio Doce*

Cinco pequenas caixas de cor laranja instaladas ao longo dos trilhos da linha férrea da Companhia Vale do Rio Doce, no Estado do Espírito Santo, fazem parte do mais novo sistema para o posicionamento exato das caçambas que devem ser viradas para o descarregamento do minério de ferro. As caixas são medidores de distância a *laser* que garantem maior precisão do local de parada dos vagões e substituem o homem em um trabalho inóspito proporcionado pelo elevado grau de material particulado em suspensão existente no local. Com isso, a Vale é a única companhia do gênero no mundo a adotar tal sistema.

A inovação foi desenvolvida pela Opto Eletrônica, uma empresa de São Carlos (SP), que obteve financiamento da FAPESP, dentro do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE). No total, serão investidos R\$ 23,2 mil até o mês de setembro, quando esse projeto – chamado Medidor de Distância a Laser com Alcance de 20 metros para Uso Industrial – será finalizado.

Esse medidor funciona como um radar, informando a distância entre o emissor e o alvo. A diferença é que, em vez de ondas de rádio, o equipamento usa um sinal luminoso produzido por um feixe de *laser*. O primeiro protótipo do medidor ficou pronto em novembro de 1998 e a fabricação em série deve começar até o final deste ano. Segundo o coordenador do projeto, o engenheiro Mário Antônio Stefani, a solicitação da Vale fez a Opto modificar o formato industrial

previamente imaginado para o aparelho. O medidor foi adaptado para ganhar resistência física e funcionar em ambiente hostil como é o transporte de minério. Por isso, a caixa recebeu uma blindagem especial de aço, sendo ainda selada contra água da chuva.

“Os principais obstáculos que impediam o bom funcionamento do sensor *laser* estão sendo superados”, afirma Stefani. Como exemplo havia o excesso de pó presente no ambiente, motivado pela movimentação do minério existente nos vagões. Cada vagão tem capacidade para carregar até 90 toneladas. As nuvens de poeira, a princípio, interferiam na leitura do *laser*, que revelou alta “sensibilidade” para ultrapassar aquelas mais densas. “Fizemos todas as adequações necessárias para o sensor *laser* funcionar em plenas condições nesse ambiente hostil”, informa Stefani.

Essa versão terá muita utilidade em outras aplicações, tais como aferir a posição e a largura de lingotes de aço em siderúrgicas, verificar o volume de grãos e granulados em geral, em silos, caminhões e vagões, e medir comprimentos e larguras de madeira em serrarias. Está prevista a confecção de um medidor portátil que poderá ampliar o uso desse aparelho, nos mercados de construção civil e arquitetura. Esse equipamento portátil também poderá ser usado como sensor de posicionamento de robôs em linhas de montagens industriais.

O desafio apresentado à Opto pela Vale do Rio Doce era vencer os limites do raio de ação encontrado em outros tipos de medidores existentes no mercado, que alcançam no máximo 50 centímetros. Nas instalações da Vale, os vagões carregados circulam normalmente a cerca de 2 metros do local onde é possível instalar um medidor. A distância, no entanto, pode chegar até 7 metros. O aparelho fica conectado a um braço hidráulico, que arrasta o vagão, movido por um motor de 800 cv, equivalente à força de dez motores 1.0 de carros populares. Entre os requisitos estabelecidos pelo cliente da Opto

estavam precisão centimétrica, tempo de resposta do sensor *laser* de no máximo um vigésimo de segundo e feixe de *laser* com potência máxima de cinco miliwatts. “O limite de potência é imposição de normas internacionais de segurança”, diz Stefani.

## Rápido crescimento

Desafios inesperados marcaram a história da Opto Eletrônica. Nascida em 1985, a empresa era a única a fabricar no Brasil emissores de raios *laser* de hélio-neônio, um tipo de produto em franco crescimento, naqueles tempos, nos Estados Unidos. Tratava-se de um equipamento incorporado a múltiplas aplicações nas áreas médicas e afins, tais como fotocoaguladores, bisturis movidos a *laser*, entre outros. Não era um produto de venda direta ao consumidor. A Opto fazia o emissor de *laser* e não o produto final.

Com o tempo, a empresa percebeu que faltava no mercado brasileiro produtos finais com plena utilização do *laser*. “No Brasil, na época, não havia quase aplicativos”, lembra Jarbas Caiado de Castro, um dos sócios da empresa. Foi assim que a Opto passou a desenvolver equipamentos completos com venda direta ao consumidor, chegando a um total de cem tipos de produtos à base de *laser*. A empresa cresceu muito até o final da década de 1980, saltando de 6 para 70 funcionários.

Mas, em 1989, foi lançado, nos Estados Unidos, um novo tipo de emissor *laser*, desta vez acionado por diodos semicondutores. Esses componentes são mais eficientes, mais baratos e ocupam menos espaço que os gases e os espelhos utilizados na técnica hélio-neônio. “Foi mais ou menos como passar da válvula para o transistor”, compara Castro. Assim, de uma hora para outra, o *laser* fabricado pela Opto não era mais páreo para o novo concorrente. E medidas

extremas e rápidas foram tomadas, como a adoção do novo componente.

Foi uma decisão correta e o crescimento da empresa foi grande e rápido. A Opto começou o ano de 2000 com cem funcionários e um faturamento anual da ordem de R\$ 13 milhões. Hoje, a linha de produtos da Opto vai de microscópios oftalmológicos de altíssima definição a fotocoaguladores a *laser* para cirurgias de retina, além de sistemas de precisão de imagens do olho, tornando possível executar a coagulação de microfissuras nesse órgão. Acrescenta-se a isso outros inúmeros equipamentos de uso industrial. “Fomos os pioneiros na produção de equipamentos de *laser* industriais no Brasil”, reforça Castro. “Estamos num segmento que movimenta anualmente, no mundo, mais de US\$ 100 milhões. Esperamos crescer pelo menos 20% este ano”, afirma.

## Reflexos da luz

A Opto tem seis sócios e está estruturada em três divisões. A primeira é a básica, dedicada à pesquisa e desenvolvimento. A segunda cuida da fabricação dos implementos a *laser* e componentes ópticos de precisão. E a terceira está voltada para a produção de filmes finos utilizados em refletores de “luz fria”, outro nicho de mercado muito promissor. Nessa área a Opto já é a maior fabricante nacional de refletores odontológicos. “Exportamos 45% da nossa produção”, reforça Castro.

Produtos desse tipo inauguram com frequência novos segmentos industriais, o que significa dizer criação de empregos mais qualificados. Na Opto os funcionários têm perfis que vão de técnicos de grau médio a engenheiros, mestres e doutores, além de 20 vendedores fixos. “Nesse setor não é possível manter vendedores genéricos”,

explica Castro. As especificações e aplicações exigem o conhecimento de inúmeros detalhes que somente quem se especializa consegue entender. É, justamente, o caminho que a Opto quer seguir, incorporando conhecimento a seus produtos.

## Vigia eletrônico a distância

*Empresa de São Carlos elabora um sistema inédito de acesso remoto*

Um aparelho capaz de funcionar como um guardião que controla temperatura, pressão, umidade e mau funcionamento de sistemas e equipamentos. Essa é a proposta do Modcon, um controlador eletrônico a distância desenvolvido pela Incon, uma pequena empresa de São Carlos (SP) que produz 18 tipos de aparelhos voltados para o controle de processos. São contadores, tacômetros, temporizadores, termostatos microprocessados, codificadores, sensores, transmissores, conversores de sinais, fontes de alimentação e relés.

O novo aparelho usa a linha telefônica comum como via de transmissão de informações discando automaticamente, se preciso, o número do telefone de uma central de supervisão da empresa que o está utilizando, durante as 24 horas do dia. Ele será muito útil para todos os tipos de empresas da área de telefonia, por exemplo, que mantêm estações isoladas de transmissão. O Modcon permite também que se atue a distância nos equipamentos, modificando desde o funcionamento de uma máquina até a temperatura do ar-condicionado por meio de *softwares* próprios. Mais do que interligar dados, esse aparelho informa o que acontece no ambiente, diminuindo, assim, o drama que ronda a cabeça de quem dirige companhias que operam dia e noite.

“Imagine uma célula de telefonia fora do ar por incêndio, sabotagem ou um raio. Quantos aparelhos ficarão mudos? E qual o prejuízo disso?”, pergunta Paulo Giglio, sócio da Incon junto com Van-

berto Nave. “A solução desse problema está cada vez mais no sensoriamento a distância”, afirma Durval Makoto Akamatu, professor aposentado na Universidade Federal de São Carlos (Ufscar) e coordenador dos cursos de informática da Fundação Paulista de Tecnologia e Educação de Lins. Ele é o coordenador do projeto Desenvolvimento de um Controlador Microprocessador de Propósito Geral de Baixo Custo com Capacidade de Comunicação de Dados Remota em Rede Multiponto, do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) da FAPESP.

Por esse projeto, que deve encerrar-se no início de 2001, a Incon está recebendo R\$ 258 mil da Fundação ao longo de três anos. Ao todo, entre funcionários e proprietários da Incon, além de estudantes da Ufscar que colaboram no projeto, mais de 20 pessoas estão mobilizadas. Dois dos colaboradores mais próximos de Akamatu são os professores Paulo Rogério Politano, chefe do Departamento de Computação da Ufscar, e Orides Morandin Júnior, do mesmo departamento, que resume a importância do trabalho que vem sendo feito: “Pesquisamos no mercado nacional e não encontramos nada parecido com o que é desenvolvido aqui em São Carlos”.

## Testes práticos

Até agora foram realizados diversos testes de campo com bons resultados. “Todos os passos necessários para a efetivação do controlador foram dados”, afirma o coordenador. Grandes empresas abriram portas e máquinas para que o engenho saído da Incon fosse testado no dia-a-dia. É o caso da Uniklima, empresa localizada na cidade de Embu, na Grande São Paulo, que fornece equipamentos de ar-condicionado para grandes empresas. “Nós fornecíamos termostato e controladores para a Uniklima e, quando a empresa pas-

sou a instalar máquinas de ar-condicionado nas salas dos transmissores das companhias de telecomunicação, surgiu o interesse pelo Modcon”, explica Nave.

Hoje, o principal desafio da Incon é desenvolver protocolos que interliguem os diversos sistemas de acesso que envolvem o funcionamento do Modcon. Um primeiro estudo está sendo iniciado agora em agosto para permitir a conexão do Modcon com a Internet. Tal estudo deverá ser desenvolvido juntamente com alunos de graduação e pós-graduação do Departamento de Computação da Ufscar. Tanto na Incon quanto na universidade a contagem regressiva para interligação do Modcon à Internet está acionada. Para a empresa, essa nova técnica será o incremento que falta para agregar valor a seus produtos, capacitando-a para atender a novos segmentos de mercado, até do exterior. Com isso, Giglio e Nave esperam, com o Modcon, elevar em pelo menos 20% o faturamento da empresa.

## **Sociedade acadêmica**

A Incon iniciou suas atividades em 1987, com o objetivo de substituir alguns produtos eletrônicos importados. Nave e Giglio, então professor e aluno na Escola Técnica de Mococa, juntaram suas economias, cerca de R\$ 4 mil, e fundaram a empresa que teve como berço o Centro de Desenvolvimento de Indústrias Nascentes (Cedin) de São Carlos. O empreendimento inicial foi “tropicalizar” componentes de máquinas largamente compradas fora do país, tais como temporizadores para tratores compactadores de asfalto.

Para crescer, a Incon foi ampliando seu leque de produtos. Assim, foram lançados controladores de temperatura, contadores digitais, instrumentos para avião e sistemas de controle para incubadoras, além de sensores, dos mais variados modelos, para uso em

ambientes diversos, rurais e industriais. Dez anos depois de lançar a Incon no mercado, Nave e Giglio perceberam que sonhar mais alto não era apenas uma necessidade imperiosa trazida pela globalização. Eles perceberam a necessidade de entrar na área de equipamentos para acesso remoto. Nesse caminho, Nave saiu a campo, associou-se à Ufscar e pediu financiamento à FAPESP. “Tudo o que está sendo feito é fruto do programa PIPE”, reforça Nave.

O novo controlador usa uma diminuta placa com um chip-modem, menor mas muito parecida com as que existem nos computadores, responsáveis, por exemplo, pelo acesso à Internet. “Tivemos de desenvolver todo o *hardware* e o *software*, além dos protocolos de comunicação”, explica Paulo Giglio. O Modcon é um equipamento que potencializa um conjunto de tecnologias já existentes. São mais de 150 componentes num aparelho que pesa em torno de 350 gramas, fácil de instalar e de monitorar.

## Diferença de custos

O desenvolvimento do produto forçou a Incon a trabalhar sistematicamente em microcomponentes. Por exemplo, utilizando técnicas que permitem uma redução das dimensões desses produtos eletrônicos. Para esse trabalho, foi preciso adquirir uma estação de solda e lentes que ampliam 30 vezes o material a ser gravado nos circuitos integrados.

A Incon tem concorrentes para o novo produto, todos importados, a um custo próximo de US\$ 1,2 mil. E com uma diferença importante. “Equipamentos de controle existem muitos no mercado, é lógico, mas com as características e para as finalidades indicadas para o Modcon não existe nada igual no país”, comenta Nave. Além disso, os controladores importados precisam de ajustes para funcio-

nar nas condições e sistemas brasileiros. E isso certamente vai torná-los muito mais caros. Para Nave, além da tecnologia avançada do Modcon, uma outra questão deve garantir o sucesso desse aparelho. Ele deve custar cerca de R\$ 300,00. Um preço baixo e atraente para um vigia eletrônico.

Yuri Vasconcelos

Revista *Pesquisa FAPESP*, edição 55, 07/2000

## Frango pesado pela imagem

*Cálculo do peso das carcaças por filmagem  
melhora a produção industrial avícola*

A indústria brasileira de frangos, cuja organização e tecnologia em genética, nutrição e processamento já a credenciam como uma das maiores e mais avançadas do mundo, conta agora com um sistema de avaliação do peso por câmera de vídeo, o que antecipa em uma hora a programação do fluxo de produção e organiza o processo. Criado pela pequena empresa Unisoma Matemática para Produtividade, como parte de um projeto de controle da produção de abatedouros, o sistema ajuda a programar todo o fluxo, desde a entrada dos frangos para abate até os procedimentos finais de embalagem e distribuição.

A empresa, que opera em Campinas, tem entre os clientes a Companhia Vale do Rio Doce, fábricas de papel e celulose e agroindústrias. Seu presidente, o engenheiro Miguel Taube Netto, revela que o projeto de pesagem por visão computacional é um desdobramento do sistema Planejamento Integrado da Produção Avícola (Pipa), desenvolvido de 1989 a 1997 e implantado na cadeia produtiva do grupo Sadia.

O Pipa consiste de módulos que, apoiados em técnicas matemáticas e estatísticas, concatenam os processos ao longo da cadeia – que vai da produção de matrizes-avós e pintinhos de um dia a alojamento de pintos, nutrição, crescimento, sistema de coleta no avicultor, entrega no frigorífico, abate, classificação, embalagem e distribuição.

Ao longo de dez anos, a Unisoma implantou na Sadia vários mó-

culos de planejamento e controle das atividades, envolvendo o abate de mais de 6 mil lotes, à base de 12 mil frangos por lote. Com isso, conseguiu-se o abate médio diário de mais de 1 milhão de frangos, mais de 300 produtos diferenciados por faixa de peso e tipo de corte, a alocação da produção em sete abatedouros conforme a especialidade de cada um e a distribuição para várias zonas de comercialização no país e no exterior. Taube conta que, graças ao Pipa, de 1992 a 1994 a Sadia ganhou US\$ 50 milhões, devido à melhor conversão alimentar e à escolha de produtos de maior margem de lucro.

### Foco no dorso

A avaliação do peso na linha de produção funciona por meio de uma câmera de vídeo acoplada a uma placa de tratamento de imagem e a um computador com *software* específico. A câmera capta a imagem em movimento – à velocidade de três aves por segundo – e o computador faz a estimativa do peso com base na área do dorso.

“Como nas aves há uma proporção relativamente constante entre tamanho e peso, o sistema captura a imagem de cada carcaça, extrai suas dimensões e, com base numa equação de regressão, estima o peso, fornecendo como resultado um histograma (gráfico de frequências) da distribuição dos pesos das aves a cada instante”, diz Taube.

Segundo o engenheiro elétrico Ricardo Mayer de Aquino, bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e responsável pelo desenvolvimento e implantação do projeto, a margem de erro do sistema é de 5%.

“Inicialmente, tentamos usar um contorno do frango na área da coxa e da asa, mas concluímos depois que a área que mais se relaciona com o peso do frango é o dorso”, diz Roberto de Alencar Lotufo, da Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Estadual

de Campinas (Unicamp), consultor do projeto e responsável pelo *software*. Ele explica: “O computador captura a imagem, identifica a área do dorso, faz o cálculo e converte para peso”.

## Decisões matemáticas

Usualmente, a pesagem é feita depois de resfriada a carcaça – porque depois do abate o frango vai para o resfriamento pendurado em ganchos que não permitem a pesagem. Abatidos, depenados e sem as vísceras, os frangos são inspecionados e caem no tanque de resfriamento, onde são lavados por uma hora com água clorada e filtrada, a 5° C. Depois, seguem por trilho, pendurados por um pé, e são pesados por um processo eletromecânico: o peso é captado por um computador, que classifica as aves por categorias e as encaminha para o processamento.

Só então se define, por categoria de peso, a que faixa de produto efetivamente se destinarão as carcaças: frango inteiro, frango para corte e outras. O inteiro tem vários destinos: o ultraleve, de 950 a 1.050 gramas, vai para países árabes, e o mais pesado é vendido inteiro no mercado interno ou exportado em partes.

Já o cálculo do peso por imagem, antes do resfriamento, permite programar essa classificação com uma hora de antecedência, para o cumprimento do plano diário de produção. “A pesagem antes do resfriamento permite ao programador que classifica os frangos no frigorífico tomar decisões matematicamente estruturadas para os planejamentos do dia”, diz Taube. Além disso, o método se mostrou mais econômico e com menor interferência no processo.

O cálculo é mais preciso que a primeira pesagem – que ocorre ainda no caminhão, com os frangos vivos, muitas vezes com as penas encharcadas. O novo método contribui também para o acom-

panhamento do desempenho dos avicultores e o controle do perfil de peso de cada lote que chega ao matadouro. E poderá ainda auxiliar no controle da absorção de água durante o resfriamento.

Em fevereiro último, a equipe monitorou um protótipo no frigorífico Pena Branca em Amparo, região de Campinas (SP), e testou mudanças na posição da câmera e na iluminação. O frigorífico abate 130 frangos por minuto e 3 milhões por mês – metade para frango inteiro e metade para corte – e exporta cerca de 500 toneladas mensais para a Arábia Saudita. Responsável pela tecnologia do frigorífico, o engenheiro Luiz Bonetto elogia: “Como o peso dos frangos varia de 800 gramas a 3 quilogramas, o sistema permite uma programação mais precisa na sala de classificação e embalagem, já que nem sempre o avicultor manda o peso previsto”. O empresário Taube revela que, quando seu desenvolvimento terminar, o protótipo será instalado na unidade da Sadia em Toledo, Paraná, com três linhas de abate.

Para Taube, engenheiro aeronáutico doutorado em engenharia industrial e titular de Matemática Aplicada na Unicamp, “a aprovação do protótipo demonstra que há um grande mercado para o sistema”. Ele estima esse mercado em 30 abatedouros no Brasil e outros 200 no exterior. Pretende vender o sistema de pesagem por US\$ 25 mil. Já um sistema completo, como o Pipa, pode exceder US\$ 1 milhão. É uma perspectiva ampla para a Unisoma, que tem 12 empregados, fatura US\$ 500 mil por ano e trabalha com inovações desde que foi criada em 1984.

## O melhor do setor

Taube ressalta que o Brasil é o segundo maior exportador de carne de frango, depois dos Estados Unidos: da produção de 5,7 milhões de toneladas de carne, no ano passado, equivalente a 2,5 bilhões de

aves, 906 mil toneladas foram exportadas, segundo a Associação dos Produtores de Pinto de Corte (Apinco). Para Taube, se os Estados Unidos exportam mais, “a indústria brasileira é mais sofisticada, pois trabalha com centenas de produtos destinados aos mercados interno e externo, que compram frangos inteiros com vários pesos, divididos por categoria, cortados em partes, com osso, sem osso e em miúdos”. Até os pés de frango são exportados para a Ásia. Contudo, um ponto crítico da cadeia produtiva é o controle da produção diária nos abatedouros, devido à grande variação de peso das aves e à diversidade de produtos – daí a relevância do projeto.

## Óptica exemplar

*Participante do PIPE, a AsGa desenvolve tecnologia dentro da empresa e torna-se referência nacional*

Ao atingir 12 anos de vida, a AsGa, fabricante de equipamentos para sistemas de telecomunicações com transmissão via fibra óptica, deverá alcançar neste ano a marca dos R\$ 100 milhões de faturamento. O fato marca mais que o sucesso comercial de uma empresa, comprovado por um tremendo salto no faturamento – que atingira R\$ 31,5 milhões em 2000 e R\$ 16,5 milhões em 1999. Na verdade, ele é emblemático de um sucesso empresarial baseado no desenvolvimento tecnológico. A AsGa investe, hoje, 12% de seu faturamento em projetos de pesquisa tecnológica dentro de suas instalações, na cidade de Paulínia, a 118 quilômetros de São Paulo e vizinha a Campinas.

A partir de uma estrutura de pequena empresa, a AsGa, do mesmo modo que a OptoLink, outra empresa de equipamentos ópticos para telecomunicações, cresceu impulsionada por fatores como a reunião de pesquisadores com experiência acadêmica na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e vivência empresarial, além do financiamento do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) da FAPESP.

Sob o comando do engenheiro eletrônico José Ellis Ripper Filho, diretor-presidente da empresa, e de outro sócio, o engenheiro Rege Scarabucci, diretor de pesquisa e desenvolvimento, a empresa foi capaz de desenvolver uma linha de multiplexadores e modens ópticos que estão na vanguarda das transmissões telefônicas. Esses apa-

relhos são usados nas redes de acesso de telefonia – fazendo a ligação de um PABX de uma empresa, por exemplo, à rede de conexão existente na rua e que faz a ligação com as subestações ou centrais telefônicas.

## Melhor desempenho

Os multiplexadores fazem a transmissão de vários sinais – ligações telefônicas ou processamento de dados – por uma única via, unindo-os e combinando-os. Eles permitem também que uma fibra óptica possa transportar até 1.890 vezes mais linhas ou canais de voz que um fio de cobre. Além disso, os multiplexadores proporcionam um desempenho melhor da transmissão, com a diminuição da necessidade de repetir sinais entre o ponto de partida e o destino final da ligação. Acoplados aos multiplexadores estão os modems, que fazem a conversão dos sinais elétricos em sinais de luz.

A AsGA foi a primeira empresa a produzir multiplexadores no país e hoje detém 70% do mercado, um acréscimo de 16% sobre a participação da empresa em relação ao ano passado (60%), como mostrou *Pesquisa FAPESP* nº 57. O carro-chefe da empresa é o MMO16xE1, do qual já foram fabricados mais de 4 mil aparelhos em várias formatações. “Ele já está em todos os estados do país, em pontos onde é preciso interligar as redes de fibra óptica”, diz Scarabucci. É justamente esse equipamento o objeto do primeiro projeto da AsGA no PIPE. A empresa, aliás, foi uma das primeiras a se candidatar ao financiamento desse programa da FAPESP, em 1997. Naquele ano, seu faturamento fora de R\$ 11 milhões. “O investimento da FAPESP foi um grande estímulo e aí resolvemos ousar”, conta Ripper.

A ousadia maior, no entanto, viria depois, em 1998. Com um novo projeto dentro do PIPE, Ripper e outros quatro sócios resol-

veram apostar no desenvolvimento de um multiplexador mais rápido e mais sofisticado. Daí nasceu a linha Synchronous Transport Module (STM), própria para funcionar na faixa de 155 megabits por segundo (Mb/s) diante dos 34 Mb/s do 16E1. O novo equipamento vai permitir também o acesso aos troncos digitais telefônicos (que interligam as estações telefônicas dos bairros de São Paulo ou de cidades do interior, por exemplo) e aos provedores de Internet. “Ele já vem com tecnologia de protocolo Internet (IP)”, explica Scarabucci. Essa nova linha de equipamentos está prestes a entrar na linha de produção da empresa.

### **Nova concorrência**

“A AsGa é a primeira empresa fora as grandes fabricantes de equipamentos telefônicos que ousou entrar nessa categoria de aparelhos”, diz Ripper. Nessa faixa, ela vai concorrer com grandes empresas do mercado mundial. Com o 16E1, a empresa compete com outras pequenas e médias empresas de fora do país. “A linha STM representa um novo patamar tecnológico e comercial para a empresa”, afirma Ripper.

Alguns aparelhos em forma de protótipos de engenharia já estão sendo testados por alguns clientes da empresa. Ripper espera o mesmo sucesso do 16E1, como uma evolução natural da família de multiplexadores e modems da empresa. “Nossos equipamentos têm flexibilidade, são de fácil instalação”, explica Scarabucci. “Contamos com um suporte técnico ágil e de qualidade para enfrentarmos a concorrência.”

A confiança que a AsGa tem nela mesma permite que alce vôos também para o mercado externo. Recentemente a empresa montou um escritório na Argentina, de onde espera iniciar uma arrancada

comercial na América Latina. Antes disso, já pusera um pé no México, onde seus equipamentos receberam qualificação. “Lá as operadoras não querem apenas distribuidoras, querem a presença da empresa no país”, explica Ripper.

## Pedras no caminho

O recente sucesso da AsGa não foi feito só de crescentes incrementos na produção de equipamentos ópticos e os consequentes milhões de reais. Não existiram apenas caminhos floridos – apareceram também grandes pedras nas trilhas do intrincado novelo industrial brasileiro. No início de suas atividades, em 1992, a empresa precisou mudar de rumo para não ir à falência. “Fabricávamos componentes, como fontes de *laser* e detectores ópticos, mas a abertura às importações no início da década de 1990 nos quebrou”, lembra Ripper.

Os preços baixos do mercado externo derrubaram o sonho de Ripper e seus sócios de fabricar componentes eletroeletrônicos no país. Assim, outras empresas sucumbiram à concorrência externa, e o Brasil amarga hoje um grande déficit no comércio externo justamente com a importação de microcomponentes para a indústria eletroeletrônica. A empresa só se reergueria com a mudança de foco na produção. No início da década anterior, começou a fabricar equipamentos ópticos para a rede de acesso à telefonia. O primeiro deles foi um conversor de sinais elétricos, conhecido como Elo-2, ou elinho, depois chamado modem óptico. A escalada da AsGa contou também com um financiamento do BNDESPar, empresa de aporte de capital em empresas privadas do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

“Recebemos de empréstimo, em 1993, US\$ 1 milhão, valor que teve como garantias, meio a meio, ações da empresa e debêntures con-

versíveis”, conta Ripper. Em 1997, a empresa recebeu um outro empréstimo, de US\$ 2 milhões, da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep). Dívidas eliminadas recentemente. “Acabamos de pagar os empréstimos em julho deste ano.”

## Nome de semicondutor

Os primeiros grandes contratos da AsGa foram feitos, em 1996, com várias operadoras de telefonia. E, dos tempos de produção de componentes, ficou seu próprio nome, tirado da sigla de um material semicondutor, o arseneto de gálio. Também ficou a esperança de voltar a fabricar emissores de *lasers* e outros componentes. Essa pretensão aparece num projeto que a empresa tem em conjunto com a Fundação Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (CPqD), financiado pela FAPESP dentro do Programa Parceria para Inovação Tecnológica (PITE). A intenção é desenvolver vários tipos de *lasers* de alta potência para uso em equipamentos médicos e outras aplicações comerciais. “É quase um projeto de caráter emocional em que mantemos viva a tecnologia de *laser*”, afirma Ripper.

A área de microcomponentes é tratada com carinho e está nos planos futuros da AsGa. “Poderemos montar uma outra empresa para fabricar componentes”, diz Ripper. A missão de estudar a montagem de uma possível fábrica de microcomponentes e o desenho do que vai ser a AsGa em 2005 estão nas mãos do sócio-diretor Francisco Prince. Sua função é desenvolver novos negócios, principalmente em relação ao comércio exterior. “Por isso, ele está fora do dia-a-dia da AsGa”, diz Ripper. Físico e professor do Instituto de Física da Unicamp, Prince foi aluno de Ripper na universidade e se destacou a ponto de ser chamado para ser sócio do mestre.

## Eficiência e custos

Além de Ripper, Scarabucci e Prince, também são sócios Francisco Mecchi e Claudio Gouvêa. Mecchi é outro egresso da Unicamp. Era técnico de manutenção na Elebra, empresa de equipamentos eletrônicos de capital nacional, onde trabalharam Ripper e Scarabucci nos anos 1980. Mecchi formou-se engenheiro e fez mestrado na Unicamp. Gouvêa trabalhou na IBM, onde foi gerente de logística industrial da empresa na área de microcomputadores. Na AsGa é o responsável pelas compras de componentes e por manter os custos baixos sem perda da eficiência. “Eu falo sempre que cortar custos é como cortar as unhas; é preciso cortar toda semana”, afirma Ripper.

Ele também reclama da dificuldade em fazer um orçamento. “Nesses anos nunca conseguimos fazer um orçamento real. Quando terminamos um, as premissas já são outras. As mudanças na vida econômica deste país são muito rápidas, por isso precisamos ser rápidos também nas decisões.” Para essas situações, ele conta com a coesão entre os sócios, que possuem 100% do poder de voto nas decisões.

## Sem crises

Essa união vai facilitar à empresa suportar a maré baixa dos próximos meses, quando os investimentos em telecomunicações por parte das operadoras devem recuar. Elas anteciparam as metas que atingiriam em 2003 e as perspectivas de crescimento do setor de telecomunicações estão menores que há dois anos. “Passou o *boom* de investimentos pesados”, afirma Ripper. “Tivemos agilidade para crescer e agora estamos preparados para encolher sem crises.”

O número de empregados não deve sofrer grandes modificações. Elas devem ocorrer somente no chão de fábrica, que deve per-

der os dois turnos extras necessários no rápido crescimento da empresa. Atualmente, a AsGa conta com 140 funcionários, 15 dos quais – a maioria engenheiros – ligados diretamente ao desenvolvimento de produtos. No ano passado, todos os funcionários tiveram direito à participação nos lucros da empresa. O prêmio foi de 3,5 salários para cada um.

### **Estímulo em prêmios**

Como forma de incentivar novos empreendedores e estimular a pesquisa, a AsGa lançou recentemente o prêmio AsGa Ciência, para alunos e professores do primeiro e segundo grau e AsGa Tecnologia, para as escolas técnicas de segundo grau nas áreas de telecomunicações e informática. “Queremos alunos e professores da região de Campinas desenvolvendo projetos e pesquisas escolares”, diz Ripper. Os prêmios são diplomas, troféus e um computador para a escola e outro para o professor.

Logo depois de escolher os vencedores com uma bancada de júri que inclui notáveis, como o físico Rogério Cerqueira Leite, da Unicamp, no dia 10 de novembro, Ripper e toda a AsGa preparam-se para inaugurar o novo prédio da empresa no dia 26 de novembro. “Serão mais 2 mil m<sup>2</sup> de área para produção e desenvolvimento de novos produtos”, afirma Ripper.

A inauguração do prédio será o coroamento de um ano brilhante para a AsGa. Ela passou a ser referencial e um exemplo de empresa que apostou no desenvolvimento de tecnologia a partir do conhecimento de seus dirigentes, implementando um projeto comercial eficaz. Mas para Ripper ainda falta muito. “Faltam mais “asgas” no Brasil. Há espaço e necessidade de mais empresas como a nossa.”

## Entre as origens e as razões do sucesso

A AsGa começou a nascer quando José Ellis Ripper Filho voltou ao Brasil, em 1971, para instalar o Grupo de Pesquisa em Comunicações Ópticas no Instituto de Física da Unicamp. Ele deixou os Estados Unidos depois de doutorar-se no Massachusetts Institute of Technology (MIT) e trabalhar nos Laboratórios Bell da AT&T (hoje, Lucent). Mesmo antes de sair do Brasil, Ripper já se destacava no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), em São José dos Campos (SP), no curso de graduação de engenharia eletrônica. “Como projeto de final de curso (em 1961), eu e mais três colegas construímos o primeiro computador do Brasil, chamado de Zezinho.” Era um computador didático com transistores brasileiros que servia para demonstrar o funcionamento daquela nova máquina.

Em 1962, foi a vez do atual diretor de pesquisa e desenvolvimento da AsGa, Rege Scarabucci, pegar o diploma do ITA e seguir para a Universidade de Stanford, nos Estados Unidos. Assim como Ripper, ele voltou ao Brasil, em 1971, chamado para a Unicamp pelo fundador da universidade, o médico Zeferino Vaz. Em 1974, Scarabucci apresentava os primeiros modems ópticos na Faculdade de Engenharia. Eram frutos do financiamento de dois projetos encomendados à Unicamp pela Telebrás, a *holding* estatal das operadoras de telefonia.

O primeiro projeto, sobre comunicação óptica, foi coordenado pelo professor Ripper e outro, de transmissão digital, teve o comando do professor Scarabucci. “A universidade começou a gerar conhecimento, porém esse não era o ambiente para transformá-lo em produto”, comenta Ripper. Essa função foi desempenhada pelo Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD), criado em 1976 pela Telebrás, que passou a contratar pesquisadores da Unicamp e a utilizar os resultados das pesquisas.

Ripper e Scarabucci só deixariam a dedicação integral como professores da Unicamp no início dos anos 1980 quando foram contratados pela Elebra, de capital nacional. “A Elebra foi a primeira empresa a receber tecnologia do CPqD e colocá-la na linha de produção”, lembra Scarabucci. Com a abertura ao mercado externo e os sucessivos planos econômicos, a Elebra entrou em dificuldades financeiras no início de 1987. Parte da empresa foi vendida para o Banco Itaú e para a multinacional Alcatel. Ripper quis ficar com uma subsidiária da Elebra, que produzia componentes eletrônicos. Com dinheiro da família e de um ex-colega dos tempos do ITA, João MacDowell, Ripper montou a AsGA. MacDowell, mais tarde, vendeu a parte dele no negócio.

Scarabucci só iria se juntar à AsGa em 1997, depois de ter saído da Elebra em 1990 e voltar ao período integral na Unicamp. A trajetória de ambos mostra que um investimento feito há mais de 25 anos, com a criação da Unicamp e do CPqD, propiciou ao Brasil ser um dos seis países, no final dos anos 1980, a possuir tecnologia própria para uso nas telecomunicações via fibra óptica. Um investimento que continua valendo.

## Hora de crescer

*Empresa incubada na Ciatec de Campinas desenvolve equipamentos para transmissão óptica e se prepara para exportar*

Uma pequena empresa que produz equipamentos e componentes para as comunicações via fibra óptica prepara-se para um salto decisivo: a partir de setembro, a OptoLink dobrará a produção de acopladores de fibras ópticas – usados em amplificadores nas redes de telecomunicações – para atender à demanda de clientes nacionais e, simultaneamente, colocar esse produto no mercado externo. A produção receberá aporte financeiro da Solectron, multinacional americana, especializada na prestação de serviços de montagem de circuitos eletrônicos, que dividirá com a OptoLink o total dos lucros obtidos.

Com essa associação, a OptoLink projeta uma receita total de aproximadamente R\$ 1 milhão para este ano e prevê o dobro desse valor para o próximo, quando os acopladores e outros produtos, que estão em desenvolvimento na empresa, estarão prontos para exportação. Dentre esses produtos estão rabichos de fibra óptica com microlentes para uso nos equipamentos de *laser* utilizados nas transmissões via fibra óptica, amplificadores ópticos e fontes de *laser*. Usados em sistemas de transmissão e distribuição de sinais ópticos de centrais telefônicas, redes de TV a cabo e Internet, os acopladores e amplificadores ópticos “são essenciais para a modernização do setor de telecomunicações”, segundo Ildelfonso Félix de Faria Júnior, sócio e diretor técnico da empresa. São produtos que já estão em uso e vão estar presentes em volumes cada vez maiores nas conexões telefônicas do futuro. “Apenas uma fibra óptica conectada a uma re-

sidência será suficiente para transmitir sinais de telefone, de TV e de Internet”, prevê Faria, que é físico formado pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro (Uerj).

### **Subproduto valioso**

A OptoLink possui dez funcionários e é uma das pequenas unidades industriais que integram a incubadora da Companhia de Desenvolvimento do Pólo de Alta Tecnologia de Campinas (Ciatec). Firmou-se na área depois do terceiro ano de participação no Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) da FAPESP, com um projeto de produção de amplificador óptico que terminou resultando num subproduto mais rentável, os acopladores ópticos. A função dos amplificadores é intensificar a luz de um sinal emitido por sistemas de centrais telefônicas ou de TV a cabo que funcionem com fibras ópticas. A amplificação é necessária porque os sinais perdem intensidade no caminho entre um ponto e outro.

“A luz amplificada é transportada em fibra óptica para comunicação telefônica de longa distância ou em área metropolitana, formando a rede de acesso aos usuários.” É nesse percurso que a OptoLink entra, com a fabricação de elementos ópticos imprescindíveis à transmissão e distribuição de sinais ópticos de boa qualidade. O aperfeiçoamento desses equipamentos, obtido com tecnologia nacional, permite que o amplificador óptico, por exemplo, possa ser integrado mais facilmente aos sistemas de telecomunicações já existentes.

Hoje, as redes de acesso usam cada vez mais fibras ópticas. Esse uso extensivo de fibras aumentará de maneira exponencial a necessidade de uso de componentes, como os acopladores ópticos, além de aumentar o uso em larga escala de amplificadores que terão a finalidade de manter o nível do sinal óptico ao longo das transmissões. Os

acopladores são utilizados nos amplificadores e têm por função juntar ou separar os sinais (às vezes são dezenas de ligações telefônicas ao mesmo tempo) transmitidos via fibra óptica. Por meio desses equipamentos é possível saber quando o amplificador recebe luz, além de controlar a qualidade dessa luz para melhorar a performance do sistema. Os acopladores servem também para fazer amostragem da qualidade do sinal óptico que uma central telefônica, por exemplo, transmite e distribui dentro de uma cidade, ou entre diferentes cidades.

## Unicamp e Telebrás

A aquisição dos conhecimentos para o desenvolvimento da tecnologia desses equipamentos começou nos anos 1980, quando Faria fez mestrado em Fibras Ópticas no Instituto de Física da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Ainda hoje ele mantém um estreito relacionamento de trabalho com o Centro de Pesquisas em Óptica e Fotônica (Cepof), um dos dez Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepids) da FAPESP.

“A OptoLink tem participação ativa no Cepof, com acesso ao Laboratório de Fibras Ópticas, onde fazemos a caracterização de nossos componentes e experimentamos novas configurações de amplificadores”, conta Faria. A Unicamp e outras universidades brasileiras são hoje os únicos clientes de amplificadores ópticos da OptoLink, em versões diferenciadas para testes de laboratório: os componentes ópticos ficam na parte frontal do amplificador, para melhor manuseio do aluno.

Assim como a AsGa, mostrada na matéria anterior (página 184), toda a tecnologia desenvolvida hoje na OptoLink teve origem nos estudos iniciados entre as décadas de 1970 e 1980 no Instituto de Física da Unicamp e no Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (CPqD) da então estatal Telebrás. O CPqD deu continuidade

aos estudos acadêmicos, convertendo os protótipos de laboratório em produtos semi-industriais. Posteriormente a tecnologia foi transferida para a indústria nacional.

A história de Faria segue esse caminho de transferência tecnológica. Depois de sua tese de mestrado na Unicamp, ele ingressou na equipe de pesquisadores do CPqD, onde trabalhou entre 1985 e 1998. Nesse período foi responsável pelo desenvolvimento de protótipos de componentes optoeletrônicos para os sistemas de telecomunicações. Dentre esses trabalhos estão estudos com microlentes para fibras ópticas, sistema holográfico e aparelhos de *laser* para longas distâncias aplicados às redes ópticas de acesso à telefonia. Faria também trabalhou dois anos como pesquisador visitante no Centro Nacional de Estudos em Telecomunicações, na França.

Em 1998, ele saiu do CPqD para se dedicar ao projeto do PIPE junto com a empresa AGC, uma das primeiras a adquirir tecnologia daquele centro da Telebrás. A OptoLink, então, criada por Faria, era uma subsidiária da AGC.

## Independência empresarial

No ano passado, entretanto, a AGC foi vendida para a empresa dinamarquesa GN NetTest e as atividades da OptoLink, incluindo o projeto do PIPE, não eram de interesse da nova controladora. “Eu quis que a OptoLink ficasse independente. As pesquisas não podiam parar e a idéia era transformar os protótipos de bancada em protótipos rentáveis, comerciais, em escala industrial”, conta Faria. Então ele comprou a participação acionária da AGC e passou a ser o sócio majoritário da OptoLink. No início de 2000, o físico Sérgio Celaschi foi convidado para ser sócio na OptoLink. Celaschi traz na bagagem a coordenação do grupo de componentes em fibras ópticas do CPqD.

O projeto apoiado pela FAPESP está na fase final. Os amplificadores desenvolvidos apresentam inovações importantes para o campo das telecomunicações ópticas. Eles usam um circuito de controle desenvolvido pela OptoLink e módulos de ganho óptico com fibras dopadas com érbio, um elemento que proporciona a absorção de luz *laser*. “Em função da concentração de dopantes e comprimento da fibra, o amplificador apresenta diferentes comportamentos. Um deles refere-se à banda de utilização. A OptoLink desenvolveu, em conjunto com o Cepof, da Unicamp, um protótipo de fonte de luz que cobre as bandas C e L, abrangendo as faixas de 1.520 a 1.610 nanômetros”, explica Faria.

## Ganhar espaço

A empresa também tem um olho em novos equipamentos que devem dominar o cenário das transmissões via fibra óptica. Ela está desenvolvendo um aparelho que facilita a combinação das fontes de energia com o sinal óptico. Trata-se do chamado sistema de multiplexação de divisão do comprimento de ondas de luz – ou WDM, na sigla em inglês. Esse componente, acoplado ao circuito óptico do amplificador, faz a mistura ou a separação de diferentes comprimentos de onda. O objetivo da empresa é reforçar suas especialidades no desenvolvimento dos novos produtos voltados ao mundo da fotônica, que se renovam e se reciclam a cada ano, e ganhar espaço no mundo com produtos com tecnologia 100% nacional. Para Faria, “o Brasil já desponta neste campo como um dos países que melhor dominam a tecnologia de equipamentos para uso nas transmissões via fibra óptica”.

Carlos Tavares

Revista *Pesquisa FAPESP*, edição 67, 08/2001

## Imagem e som diretos do espaço

*Proqualit desenvolve, no país, equipamento de TV por assinatura via satélite*

**O** ainda elitizado serviço de televisão paga por satélite poderá tornar-se mais acessível nos próximos anos graças a um projeto da Proqualit, empresa que recebe financiamento da FAPESP no âmbito do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE). A idéia foi desenvolver no país equipamentos de recepção de sinais de satélite para tevê, numa iniciativa pioneira para reduzir as importações que dominam o setor e baratear o custo inicial do produto para o consumidor.

Os primeiros conjuntos de antenas miniparabólicas e amplificadores de baixo ruído (*Low Noise Block-LNBs*) totalmente brasileiros devem chegar ao mercado até o final do ano, somando-se a 1,2 milhão de receptores residenciais de satélites já instalados no país. Além da nacionalização, os equipamentos desenvolvidos na sede da Proqualit, em São José dos Campos (SP), deverão reduzir custos de implantação e de manutenção.

Fundada em 1991, a Proqualit começou com a montagem de placas de circuitos impressos. “Hoje desenvolvemos cerca de 150 famílias de produtos para recepção, transmissão e distribuição de sinais de tevê para emissoras abertas e por assinatura”, informa o engenheiro eletrônico Alexandre Nunes da Trindade, diretor de desenvolvimento. A empresa recorreu à consultoria de pesquisadores e ex-pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), em São José dos Campos. Grande parte do projeto, con-

tudo, foi desenvolvida pelos próprios técnicos e engenheiros da Proqualit.

## Apoio decisivo

Para Trindade, o desenvolvimento desse equipamento não foi um caminho natural: “O apoio da FAPESP foi decisivo, porque, tecnicamente, trabalhar com esse tipo de frequência de recepção de sinais é muito difícil. A empresa não poderia dispor de recursos próprios para dominar essa tecnologia e, com o projeto do PIPE, atingimos um salto na geração de conhecimento”.

O projeto começou no final de 1997. Primeiro, foi desenvolvido um sistema de recepção, amplificação e conversão dos sinais de tvê utilizados no Brasil pelas operadoras do sistema DTH (*Direct to Home*), hoje dominado pela Sky (Organizações Globo) e pela Direct TV (ex-grupo Abril e atual Galaxy Latin America).

Na segunda fase, a equipe técnica construiu o protótipo da placa de circuito impresso montada em uma caixa própria, ainda que provisória. Ela foi aprovada nos testes e a avaliação final será feita com o refletor parabólico, o amplificador de baixo ruído e mais o receptor. Falta, para a conclusão, o desenvolvimento da parte mecânica e ferramental da caixa onde estão acondicionados o receptor e o conversor.

“Esse produto só funciona em caixas adequadas, onde não exista vazamento de sinais. A caixa possui uma complexidade razoável e é nisso que trabalhamos no momento”, explica Trindade. No desenvolvimento da caixa também há absorção de tecnologia, como a criação de ferramentas de produção que o Brasil ainda não tem tradição. Depois de acumular investimentos que chegam a R\$ 700 mil, a finalização do projeto está prevista para novembro próximo.

## Cliente antigo

A Proqualit já apresentou projeto de comercialização para as empresas que operam as televisões pagas por satélite. “Nós somos fornecedores de outros produtos para essas empresas”, conta Trindade. O mercado potencial dos canais de tevê por assinatura, incluindo os transmitidos por satélite (DTH), cabo e MMDS (*Multipoint Multichannel Distribution System*), é estimado em 3,1 milhões de assinantes. Depois de certo período de estagnação, nota-se desde o final de 1999 significativa retomada de crescimento. Neste ano o setor deve ter um crescimento de 20% e prevê-se a duplicação do número de assinantes para os próximos cinco anos.

Entre os fabricantes nacionais que produzem os receptores de satélite, mas importam o conjunto de antenas e amplificadores de baixo ruído (LNB), estão Gradiente, Philips e Century. O principal atrativo do equipamento da Proqualit deverá ser o custo final do produto. Ao promover a manufatura de antenas de custo mais baixo, a empresa pretende viabilizar o acesso à tevê por satélite também para a classe C.

## Passo à frente

A partir desse novo equipamento, a empresa dá um salto tecnológico para desenvolver outros produtos de ponta, não só para o uso televisivo, como também para os novos serviços de telefonia sem fio. “Na prática, este é também um projeto estratégico para o futuro da empresa”, justifica. E exemplifica: “Nós desenvolvemos antenas para celular, que ocupam a faixa de 800 a 900 megahertz e agora trabalhamos com antenas para a faixa de 1,8 a 3 gigahertz”, adianta.

Essa última é utilizada para novas aplicações em telefonia sem fio, incluindo os celulares das bandas D e E (na faixa de 1,9 gigahertz),

já em funcionamento na Europa e parte dos Estados Unidos. O uso dessa faixa permite o acesso à Internet por meio do televisor doméstico. Tudo indica, portanto, que cada vez mais antenas estarão no cenário do nosso dia-a-dia.

### Sinais tão longe de casa

Para entender melhor a dificuldade técnica do projeto da Proqualit é preciso conhecer um pouco melhor as exigências da operação de uma recepção doméstica de um sinal de tevê via satélite. O amplificador de baixo ruído, item principal do trabalho, é assim chamado porque tem capacidade de receber sinais em níveis muito baixos.

Isso significa que ele capta sinais que quase se perdem junto ao ruído que normalmente existe no ar. E, mais, ele consegue amplificar só o sinal e não amplificar o ruído. Não é bem uma filtragem: como o sinal está muito distante da Terra – o satélite fica numa órbita estacionária a cerca de 36 mil metros de altitude –, ele chega à superfície num nível muito baixinho, algo como menos 100 decibéis. Basicamente, o amplificador compõe-se do seguinte: primeiro há uma guia de onda em forma de corneta que recebe o sinal de microondas. É uma peça mecânica calculada para receber exatamente essa faixa de frequência de 12,5 gigahertz.

Depois o sinal original vai para um *mixer* e para um oscilador. Este último gera uma frequência muito próxima da original, enquanto o *mixer* vai fazer a mistura desses sinais, de forma que se obtenha, ao final, um sinal de, por exemplo, 100 megahertz. Faz-se, na prática, a conversão e o tratamento de sinais de frequência. O sinal resultante é então novamente amplificado para poder ser absorvido pelo receptor de canais por satélite que fica ao lado do

televisor. Uma longa jornada para se livrar dos ruídos e ampliar o sinal de tevê que vem do espaço.

Roberto Tanaka

Revista *Pesquisa FAPESP*, edição 68, 09/2001

## Assistência técnica inovadora

*Equipamento detecta problemas com rapidez e faz o reparo em módulos das centrais telefônicas*

A oferta de serviços de telecomunicações no Brasil registrou acelerada expansão, nos últimos anos, com a privatização das empresas públicas do antigo sistema Telebrás. Administrar os problemas decorrentes desse crescimento exige, cada vez mais, novos instrumentos de controle. Foi a percepção desse mercado o ponto de partida para a Qualibrás Eletrônica, de Campinas (SP), desenvolver o Sistema Automático Reconfigurável de Teste de Módulos Eletrônicos (Sartme). Esse sistema torna-se fundamental neste momento de ampliação e multiplicação de centrais telefônicas, equipamentos que centralizam as linhas telefônicas de um bairro ou cidade e estabelecem as interconexões entre as centrais de outras regiões. O Sartme foi desenvolvido para testes e reparo de módulos eletrônicos que compõem essas centrais.

A grande vantagem desse produto, segundo o engenheiro eletrônico Gilberto Antônio Possa, coordenador do projeto e um dos diretores da Qualibrás, é que ele poderá ser utilizado em equipamentos eletrônicos de qualquer fabricante, bastando para isso o desenvolvimento de um *software* específico para cada uso. Assim, num laboratório de assistência técnica ou linha de produção de produtos eletrônicos, o Sartme poderá ser utilizado no teste de placas – onde estão instalados os chips e demais componentes do circuito eletrônico –, diagnosticar defeitos e auxiliar na localização e solução das falhas. Basta conectar a placa eletrônica ao aparelho, escolher na tela

do computador um tipo de teste desejado e verificar na tela se há algum defeito e onde ele está localizado.

A Qualibrás foi criada em 1990, quando a Promon, empresa que fabrica as centrais telefônicas Trópico, terceirizou os serviços de manutenção e assistência técnica de seus produtos. Em pouco tempo, Possa e seus três sócios, Carlos Henrique, Marco Bezzi e Fernando Ferreira – ex-funcionários da Promon –, perceberam que existia uma grande possibilidade de crescimento se a empresa também prestasse assistência técnica aos setores de telecomunicações e da indústria eletrônica. O problema é que cada fabricante tem suas especificidades. Assim, fazer a manutenção das placas de diversos tipos de centrais ou outros equipamentos seria muito complicado e oneroso.

### **Qualidade no espaço**

A solução foi criar um sistema que fizesse esses testes e pudesse ser reconfigurado para se adequar aos tipos de módulos eletrônicos de cada fabricante. Em março de 2000, depois de obter o apoio do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE), da FAPESP, a empresa começou a desenvolver o Sartme, que já chamou a atenção inclusive de técnicos do Centro Técnico Aeroespacial (CTA) do Ministério da Aeronáutica. Eles estão interessados no sistema para uso na montagem do Veículo Lançador de Satélites (VLS), em desenvolvimento naquela instituição. Nesse caso, o sistema será usado como um controle de qualidade para testes do equipamento eletrônico do VLS.

Segundo Possa, a idéia inicial era apenas ampliar os serviços de reparo oferecidos pela empresa, fazê-los em grande escala. Mas, com o Sartme, acabou mudando um pouco o foco. De simples prestadora de serviços passou a ser também empresa que desenvolve tecno-

logia. Mas seus diretores não pretendem, pelo menos por enquanto, mudar o perfil da Qualibrás. Ela continuará no ramo de assistência técnica e manutenção. Quanto ao Sartme, ele será fornecido, juntamente com as adaptações de *software* necessárias para cada aplicação, para outras empresas de manutenção e para fabricantes e montadoras de produtos eletrônicos.

Para os diretores da Qualibrás, o produto cria as bases para o desenvolvimento de novas tecnologias. Para Possa, o Brasil ainda não é forte na área de reparo em grande escala de equipamentos eletrônicos e de telecomunicações. Nos Estados Unidos, o maior mercado mundial desse setor, a área de assistência técnica e manutenção é atendida por grandes empresas, que prestam serviços de reparo em larga escala. Para viabilizar a produção em escala do equipamento, Possa tem procurado agências de financiamento em busca de capital de risco para sua empresa.

A primeira experiência aconteceu em abril do ano passado, quando participou de uma rodada do Venture Fórum, reunião organizada pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) entre empresários e investidores. “Foi a partir do apoio do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) e dos contatos nascidos no Venture Fórum que pude dar nova dimensão à empresa”, conta Possa. Ele ressalta que, graças a esse apoio e à explosão do setor de telefonia, no ano passado, o faturamento da empresa mais que dobrou em dois anos. Em 2001, a Qualibrás faturou R\$ 3,4 milhões e cresceu 69% em relação a 2000, ano em que ela já havia registrado crescimento de 34%.

## Medição remota

Ao mesmo tempo que finaliza o Sartme, a Qualibrás prepara-se para buscar recursos para um outro produto que está em gesta-

ção num segundo projeto da empresa, também financiado pelo PIPE, ainda na sua primeira fase. Trata-se de um sistema que transmite remotamente as medições de consumo, monitora e pode ligar e desligar o fornecimento de energia elétrica. Essas informações seguem pela própria linha de transmissão com os dados enviados diretamente para a companhia de distribuição de energia. Além da vantagem de dispensar a instalação de cabos entre esses pontos, esse sistema estimula o uso de tecnologia e instrumentação digital em sistemas elétricos. O projeto ganha importância com o fim do racionamento, pois o governo estuda a redução da tarifa para quem consome energia fora dos horários de pico – a chamada tarifa amarela.

As perspectivas dos produtos da Qualibrás mostram que a empresa começa a enveredar por novos caminhos. Ela começou a ampliar o leque de interesses no exato momento em que percebeu a necessidade de um equipamento para melhorar a sua prestação de serviços. Mesmo ao manter o nicho original na manutenção e assistência técnica para centrais telefônicas, ela já incorporou à sua trajetória um comportamento típico de empresa que investe em inovação tecnológica para se tornar mais competitiva.

## Vôos da inovação

*Empresa desenvolve sistemas para mapeamento aéreo e rastreamento de cargas*

A inovação tecnológica é, para uma empresa, a forma mais elaborada de ir longe, tanto no âmbito financeiro como geográfico. A experiência da Orbisat, de São José dos Campos (SP), confirma essa tese. A empresa desenvolveu um sistema de radar aerotransportado para a produção de mapas em três dimensões (3D) e conquistou um contrato de prestação de serviços para o levantamento das características topográficas de aproximadamente 25% do território da Venezuela, no valor de R\$ 3,5 milhões. Esse tipo de tecnologia é dominado por apenas duas outras companhias em todo o mundo: a Intermap, dos Estados Unidos, e a Aerosensing, da Alemanha. Competindo com o fornecedor norte-americano com vantagem de preço e tecnologia, a Orbisat levou o contrato do nosso país vizinho. A empresa se prepara agora para fazer o mapeamento do Equador e está negociando o mesmo tipo de trabalho para as frias terras da Islândia, no noroeste da Europa.

Outros vôos da Orbisat estão no lançamento, em maio último, do módulo receptor Faro, que capta sinais do Sistema de Posicionamento Global (GPS) por satélites e fornece as coordenadas geográficas. É o primeiro aparelho de GPS desenvolvido no Brasil. Até o final deste ano a empresa prepara um sistema de comunicação e segurança, também via satélite, para transportadoras que será usado para acompanhamento e controle de cargas. “Nossa receita, de R\$ 19 milhões em 2002, deve aumentar para R\$ 30

milhões em 2003”, prevê Rogério Ferraz de Camargo, diretor-geral da companhia.

Uma projeção dessa ordem nem passaria pela cabeça de Camargo nos idos de 1984, quando ele, engenheiro recém-formado pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), resolveu montar a empresa, que, com o nome de Databus Engenharia, dedicava-se a projetos de engenharia nas áreas de eletrônica e telecomunicações. A companhia, então, faturava o equivalente a algumas dezenas de milhares de reais por ano com poucos funcionários. No final da década de 1980, Camargo afastou-se dos negócios para fazer um curso de doutorado em robótica no Laboratório de Automação e de Análise de Sistemas (Laas), em Toulouse, na França. “Voltei para o Brasil em 1991, com idéia de me dedicar à pesquisa acadêmica”, lembra. Ele, que já lecionara no ITA, retornou aos quadros do instituto, no qual é professor até hoje, em regime parcial. Camargo reativou a empresa em 1994 e, dois anos depois, vislumbrou uma oportunidade no mercado de televisão do país.

Agora com o nome de Databus Sankay, a companhia passou a produzir equipamentos receptores de sinais de TV via satélite. “Abrimos, então, em 1999, uma filial em Manaus, para aproveitar os incentivos fiscais da Zona Franca”, conta Camargo. No final de 2000, já com o nome de Orbisat, o empreendimento tinha 40 empregados e faturava R\$ 5 milhões. Mas, para continuar crescendo, ele sabia que precisava de tecnologia. “Nos últimos anos, 20% do faturamento da Orbisat é reinvestido em pesquisa e desenvolvimento.”

Fora o empenho em montar uma empresa inovadora, uma coincidência fez a Orbisat tomar uma decisão arrojada. No início de 2001, João Roberto Moreira Neto, que também havia se formado em engenharia pelo ITA e finalizado o doutorado no Centro de Pesquisa Aeroespacial Alemão (DLR), em 1987, fixando-se na Alemanha, confidenciou um dilema a Camargo, amigo desde os tempos de co-

légio: tinha vontade de retornar ao Brasil, mas não via muitas possibilidades de aplicar, aqui, os conhecimentos que acumulara lá. Carmargo propôs-lhe sociedade na Orbisat. Moreira aceitou e assumiu a responsabilidade de criar o radar cartográfico e a divisão de sensoriamento remoto da empresa, que atualmente tem 30 empregados de um total de cem, sendo que oito são doutores e sete possuem mestrado.

Moreira, hoje diretor gerente da Orbisat, trouxe consigo os pressupostos que orientariam o projeto do radar, batizado de OrbiSAR-1: o sistema para o segmento de cartografia e a tecnologia InSAR (*Interferometric Synthetic Aperture Radar*, ou radar interferométrico de abertura sintética). Esses radares, que transmitem ondas e registram-nas imediatamente após o impacto na Terra, operam sob qualquer condição atmosférica e de luz. Substituem as fotografias aéreas tradicionalmente utilizadas na produção de mapas, com enormes benefícios de custo, tempo e precisão. “Com eles, é possível realizar em pouco mais de seis meses um trabalho que consumiria dez anos, com a fotogrametria”, compara.

O objetivo de Moreira desde o início do projeto é que o radar capturasse imagens em duas frequências simultâneas, para fornecer tanto a altura das árvores ou de edifícios quanto do solo coberto por vegetação, construções etc. Outras vantagens, segundo Rogério, são a velocidade na entrega dos produtos finais para os clientes e uma melhor resolução: 25 por 25 centímetros, contra 50 por 50 das outras empresas. O segredo para chegar a esses números está no projeto dos circuitos analógicos e digitais do sistema e no *software* para o processamento das imagens.

Depois que todas as metas estabelecidas por Moreira se concretizaram, a Orbisat solicitou financiamento ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), em julho de 2001, com o apoio da Sociedade para Promoção da Excelência do Softwa-

re Brasileiro (Softex). E a liberação desse empréstimo de R\$ 4,5 milhões precisou ser realizada rapidamente devido a um sucesso imprevisto. Em novembro, a empresa, em consórcio com a alemã Infoterra, venceu a licitação internacional do projeto Cartosur II, do governo venezuelano, financiado pelo Banco Mundial. A intenção era capturar e processar imagens digitais de radar cobrindo cerca de 253 mil km<sup>2</sup> de território entre os estados de Bolívar e Delta Amacuro, nas regiões centrais e noroeste da Venezuela.

A Orbisat, com tecnologia superior e um preço 30% mais baixo que o do competidor, levou o contrato de 6 milhões, cabendo-lhe a parte de 3,5 milhões. Mas o problema é que o sistema não estava pronto. Então a Orbisat contratou 16 engenheiros para garantir a conclusão do radar em tempo hábil e investiu R\$ 1,5 milhão de recursos próprios na execução do projeto. Com um avião arrendado de uma empresa parceira, a Digimapas, que adaptou a nave às necessidades do transporte do radar, a Orbisat deu conta da captura de imagens entre janeiro e abril deste ano, em 650 horas de voo. “A fase de processamento, que resultará na entrega de 518 mapas de alta qualidade com escala de 1:50.000, será concluída até agosto”, adianta Moreira. O *software* InSAR desenvolvido pela Orbisat proporciona a inclusão, nos mapas, de curva de nível e diversos outros elementos de cobertura terrestre, como tipos de floresta, fluxos e corpos d’água, estradas etc.

A empresa agora trabalha no desenvolvimento do radar LightSAR. “Como muitas aplicações não exigem resolução de 25 centímetros, pretendemos lançar uma versão simplificada do OrbiSAR-1, para baixar ainda mais o custo dos serviços e, com isso, ampliar o mercado potencial”, revela ele. “A Amazônia brasileira, por exemplo, ainda não foi mapeada dessa forma, e no futuro o sistema poderá ser usado até por prefeituras, para controle de expansão predial em áreas urbanas e para efeito de arrecadação de impostos”, observa Camargo.

## Logística e segurança

O recente lançamento do módulo receptor de GPS também amplia o horizonte de atuação da Orbisat. O dispositivo, que pode ser comercializado isoladamente, integrará um sistema de comunicação e segurança para transportadoras de carga. Ele será lançado no segundo semestre deste ano e vai operar com a norte-americana Global-Star, empresa que possui uma constelação de satélites de comunicação e oferece serviços de telefonia e de dados para todo o planeta. “Esse produto nos dará vantagem de preço de cerca de 50% em relação aos similares que estão em comercialização”, anima-se Camargo.

Outro diferencial do sistema de monitoração de cargas será a transmissão de voz e dados e o acesso à Internet por meio de um *modem* capaz de operar, também, nas frequências de telefonia celular. “O equipamento terá um pequeno teclado acoplado e a menor antena do mercado, o que o torna mais interessante em aplicações nas quais a segurança seja o objetivo principal”, explica Camargo. O desenvolvimento do terminal de usuário que será instalado, por exemplo, na cabine do caminhão, contou com o apoio da FAPESP por meio do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE), num projeto iniciado em 1999. Todos os circuitos eletrônicos do sistema foram desenvolvidos pela Orbisat, com coordenação geral do pesquisador Joel Muniz Bezerra. “A frota de caminhões brasileira tem mais de 10 milhões de veículos”, diz Bezerra. “Daqui a algum tempo, o uso de sistemas de monitoramento remoto será uma exigência das seguradoras.”

Tânia Marques

Revista *Pesquisa FAPESP*, edição 89, 07/2003

## Caminhos do hidrogênio

*Electrocell faz os ajustes finais da célula a combustível que será entregue à Eletropaulo*

Um equipamento com 1,5 metro de largura, 2 de altura e 1 de profundidade, que produz energia elétrica com hidrogênio, é o resultado de cinco anos de pesquisas realizadas na empresa paulistana Electrocell. Até o final do ano ele deverá ser entregue para a AES Eletropaulo, a distribuidora de energia que atende a 24 municípios, inclusive a capital, da Região Metropolitana de São Paulo. Dentro dele está instalada a chamada célula a combustível, um conjunto de módulos de eletrodos e membranas condutoras capaz de produzir 30 quilowatts (kW) de energia, suficientes para suprir de dois a três andares de um prédio ou 40 casas populares. Ela vai funcionar com hidrogênio acondicionado em cilindros, embora esteja preparada para também extrair esse combustível do gás natural e do etanol (o álcool utilizado nos veículos). Dessa forma inaugura-se uma nova fase energética em São Paulo, que passa a integrar um restrito grupo de cidades no mundo onde existem células a combustível em uso, embora ainda de forma alternativa e experimental.

São equipamentos que concentram grande interesse tecnológico e são considerados, pelos especialistas da área, a novidade energética com grandes chances de ser disseminada neste início de século. Empresas canadenses, norte-americanas e alemãs já produzem as células, mas ainda sob encomenda, sem linha de produção consistente, há pouco mais de cinco anos. Essa produção comercial vem na esteira do programa espacial norte-americano, iniciado na década-

da de 1950, que produziu células para as naves das séries Gemini, Apollo e, depois, para os ônibus espaciais. O objetivo no espaço era produzir, além de energia elétrica, água para os astronautas, um subproduto desses equipamentos. Com avanços tecnológicos dos materiais e da eletrônica nos últimos 15 anos, as células tornaram-se mais baratas e formatadas para uso em situações mais corriqueiras.

As células a combustível funcionam como uma bateria ou uma pilha, transformando energia química em energia elétrica, quebrando as moléculas de hidrogênio que reagem com o oxigênio do ar. Na forma estacionária são parecidas e fazem as funções de um gerador, mas em tamanho reduzido. A diferença mais importante é que fazem isso de forma silenciosa e sem emitir poluentes. Quem já ficou ao lado de um gerador a diesel em funcionamento sabe bem o barulho e a fumaça que ele emite. Assim, as células abrem novos espaços e servem de poderosa ferramenta em que a preocupação ambiental e o silêncio ganham pontos.

Para a Eletropaulo, as células podem representar o início de formas alternativas de produção de energia elétrica. “Quando recebermos a célula, nós vamos levá-la, provavelmente, para um prédio, onde será simulada a substituição de um *no break* (equipamento que evita a paralisação de uma rede de computadores)”, explica a engenheira eletrônica Mara Ellern, especialista em análise de negócios da Eletropaulo. “Vamos verificar o funcionamento e as possíveis falhas.” Antes de irem para o teste de campo as células também vão passar por análise final do professor José Antônio Jardini, do Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétrica, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP).

Os *no breaks* normalmente suprem a rede de computadores por 15 minutos, funcionam com enormes pilhas e seu custo sai em torno de US\$ 1 mil por kW. As células, para fazer o mesmo serviço, tendem a ficar num preço em torno de US\$ 1,5 mil pelo mesmo

kW. “A vantagem da célula é que ela opera por um tempo que só é limitado pela capacidade de armazenamento de combustível, podendo chegar a uma autonomia de muitos dias de operação se conectada a tubulações de gás natural. Com isso, a manutenção fica menor, além de diminuir as exigências de espaço físico e a emissão de poluentes.

“Meu sonho é colocar, no futuro, as células em uma aplicação nobre como em um hospital, porque, além da energia elétrica limpa e silenciosa e sem interrupção, elas podem fornecer água quente para esterilização”, diz Mara. A água é produzida porque os prótons do hidrogênio (depois de os elétrons serem destinados à produção de energia elétrica), quando atravessam a membrana polimérica condutora, no interior da célula, encontram o oxigênio do outro lado.

## Planos e expectativa

Para obter o equipamento, a Eletropaulo investiu R\$ 1,7 milhão na fabricação da célula, com recursos do Fundo Setorial de Energia (CTEnerg), controlado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e administrado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). Do lado da Electrocell a expectativa é grande para entregar o primeiro produto comercial. “Os primeiro protótipos nós desenvolvemos dentro do projeto do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) da FAPESP, num trabalho iniciado em 2000, que fez decolar a empresa”, conta o engenheiro eletrônico Gilberto Janólio, um dos quatro sócios. “Dentro do projeto do PIPE fizemos protótipos de 25 watts (W), de 75 W e um de 10 kW.” Nesses projetos, inclusive o da Eletropaulo, que envolve o conjunto final de cinco módulos de 10 kW cada, os pesquisadores da Electrocell estão utilizando 90% de material desenvolvido no Brasil.

O único produto importado é a membrana de troca de prótons, chamada na sigla em inglês de PEM, que caracteriza o tipo de célula. Esse polímero, chamado de náfion, considerado o coração desse tipo de célula, foi desenvolvido pela empresa norte-americana DuPont na década de 1960 para a produção eletrolítica (por eletrólise, reação química por meio de corrente elétrica em meio aquoso) de cloro. Essa membrana está instalada no interior da célula como se fosse um sanduíche, tendo de cada lado catalisadores e eletrodos, um positivo e outro negativo. Esse conjunto leva o nome de conjunto de membrana e eletrodos, ou MEA em inglês.

Para montar a célula, os quatro sócios e mais 20 colaboradores desenvolveram toda a engenharia que envolve esse equipamento. “São as engenharias de construção do *stack* (conjunto de MEAs), de controle, de processamento de energia, além de processos de vedação, refrigeração e integração”, diz Janólio. Outro produto elaborado e fabricado pela Electrocell são as placas bipolares de grafite. Elas servem para a condução e distribuição do gás hidrogênio dentro da célula, além de fazer a ligação entre um MEA e outro. Fora o trabalho direto na célula, foi preciso montar todo o sistema elétrico que transforma a energia de corrente contínua (DC) que a célula produz para a corrente alternada (AC) usada no nosso dia-a-dia.

Para a Electrocell, esse momento é de afirmação. “Não arriscamos mais, estamos produzindo um equipamento que é fruto de desenvolvimento tecnológico”, afirma Janólio. “Agora não é mais possível errar”, diz ele. “Nossa meta é montar uma fábrica de células a combustível para produção seriada no Brasil. Para isso já temos um *layout* planejado para absorver uma equipe de 58 funcionários”, conta o engenheiro químico Gerhard Ett, outro sócio.

Instalada no Centro Incubador de Empresas de Tecnologia (Cietec), que fica dentro do prédio do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen), na Cidade Universitária, em São Paulo, a

empresa contou com um amplo apoio científico e tecnológico. “Na área teórica e de pesquisa básica tivemos a colaboração do professor Ernesto Gonzalez, do Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo (USP), e na área tecnológica, do professor Marcelo Linardi, do Ipen”, conta Janólio.

Pela convivência dentro do Ipen, o pessoal da Electrocell estive nos últimos anos muito próximo do professor Linardi e do seu grupo de oito pesquisadores. Entre as contribuições do instituto aos projetos da Electrocell existe um contrato formal de parceria no desenvolvimento dos eletrodos e dos catalisadores. Linardi está finalizando a produção laboratorial de um novo tipo de MEA. “Desenvolvemos camadas de eletrodos e de catalisadores que são aplicadas ao náfion”, conta o pesquisador do Ipen que também recebe financiamento da FAPESP e do Fundo Setorial do Petróleo e do Gás (CTPetro). “Agora estamos requerendo uma patente nacional sobre esse produto e poderemos repassar a tecnologia para a Electrocell.”

Para Linardi, a adoção de catalisadores e eletrodos próprios será muito útil para diminuir o preço da célula da Electrocell. Outro fator importante é que esses equipamentos do tipo PEM são os candidatos naturais para uso em automóveis. “É o tipo de célula mais versátil, para ser usada tanto em veículos como na forma estacionária para geração de energia elétrica”, diz Linardi. Atualmente, todas as montadoras de veículos testam a célula PEM em veículos experimentais na substituição do motor a combustão ou como complemento a ele.

Outra vantagem da PEM é que ela trabalha em baixas temperaturas, em torno dos 80° Celsius (C), facilitando a instalação em veículos automotores. Se as baixas temperaturas facilitam o uso automotivo, as altas trazem novas vantagens. “Em outro projeto, nós estamos desenvolvendo uma célula a combustível do tipo óxido só-

lido cerâmico (Sofc, sigla em inglês)”, conta o pesquisador. Essa célula opera em altas temperaturas, entre 800° e 1.000° C, e numa estação estacionária trabalha como co-geradora, fornecendo vapor d’água para uma caldeira, produzindo mais energia elétrica. Seja qual for o tipo da célula, a dependência do hidrogênio é total. E a maneira mais simples de obtê-lo, que seria por meio da eletrólise da água, é um processo que usa a energia elétrica e é muito caro. O uso da célula, nesses casos, está restrito às usinas hidrelétricas. Como elas não têm meios de estocar esse tipo de energia, as usinas podem, fora dos horários de pico, produzir hidrogênio com o excedente não utilizado na rede.

## Reforma energética

Mas o que garantirá o sucesso das células a combustível são os reformadores, equipamentos capazes de extrair o hidrogênio do gás natural, da gasolina ou do metanol. Nessa linha, em julho deste ano, o Laboratório de Hidrogênio do Instituto de Física da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) apresentou um reformador de etanol, o álcool produzido da cana-de-açúcar. “É uma reação termoquímica em que reagentes e catalisadores são usados para transformar o etanol em hidrogênio”, explica o pesquisador Antônio José Marin Neto. A idéia do professor Ennio Peres da Silva, coordenador do laboratório e também secretário-executivo do Centro Nacional de Referência em Energia do Hidrogênio (Ceneh), igualmente abrigado na Unicamp, é aperfeiçoar esse primeiro protótipo e colocá-lo em uma caminhonete (veja *Pesquisa FAPESP* nº 82) dotada de célula a combustível que está sendo montada no Ceneh e deve ficar pronta no início de 2004.

## Uma corrida mundial

Nos anos de 1970 era um sonho. A chamada “Era do Hidrogênio” surgiu em meio à grande crise do petróleo, quando os países produtores resolveram aumentar muito o preço do óleo cru e deixaram dúvidas no ar sobre a real capacidade de suas reservas. Assim, o elemento químico mais encontrado no planeta começou a ser apontado como o substituto dos combustíveis fósseis. Mas a crise passou e o hidrogênio foi esquecido até os anos 1990, quando a degradação ambiental, a poluição e o efeito estufa levaram a uma busca por energias limpas. Uma inquietação concretizada no Fórum Mundial de Kyoto, no Japão, em 1997, quando grande parte dos países se comprometeu a diminuir o nível de poluentes na atmosfera.

A preocupação ambiental somada ao surgimento de novos materiais e o barateamento das células a combustível, também um ganho da década passada, levaram o hidrogênio novamente à baila energética. Desde então, bilhões de dólares são gastos todos os anos para a implementação e a popularização das células que produzem energia elétrica de forma limpa e silenciosa. Somente o governo norte-americano deve investir US\$ 5,5 bilhões em células nos próximos dez anos. Em junho deste ano, o presidente da Comissão Européia, Romano Prodi, anunciou que os países-membros irão investir 2 bilhões em cinco anos nas pesquisas com hidrogênio. No comunicado de Prodi consta também a intenção de colocar esse combustível e as células na frente da economia energética dentro de 20 a 30 anos. No Japão, o governo pretende que 50 mil veículos movidos a célula a combustível estejam nas ruas até 2010. Somente em 2003 serão gastos naquele país US\$ 190 milhões na pesquisa com hidrogênio.

Com tudo isso, é de esperar que o Brasil não fique muito atrás, mesmo que os recursos financeiros aqui não sejam tão generosos.

O país já demonstrou capacidade de produzir células a combustível com duas empresas, a Electrocell e a Unitech (veja *Pesquisa FAPESP* n° 70), que estão com protótipos de células prontos. Vários institutos de pesquisa e de ensino no país estão empenhados nos estudos das células e de seus componentes e várias empresas da área energética financiam projetos de pesquisa e desenvolvimento, como Eletropaulo, Petrobras, Copel (PR) e Cemig (MG).

No ano passado, sob a coordenação do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e do Fundo Setorial de Energia, foi estabelecido o Programa Brasileiro de Células a Combustível, que pretendia aglutinar pesquisadores desse tipo de equipamento no país, além de ter estabelecido uma meta de 50 megawatts (MW) – como comparação, a hidrelétrica de Itaipu produz 12 mil MW – de produção de energia elétrica via célula em dez anos. Mas até agora muito pouco foi feito. “Está tudo parado”, diz o secretário-executivo do Centro Nacional de Referência em Energia do Hidrogênio (Ceneh), Ennio Peres da Silva. “Falta a alocação de recursos para este ano e para o próximo e os grupos estão trabalhando de forma não integrada, sem uma saudável concentração de esforços.” Ainda bem que ainda há tempo de corrigir essa rota antes de o país passar a comprar, de forma sistêmica, células a combustível de outros países.

## Fibras sob exame

*Empresa produz equipamento que monitora dispositivos de redes ópticas para o mercado externo*

**P**equenas empresas não têm de ser, necessariamente, tímidas em suas ações. Prova disso é a FiberWork, empresa de Campinas (SP), especializada na área de comunicações via fibras ópticas, que, em pouco mais de quatro anos de atividades, desenvolveu uma inovadora linha de produtos voltada, principalmente, para o mercado de telecomunicações externo. São soluções que envolvem equipamentos de última geração, como o *Optical S-Parameter Analyzer* (Ospa), ou analisador de parâmetros ópticos, ainda de uso limitado no Brasil mas que atende plenamente aos mercados norte-americano, europeu e asiático.

Trata-se de um instrumento de caracterização de dispositivos fotônicos – que usam *laser*, fibras ópticas, *displays* – utilizados nas redes de comunicação. Ele faz com rapidez e precisão múltiplos testes para esses componentes, abrangendo aspectos como dispersão, reflexão, transmissão, perdas e polarização dos sinais de luz (*laser*) que percorrem o interior das fibras ópticas. O Ospa utiliza uma tecnologia original, desenvolvida pelos pesquisadores da FiberWork, capaz de medir todos esses parâmetros simultaneamente, evitando a utilização de vários equipamentos.

A importância da multiplicidade de funções do Ospa está no aumento de novas tecnologias de dispositivos fotônicos que foram incorporadas nos últimos anos ao mercado de telecomunicações ópticas. A lista é ampla e inclui filtros, compensadores de dispersão de

luz, multiplexadores que reúnem em um único sinal várias transmissões, além de roteadores e acopladores usados nas redes de fibras ópticas. As características desses elementos devem ser medidas com precisão, para bem avaliar e qualificar a performance dos equipamentos nas aplicações práticas. O mercado destinatário do Ospa é a cadeia produtiva dos fabricantes desses dispositivos.

Ele será apresentado comercialmente ao mercado internacional na Exposição e Conferência de Comunicações por Fibra Óptica (Optical Fiber Communication Conference&Exposition), que acontecerá em Los Angeles, em fevereiro de 2004. Essa é a principal feira mundial na área de comunicações ópticas, reunindo cerca de 50 mil profissionais do setor. O lançamento justifica-se porque o mercado norte-americano representa algo em torno de 60% do total mundial. Para isso, a FiberWork negocia parceria com uma empresa norte-americana, que possui forte participação comercial na área de equipamentos de teste ópticos e deverá cuidar do marketing do produto no exterior.

A FiberWork nasceu na incubadora Núcleo de Apoio ao Desenvolvimento de Empresas (Nade), da Companhia de Desenvolvimento do Pólo de Alta Tecnologia de Campinas (Ciatec). Desde 2002, quando atingiu a maioria dentro da incubadora, ela está instalada em um condomínio empresarial de 1.100 m<sup>2</sup>, o Centro de Empresas de Alta Tecnologia de Campinas. Além de desenvolver e produzir o Ospa e outros equipamentos para o setor de comunicações ópticas, a empresa presta serviços de planejamento, especificação, instalação, treinamento e diagnósticos de redes de transmissão ópticas.

Para desenvolver o novo equipamento, a FiberWork recebeu apoio financeiro do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) da FAPESP. De acordo com o engenheiro eletrônico Sérgio Barcelos, diretor de tecnologia da empresa e coordenador do desenvolvimento do aparelho, o Ospa é um equipamento de ca-

racterização óptica com vantagens em relação aos dois outros existentes no mundo, norte-americanos, que, apesar de desenvolvidos depois do brasileiro, chegaram antes ao mercado internacional. Para Barcelos, a aceitação do equipamento será grande porque, além de possuir tecnologia superior, seu custo é menor que o dos concorrentes. Ele vai chegar ao mercado com preço em torno de US\$ 100 mil, diante dos US\$ 200 mil dos produtos das outras empresas. Apenas 5% do valor do equipamento é representado por insumos importados, apesar de 65% das peças virem de outros países.

### **Sensores avançados**

A FiberWork desenvolveu também uma família de produtos composta de sistemas de comunicação de voz por meio de fibras ópticas, voltada para empresas responsáveis pela instalação de redes desses dispositivos. Na lista de projetos ainda em fase de desenvolvimento estão um sistema de monitoramento para o mercado de segurança com dispositivos fotônicos e outro chamado de Conexão Óptica Cruzada, que alia a tecnologia de cristais líquidos a fibras ópticas, em cooperação com o Centro de Pesquisas Renato Archer (CenPRA), de Campinas. Também em fase preliminar de estudos de viabilidade está um sensor com fibra óptica para a indústria petrolífera gerenciar e controlar a produção de petróleo dentro do poço, com o objetivo de melhorar a eficiência do óleo extraído e avaliar campos petrolíferos marginais, em fase de esgotamento.

O foco da FiberWork é aproveitar o aumento rápido do uso de dispositivos fotônicos no setor de telecomunicações, quando as redes baseadas em cabos de cobre passam a migrar para as redes de transmissão via *laser* por meio das fibras ópticas, que, por sua vez, necessitam de equipamentos de testes e de caracterização. Trata-se de um

mercado de grande valor agregado e em rápida ascensão. “Com equipamentos como o Ospa haverá uma redução drástica nos custos de desenvolvimento, produção e caracterização de dispositivos fotônicos, tornando também essas etapas mais rápidas e precisas”, acredita Barcelos.

## **Mercado externo**

Embora os resultados das pesquisas desenvolvidas no país nesse campo sejam muito bons, a produção de dispositivos ópticos para comunicações é muito pequena no Brasil, porque não há demanda desses insumos para sistemas de comunicações ópticas, principalmente de telecomunicações. “Não houve o investimento necessário nessa área e os setores de desenvolvimento de dispositivos e equipamentos fotônicos avançaram pouco. Temos tecnologia de fibra óptica, mas o país perdeu dez anos no desenvolvimento e produção desses produtos”, avalia Barcelos, justificando a necessidade de atuação empresarial em outros países, em função do pequeno mercado interno.

A orientação do Ospa para o mercado externo acontece também porque esse equipamento é uma ferramenta para o desenvolvimento de outras tecnologias, como o Multiplexagem por Divisão de Comprimento de Onda Densa, DWDM na sigla em inglês. O DWDM é um avançado sistema que permite o aumento da capacidade de transmissão das fibras ópticas, tornando possível o tráfego de dados em taxas de terabits (acima de mil gigabits) por segundo. “No Brasil, o desenvolvimento do DWDM ainda é incipiente”, diz Barcelos. “Buscamos trabalhar com esse tipo de tecnologia porque ele é o caminho para as redes totalmente ópticas (também denominadas redes fotônicas). O DWDM é um sistema utilizado pela maioria das operadoras de telecomunicações no mundo. Ele se desenvolveu nos anos

1990, tendo como principal precursor uma pequena empresa norte-americana chamada Ciena, hoje avaliada em cerca de US\$ 20 bilhões”, comenta.

Barcelos acredita que não haverá rejeição comercial ao Ospa pelo fato de ele ser produzido em um país ainda sem tradição nesse tipo de equipamento. “O mercado internacional não quer saber qual o país onde o equipamento é fabricado, o que importa é ele suprir as necessidades. Se o produto brasileiro é tecnicamente superior e mais barato que os equipamentos concorrentes, certamente nossa competitividade aumentará muito”, diz.

### Vida após incubação

O Centro de Empresas de Alta Tecnologia de Campinas surgiu a partir do projeto de pós-incubação de iniciativa do professor Rogério Cezar de Cerqueira Leite, secretário municipal de Cooperação Internacional da Prefeitura de Campinas em 2001 e diretor-presidente da Companhia de Desenvolvimento do Pólo de Alta Tecnologia de Campinas (Ciatec). Assim como a FiberWork, outras cinco pequenas empresas ex-incubadas – Bioluz, Optolink, Ecco, Saat e Elemed, que atuam nos segmentos de fotônica (fibra óptica, *laser* e elementos optoeletrônicos para os setores de telecomunicações, médico-hospitalar etc.), metrologia avançada, equipamentos de segurança e *software* – fazem parte do Centro de Empresas de Alta Tecnologia.

Criado em novembro de 2001, o condomínio conta com 65 profissionais, incluindo sete doutores, nove mestres e 12 engenheiros. Esse diferencial reflete-se na quantidade de projetos tecnológicos desenvolvidos pelas empresas, oito em parceria com a FAPESP e dois com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científi-

co e Tecnológico (CNPq). A administração é feita de maneira unificada, com despesas gerais cotizadas entre as empresas e custos variáveis, de acordo com a área ocupada no prédio, locado às empresas pela Ciatec. Além da divisão de custos, outra vantagem está na troca de informações, experiências e apoio entre as participantes que atuam em áreas complementares e por vezes similares no campo da fotônica, inclusive com fornecedores e clientes em comum.

Essa sinergia foi decisiva para outra inovação – a fundação da Associação de Empresas de Tecnologia (AET), em julho de 2002. “Decidimos criar a associação para avançar em diversas frentes, propiciando novos negócios para as empresas”, diz Paulo Ricardo Steller Wagner, diretor da Bioluz e da associação. A idéia é fomentar o crescimento das empresas. “Tomamos a iniciativa de participar de feiras internacionais com um projeto enviado para a Agência de Promoção de Exportações (Apex), do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. O projeto Brazil Photonics prevê a exportação de produtos fotônicos brasileiros e engloba nove empresas da região de Campinas, quatro delas instaladas no condomínio”, diz Wagner. “A Apex tem estrutura para participação de empresas brasileiras em feiras no exterior, financiando parte dessa participação.”

Para ele, a AET é uma forma de melhor articulação e representação das pequenas empresas de base tecnológica na sociedade, como, por exemplo, para a divulgação de seus produtos em feiras nacionais e internacionais. A boa notícia é que essa experiência começa a se multiplicar. O Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) de São Paulo tem um projeto de viabilização de condomínios de pequenas empresas de base tecnológica, a partir da experiência do condomínio e da AET.

Para Iracema Aragão, gestora da associação, um dos principais objetivos da AET é dar suporte para que outras pequenas empre-

sas desenvolvam condomínios bancados pelos próprios empresários. “Queremos divulgar nosso *know-how* na formação de condomínios de base tecnológica com o objetivo de auxiliar pequenas empresas.” Ela pretende difundir a sinergia gerada pelo associativismo das empresas de base tecnológica de Campinas e ampliar o número de associadas à AET, que não necessariamente precisam ser oriundas de incubadoras.

## Acerto de papel

*Sensor eletrônico elimina prejuízos  
no processo de secagem da pasta de celulose*

**S**ensores eletrônicos desenvolvidos com tecnologia nacional, após cinco anos de pesquisa, mostraram-se eficazes para melhorar o processo de fabricação de papel e reduzir os prejuízos decorrentes de desgaste mecânico de equipamento durante a fase de pré-secagem. Nessa etapa, anterior à transformação da pasta de celulose em papel, o excesso de água precisa ser eliminado. Para que isso ocorra, a pasta é colocada sobre uma tela de fibras plásticas, sustentada e transportada por grandes cilindros. A monitoração é feita por um sistema composto de um sensor mecânico, também chamado de apalpador, que funciona como uma haste retangular encostada na borda da tela, percebendo o posicionamento e os deslocamentos laterais.

O controle é feito com o acionamento pneumático nos cilindros, deslocados para frente ou para trás, de forma a manter, o máximo possível, a tela centrada no equipamento. A tarefa é bastante complicada por conta das dimensões da tela, que chega a medir até 60 metros de comprimentos por 5 metros de largura. Ocorre que o permanente contato do sensor mecânico com a tela em movimento provoca atrito e, como conseqüência, tanto ela como o apalpador se desgastam. Em alguns casos, até o funcionamento de todo o equipamento fica comprometido, causando sérios prejuízos à indústria de papel no processo produtivo, não só pelo elevado custo da tela, mas, principalmente, pelo tempo de parada da máquina para manutenção.

A solução desenvolvida pela Akros Tecnologia, uma pequena empresa de São José dos Campos (SP), baseia-se em um sistema que controla automaticamente o posicionamento da tela por meio de um sistema óptico. “Dessa forma, a tela é colocada na posição desejada sem haver nenhum contato com o apalpador, evitando desgastes da tela e do equipamento”, diz o engenheiro eletrônico Benedito Carlos da Silva, um dos sócios da Akros e coordenador do projeto financiado pela FAPESP dentro do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE). O sistema, instalado junto à tela, é composto de um sensor, que emite um feixe de *laser*, e um refletor. A intensidade do feixe refletido mostra a posição da tela. Essa informação segue, via cabo de fibra óptica, até um microcontrolador que percebe as variações e envia comandos para o módulo de acionamento pneumático, responsável pelo posicionamento da tela na condição ideal de funcionamento.

Silva conta que a idéia de desenvolver o Sistema Óptico de Posicionamento Automático de Telas (Sopat) surgiu durante uma visita profissional a uma empresa fabricante de papel, em 1998, quando ouviu relatos das limitações do sistema mecânico. A Akros, nessa época, trabalhava principalmente no desenvolvimento de novos produtos e na construção de máquinas para vários nichos industriais, depois de sentir a redução dos projetos dos setores aeronáutico e aeroespacial, áreas que eram o foco da empresa quando ela foi criada em 1993. Assim, a indústria de papel interessava a Akros e Silva expôs aos seus sócios, um engenheiro naval e outro com formação mecânica e aeronáutica, a proposta de desenvolver o sistema de controle eletrônico.

Os engenheiros logo perceberam que não poderiam usar os sensores existentes no mercado porque durante a fase de secagem da pasta as temperaturas médias chegam acima de 100° C e o ambiente fica carregado de vapores químicos. Por isso, a escolha foi para o

desenvolvimento de sensores com fibra óptica, imunes à interferência eletromagnética e resistentes a ambientes agressivos. As unidades eletrônicas (transmissor, receptor e microcontrolador) ficam localizadas fora da máquina, enquanto os sensores e as fibras ópticas operam dentro do equipamento porque resistem às condições adversas.

## Testes reais

Na época da apresentação do projeto PIPE, em 1998, a Akros voltava a prestar serviços para a Embraer, contratada para trabalhar em cálculos e projetos na nova família de jatos regionais. Mas isso não a impediu de dedicar-se ao Sopat. O sistema despertou o interesse de algumas fabricantes de papel, mas o grande obstáculo encontrado até agora para instalação do sensor nas fábricas é a condição de operação das máquinas produtoras de papel que trabalham até 50 dias sem interrupção e apenas um dia de parada, quando todos os acertos, trocas de peças e reparos têm de ser feitos. Por isso, só partes do sistema foram testadas em condições reais de uso, aproveitando-se dessas paradas. As dificuldades, no entanto, não desanimaram os sócios da Akros. Eles contataram um dos principais fabricantes do equipamento industrial, a alemã Voith. “Foi feita uma apresentação do sistema a técnicos da empresa que ficaram bastante interessados”, conta Silva.

“Mesmo em nível mundial, o Sopat não tem um equipamento similar, que incorpore um microcontrolador. O *software* usado no equipamento permite a adequação do sistema aos mais diversos tipos de máquinas.” O mercado para o Sopat, segundo dados da Associação Brasileira de Celulose e Papel (Bracelpa), é bastante promissor. São 220 empresas fabricantes de papel e celulose distribuídas por

16 estados brasileiros. Como cada uma das fábricas tem de dois a seis setores de pré-secagem, e em cada um são necessários vários sensores (entre dois e oito), a estimativa de demanda potencial é da ordem de 5 mil equipamentos. A adoção do sistema eletrônico não significa aposentar definitivamente o mecânico, que fica desligado mas ainda instalado na máquina. Em situações de emergência, como falta de energia elétrica ou falha de componentes do Sopat, o apalpador é liberado automaticamente e o funcionamento do sistema antigo é restabelecido.

ENGENHARIA AEROESPACIAL/  
ENGENHARIA DE TRANSPORTE/  
CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

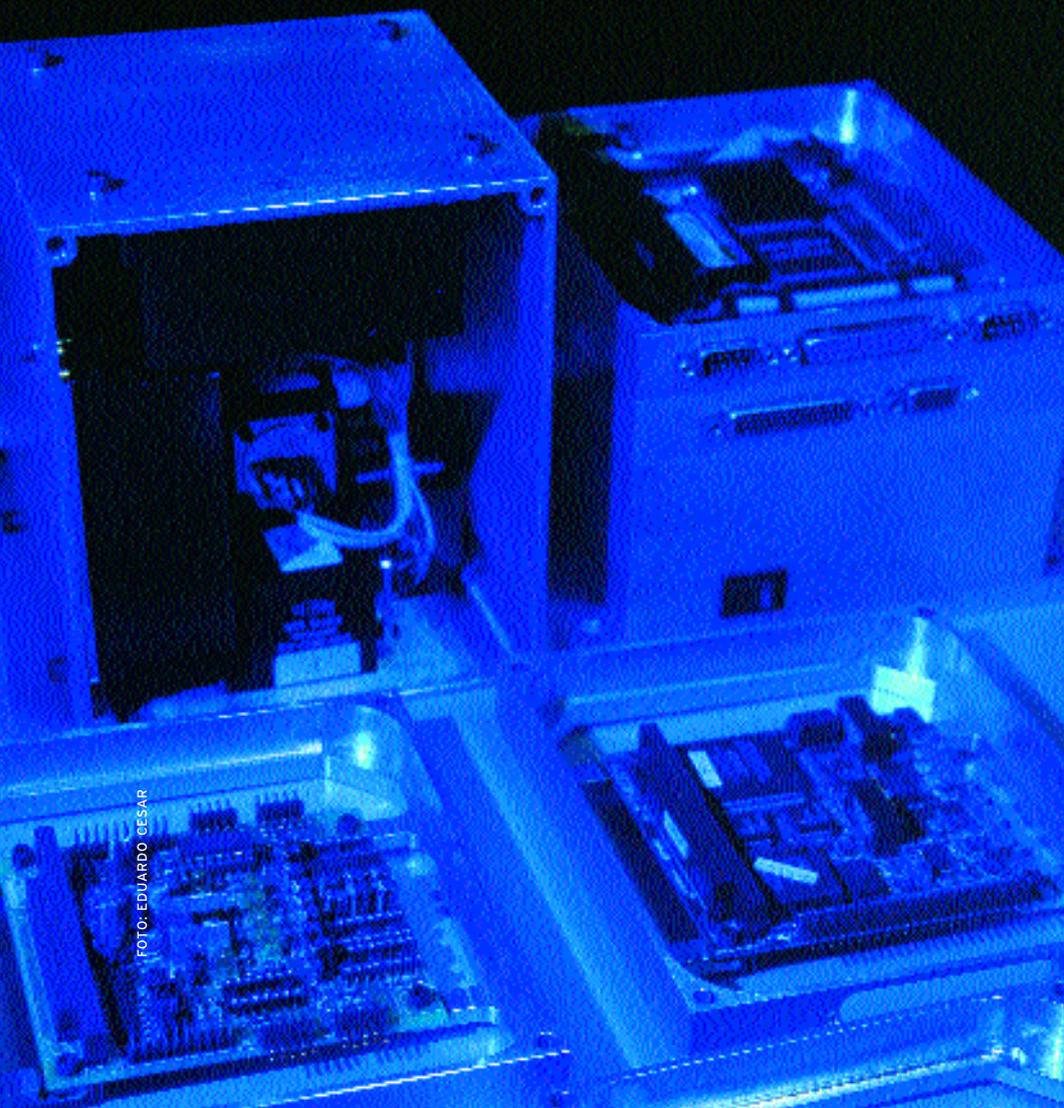


FOTO: EDUARDO CESAR

## No rumo certo

*Plataforma integrada de sensores vai tornar mais preciso o vôo dos aviões de pequeno porte*

O sistema de navegação dos aviões de pequeno porte está prestes a ganhar um novo equipamento que vai unir dois tipos de sistemas hoje utilizados para determinar a posição, trajetória e atitude (posição angular) de aeronaves. A novidade é uma plataforma integrada de sensores inerciais e do *Global Positioning System* (GPS) – Sistema de Posicionamento Global –, que vai dar mais segurança à classe desses aviões, como já acontece com aeronaves de grande porte. Essa plataforma está em desenvolvimento final na empresa Navcon – Navegação e Controle, de São José dos Campos (SP).

Os sensores inerciais são considerados instrumentos primários de navegação e são independentes de sinais externos para funcionar. Eles são formados, principalmente, por dois instrumentos: os giroscópios e os acelerômetros. Os primeiros registram todos os movimentos da aeronave durante o vôo e funcionam por meio de princípios mecânicos, com um rotor girando como um pião e registrando os movimentos da aeronave em relação à caixa em que está instalado. Também funcionam com *laser* emitido por meio de fibras ópticas. O movimento do avião é sentido na diferença de velocidade de recepção do *laser* que percorre a fibra. Eles disponibilizam para os pilotos informações sobre a atitude do avião em três eixos: direção, ângulo do bico (inclinação para baixo ou para cima) e ângulo das asas (inclinação para os lados), mostrando se o avião está voando paralelo ao solo. Os acelerômetros fornecem dados relacionados à velocidade do avião.

O GPS é um sistema secundário de auxílio à navegação – seu uso como sistema principal ainda está sendo testado. Ele é formado por uma constelação de 24 satélites, na órbita de 20 mil quilômetros de altitude, que enviam sinais captados por aparelhos receptores nas cabines dos aviões. Os sinais são usados para determinar posição e trajetória dos aviões, por meio de coordenadas de latitude e longitude, linhas imaginárias que cortam o planeta. A margem de erro dos sinais GPS, que no passado era da ordem de 100 metros, hoje fica entre 1 e 3 metros, graças à correção das estações de referência localizadas em terra chamadas de *Differential Global Positioning System* (DGPS).

## Vôo cego

A plataforma integrada melhorará o uso do GPS e dos sensores e foi concebida para suprir falhas que possam existir nos dois sistemas. Os giroscópios podem ser pouco confiáveis e imprecisos e podem precisar de constantes correções ao longo do voo. Em modelos mais simples e baratos, a margem de erro pode chegar a 10 graus por hora, o que levaria o avião a uma trajetória completamente equivocada. Giroscópios de alta precisão, entretanto, têm desvio de apenas 0,01 grau por hora, mas são aparelhos que podem custar por volta de US\$ 300 mil. O sistema GPS, por sua vez, só funciona se o sinal de quatro satélites da constelação for captado simultaneamente pelo avião. Mas isso nem sempre é possível, o que pode levar a aeronave a fazer um voo cego por alguns instantes.

“Falhas na transmissão do sinal, restrições geométricas de posicionamento e até mesmo uma manobra da aeronave podem fazer com que o sinal do sistema GPS não seja captado pelas antenas localizadas no avião”, explica Schad. Batizada de Sistema Modular de

Atitude e Navegação (Sman), a plataforma também poderá ser usada por foguetes, mísseis, satélites, automóveis e navios. Depois de três anos de pesquisas e desenvolvimento, os engenheiros da Navcon concluíram, em abril, um protótipo do equipamento, que teve apoio do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE), da FAPESP. “Vamos utilizar sensores inerciais mais baratos e de baixa precisão e, mesmo assim, graças à integração com o receptor GPS, os resultados obtidos serão bastante satisfatórios”, afirma o engenheiro de eletrônica Valter Ricardo Schad, diretor da Navcon e um dos inventores do Sman.

A forma modular é outra grande vantagem do Sman que faz com que ele possa ser utilizado por diferentes veículos. “O Sman é um sistema de prototipagem (elaboração de protótipos) rápida. Isso significa que para cada aplicação podemos definir o nível de integração desejada”, conta o engenheiro industrial do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), Otávio Santos Cupertino Durão, coordenador do projeto. Por causa dessa característica, a plataforma pode ser usada por automóveis, para navegação ou monitoramento de frotas. Na Europa e Estados Unidos, vários sistemas de navegação veicular estão em uso. Eles têm a função de mostrar em uma tela no painel do veículo a rua em que o carro está percorrendo e mostrar o melhor caminho ou, ainda, mostrar o estado do trânsito nas ruas e avenidas à frente. “Nesse caso, o sistema não precisará ser tão complexo como em aviões, já que na navegação veicular só estamos interessados em projetar a posição do automóvel no mapa”, afirma Durão.

Outra aplicação do Sman é em foguetes, satélites e mísseis, substituindo os caros componentes empregados atualmente para controle de órbita e atitude. Por fim, o aparelho também poderá ser usado em navios e plataformas petrolíferas, auxiliando no posicionamento de ambos. Segundo Schad, o uso de uma plataforma integrada com

GPS e sensores inerciais de baixo custo é foco de pesquisa e desenvolvimento em todo o mundo. A Navcon é a única empresa no Brasil que conseguiu desenvolver um sistema modular integrado com essas duas tecnologias, incluindo determinação de atitude por GPS, e o uso de sensores inerciais. Outras companhias até fizeram a integração, mas focando em apenas uma aplicação.

O modelo mais complexo do Sman, para uso em aviões, será formado por seis módulos, além de um *software*. A unidade mestre de sensores é composta por giroscópios, acelerômetros e alguns circuitos necessários ao seu funcionamento, enquanto a unidade de sensores e interfaces inclui bússolas, sensores de velocidade (que medem os quilômetros ou milhas percorridas por hora) e sensores adicionais. A unidade GPS pode conter um ou vários receptores. Um teclado e um *display* gráfico, que servem como interface para o usuário, serão a base da unidade de controle e visualização. Por fim, o *software* será responsável pela operacionalidade do Sman.

## Alta tecnologia

A Navcon entrou com um pedido de financiamento da patente do protótipo ao Núcleo de Patentes e Licenciamento de Tecnologia (Nuplitec), da FAPESP. Paralelamente, está fazendo algumas adaptações no Sman visando a sua colocação no mercado. Algumas negociações já estão em curso. “Conversamos com uma empresa que fabrica sistemas de navegação para automóveis e houve interesse por parte dela em conhecer o produto melhor”, diz Schad. O setor aeroespacial também está sendo sondado.

Com apenas três anos de mercado, a Navcon se especializou no desenvolvimento de sistemas inerciais, automação e controle de processos industriais e laboratoriais. Além do Sman, a empresa também

conta com outro projeto no PIPE, com a primeira fase concluída, para o desenvolvimento de um receptor GPS para aplicações espaciais. Com os dois projetos, novas perspectivas se abrem para a Navcon, que ganha, assim, mais visibilidade na indústria aeroespacial e se apresenta para outros setores, como o automotivo e o náutico.

## Energia do Sol

*Empresa de São José dos Campos desenvolve técnica para fabricar painéis solares utilizados em satélites artificiais*

A fabricação de painéis solares que captam energia do Sol para fornecer energia elétrica para satélites que giram ao redor do nosso planeta é a novidade tecnológica produzido na cidade de São José dos Campos (SP). O mérito cabe à Orbital Engenharia, uma pequena empresa que desde o ano passado domina o ciclo completo de produção desses artefatos. “Além do Brasil, apenas países como Estados Unidos, França, Alemanha, Japão, Rússia e China têm capacidade para fabricar esses painéis”, diz o engenheiro mecânico Célio Costa Vaz, diretor da Orbital. Para adquirir o conhecimento e ingressar no seleto grupo de produtores de painéis solares espaciais, a empresa contou com financiamento da FAPESP, por meio do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE).

Também conhecidos como geradores fotovoltaicos, os painéis são a forma mais eficiente de geração de energia para satélites e balões estratosféricos. Eles transformam a radiação solar encontrada no espaço em eletricidade, energia essencial para o funcionamento desses veículos espaciais. A explicação para que apenas um pequeno número de nações domine a tecnologia de produção desses geradores está na dificuldade de montagem de sua unidade básica, uma peça chamada de *Solar Cell Assembly* (SCA), ou célula solar montada, em uma tradução livre. “Se compararmos um painel a uma caixa de pilhas, cada célula seria uma pilha”, conta Vaz. Ela é composta de três compo-

nentes: a célula solar, o interconector e uma cobertura de proteção, conhecida como *cover glass*, ou cobertura de vidro.

As células solares podem ser feitas de vários materiais, entre eles o silício e o arseneto de gálio. Elas têm usualmente 0,2 milímetro (mm) de espessura e normalmente largas que variam de 2 centímetros (cm) por 4 cm a 4 cm por 7 cm. Os interconectores são minúsculas peças de prata, com 0,012 milímetro de espessura, usadas para fazer o contato elétrico entre as células. O *cover glass*, por sua vez, é um vidro bem fino (entre 0,1 mm e 0,2 mm de espessura), semelhante a uma lâmina de microscópio, dotado de uma camada anti-refleto-ra. Ele é colado sobre a célula solar e a protege das radiações existentes no espaço como prótons e elétrons.

## Ferramentas essenciais

Esses três componentes – célula solar, interconector e *cover glass* – podem ser facilmente comprados, mas o problema é fazer a montagem da célula. “À primeira vista, pode parecer um desafio simples, mas não é. Existem vários requisitos de qualidade que tornam essa montagem muito complexa. No passado tentamos desenvolvê-la e qualificá-la, mas não conseguimos”, afirma o engenheiro Célio Vaz, que trabalhou durante 18 anos no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), com sede em São José dos Campos. O complicador é o fato de o ferramental necessário para produção da SCA não ser encontrado no mercado, ao contrário dos componentes. “Tivemos que fazer o desenvolvimento dos equipamentos, dispositivos e ferramentas para fabricar a *Solar Cell Assembly*. Isso só foi possível com o financiamento do PIPE.”

Durante a primeira fase do projeto, o pesquisador desenhou os equipamentos para produção das células e do painel solar, definiu os

processos e procedimentos de fabricação, esboçou o plano de garantia do produto, os programas de inspeção e testes de qualificação. Esse trabalho, iniciado em abril de 2001, levou cerca de seis meses.

Na segunda fase, com duração de dois anos, os equipamentos foram efetivamente produzidos, os processos, desenvolvidos e os corpos-de-prova, fabricados e testados. “Os resultados obtidos demonstram que dispomos de qualidade tecnológica e meios de fabricação qualificados para atender à demanda por equipamentos para o setor aeroespacial”, afirma Célio Vaz. Segundo o engenheiro, o domínio dessa tecnologia trará grandes benefícios ao país, como a substituição de importações, a geração de empregos locais – a Orbital emprega quatro pessoas, sendo duas de nível superior – e a possibilidade de exportar produtos e serviços com alto valor agregado.

## Dois pedidos

Os clientes finais da Orbital são a Agência Espacial Brasileira (AEB) e o Inpe, centro de pesquisa com o qual a empresa firmou seu primeiro contrato em dezembro de 2001. A empresa participou de uma concorrência pública e foi escolhida para fabricar quatro painéis solares para o Satélite Científico (Satec), cada um deles medindo 50 cm por 66 cm. Nesse projeto, foram utilizados 1.100 células importadas, porque até aquela data a Orbital ainda não produzia esses componentes. Cada célula, feita com silício monocristalino, media 20 mm por 40 mm. O Satec estava programado para ser colocado em órbita pelo Veículo Lançador de Foguetes (VLS), que explodiu na base de lançamento de foguetes de Alcântara, no Maranhão, em agosto do ano passado.

Em setembro de 2002 a empresa foi subcontratada para participar de uma empreitada ainda mais ambiciosa: projetar e fabricar os

painéis solares que serão instalados num módulo de serviço comum a uma série de satélites denominada Plataforma Multimissão (PMM), com capacidade de levar, em cada vôo, cargas úteis variáveis como câmeras para captar imagens da Terra, radares ou experimentos científicos, por exemplo. Ela está sendo construída para a AEB e para o Inpe por um consórcio de empresas nacionais: Atech, de São Paulo, Cenic, Fibraforte e Mectron, de São José dos Campos.

A plataforma é dotada de equipamentos básicos (sistema de suprimento de energia, propulsão, telecomunicações etc.) que servem para manter em operação a carga útil do satélite, como câmeras de imageamento terrestre, radares, sensores e experimentos científicos. “A plataforma encontra-se em fase de detalhamento do projeto. Iremos projetar, desenvolver e montar painéis solares para as duas asas da plataforma, cada uma deles com cerca de 80 cm por 130 cm e quase 1.500 células”, explica o diretor da Orbital. A previsão é de que os painéis e a plataforma estejam prontos até o início de 2006.

## Qualidade internacional

Como o mercado nacional de satélites é limitado e sazonal, a Orbital está mirando clientes no exterior para crescer. “Pretendemos entrar em licitações internacionais e, para isso, estamos em processo para obter a certificação pela norma NBR 15100 Sistema de Qualidade Espacial, que corresponde à AS 9100A em nível internacional”, afirma Célio Vaz. Segundo o engenheiro, os Estados Unidos fabricam algumas dezenas de satélites científicos por ano e são um ótimo mercado. “Acredito que poderemos ser bem-sucedidos por lá se tivermos preço competitivo. Além disso, países como México, Chile e Argentina têm programas espaciais e não dominam a tecnologia de fabricação desses painéis.” Outra alternativa para sobreviver nesse

mercado é diversificar a produção. “Pensamos em usar a tecnologia e os equipamentos desenvolvidos por nós para fabricar outros produtos, como sensores ópticos e equipamentos para armazenar e condicionar a energia captada pelos painéis”, diz Célio Vaz.

Os painéis solares espaciais, no entanto, não podem ser usados aqui na Terra, porque eles diferem bastante dos dispositivos similares de uso terrestre. Os painéis solares terrestres são projetados para o tipo de luz que chega na superfície da Terra, com um espectro eletromagnético diferente do existente fora da atmosfera. Outra diferença está no encapsulamento do painel. O terrestre tem que ser protegido contra umidade e choques físicos, provocados, por exemplo, por chuva de granizo.

## Olhar eletrônico

*Empresa do PIPE desenvolve sistema inédito que monitora veículos a distância*

**G**erar mais segurança e melhorar o controle dos mais diversos setores de transporte é a proposta de um novo equipamento que vai ajudar a resolver os problemas dessa área como roubos, escolha de rotas e supervisão do transporte público. Fruto de um projeto do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) da FAPESP, a Unidade Móvel de Registro de Rotas foi desenvolvida pela Compsis Computadores e Sistemas, de São José dos Campos (SP).

Baseado nos tradicionais sistemas localizadores de veículos a distância, o equipamento agrega ao rastreamento usual uma série de opções oferecidas pela informática. Em fase de finalização, esse diminuto computador de bordo disponibiliza várias funções e informações que vão do mapeamento da rota percorrida até detalhados relatórios de cumprimento de horários em cada ponto do trajeto. A Unidade Móvel registra, se for desejado, atividades específicas do veículo, tais como o consumo de combustível, a velocidade em cada ponto do trajeto e até mesmo a temperatura de uma carga refrigerada.

Até os registros de abertura de portas e os tempos de parada podem ser computados. Registros eletrônicos em portarias de empresas, pagamento automático de pedágio e em postos de abastecimento também estão previstos nas configurações já disponíveis. Indo mais adiante, no caso particular e preocupante da segurança, se um veícu-

lo sair de uma rota pré-estipulada, o equipamento poderá providenciar o desligamento de certos sistemas, passando a controlar a ignição do motor, a abertura da porta baú, os faróis, as travas nas portas e o rádio, emitindo aviso à central ou então diretamente à segurança responsável.

### Compacto e escondido

O aparelho lembra a caixa-preta existente nas aeronaves. É composto de uma caixa metálica compacta do tamanho de um maço de cigarros e de uma antena igualmente pequena, ambas estrategicamente embutidas no veículo, em locais seguros e sem estar à vista, dificultando a possibilidade de violação.

O sistema de comunicação entre o veículo e a sede da empresa é feito a partir de conexões com estações de rádio UHF ou sistema de telefonia celular. Os satélites de comunicação, como o Brasilsat, usados pelos concorrentes, estão descartados por apresentarem alto custo. No entanto, como alguns de seus congêneres, a Unidade Móvel utiliza-se da tecnologia *Global Positioning System* (GPS), baseada na constelação de satélites que informa a latitude e longitude de cada ponto do planeta. Com o GPS, o equipamento consegue registrar percursos dos veículos sobre mapas digitalizados, exibindo as coordenadas e identificando o nome da rua.

O potencial do equipamento da Compsis tem despertado grande interesse em testes e exposições, mas um fato que chama a atenção e endossa ainda mais o projeto é o detalhe que ele foi todo desenvolvido no país. “Valorizamos bastante esse trunfo”, exalta Ailton Queiroga, diretor-presidente da Compsis e coordenador do projeto.

## Custo menor

Outro feito da Compsis é o equipamento ficar mais barato e ter prestações de serviços mais econômicas que as de seus concorrentes, também dependentes de tecnologia estrangeira. “Nós produzimos o equipamento, enquanto outras empresas trabalham com representantes”, conta Queiroga.

A origem da Compsis data do ano de 1989, quando a empresa iniciou suas atividades como fornecedora do setor aeroespacial existente em São José dos Campos. Em anos mais recentes, a companhia passou a implantar pedágios eletrônicos e desenvolveu *softwares* e aparelhos eletrônicos para as linhas de montagem da indústria automobilística. As qualidades do sistema de localização da Compsis já foram testadas pela maior seguradora de cargas do país, a Pamcary. Essa empresa endossou no final do ano passado a validade da instalação desse equipamento em caminhões. Concessionárias de diversos serviços públicos também já estudam a possibilidade de adotar o equipamento para fiscalizar as suas frotas. Na gestão de uma frota de ônibus, por exemplo, pode-se registrar cada parada e o tempo gasto nela, a velocidade desenvolvida e a quilometragem, além das rotas de cada veículo.

Outra área de grande potencial é a checagem da rota dos veículos que transportam lixo comum, hospitalar ou químico. Pode-se situar inclusive a tonelagem que o veículo carrega e, um dado importante do ponto de vista sanitário, o real local de descarga. Queiroga acredita que, com isso, a fiscalização desses serviços ficará facilitada e livre de fraudes. “O controle nem precisa ser imediato, porque pode ser feito ao final do dia, ou mesmo semanalmente”, explica o engenheiro Leopoldo Yoshioka, da Compsis.

## Muita informação

O equipamento pode ser configurado para várias capacidades de memória e, se houver necessidade, os dados promovidos pelo sistema podem ser criptografados (linguagem cifrada). O sistema produz relatórios, formaliza gráficos e também cruza informações a partir de arquivos gerados em formato compatível com o popular conjunto de *softwares* MS-Office, da Microsoft. Aposta-se, assim, na utilidade desses dados tanto para fins de auditoria quanto para otimizar o gerenciamento dos serviços prestados.

Nessa fase de lançamento a Compsis pretende se dedicar a setores determinados como o de carga, incluindo as empresas que transportam seus próprios produtos e as transportadoras, além do segmento de passageiros. Num próximo passo, a empresa vai atender a outras frotas de veículos comerciais e militares, sem deixar de lado as ambulâncias e os veículos particulares. Queiroga acredita também em boas possibilidades no mercado externo.

Num primeiro momento, cabe, ainda, uma decisão. Se a Compsis irá simplesmente ofertar o produto ou cuidar também da prestação de serviços. Essa resposta não é tão simples por se tratar de uma pequena empresa. Embora, nos últimos dois anos, tenha dobrado o seu número de funcionários – a companhia emprega 130 pessoas. Quanto ao incremento previsto no faturamento, a empresa afirma que isso ainda é impossível de calcular. Por enquanto, o objetivo é finalizar o produto e colocá-lo no mercado.

## Cartórios no mundo digital

*Projeto do PIPE resulta em software para registro e organização de papéis*

Um programa inédito capaz de ser utilizado em qualquer computador promete um futuro melhor para os setores que trabalham com o arquivo de documentos como cartórios, órgãos públicos e câmaras municipais, por exemplo. O aplicativo vai automatizar boa parte do até então dispendioso e complicado processo de arquivamento, organização e atualização de certidões, processos, atas e outros tipos de papéis documentais que contam a história e registram a vida dos cidadãos, das empresas e do poder público. A partir de um *scanner*, o novo programa vai registrar os papéis, principalmente aqueles antigos feitos com máquinas de escrever, e colocá-los na tela de um computador que tenha a bem disseminada base Windows, da Microsoft.

Pertencente à família dos reconhedores automáticos de caracteres, conhecidos pela sigla OCR, do inglês *Optical Character Recognition*, o novo *software* está sendo preparado pela empresa paulistana Carta Consultoria por meio de um projeto do Programa Inovação Tecnológica em Pequena Empresa (PIPE) da FAPESP. Num primeiro momento, a versão que deverá chegar até o final do ano ao mercado será dedicada às funções de um cartório. Esses estabelecimentos são importantes emissores e depositários de certidões e escrituras e recebem por dia muitas solicitações de informações. Só na cidade de São Paulo os cartórios realizam uma média de 7 mil buscas de documentos durante todos os dias. Ao final do mês, são 140

mil consultas. Uma situação que ainda não conta com ferramentas eficazes para a busca de arquivos em sistemas de computação.

## Substituir documentos

Para se ter uma idéia do que representa o avanço do novo programa, bem mais especializado que os seus congêneres, o conteúdo de várias salas com papéis poderia ficar empilhado num punhado de disquetes. É um parâmetro ainda difícil de ser atendido, porque o programa de OCR da Carta Consultoria não pretende, de forma alguma, substituir todos esses documentos. Legalmente, isso ainda não é possível. Cabe-lhe ordenar e facilitar o acesso a todos esses papéis, tanto por parte do funcionário da repartição quanto na disponibilidade de um serviço melhor ao público. Dessa forma, documentos de papel que circulam nesses locais poderão ser rapidamente transformados em documentos digitais.

O desenvolvimento do produto teve a coordenação de Felício Sakamoto, gerente de projetos da Carta. A empresa é uma consultoria de sistemas computacionais, principalmente nas áreas de documentação, geoprocessamento e mapeamento. Durante a fase de elaboração do *software*, a Carta teve a colaboração importante, na forma de consultoria, do Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo (IME-USP), por meio do departamento de Ciência da Computação. “Munido das informações repassadas pelo pessoal do IME, que incluíam um protótipo e indicavam a possibilidade técnica real para o produto, partimos para os estudos de pesquisa de mercado, definindo a viabilidade também financeira para o lançamento de um novo *software*”, conta Sakamoto.

## Primeiro alvo

A prospecção de mercado permitiu identificar que os documentos armazenados em cartório mereciam ser o primeiro acervo a ter uma versão para o produto. Mesmo que recentemente esses estabelecimentos já possuam as vantagens do arquivo digital, a maior parte dos documentos permanece armazenada em livros típicos. E toda vez que se exige uma alteração no conteúdo, por exemplo, é preciso refazer todo o documento. “É um trabalho de redigitação muito grande”, justifica Sakamoto. Mas por que dedicar-se a um produto específico se já existiam poderosos programas OCR comerciais? “Consultamos alguns responsáveis de cartórios sobre os produtos disponíveis no mercado e eles afirmaram que o desempenho desses produtos é fraco, por isso desistiram de usá-los.”

## Tipos de papéis

A inovação do sistema OCR da Carta é a especialização, porque os OCRs comuns não permitem uma pré-seleção da estrutura de documentos. “Escolhemos algumas categorias de papéis e, assim, ganhamos no desempenho”, explica Routho Terada, professor de Ciência da Computação da USP e um dos principais consultores envolvidos com o projeto.

O novo programa, portanto, começou a ser desenvolvido partindo dos problemas existentes no mercado a ser atingido. “Aproveitamos a experiência do IME e desenvolvemos uma ferramenta bem mais versátil”, explica Júnior Barrera, professor do IME-USP. A etapa a seguir exigiria um longo e paciente processo de programação e de testes que, por fim, tomaria quase 80% de todo o período dedicado ao projeto iniciado em 1997.

## Conceitos digitais

Do ponto de vista técnico, existem diversas maneiras de um programa de computador fazer a transformação das imagens, captadas pelo *scanner*, em caracteres de texto. Na prática, basta entender que os conceitos matemáticos e de geometria, seguidos depois por regras de estatística, são utilizados, neste caso específico, para mapear e trabalhar sobre cada pequenino trecho dos documentos pré-digitalizados. Para a funcionalidade do computador, qualquer imagem não passa de um acúmulo seqüencial de números.

## Impressão antiga

Ao tratar-se de documentos antigos, entretanto, a história muda. Com todos os seus borrões, carimbos manchas e a típica imprecisão gráfica das antigas máquinas de escrever, até mesmo os programas OCR comerciais mais gabaritados não conseguem uma eficácia satisfatória. “Fizemos alguns testes com documentos recentes já digitalizados e o melhor dos *softwares* existentes atingiu 90% e o nosso 98%. Num segundo documento, mais antigo e gerado por máquina de escrever, o índice do programa comercial era muito ruim, cerca de 60%, enquanto o nosso chegou aos 90%”, conta Sakamoto, satisfeito.

Na reta final da preparação do programa, a Carta faz os últimos acertos técnicos e dedica-se ao trabalho de *marketing* e de formatação do produto destinado aos cartórios. Os técnicos acham difícil calcular números sobre possíveis vendas e o faturamento previsto. Mas pode-se estimar facilmente o seu potencial de utilidade. Dentro de um universo de 5 mil municípios em todo o país, é correto imaginar que exista pelo menos um cartório em cada uma dessas locali-

dades. Um mercado carente de inovações eficazes para o arquivo e a organização de documentos.

Roberto Tanaka

Revista *Pesquisa FAPESP*, edição 62, 03/2001

## Criação sem limites

*Empresa paulistana desenvolve software  
que incorpora efeitos especiais em sistemas de vídeos*

**E**xtrair a imagem de um carro de Fórmula 1 correndo no Autódromo de Interlagos, em São Paulo, e aplicá-la em outro cenário ou destacar a imagem de um ciclista passeando numa cidade e sobrepô-la a uma paisagem árida e gelada do continente antártico são dois exemplos dos efeitos especiais obtidos para a edição de vídeos digitais por um *software* que está em fase final de desenvolvimento pela empresa SDC Engenharia, Sistemas e Eletrônica, de São Paulo. “Criamos uma ferramenta computacional inédita, que será valiosa para os profissionais que trabalham com edição e pós-edição de imagens”, afirma Robert Liang Koo, diretor da SDC e coordenador do projeto intitulado Segmentação Assistida de Imagens e Vídeos Digitais, financiado pela FAPESP dentro do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE).

Resultado de mais de dois anos de extenso trabalho, o *software* será uma ferramenta simples e rápida para auxiliar no processo de segmentação de imagens digitais que será muito útil em gravações no sistema Digital Video Disc (DVD) ou para a futura TV digital. Essa técnica de segmentação consiste em isolar os *pixels* (o menor ponto tonal de um sistema de imagem digital), que representam o objeto de interesse dos demais existentes no fundo da imagem. Com ele, será possível fazer o recorte de qualquer objeto em qualquer tipo de cenário, sem que para isso as gravações precisem ocorrer em ambiente previamente preparado, como é necessário atualmente. Em outras palavras,

o *software*, batizado de SDC ProntoVÍdeo, permitirá a segmentação de vídeos com imagens bem mais complexas, independentemente das cores e das características do fundo e da imagem a ser destacada.

A colagem de imagens é um recurso bastante utilizado pelos telejornais em todo o mundo. A previsão do tempo do *Jornal Nacional*, da TV Globo, por exemplo, mostra o apresentador e ao fundo uma imagem animada do mapa do Brasil. Mas, para a cena ir ao ar, as filmagens do apresentador e do mapa ao fundo são feitas separadamente. Primeiro, o “homem do tempo” é filmado à frente de uma parede azul, cheia de marcações (pregos ou adesivos) que mostram onde, supostamente, estão os Estados brasileiros e os aspectos meteorológicos a serem ressaltados – frentes frias, massas de ar seco, ar quente, chuvas etc. Depois é feita uma animação em que é mostrado o comportamento da meteorologia no território brasileiro.

## Cenário azul

Na montagem final, a imagem do meteorologista é isolada e recortada do cenário azul e colada sobre a animação. Esse efeito especial só é possível graças a uma sofisticada técnica de edição de imagens conhecida por *croma-key*, ou fundo azul. Para livrar o recorte de distorções, a gravação se dá em um ambiente controlado. O cenário onde se encontra o apresentador é todo azul, e a iluminação é orientada para acentuar o contraste entre ele e o cenário ao fundo.

## Agilidade e rapidez

Segundo Koo, que também é professor de Ciências da Computação na Pontifícia Universidade Católica (PUC), de São Paulo, o

*software* desenvolvido é bastante superior a similares disponíveis no mercado. A segmentação de imagens num ambiente genérico é tão difícil que, na maioria dos casos, ela é feita manualmente, com o usuário desenhando o contorno do objeto, como se fosse uma máscara, para em seguida recortá-lo. Essa segmentação, feita com uma ferramenta disponível em inúmeros *softwares* de desenho, como o Photoshop, é realizada de acordo com a percepção visual do usuário e leva muito tempo. “O que oferecemos agora é uma ferramenta semi-automática, extremamente ágil e muito mais fácil de ser manipulada”, explica.

Sua operação é muito simples. Inicialmente, o usuário deve assinalar, no primeiro quadro da imagem, o objeto que pretende isolar. Para isso, basta posicionar o cursor em cima do objeto e, pressionando o botão da esquerda do *mouse*, fazer um pequeno risco no objeto. Esse é o marcador interno, que leva a cor vermelha. Em seguida, ele faz um marcador externo, em azul, nas áreas ao redor do objeto, pressionando o botão da direita do *mouse* e fazendo outro risco. “Dois marcadores simples, um externo e outro interno, já são suficientes para o ProntoVÍdeo processar a segmentação da imagem”, explica Koo. Ele vai procurar encontrar o contorno do objeto, por meio da diferença de padrão dos *pixels*, que é expressa pela mudança de cor, textura e brilho do objeto a ser recortado e o que está a seu redor.

Uma vez feitas as marcações iniciais, o ProntoVÍdeo projeta o contorno do objeto e do fundo. Utilizando cálculos de estimativa de movimento, esses contornos são propagados para os quadros seguintes do filme. Caso ocorram pequenas distorções no recorte – por exemplo, se parte do objeto, como o nariz da pessoa, não tiver sido destacado –, o usuário interfere no processo, fazendo as correções necessárias, apagando alguns marcadores ou introduzindo novos. No caso do nariz, bastaria que se fizesse um marcador interno

nesse ponto e ele seria recuperado na imagem recortada. “Por isso é que a segmentação é semi-assistida e não totalmente automática”, explica Koo.

O desenvolvimento da tecnologia foi feito com o auxílio dos pesquisadores Roberto Lotufo, da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp); Júnior Barrera, do Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo (USP); Alexandre Falcão, do Instituto de Computação da Unicamp; e Rubens Machado, do Centro de Pesquisas Renato Archer (CenPRA), de Campinas. Segundo Lotufo, o ProntoVÍdeo terá, inicialmente, duas utilidades básicas. “Ele será usado para realizar efeitos especiais em vídeo, como a retirada de fundos, e para produção de vídeos no formato MPEG-4, um novo formato de vídeo digital em que os vários objetos em cena são codificados separadamente”, afirma. “O novo *software* da SDC ajudará o produtor de MPEG-4 na separação dos vários elementos presentes na imagem.”

O produto deverá estar no mercado dentro de um ano. Mas o protótipo, concluído no ano passado, já se encontra em plenas condições de ser utilizado pelo usuário final. “Estamos apenas fazendo alguns aperfeiçoamentos para que ele se torne um produto competitivo no mercado internacional”, afirma o diretor da SDC. “Entre outras coisas, estamos solicitando uma patente com o auxílio da FAPESP e melhorando o algoritmo de estimativa de movimento de propagação dos marcadores”, diz ele. Esse algoritmo é o responsável pela precisão do recorte do objeto. O *software* deverá custar entre US\$ 50 e US\$ 100 e sua venda será feita apenas pela Internet. Quem quiser poderá fazer um *download* do programa diretamente do *site* da SDC ([www.sdc.com.br](http://www.sdc.com.br)), mediante o pagamento de uma taxa.

## Venda pela Internet

Criada em 1987, a SDC é uma empresa nacional especializada na integração e no fornecimento de equipamentos, *softwares* e soluções para automação industrial, automação de laboratórios, visão computacional, processamento de imagem, comércio eletrônico e telecomunicações. Em 2000 seu faturamento atingiu US\$ 2 milhões, sendo 10% referentes a vendas externas. Um de seus produtos de maior sucesso comercial é o *software* SDC Morphology ToolBox, lançado em 1999 e hoje exportado para mais de 50 países. “Esse *software* é uma poderosa coleção de ferramentas morfológicas para segmentação de imagens e utilizado no delineamento de imagens de exames médicos”, explica Robert Koo. “O Morphology ToolBox foi a base de desenvolvimento do ProntoVídeo.” Ao que tudo indica, o novo *software* tem tudo para também ser um produto bem-sucedido comercialmente e tornar-se uma ferramenta importante na produção de filmes digitais.

## Programas de bom tamanho

*Três empresas do PIPE desenvolvem projetos de software que vão contribuir para que o Brasil se torne mais competitivo nesse setor*

Com projetos diferentes entre si, três empresas apoiadas pelo Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE), da FAPESP, têm como ponto comum a busca de soluções ainda pouco contempladas pelas companhias de todos os portes que desenvolvem *softwares* no Brasil. A InfoDinâmica, de São Paulo, investe em um sistema de controle predial que, combinando *hardware* e *software*, possibilitará um novo passo no monitoramento local e remoto de quase todos os equipamentos eletroeletrônicos de residências e escritórios. A também paulistana Invenire desenvolve um *software* para as mesas de câmbio dos bancos e os departamentos de comércio exterior das grandes corporações.

A Spall, de São Carlos (SP), está muito próxima de lançar a primeira versão de um programa que simula a formulação de materiais para a indústria cerâmica. E, melhor, as três empresas, que investem em nichos importantes dentro do país, contribuem para que o *software* brasileiro se torne mais competitivo nos mercados interno e externo. Enquanto a participação do *software* desenvolvido aqui é de 76% nas vendas domésticas, a balança comercial do setor ainda apresenta números negativos.

Embora as exportações do país tenham alcançado o patamar dos US\$ 120 milhões em 2001, com um crescimento perto dos 1.200% desde 1995, as importações chegam a US\$ 1 bilhão por ano. Falar em geração de *software*, portanto, é uma questão estratégica porque o

conhecimento e o desenvolvimento tecnológico nessa área são imprescindíveis para o suporte do crescimento de todos os setores da economia.

## Controle remoto

O *software* para controle de sistemas residenciais e prediais, da InfoDinâmica, é um objetivo antigo das gigantes mundiais da indústria eletroeletrônica. “Pesquisei para verificar se havia algo similar e descobri que, apesar de já existir tecnologia disponível para tanto, não há sistema semelhante”, conta o engenheiro mecânico Eduardo Vettori, proprietário da empresa. Ele trabalha desde 1972 na área de tecnologia de informação e teve passagens pela NEC e pela sede inglesa da Shell International Petroleum Company. O sistema que Vettori está finalizando, chamado de Suit, é a concretização de um antigo sonho dos escritores de ficção científica.

O *software* pode monitorar e controlar, de forma remota ou não, qualquer aparelho que integre um circuito, desde um televisor a um mecanismo de alarme de segurança, de uma geladeira a um jogo de persianas. O *software* permite o comando desses artefatos por meio da interface com os controles digitais dos equipamentos e com uma interconexão em rede.

O usuário define e altera as configurações, adequando os controles a suas rotinas, a partir de um computador padrão PC, *palm-tops* ou um telefone. Além das utilizações em sistemas de segurança e controle de residências, prédios e empresas, outro uso que Vettori indica para o Suit é o segmento hoteleiro. “A partir de um *Personal Digital Assistant* (PDA) com boa memória, como um *palmtop*, o supervisor de um hotel pode controlar todos os aparelhos de cada apartamento.” Nas casas de espetáculos, o *software* pode, entre as uti-

lizações possíveis, ligar e controlar a temperatura dos condicionadores de ar.

“O processo do Suit fundamenta-se em apenas três variáveis: qual é o aparelho, o que se quer controlar e em que nível ou estado, como, por exemplo, as funções de liga-desliga, volume etc., além de quem quer fazê-lo”, observa Vettori. “Trata-se de uma solução simples”, diz ele, que deu início ao processo de registro de patente do produto em 1996.

O programa básico inicial, desenvolvido nas linguagens C e Visual Basic, das mais comuns e disseminadas, roda nos sistemas operacionais Windows, Windows CE, Mac, Palm e Unix. Outras linguagens também podem ser usadas. Sua instalação pode utilizar a infra-estrutura da rede elétrica, sem nenhuma modificação, ou a comunicação em radiofrequência, sem fio. Os sistemas atualmente disponíveis, além de controlar apenas alguns dispositivos, por falta de uma interface universal, demandam variadas reformas na infra-estrutura.

O controle a longa distância aproveita a infra-estrutura de serviços públicos – pode ser feito de qualquer linha telefônica, fixa ou móvel, ou pela Internet. O sistema terá sete acessórios de *hardware*, que estão sendo projetados no Centro de Pesquisas Renato Archer (CenPRA), unidade do Ministério da Ciência e Tecnologia que sucedeu a Fundação Centro Tecnológico para a Informática (CTI). Esses acessórios permitem o controle de aparelhos sem nenhuma modificação. Cinco deles já estão prontos: um atendedor telefônico, um equipamento emissor de raios infravermelhos, um transceptor de radiofrequência, tomadas e interruptores. “Falta ainda um multissensor, para identificar, entre inúmeras coisas, a presença humana”, diz Vettori, que prevê a conclusão do projeto no segundo trimestre. Ele acredita que o produto esteja disponível no mercado ainda este ano.

Hoje a InfoDinâmica praticamente não tem faturamento. Fora alguns trabalhos de consultoria, Vettori está totalmente voltado para

o desenvolvimento do Suit. Ele estima, em seu plano de negócios, que o mercado brasileiro de controles prediais poderá, em breve, movimentar US\$ 1 bilhão por ano. No cálculo, ele não inclui possibilidades na área de automação industrial, um segmento ainda não contemplado na estratégia de vendas inicial.

### Protótipo MC3

A Invenire também acredita no grande potencial mercadológico do seu produto. Segundo projeções de José Carlos Arruda Alves, sócio da empresa, o *software*, batizado provisoriamente de MC3, pode conquistar dezenas dos cerca de 150 bancos do país, entre os que utilizam soluções próprias e aplicações menos avançadas de *software houses* concorrentes. “Também vamos oferecer a aplicação a empresas multinacionais de grande porte, que operam mesas de câmbio em função do alto índice de transações internacionais”, diz. O MC3 é uma multiplataforma que opera nos ambientes Windows, Unix e Linux, pode rodar até em grandes computadores (mainframes) e deverá estar à venda entre este ano e o próximo.

Fundada em 1999, a empresa entrou no mercado com a oferta de serviços de implementação e manutenção de soluções para a integração à rede Swift (*Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunication*), atendendo, principalmente, a bancos de pequeno e médio porte. A Invenire é uma iniciativa dos irmãos José Carlos Arruda Alves, engenheiro que fez carreira na área de negócios da IBM, e Valter Francisco Arruda Alves, professor da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). “Nosso objetivo sempre foi desenvolver produtos de *software* inovadores”, conta José Carlos.

O desafio da Invenire no sistema de câmbio é, talvez, menos importante que o exercício de programar em Java – linguagem da Sun

Microsystems com grande participação de mercado na área de desenvolvimento para a Internet – de acordo com o conceito de componentização. Ele se fundamenta na premissa de que uma *software house* não precisa desenvolver sozinha todas as partes que compõem seu produto. Parte de suas necessidades técnicas é comprada de outras empresas. Isso permite integrar componentes de qualidade já comprovada, fornecidos por empresas especializadas em determinado tipo de *software*.

Entre os utilitários, um bom exemplo é o dos instaladores de programas – produtos com funções complexas cujo desenvolvimento interno demandaria grande investimento de tempo e dinheiro. A componentização é uma das fortes tendências em todo o mundo e é fundamental para o progresso da indústria do *software* na Índia, país com alto desempenho nesse setor. Na definição da estratégia a adotar, os irmãos Alves levaram em conta não só as grandes tendências do consumo de *software* no ambiente empresarial, mas a capacidade da empresa de aproveitá-las a partir de estrutura e de disponibilidade de investimento reduzidas. “A opção pelo desenvolvimento de componentes emergiu como um caminho natural”, diz Valter.

Na prática, isso significa que a Invenire não pretende conceber uma plataforma completa para a automação de empresas – quer, sim, desenvolver aplicações que possam ser integradas a grandes guarda-chuvas, como, por exemplo, os sistemas de gestão empresarial, ou *Enterprise Resource Planning* (ERP), segmento em que atuam a alemã SAP, a norte-americana People Soft e as brasileiras Microsiga e Datasul, entre diversas outras companhias.

A tendência de componentização tende a se fortalecer com a disseminação do modelo dos Application Service Providers (ASP), servidores que abrigam serviços de Internet, hospedando bancos de dados de forma remota. A componentização também ganha força com o aparecimento dos serviços de *web services*, que possibilitam às em-

presas usuárias “procurar” na Internet determinadas soluções em sistemas. Por exemplo, um banco pode analisar o crédito de seus clientes, via Internet, por meio de empresas especializadas nessa atividade.

Os *web services* permitem aos usuários formar pacotes de *software* com os produtos que considerarem mais adequados às suas necessidades sem se preocupar com a integração das aplicações – um dos maiores desafios para os departamentos de informática e prestadores de serviços –, baseando-se em padrões de comunicação entre programas, como o *Extensible Markup Language* (XML). O padrão XML permite que vários *softwares* conversem entre si, pela troca de documentos e dados em formato padronizado. “Trabalhamos com o *Simple Object Access Protocol*, ou Soap, com base em XML”, observa Mauricio Nacib Pontuschka, coordenador do Núcleo de Computação Científica da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP) e instrutor da Sun na área de Java, que presta consultoria para a Invenire.

Sob a orientação de Pontuschka e de Carlos Eduardo de Barros Paes, também professor da PUC-SP e consultor da Invenire, o time de desenvolvimento é formado por nove estagiários do curso de Ciências da Computação da PUC-SP. Com receita anual de R\$ 60 mil, a Invenire utiliza os recursos do PIPE para pagar esses estagiários e os dois consultores envolvidos no desenvolvimento do MC3. Além de Pontuschka e de Carlos Paes, a empresa conta também com os conhecimentos de um especialista no setor bancário, Rui Cabral de Mello, que orienta a concepção do *software* em seus aspectos funcionais, para garantir sua adequação às necessidades do público-alvo.

Outro passo importante, na visão que os dirigentes da Invenire têm do futuro, é a certificação de seus produtos. “Nosso objetivo é começar a exportar dentro de poucos anos e para isso precisamos de certificações que atestem a qualidade dos nossos *softwares*”, explica José Carlos. Um certificado essencial é o *Capability Maturity Model*

(CMM), ou modelo de maturidade da capacidade, um aval de qualidade de produtos e processos de *software* reconhecido internacionalmente.

A obtenção desse aval não é barata, porque envolve serviços de consultorias autorizadas pelo órgão certificador, papel exercido hoje pela Universidade de Carnegie Mellon, na cidade de Pittsburgh, licenciada, por concorrência, do Software Engineering Institute, centro de pesquisa patrocinado pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos.

## Mistura fina

A Spall, terceira empresa do PIPE, concentra seus investimentos tecnológicos e comerciais em soluções para o setor industrial. Mais precisamente para a indústria de revestimento cerâmico, responsável pela produção de pisos, pias, vasos sanitários e azulejos. A empresa planeja lançar, ainda neste semestre, a primeira versão de um programa que simula a substituição de materiais para esse setor. Sem concorrente conhecido no país e no exterior, o Ceramix poderá economizar milhões de reais para as empresas do segmento de cerâmica industrializada e, de quebra, viabilizar procedimentos de controle de qualidade capazes de torná-las mais competitivas no mercado internacional. O produto será lançado em versão para o sistema Windows.

“A operação em rede pode ser feita facilmente se houver solicitação de algum cliente”, diz Fábio Leme de Almeida, gerente de pesquisa e desenvolvimento da empresa. O potencial mercadológico também é grande para o Ceramix. Quarto maior produtor do mundo – perde apenas para a Itália, a China e a Espanha –, o país tem dificuldade de uniformizar seus azulejos, louças e porcelanas, em

função da falta de ferramentas da tecnologia da informação capazes de simular resultados na inevitável substituição de matérias-primas, que demanda reformulação de toda a massa.

“Mesmo a argila procedente de uma mesma jazida pode apresentar variações físico-químicas, e é quase impossível garantir a manutenção de características como capacidade de retenção de água, rigidez e resistência no produto cerâmico”, observa Edélcio Leme de Almeida, diretor administrativo da Spall e coordenador do projeto. O problema em torno da substituição de matérias-primas não se limita à questão da uniformidade. “As empresas evitam ao máximo a substituição, armazenando quantidades enormes de material, e ficam atreladas aos fornecedores”, comenta Almeida.

Ou seja: o problema afeta o aproveitamento de espaço e o giro financeiro das companhias e transforma-as em presas fáceis de eventuais aumentos abusivos de preços. Além disso, os testes com novas matérias-primas, baseados em tentativa e erro, causam perdas enormes. “Dado o porte dos equipamentos utilizados, a quantidade mínima para testes é de 1 tonelada e, normalmente, a substituição demanda vários deles, com elevado consumo de matéria-prima, recursos humanos e energético.”

O Ceramix simula a utilização de várias matérias-primas para a reformulação de massas e esmaltes cerâmicos. A partir de uma base de dados, o *software* auxilia os usuários a identificar equívocos na formulação de produtos. “Trata-se de um *software* baseado em modelos científicos, com um módulo totalmente voltado para cálculos”, explica Fábio. O novo sistema está em testes numa companhia paulista que prefere não ter seu nome revelado por questões estratégicas. “A colaboração dessa empresa tem sido muito importante para a verificação da eficiência do *software*”, comenta Fábio.

Segundo suas previsões, o lançamento do produto deve ocorrer até o final deste semestre. A viabilidade em desenvolver o Ceramix,

conta Edélcio, surgiu em 1998, a partir de conversas técnicas com Edgar Dutra Zanotto, professor do Departamento de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de São Carlos (Ufscar). A região é um importante pólo cerâmico, e a Ufscar mantém laboratórios voltados para o setor. Zanotto colabora no projeto do *software* da Spall, que conta ainda com a consultoria de um matemático e está a cargo de três estudantes do Departamento de Computação da Ufscar.

A Spall, que tem receita líquida anual em torno de R\$ 40 mil, nasceu em 1994 já com uma encomenda para atender. O negócio que motivou a fundação da empresa resultou no lançamento do SIM – Sistema de Informações Maçônicas, que, depois, atrairia 5 mil clientes no Brasil. A Spall também presta serviços de consultoria nas áreas de redes e Internet, além de desenvolver projetos de *web sites*. “Com o Ceramix, pretendemos pelo menos dobrar nosso faturamento ainda este ano”, afirma Edélcio.

O Ceramix, o MC3 e o Suit são exemplos de que criatividade e empreendedorismo, aliados ao desenvolvimento de produtos inovadores nas pequenas empresas, podem lançar o país para um patamar mais alto na produção de *softwares*, um produto que está na cesta de necessidades básicas de qualquer setor neste início de século 21.



FÍSICA/ GEOCIÊNCIAS  
ENGENHARIA CIVIL  
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

FOTO: MIGUEL BOYAYAN

## Ferramenta de luz infravermelha

*Empresa incubada no Ipen amplia o uso industrial do laser*

**M**icrofuros quase invisíveis a olho nu, cortes perfeitos, estampagens metálicas de alta precisão sem uso de moldes, gravações de logomarcas mais rápidas e baratas. Essas são algumas das aplicações industriais do atual processamento de materiais por meio de *laser*. Um tipo de técnica que começa a se expandir no Brasil por empresas como a LaserTools, instalada no Centro Incubador de Empresas Tecnológicas (Cietec), sediado no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen), no campus da Universidade de São Paulo (USP). A empresa originou-se, em 1998, na Divisão de Óptica do Ipen a partir do projeto Aplicações de Lasers no Processamento de Materiais, que faz parte do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) da FAPESP.

A LaserTools conta com o aporte financeiro de R\$ 111 mil e US\$ 90 mil e o apoio do Programa de Capacitação de Recursos Humanos para Atividades Estratégicas (RHAE) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). São R\$ 154 mil destinados à contratação de bolsistas de junho de 1999 a maio de 2002.

A atividade da LaserTools não é exatamente oferecer um produto, mas um serviço que emprega a tecnologia de *laser* para agregar valor a diversos tipos de materiais e equipamentos. A empresa, por exemplo, faz cortes de alta precisão com medidas da ordem de 30 micrômetros (um micrômetro é igual a um metro dividido em

um milhão de partes), furos com tamanhos de 20 a 100 micrômetros, soldagens sem propagação de calor, tratamentos térmicos e gravações superficiais ou profundas. Entre os materiais que podem ser processados com *laser* destacam-se aço carbono, aço inox, titânio, tungstênio, alumínio, ligas de cobre, silício e cerâmicas.

A empresa trabalha com um tipo de *laser* chamado de estado sólido de neodímio (Nd):YAG. O Nd é um elemento químico conhecido como terra rara e o YAG é a designação de um cristal sintético, também chamado de granada, constituído por óxido de ítrio e de alumínio. A presença de neodímio nesse cristal é mínima. É uma impureza que emite luz ao ser excitada (ou “bombeada”, como dizem os físicos) por um tipo de lâmpada específica.

A luz é ampliada num dispositivo chamado cavidade óptica, que é o “coração” do aparelho *laser*. A seguir, ela é direcionada de forma a produzir um feixe de luz de alta intensidade, pertencente à faixa de luz infravermelha, portanto invisível ao olho humano. O físico Spero Penha Morato, sócio da empresa e coordenador do projeto, explica que o correto é utilizar a expressão “feixe de luz *laser*”, em vez do popular “raio *laser*”. Raio é indicado para descargas rápidas, como as atmosféricas, de duração curta.

## Custo menor

Morato conta que a LaserTools já desenvolveu soluções para várias empresas. Para a Faber-Castell implementou a marcação de lápis. Esse processo substitui os métodos pantográficos tradicionais para fazer a matriz do carimbo e permite gravar com mais velocidade, mais qualidade e a um custo menor. Na KG Sorensen, a LaserTools presta serviços de gravação de inscrições num porta-brocas de dentista, uma peça de alumínio. A gravação a *laser* substitui com vantagem

de preço e tempo de execução o método *silk-screen* tradicional. Ainda para a indústria odontológica estão em desenvolvimento vários processos de gravação de logotipos e códigos de identificação em instrumentos e pinos de titânio para implantes.

A Smar Equipamentos obteve com a LaserTools um processo de solda sem propagação de calor para sensores de pressão de ar em máquinas industriais. Para o Centro de Pesquisas da Telebras, o *laser* inseriu nomes nos *chips* e fez soldas em dispositivos utilizados nos equipamentos de telefonia celular. Além desses exemplos, há um serviço prestado a outra empresa do Cietec, a Desystems, que desenvolve uma bateria para coração artificial envolta em titânio. A LaserTools faz o corte, a solda e a identificação do encapsulamento da bateria.

Também furos micrométricos estão sendo produzidos para a Eletrotela Tecnologia, fabricante de impressoras de jato de tinta para gigantografia – grandes painéis ou *banners* de propaganda. Dispositivos com furos tão diminutos servem para a passagem da tinta, permitindo uma impressão de alta precisão. “Isso só o *laser* faz e só nós fazemos”, salienta Morato.

O número e a variedade de produtos, exemplificados no mostruário exibido na pequena sede da LaserTools, são surpreendentes. A tecnologia a *laser* tem alcance muito amplo. “A indústria nacional ainda não sabe das reais possibilidades do *laser*”, afirma Morato. E cita mais uma possibilidade em andamento: “Podemos nacionalizar os bicos injetores de motores a diesel usados no Brasil”. Eles são importados e os furos, por onde passa o combustível, são feitos na Suíça. Para executar esse serviço, a LaserTools planeja dois caminhos. Fazer os furos por encomenda ou dar assessoria para a compra de uma máquina dedicada – ou seja, específica para essa atividade – e acompanhar a produção.

## **Laser mais potente**

Para realizar os diversos tipos de serviço que se propõe, a LaserTools tem um instrumental aparentemente modesto. “Temos dois *lasers*: um para corte, furo e solda e outro para marcação ou gravação.” O alvo da tecnologia da empresa é tornar os processos de corte e furação cada vez mais eficientes e precisos. “Para isso vamos obter um *laser* mais potente, que permitirá desenvolver processos como os de furos de bicos injetores.” Uma das grandes aplicações do *laser*, destacada por Morato, é a substituição da estamparia tradicional de metais, sobretudo para a produção em pequena escala. “Se alguém quer fazer só 500 peças, o custo do estampo ou molde é tão alto que a produção fica inviável”.

Com o *laser*, o estampo desaparece. A nova técnica é integrável à programação dos computadores e a sistemas de controle numérico. “Outra possibilidade do *laser*, ainda não utilizada no Brasil, é o corte de laminados híbridos – por exemplo, uma lâmina formada por uma camada de metal junto com outra de grafite, para facilitar a lubrificação. “Sem o *laser*, o processo seria muito caro, pois o laminado híbrido é feito de materiais de durezas diferentes. Se usássemos serra, por exemplo, quebraríamos o grafite”, explica Morato.

## **Formação acadêmica**

A LaserTools foi fundada em novembro de 1998 e é formada por sete sócios, incluindo o coordenador Spero Morato. São eles Wagner de Rossi, Nílson Dias Vieira Júnior, Gessé Eduardo Calvo Nogueira, José Roberto Berretta, Niklaus Ursus Wetter e José Tort Vidal. Todos tiveram formação acadêmica e profissional na Divisão de Óptica Aplicada do Ipen, criada no início dos anos 1980. Na fase atual, o

objetivo deles é consolidar metodologias e processos para o uso do *laser* em aplicações industriais de maior demanda, como as gravações superficiais e profundas, a microfuração e a solda sem transmissão de calor.

Até agora, a receptividade da empresa tem sido muito boa em vários setores industriais, segundo Spero, e ainda há um bom caminho pela frente. “O processo de incubação da LaserTools, no Cietec, deve durar mais dois ou três anos, e então esperamos estar no mercado de uma vez. Hoje temos encomendas e os resultados do projeto já geram uma receita, embora pequena”, revela o coordenador.

## Poluentes na mira da luz e do som

*Empresa do PIPE desenvolve sistema fotoacústico que analisa o ar atmosférico*

**L**inérito no Brasil e com raros representantes similares no mundo, um sistema para medir concentrações de gases poluentes na atmosfera por meio de *laser* de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) está em fase final de desenvolvimento nos laboratórios da empresa Unilaser, de Campinas (SP). Chamado de espectrômetro fotoacústico, ele foi projetado pelo físico Edjar Martins Telles. O equipamento é capaz de detectar baixas concentrações de diversos poluentes monitorados pelos órgãos de controle ambiental, como ozônio, dióxido de enxofre, amônia e dióxido de carbono. A Unilaser atua nas áreas de manutenção, recuperação e venda de equipamentos de *laser*. A empresa foi criada, em 1986, pelo físico Artemio Scalabrin, professor do Instituto de Física Gleb Wataghin da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

Ela está instalada no Núcleo de Apoio ao Desenvolvimento de Empresas de Base Tecnológica (Nade), da Companhia de Desenvolvimento do Pólo de Alta Tecnologia de Campinas (Ciatec), uma incubadora de empresas mantida pela prefeitura. O projeto do espectrômetro consumiu três anos em pesquisas e teve o financiamento do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) da FAPESP. “Agora estamos na última fase, empenhados em melhorar o sistema e a automação das tarefas para simplificar a integração entre o usuário e o equipamento”, explica Telles, mestre e doutor pelo Instituto de Física da Unicamp com pós-doutoramento no Natio-

nal Institute of Standards and Technology (Nist), em Boulder, no Estado do Colorado, nos Estados Unidos.

## Colisão de moléculas

O princípio de funcionamento do sistema é o efeito fotoacústico, uma técnica que permite converter luz em som. Para entender isso é preciso começar pelo tipo de *laser* escolhido como fonte de excitação óptica sobre as moléculas dos gases. A escolha foi pelo *laser* de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) que possui 90 linhas de emissão dentro do espectro da faixa eletromagnética do infravermelho, com comprimento de onda próximo a 10 micrômetros (milésima parte do milímetro). Esse tipo de *laser* permite detectar vários gases de interesse, pois eles apresentam freqüência de absorção de energia coincidente com as linhas da faixa do infravermelho.

O coração do sistema é a cela fotoacústica, um recipiente fechado onde circula um fluxo de ar atmosférico ou uma outra mistura gasosa a ser analisada. O feixe do *laser* é alinhado no interior da cela através de uma pequena janela. “Quando o *laser* é sintonizado na mesma freqüência da molécula dos gases, elas absorvem a energia do *laser*”, explica Telles. Antes de atingir o interior da cela, o feixe passa por um modulador, que interrompe e libera a radiação num ritmo constante, produzindo um efeito semelhante a um pisca-pisca. Quando o feixe é liberado, as moléculas absorvem energia do *laser* e atingem o nível de excitação. No momento em que a radiação é interrompida, elas retornam ao nível normal, perdendo o excesso de energia para as moléculas vizinhas por meio de colisões, transformando, assim, a energia absorvida em energia de movimento, gerando calor.

A variação de temperatura é acompanhada de variações de pressão que geram ondas acústicas no interior da cela detectadas por um

microfone. O sinal elétrico gerado no microfone é proporcional à concentração das moléculas que absorveram a energia da frequência específica do *laser*. Esse sinal é filtrado, para eliminar ruídos indesejáveis, e amplificado para ser analisado num computador, onde o espectro fotoacústico da molécula é registrado e interpretado por um *software* também desenvolvido no projeto.

“Cada molécula apresenta um espectro fotoacústico único, como se fosse uma impressão digital”, afirma Telles. O equipamento pode detectar um ou vários gases simultaneamente. “Basta sintonizar o *laser* na linha de emissão da faixa do infravermelho com a molécula que se pretende analisar”, explica o pesquisador. O espectrômetro permite detectar concentrações pequenas, da ordem de partes por bilhão (ppb), que é a faixa de concentração da maioria dos gases poluentes. Além daqueles gases monitorados pelos órgãos de controle ambiental, o espectrômetro detecta etileno, etanol, metanol, óxido nitroso, benzeno e ácido fórmico.

O descobridor do efeito fotoacústico foi o físico norte-americano de origem inglesa Alexander Graham Bell (1847-1922), o inventor do telefone. A descoberta aconteceu em 1880, mas durante quase um século a possibilidade de converter luz em som foi encarada como uma mera curiosidade. Somente na década de 1930 o efeito começou a despertar interesse científico, quando se percebeu que poderia ser usado para análise de gases. Assim nascia a espectroscopia fotoacústica, uma técnica que ganhou ainda mais impulso a partir da década de 1970, com o desenvolvimento de *lasers* e o progresso no campo da eletrônica.

## Alternativa nacional

Existem poucos espectroscópicos fotoacústicos do tipo construído pela Unilaser em todo o mundo, basicamente restritos a instituições acadêmicas. “Ele só é produzido na Universidade de Nijmegen,

na Holanda, que eventualmente atende a pedidos de encomenda para equipamentos que detectam apenas o etileno”, conta Telles. O preço gira em torno de US\$ 110 mil. Mas o custo do modelo nacional é estimado em R\$ 130 mil, incluindo a fonte de alta tensão para alimentar o *laser* de CO<sub>2</sub> também desenvolvida no projeto, que o importado não fornece. Cerca de 90% das peças utilizadas na montagem do sistema e nos dispositivos de diagnósticos foram produzidas no Brasil, fator que reduz o custo do equipamento.

Cláudio Alonso, gerente do departamento de qualidade ambiental da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb), vê com otimismo a iniciativa da Unilaser. “O país precisa começar a formar mercado com tecnologia nacional”, afirma. Atualmente, as centrais de monitoramento da qualidade do ar são montadas com vários equipamentos, um para cada tipo de poluente. Todos são importados dos Estados Unidos e custam entre US\$ 10 mil e US\$ 30 mil. “O Brasil inteiro está importando esses equipamentos”, afirma.

Embora o espectrômetro não seja capaz de medir todos os poluentes monitorados pela Cetesb, segundo Alonso, o equipamento poderia ser uma alternativa complementar ao sistema já implantado, desde que respeitadas as normas técnicas internacionais de controle ambiental. Demanda existe. “Mesmo no Estado de São Paulo, que conta com uma boa cobertura em termos de controle do ar, ainda há regiões importantes que não possuem estações de monitoramento ou que precisam de algum reforço”, diz Alonso. Alguns exemplos são Guarulhos, na Região Metropolitana de São Paulo, Ribeirão Preto, Jundiaí, São José dos Campos e Santos. “Mas certamente a demanda fora do estado é ainda maior”, afirma.

Além das estações de monitoramento do ar fixas ou móveis, o espectrômetro também pode ser uma opção para as empresas que precisam controlar suas emissões de gases poluentes, como as indústrias petroquímicas.

## Frutas e pele

Outros clientes potenciais são as instituições de pesquisa na área ambiental, agropecuária e médica. “Muitas pesquisas relacionadas ao amadurecimento de frutos dependem de análises das concentrações de etileno, um gás que acelera o amadurecimento de frutos”, afirma Telles. Pesquisas pioneiras no Brasil nessa área são realizadas pelo professor Helion Vargas, na Universidade Estadual do Norte Fluminense (Uenf), que utiliza um espectrômetro fotoacústico importado da Holanda. Esses estudos permitem determinar métodos mais adequados para que o fruto chegue ao seu destino em boas condições de comercialização.

Na área médica, o equipamento pode ser utilizado em estudos que monitoram o etileno exalado pela pele, sob condições fisiológicas específicas, como excesso de calor, traumas, radiação e exercícios em excesso, tornando-se um método com rápido tempo de resposta para monitorar processos de estresse. A perspectiva é que dentro de um ano o equipamento esteja pronto para ser comercializado. “É o tempo necessário para concluirmos a fase de engenharia do produto”, afirma o pesquisador.

Para obter os R\$ 250 mil necessários para essa fase e colocar o produto no mercado, a Unilaser busca parcerias com empresas interessadas em investir no projeto. A empresa também pretende obter recursos disponibilizando o equipamento para locação. Certamente a Unilaser possui um mercado amplo pela frente, na monitoração de poluentes na atmosfera de grande parte das cidades, uma prática que já se tornou imprescindível em todo o planeta.

## Exterminador de impurezas

*Gerador de ozônio nasce da parceria entre uma empresa e um laboratório do ITA*

Uma nova linhagem de geradores de ozônio de alto desempenho, para tratamento de efluentes industriais e residenciais, que garantem a esterilização das águas tratadas em mais de 90%, já está instalada, testada e avaliada. São quatro protótipos. Um na estação de tratamento de esgoto Piracicamirim, da Secretaria Municipal de Águas e Esgotos (Sema) de Piracicaba (SP), e outro para tratamento de água no Centro Técnico Aeroespacial (CTA), em São José dos Campos (SP). Outros dois com igual desempenho estão instalados numa lavanderia de roupas hospitalares, em São Paulo, e no laboratório da Escola de Engenharia de Piracicaba (EEP) e estão sendo usados, respectivamente, no estudo do tratamento de água contaminada e do chorume (água lamacenta e suja de aterros sanitários e dos chamados lixões).

Os estudos e o desenvolvimento dos quatro protótipos em operação tiveram a coordenação do físico Wilfredo Irrazabal Urruchi, com apoio das equipes do Laboratório de Plasmas e Processos do (LPP), Departamento de Física do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), da Faculdade de Ciências Matemáticas e da Natureza e do Laboratório de Materiais Carbonos da Universidade Metodista de Piracicaba (Unimep), além da EEP.

Os recursos vieram do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) da FAPESP solicitados pela microempresa Qualidor Saneamento Incorporação, de Santa Bárbara d'Oeste (SP),

que procurou a equipe do ITA – de onde Urruchi foi designado para coordenar o projeto do PIPE – para inovar a tecnologia dos geradores de ozônio fabricados por ela há 30 anos.

A parceria mostrou-se profícua diante dos resultados que comprovaram a eficiência dos novos geradores. As análises físico-químicas e microbiológicas da água tratada pelos protótipos foram realizadas pela equipe da Faculdade de Ciências da Saúde da Unimep e pela EEP, contando com o apoio da pesquisadora alemã Julia Sasse, bolsista do Serviço Alemão de Intercâmbio Acadêmico (Daad). “Nosso desafio foi desenvolver tecnologia nacional de geração e aplicação de ozônio”, diz Urruchi. Existem geradores no mercado internacional planejados para todos os usos, porém de custo muito alto.

“Fizemos um gerador adequado às condições econômicas nacionais e adaptado ao clima, quente e úmido, visando todas as aplicações onde a possibilidade de contaminação com microrganismos ou produtos químicos deve ser minimizada, sem causar danos à natureza, como é o caso da esterilização com cloro”, explica o físico Choyu Otani – colaborador do projeto no LPP-ITA. “Mesmo em quantidades controladas, no tratamento de água e de efluentes, o cloro é residual e favorece a formação de organoclorados e outros subprodutos prejudiciais aos mananciais.” Além disso, é fato confirmado a maior eficiência do ozônio que a do cloro no combate a formas latentes e resistentes de vírus, bactérias e protozoários presentes na água, responsáveis por muitas doenças, como icterícia, diarreias, cólera etc.

Segundo Urruchi, não há notícias anteriores no Brasil do uso de ozônio em estações de tratamento de água e esgoto. Geradores importados vêm sendo usados para aplicação do ozônio como alvejante em algumas indústrias de papel e celulose do interior de São Paulo, em grandes indústrias da área alimentícia e em poucas empresas de distribuição de água mineral, na esterilização da própria água a ser engarrafada, assim como dos vasilhames. Sem falar nas tentati-

vas de tratamento de piscinas, como as da Qualidor. “O gerador de ozônio desenvolvido nesse projeto oferece melhor tecnologia de purificação da água, favorece o desenvolvimento de um ramo industrial promissor e contribui significativamente para a preservação do ambiente natural”, afirma ele.

## Refrigerado a água

Um dos itens que impedem a proliferação da aplicação de geradores de ozônio é a refrigeração. “Nossa temperatura no verão pode ir até 40° C, o que acelera a degradação do ozônio produzido. Assim, a primeira inovação foi construir protótipos refrigerados a água, o que não existia nos geradores da Qualidor”, explica ele.

A geração de ozônio no equipamento utiliza-se do princípio da descarga em barreira dielétrica (DBD). “No nosso gerador, a DBD de alta voltagem é formada entre dois eletrodos tubulares, num dispositivo dielétrico (tubo de vidro) que armazena a energia e depois a libera. O ar seco que circula entre o vidro e o eletrodo recebe as descargas elétricas e transforma-se em ozônio.” Isso acontece porque elétrons gerados na descarga dissociam algumas moléculas de oxigênio ( $O_2$ ) formando alguns oxigênios atômicos (O) que se agregam rapidamente a outras moléculas de  $O_2$ , formando as do ozônio ( $O_3$ ).

“A queda de energia elétrica é um problema sério para geradores e nós conseguimos encontrar uma solução. Desenvolvemos controles automáticos com microprocessadores, dentro do gerador, permitindo que, ao retornar a energia, a tensão vá crescendo aos poucos até o ponto ideal de trabalho, sem queimar o sistema”, diz Urruchi. Esse sistema também controla a quantidade de ar que entra no gerador, a corrente da descarga, a quantidade de ozônio produzida e o tempo de atividade do aparelho. Outra grande inovação é um siste-

ma de controle remoto via satélite desses geradores que aguarda apenas a instalação de uma linha especial da Embratel.

O primeiro protótipo construído pela equipe de Urruchi produziu 20 gramas por hora (g/h), em concentração de 1,8% de ozônio, uma capacidade maior e mais eficiente que a do equipamento original da Qualidor, de 7g/h e concentração de 1,2%. Esse tipo de gerador foi instalado na Lavanderia da Paz, em São Paulo, especializada na área hospitalar, inicialmente para tratar efluentes descartados após a lavagem das roupas. Depois de janeiro de 2002, a água ozonizada foi usada diretamente na lavagem e esterilização das roupas, permitindo uma economia de 40% de água, sabões e detergentes, além do descarte de água mais limpa na rede pública.

## Ar transformado

Na segunda parte do projeto foram desenvolvidos os geradores maiores, como o que está na estação de tratamento de esgoto de Piracicamirim (SP), para um tratamento final de esgoto. Ele é formado por um processador de ar seco e limpo no interior do equipamento. Esse ar é resfriado e injetado no reator, onde, pela ação do processo DBD, é parcialmente transformado em ozônio. O composto gasoso é então injetado em forma de microbolhas no efluente a ser tratado. Segundo Urruchi, esse protótipo trata até 2 m<sup>3</sup> por hora de efluente, que já seria o suficiente para fornecer água limpa apropriada e necessária para a limpeza dos próprios filtros da ETE. Para tratar toda a água da ETE Piracicamirim, antes de ser devolvida à natureza – no rio Piracicamirim –, o equipamento teria que ser 50 a 100 vezes maior que o protótipo.

“O chorume originado em aterros sanitários é um grande problema de saneamento”, diz Maria Helena Santini Campos Tavares,

coordenadora do curso de Engenharia Ambiental da EEP. Esse chorume tem altas concentrações de matérias orgânicas e metais pesados que poluem o solo e subsolo, mananciais e águas subterrâneas. Segundo ela, ainda não há tratamento efetivo para isso. O uso de geradores de ozônio viabiliza um pré-tratamento, tornando o chorume biologicamente degradável. Permite gerar biogás por meio de tratamento anaeróbico, utilizando bactérias que não precisam de oxigênio para sobreviver, garantindo a própria sustentação energética dos aterros sanitários.

O protótipo que está no laboratório da EEP está sendo testado como esterilizador da água resultante da fossa séptica. Depois de alguns minutos de ozonização, o esgoto doméstico fica claro, tem redução de matéria orgânica e esterilização de microrganismos. Esse gerador é menor e mais simples na sua concepção que o instalado na ETE Piracicamirim (estação Piracica-Mirim) e pode ser adaptado ao tratamento de efluentes de uma residência ou de um condomínio. “A idéia é viabilizar tratamentos descentralizados”, afirma Maria Helena.

## Parceiros comerciais

“Nosso grande desafio agora é atender cada cliente potencial em suas necessidades específicas de uso do ozônio”, afirma Aluisio Pimentel de Camargo, diretor da Qualidor Saneamento Incorporação. “Vamos dividir nossa atuação em sete segmentos: tratamento de efluentes municipais, industriais, sistemas de ar-condicionado, água de subsolo, reservatórios de condomínios, piscinas e chorume dos aterros municipais. Podemos atuar, também, nos efluentes gerados pelos grandes criadores de suínos, que contaminam mananciais com resíduos orgânicos e produtos químicos tóxicos e cancerígenos resistentes aos processos de tratamento convencional.”

Outra área é a de produção de mudas de plantas que, sob o ar ozonizado, sofrem uma seleção natural, resultando em mudas resistentes que exigem menos defensivos. “As possibilidades de uso desses geradores são imensas”, garante Camargo. “Nosso grande entrave depois dos protótipos prontos é obter parceiros propensos a injetar capital na empresa, que é pequena e sem estrutura para o tamanho do desafio a ser vencido daqui para frente”, conclui o diretor da Qualidor.

Para Wilfredo Urruchi há ainda um outro desafio. O de obter homologação do equipamento. Os padrões atuais de verificação de eficiência de tratamento de efluentes estão diretamente relacionados à utilização de cloro. O desafio maior, no entanto, que foi desenvolver um gerador de ozônio inovador, já foi vencido.

### Elemento de purificação

O ozônio ( $O_3$ ) é um gás azul pálido, instável, muito oxidante e reativo. Existe de forma natural em altitudes entre 15 e 20 quilômetros, absorvendo os raios ultravioleta do Sol. No meio em que vivemos, entre 20° e 30° C, sua vida útil é de apenas 40 minutos. A partir de temperaturas entre 35° e 40° C, ele começa a se dissociar, deixando de ser  $O_3$  para voltar a ser  $O_2$  (oxigênio). Essa instabilidade favorece o ozônio a reagir com células ou moléculas. Esse processo, chamado de oxidação, serve para exterminar algas, germes, vírus e bactérias.

Descoberto em 1785, ele já é empregado há mais de 90 anos. Tem demonstrado eficiência ao longo desses anos na despoluição e purificação da água, no tratamento de efluentes com compostos orgânicos e químicos provenientes das indústrias de papel e celulose, petroquímica, têxtil, alimentos, medicamentos, laticínios e fri-

goríficos. “Atualmente, a tecnologia de produção do ozônio é a mesma em qualquer parte do mundo. O que muda é o sistema integrado de gerador e o meio a ser tratado com ozônio, que é específico para cada aplicação”, diz o físico Wilfredo Urruchi, pesquisador-colaborador do ITA.

No tratamento de água, além da ação em microrganismos, o ozônio também é usado em processos de remoção de metais pesados e na redução de compostos nitrogenados (uréia, amônia, nitratos, nitritos e cianetos) e no controle químico e biológico do oxigênio existente em qualquer meio aquoso. O uso do ozônio está sendo ampliado e estimulado em vários países para o enfrentamento das exigências, cada vez maiores, de purificação de águas e de preservação ambiental.

## Esterilização radical

*Microrganismos são eliminados com equipamento à base de plasma a baixa temperatura*

**F**ungos e bactérias quando presentes em equipamentos médicos e alimentos podem causar sérios problemas de contaminação e intoxicação. A solução, como se sabe, é esterilizar, eliminando esses minúsculos organismos, capazes de se multiplicar rapidamente. Para isso, um grande arsenal já foi desenvolvido para combatê-los, com substâncias químicas, calor e até com elementos radioativos. Agora chegou a vez do plasma. Considerado o quarto estado da matéria, ele é produzido aplicando um campo elétrico intenso sobre alguns tipos de gases. A ação desse campo fornece energia aos íons e elétrons, que promovem colisões com os átomos e as moléculas. Essa situação deixa as moléculas excitadas, gerando radicais livres e radiação ultravioleta.

O resultado é uma ação conjunta contra membranas, enzimas e ácidos nucléicos que compõem as células dos microrganismos, destruindo suas funções vitais. A novidade nesse tipo de esterilizador é um equipamento dotado de uma câmara em que o processo é realizado a seco e a baixa temperatura, desenvolvido em Campinas (SP) por pesquisadores da empresa Sterlily com o apoio financeiro do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE), da FAPESP. O primeiro protótipo do aparelho, chamado de Esteriliza 1000, está instalado na Companhia de Desenvolvimento do Pólo de Alta Tecnologia de Campinas (Ciatec), incubadora que abriga a Sterlily.

Ele já foi utilizado na esterilização de mais de 12 mil recipientes plásticos para cultivo de plantas clonadas, além de seringas descartáveis e potes para análise clínica. A agilidade do processo é uma das vantagens em relação a outros métodos. O tratamento térmico não elimina completamente alguns tipos de bactérias, resistentes a altas temperaturas. Além disso, o aquecimento exagerado provoca danos em materiais de baixo ponto de fusão, como a maioria das peças produzidas com polímeros. A radiação ultravioleta, muito utilizada, é eficiente apenas para superfícies diretamente expostas à radiação. A esterilização com óxido de etileno (ETO) é a que mais se assemelha ao processo com plasma. Mas, como é considerada cancerígena, vem sendo progressivamente rejeitada. Esterilização por irradiação de cobalto, também utilizada em materiais termicamente sensíveis, apresenta alto custo e requer área isolada.

### Processo rápido

O ciclo de esterilização com plasma, com cerca de uma hora e meia para materiais plásticos, é considerado rápido. Com vários tipos de plasma e de tempos de exposição, de cinco a 20 minutos, é possível verificar a destruição do corpo da bactéria. A eliminação total é importante porque microrganismos, como a *Escherichia coli*, mesmo mortos, podem produzir toxinas. “Como padrão de validação do processo, usamos a bactéria *Bacillus subtilis* variedade *niger*, a mais resistente aos processos de plasma”, afirma Tadashi Shiosawa, que dirige a Sterlily em parceria com Tony Sadahito China e José Alonso Corrêa Júnior.

O processo a plasma é adequado também para esterilizar materiais orgânicos. “Atualmente fazemos testes com cogumelos comestíveis, verificando as propriedades ativas do produto após a esterili-

zação. No caso desses alimentos, promovemos redução da carga microbiana e não esterilização completa, para não matar o cogumelo”, explica Shiosawa.

Por enquanto, a maior demanda é a esterilização de produtos plásticos. Mas vidros e produtos metálicos também podem ser esterilizados com plasma. Para atender a um amplo leque de aplicações, o Esteriliza 1000 foi planejado para adaptar-se a diferentes parâmetros. O processo é controlado por computador, a partir de um *software* desenvolvido para o equipamento e de um microprocessador, que monitora a fonte de energia.

“Durante o desenvolvimento do projeto, no Laboratório de Física de Plasmas do Instituto de Física da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), fizemos experiências para saber como seria o processo de caracterização do plasma, acertando sua potência de acordo com a fonte de energia elétrica”, comenta Shiosawa. Isso porque, dependendo dos componentes e do ambiente no interior da câmara, tipos diferentes de plasma podem ser criados. Definidas as características, foram adequados os parâmetros em testes feitos no Laboratório de Microbiologia da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp.

O equipamento é composto por um cilindro de aço inox. No interior é criado um ambiente com pressão reduzida para gerar vácuo. Dentro, gavetas vazadas recebem os materiais. Eles são envolvidos em uma embalagem de polipropileno, desenvolvida no Brasil para esse uso, composta de Trilaminado Não-Tecido (TNT), que permite a passagem de gases, mas impede a de microrganismos. Em seguida, gás de peróxido de hidrogênio (água oxigenada) é liberado no interior da câmara, onde é aplicado um campo elétrico de alta frequência, que gera radiação ultravioleta. Esse tipo de esterilização possui aspectos específicos, como a baixa temperatura, de 35° C a 40° C, tornando-o apropriada para aplicação em vários materiais.

Os pesquisadores não chegam a apostar que a utilização de plasma deva substituir os demais processos, mas vêem vantagens, sobretudo no caso dos alimentos, por permitir redução controlada da carga bacteriana. Shiosawa diz que o custo de produção do Esteriliza 1000 varia de acordo com o uso. Mas ele reconhece que o preço de venda inicial, estimado entre R\$ 400 mil e R\$ 500 mil, é alto para o mercado interno.

Por isso, o foco da empresa, inicialmente criada para comercializar o equipamento, desviou-se para a prestação de serviços. A tecnologia empregada, à exceção do sistema de vácuo, importado da Alemanha e Inglaterra, foi desenvolvida no país. Depois de receber o registro do Ministério da Saúde, o equipamento estará pronto para ser inserido definitivamente no mercado.

## Relevos inéditos

*Empresa usa informações de satélite canadense para fazer mapas com detalhes topográficos*

**A** Amazônia atrai a atenção mundial pela sua biodiversidade, seus recursos minerais e áreas ainda intocadas. Mas o olho humano, as câmeras fotográficas ou mesmo os sensores ópticos a bordo de aeronaves ou satélites têm enormes dificuldades em desvendá-la por completo, principalmente em relação à variação de altitude do terreno. Encoberta quase todo o tempo pelas nuvens que integram seu clima e pela fumaça freqüente das queimadas, a região ainda é de difícil mapeamento. O céu começou a clarear, no entanto, desde que, há dois anos, uma empresa de São José dos Campos (SP), a Geoambiente, detectou nessa dificuldade uma boa oportunidade de avançar no desenvolvimento de sistemas para uma melhor captação de imagens, principalmente dos solos da Amazônia.

A empresa criou um projeto, financiado pelo Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) da FAPESP, que propõe a autocapacitação para extrair das imagens orbitais do satélite Radarsat-1 material para confecção de cartas topográficas atualizadas e mais precisas. Com escala de 1:250.000 (cada centímetro no papel equivale a 2.500 metros no terreno), muitas cartas que retratam a Amazônia não contêm dados de altimetria, que permitem conhecer a topografia da superfície.

O Radarsat-1, lançado em 1995, foi desenvolvido pela Canadian Space Agency (CSA), a agência espacial canadense, como o primeiro sistema comercial para monitorar recursos naturais e mudan-

ças ambientais do planeta. Esse satélite é equipado com um sensor imageador de microondas chamado Radar de Abertura Sintética (*Synthetic Aperture Radar – SAR*), que permite “ver” em condições climáticas adversas e também durante a noite. Da mesma forma captura imagens em diferentes ângulos de observação, as quais, combinadas em computador, possibilitam a obtenção de dados de altimetria das áreas observadas, ou seja, de mapas em três dimensões, com detalhes das elevações do terreno.

### Resolução elevada

O radar imageador funciona como uma câmera fotográfica com *flash*, que fornece a própria iluminação para a cena. Ele faz isso ao emitir microondas de rádio e captar a imagem na mesma região do espectro eletromagnético (comprimentos de onda da radiação entre 1 centímetro e 1 metro). Com isso, o Radarsat capta imagens com elevada resolução espacial (8 metros por 8 metros), melhor que as captadas pelos sensores ópticos multiespectrais no espectro visível e infravermelho de outros satélites, como o Thematic Mapper (TM) Landsat, lançado pela Nasa, que faz imagens da Terra na resolução espacial de 30 metros por 30 metros e tem sido usado para estimar o desflorestamento na Amazônia. Mesmo com resolução espacial menor, as imagens do TM-Landsat também são usadas no projeto da Geoambiente.

“Elas são utilizadas em fusões com as do Radarsat-1 para identificarmos estradas, povoados, vegetação e culturas agrícolas no terreno”, explica o geólogo Waldir Renato Paradella, pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e coordenador do projeto. A vantagem do Radarsat é que ele opera em comprimento de onda maior que o dos sensores remotos ópticos. Dessa forma, não

é afetado pelas condições atmosféricas adversas. Ele também tem a versatilidade de poder colher imagens em 35 modos diferentes de uma mesma região, ampliando assim as opções em adquirir informações do terreno, além de possuir sistemas de visores com pares estereoscópicos (percepção tridimensional) usados na extração de altitude e obtenção de curvas de nível da carta topográfica.

Os potentes radares imageadores dos Sistemas Integrados de Vigilância e de Proteção da Amazônia (Sivam/Sipam) também conseguem atravessar o nebuloso céu amazônico e captar o relevo em maior detalhe que o Radarsat-1, mas há limites para que sejam utilizados. Como os sensores estão baseados em aviões, os custos são muito mais elevados. Além disso, um grande esforço de capacitação ainda precisa ser feito no país para dominar a tecnologia de transformar dados em informações adequadas.

Segundo Paradella, a qualificação de técnicos no Brasil é um dos maiores benefícios da proposta da Geoambiente. Isso possibilitará a redução dos custos dos mapas obtidos a partir de imagens do Radarsat-1 – que até agora têm sido confeccionados com tecnologia desenvolvida no exterior – e o atendimento da demanda de uso da tecnologia e de formação desses profissionais pelo Sipam. “Já estamos negociando também com a Diretoria de Serviço Geográfico, órgão do Exército brasileiro, a possibilidade de desenvolver projetos conjuntos de aplicações cartográficas com dados do Radarsat-1 para a Amazônia”, informa a presidente da Geoambiente, a geóloga Izabel Cecarelli.

Iniciado há dois anos, o projeto receberá, no total, cerca de R\$ 230 mil. O investimento já rendeu o primeiro fruto: a carta cartográfica da Floresta Nacional de Tapajós, área de 1.940 quilômetros quadrados em Belterra, no Pará. Na confecção da carta, os técnicos primeiramente processaram no computador duas imagens do Radarsat-1, em tonalidades de cinza, obtidas de ângulos diferentes – o que possibilita a modelagem das três dimensões do relevo. Desse pro-

cesso, obtém-se o Modelo Digital de Elevação (DEM) relativo, que permite gerar altimetria para cartas na escala de 1:250.000. Mas o DEM absoluto, do qual se pode extrair altimetria para cartografia na escala 1:100.000 (cada centímetro no mapa representa 1 mil metros no terreno), como a de Tapajós, só é obtido depois de um extenso trabalho de campo. Quanto maior a escala, mais detalhes podem ser observados no mapa.

No caso de Tapajós, uma equipe de três técnicos e um oficial do Exército brasileiro – também parceiro no projeto – embrenharam-se na floresta durante dez dias, percorrendo mais de mil quilômetros em busca de cem pontos escolhidos previamente. Em cada ponto alcançado foi instalado um aparelho receptor *Global Positioning System* (GPS), sensor de posicionamento que fornece medidas de precisão de latitude, longitude e altitude do local.

Com esses dados, o computador modelou o relevo de toda a área, permitindo a confecção do mapa cartográfico com dados altimétricos e lanimétricos de detalhes como malha viária, hidrografia, ocupação urbana e vegetação nativa. “Como o acesso muitas vezes é impossível e os custos são elevados, visitamos 50 dos cem pontos selecionados. Com parte dos pontos medidos em campo pudemos gerar o DEM absoluto e os demais serviram para validar o modelo”, explica Paradella. Em setembro, teve início o trabalho de campo da segunda fase do projeto, que se encerra em julho do próximo ano e resultará em uma carta topográfica inédita de parte central da serra de Carajás, também no Pará.

## Levantamentos precisos

Os resultados já obtidos indicaram que a escala de 1:100.000 é a maior possível para cartografia por meio das imagens de alta re-

solução do Radarsat-1 para a Amazônia. Em menos de dois anos, porém, quando for lançado o Radarsat-2, com melhoria em resolução espacial (3 metros por 3 metros), essa escala poderá atingir 1:50.000 ou maior, aproximando-se das obtidas por meio de sensores ópticos de outros satélites. Segundo Paradella, as informações mais detalhadas e a disponibilidade do DEM abrem caminho para o Brasil fazer na Amazônia levantamentos de maior precisão.

Mas ainda há muito a percorrer. “A luta agora é para divulgar a tecnologia do radar imageador”, afirma Izabel. É que, embora o sensor radar esteja disponível já há alguns anos, ele ainda é pouco conhecido no Brasil, inclusive por alguns órgãos do governo, os quais chegam a solicitar levantamentos cartográficos de regiões amazônicas baseados em sensores ópticos. Mesmo assim a empresa já começou a comercializar produtos integrados, resultantes da fusão de imagens de radar e dados de geofísica, relativos à região amazônica. Nesse mercado há sete anos, a Geoambiente até agora se dedicava exclusivamente a processar imagens de sensores ópticos, segmento promissor em um país onde a escassez de informações chega a ser crítica. O próprio crescimento da empresa demonstra essa situação: no ano passado faturou cerca de R\$ 3 milhões, 50% mais do que em 2000, e este ano deve repetir o bom desempenho. “Devemos crescer mais 50% em 2002”, prevê Izabel Cecarelli. O domínio da tecnologia do Radarsat-1 certamente vai contribuir para desenvolver ainda mais os negócios.

## Informação estratégica

*Sistema identifica com mapas e fotos a origem de chamadas telefônicas*

Um morador de São José do Rio Preto (SP) chama o serviço de emergência da Polícia Militar. Antes de ser atendido, um operador sentado em frente a um computador instalado na Central de Atendimento da corporação já sabe o número do telefone e o endereço de onde partiu a chamada. Quase ao mesmo tempo tem acesso a um mapa da região, além de fotografias aéreas do bairro, da quadra e fotos frontais da fachada da residência ou do ponto comercial que pediu ajuda. As informações são repassadas à viatura que estiver mais próxima do local, com detalhes como terrenos baldios existentes ao lado ou dados relevantes que possam ajudar a elucidar casos de roubos, assaltos e outras ocorrências. O rastreamento imediato das chamadas, acompanhado da localização geográfica, tornou-se possível com o sistema Geofone, desenvolvido pela empresa Geodados Mapeamento e Pesquisa com o apoio do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) da FAPESP.

“Percebemos que havia uma demanda no mercado por informações relacionadas à origem da chamada telefônica e que era possível trabalhar com a tecnologia do telefone integrada à dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), um banco de dados com informes sobre zoneamento, propriedades, estradas, escolas e parques relacionados à localização geográfica”, diz o geólogo Flávio Gonçalves Boskovitz, coordenador do projeto Geofone em parceria com o tecnólogo Gabriel Gonçalves Dias Moreno. O sistema utiliza de forma integrada o telefone,

o identificador de chamadas telefônicas e o computador. O identificador de chamadas transmite o número para o computador, que, instantaneamente, exibe o local. Antes, porém, é preciso fazer o mapeamento de toda a cidade. O Geofone foi instalado na PM de São José do Rio Preto como parte dos testes realizados para avaliar a viabilidade do projeto, aprovado em maio de 2000 e encerrado no mesmo mês de 2003. “Fomos beneficiados porque agora conseguimos direcionar e coordenar antecipadamente a ação policial”, diz o sargento Edimilson Leite da Silva. O programa também funciona como um banco de dados que registra, por exemplo, as chamadas feitas em cada região mês a mês e os locais com maior índice de roubos de veículos ou de furtos.

## Cadastro único

O atendimento de emergências policiais é apenas uma das aplicações do Geofone. Ele foi concebido para ser utilizado por serviços públicos de atendimento ao cidadão, além de serviços privados de pronta entrega e de atendimento ao consumidor. Caieiras, município paulista localizado na região de Jundiaí, adquiriu o sistema para integrar informações que dizem respeito aos seus 80 mil habitantes. Para isso, fechou um contrato de R\$ 250 mil com a Geodados. Inicialmente, o programa foi implantado na Secretaria de Educação, mas já começou a ser adotado pelas outras secretarias. Carlos Alberto Reze, diretor de tecnologia da prefeitura, diz que todas as ligações são identificadas, independentemente da origem. “Se a chamada for feita de um telefone fixo, aparece a fachada da casa, se for de um orelhão, a rua onde está localizado, e, no caso de celular, a identificação do proprietário.” Segundo Reze, se ocorrer qualquer tipo de acidente em uma escola, enquanto o aluno é encaminhado ao posto de saúde, os pais são avisados. Em caso de emergência, tanto as escolas como os postos de

atendimento médico têm acesso à ficha do aluno em que estão registrados dados como tipo sanguíneo, doenças que já teve, alergia a medicamentos. Os moradores, por sua vez, podem pedir qualquer tipo de informação na prefeitura, como dívidas, impostos etc., já que todos os departamentos municipais estão interligados em um cadastro único.

## Dados essenciais

Em Potirendaba, cidade de 14 mil habitantes próxima a São José do Rio Preto, o sistema começou a operar em março do ano passado integrado ao Disque-Denúncia, serviço municipal que acolhe reclamações e sugestões relacionadas a água, esgoto, buracos nas ruas, saúde e outros. “Essa é a maneira mais prática de o prefeito saber tudo o que acontece na cidade”, diz Rosângela Ferrari, responsável pelo serviço. Atualmente, a equipe da Geodados está desenvolvendo o Geofone para o Corpo de Bombeiros de Botucatu (SP), previsto para começar a operar em abril. Além da informação geográfica, na tela vão aparecer dados essenciais para a escolha do carro e dos instrumentos que serão enviados para o local, como o tipo de construção que solicitou o serviço. No caso de abrigar material inflamável, por exemplo, os imóveis do entorno serão avisados do risco.

O Geofone não tem concorrentes no Brasil, segundo Boskovitz. Apenas uma empresa norte-americana oferece um produto semelhante, mas bem mais caro. Por enquanto, tem atraído principalmente a atenção de prefeituras, embora já tenha conquistado clientes como pizzarias, farmácias e planos de saúde. “Acreditamos que é uma solução que ainda tem muito espaço para ser difundida”, diz Boskovitz.

## Concreto expandido

*Pesquisador encontra nas escórias de alumínio um novo ingrediente para a produção de argamassas*

**A**o juntar concreto com escória de alumínio, o engenheiro metalurgista Edval Gonçalves de Araújo conseguiu um novo produto que vai baratear o custo dos materiais utilizados na construção civil. É um tipo especial de argamassa classificada como concreto celular, que dá um fim útil – de forma inédita – à escória de alumínio, um resíduo poluente da industrialização desse metal. No Brasil, o montante desse material atinge mais de 11 mil toneladas anuais. A escória depois de processada atua como um agente expensor que incorpora ar à massa e pode ser utilizada na fabricação de blocos de vedação (tijolos), painéis pré-moldados, contrapisos e outros tipos de revestimentos.

Os dois produtos usados atualmente como agentes expansores – pó de alumínio e substância químicas chamadas de espumígenos – são muito caros e limitam o uso do concreto celular. O novo produto vai começar a ser fabricado dentro de seis meses, em uma estação piloto na cidade de Araçariguama, na região de Sorocaba (SP).

A principal vantagem dos materiais feitos com esse novo tipo de concreto celular sobre os convencionais é a redução da quantidade de matéria-prima (areia, cimento e cal) em até 30%, diminuindo o gasto com materiais de construção. Isso acontece porque o emprego de concretos celulares possibilita uma redução do corpo estrutural do edifício, como vigas, colunas e pilares, o que também contribui para a diminuição do preço final da obra.

“O agente expansor funciona como um fermento na elaboração da argamassa”, explica Araújo, responsável pelo desenvolvimento do novo produto. A descoberta da possibilidade do uso da escória de alumínio como agente expansor começou durante a elaboração da tese de doutorado, na área de engenharia de materiais, que ele concluiu em 1992 no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen). “Durante o doutorado consegui fazer um pó de alumínio a partir de folhas finas de alumínio. Fui atrás de possíveis aplicações para o produto e vi que uma delas era o concreto celular autoclavado”, conta Araújo.

“Mas como o mercado de folhas finas é muito fechado, pois quem fornece as bobinas de folha fina já compra as sobras (para reciclagem) de quem as usou, decidi procurar outra matéria-prima, mais barata e existente em maior quantidade, que tivesse um bom potencial para produção de gases na massa, condição essencial para um agente expansor. Depois de muitos estudos e testes, cheguei à escória de alumínio.”

Durante o pós-doutorado, agora em reciclagem de alumínio, na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), o pesquisador entrou em contato com a Siporex, empresa localizada em Ribeirão Pires, na Região Metropolitana de São Paulo, uma das duas indústrias nacionais especializadas na fabricação de concreto celular autoclavado. A intenção de Araújo foi testar o pó de alumínio reciclado de folhas finas e, num segundo momento, a escória tratada como agente expansor. “Foi assim, diante dos bons resultados, que decidimos apresentar um projeto à FAPESP”, explica o pesquisador.

Iniciado em 2001, o projeto recebeu financiamento do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) e deverá se estender até 2004. Esse é o prazo para que a primeira fábrica especializada do país na produção de agentes expansores à base de escórias de alumínio passe a produzir comercialmente. A estação piloto vai

funcionar na empresa Recicla, em Araçariguama. Boa parte dos recursos de R\$ 400 mil do financiamento está sendo utilizada na construção da estação, que, numa fase inicial, terá capacidade para produzir 90 toneladas de agente expensor à base de escória por mês.

A Siporex se associou à Recicla, que, como contrapartida, está cedendo o terreno para a estação piloto, a escória e a mão-de-obra. Essa empresa faz a reciclagem da escória produzida por várias indústrias produtoras de alumínio, como Alcoa e Companhia Brasileira de Alumínio (CBA), as duas maiores do Brasil, e da Metalur – da qual é uma subsidiária. Estima-se que sejam geradas em torno de 11,3 mil toneladas anuais de escória primária. Esse valor é o equivalente a 1% da produção de alumínio, que foi de 1,13 milhão de toneladas em 2001, segundo dados da Associação Brasileira do Alumínio (Abal).

Quando o agente expensor é adicionado à argamassa, ele tem a função de torná-la porosa, reduzindo a densidade dos produtos fabricados. Esse efeito expensor acontece porque, ao reagir no meio alcalino da argamassa comum (cimento, cal e areia), ocorre a liberação dos gases hidrogênio ( $H_2$ ) e metano ( $CH_4$ ), formando bolhas que são incorporadas ao material. Apesar de ser até 30% menos denso do que a argamassa convencional, o concreto celular pode atender a todos os requisitos de resistência à compressão, conforme a aplicação a que se destina. Os blocos de vedação de concreto celular com escória possuem a mesma resistência à compressão do que a requerida nos blocos comuns.

Em função do alto preço, o uso do concreto celular no Brasil ainda é mínimo. Enquanto o metro quadrado desse material custa R\$ 14,00, o do tijolinho comum sai por R\$ 6,00 e o do bloco de concreto vazado, por R\$ 8,00. O preço alto deve-se ao custo dos atuais agentes expansores. O pó de alumínio e o agente espumígeno custam, respectivamente, US\$ 5 e US\$ 4,50 o quilo – e, por isso, são pouco usados no país. “O agente expensor à base de escória de alumínio subs-

tituirá os dois produtos e será dez vezes mais barato do que eles”, garante Araújo. O preço estimado para o quilo do agente expensor à base de escória é de R\$ 1,50.

## Benefícios ambientais

Além do baixo custo, o agente expensor de escória de alumínio apresenta outros benefícios quando comparado aos seus concorrentes, o pó de alumínio e o agente espumígeno. O primeiro deles é ambiental. “A nossa intenção é aproveitar na produção de concretos leves um rejeito altamente poluente”, explica Edval Araújo. As escórias de alumínio costumam ser descartadas de forma inapropriada, principalmente por recicladores secundários (reciclagem da escória primária ou de sucata de alumínio), como, por exemplo, aqueles que retiram o alumínio de escórias de fundições. Eles jogam as escórias em lagos, rios e campos, causando graves prejuízos ao ambiente.

Tanto as escórias de alumínio classificadas como primárias, provenientes da produção de alumínio, ou secundárias podem ser usadas na fabricação do agente expensor, embora a primeira seja mais vantajosa, por ter baixos teores de sais, que são indesejados no processo. Outro importante atrativo do agente expensor produzido a partir da escória de alumínio é que não são necessários equipamentos específicos, como autoclave ou gerador de espuma, para produzir a argamassa especial.

Segundo Araújo, a estação piloto terá cerca de 40 m<sup>2</sup> e será composta por uma central de moagem, um ventilador centrífugo, um classificador tipo ciclone (uma espécie de peneira) e um silo de armazenamento. “Se o agente expensor mostrar-se razoável para uso em, por exemplo, argamassa de encunhamento – utilizada para o enchimento do vão entre paredes de alvenaria e vigas ou lajes –, a demanda do

mercado será muito maior do que a capacidade de produção da planta-piloto (90 toneladas mensais)”, afirma Araújo. “Se tudo der certo, já temos planos para ampliar a produção para 500 toneladas por mês”, diz o engenheiro. Nesse caso, serão necessários investimentos adicionais da ordem de US\$ 2 milhões.

## Patente em andamento

Só existe no mundo uma patente relacionada à transformação de escória de alumínio em agente expansor para concreto celular autoclavado, mas não há produção comercial. A patente foi concedida em 1976 a um pesquisador russo residente nos Estados Unidos. “Até hoje ninguém desenvolveu o produto para aplicação em concreto celular ou para uso como aditivo em argamassa.

Em função do ineditismo, o novo produto está em fase de patenteamento. “Demos entrada em janeiro de 2002 no processo, com intermédio do Núcleo de Patentes e Licenciamento de Tecnologia (Nuplitech) da FAPESP. A patente é do processo de fabricação, que é diferente do feito pelo pesquisador russo, e os vários produtos gerados com o agente expansor”, diz ele. São depositários da patente a FAPESP, o pesquisador e a Siporex. Uma boa parceria que, além de criar novos produtos para a construção civil, traz reconhecimento ao trabalho de Araújo e insere a empresa no campo da inovação tecnológica.

## Do frio para o fogo

*Novo tipo de pão congelado pode ser a novidade em supermercados e lojas de conveniência*

**A**limento de base de muitas civilizações, em várias formas e receitas, o pão é produzido ainda hoje com quase os mesmos ingredientes utilizados desde o século 7 a.C., quando os egípcios descobriram que, para a massa ficar mais leve e macia, era necessário adicionar um líquido fermentado à espelta, uma espécie de trigo de qualidade inferior usado na época. Foram eles também que começaram a utilizar os fornos de barro para assar a massa.

Mesmo com tanto conhecimento acumulado nesse longo período, o resultado da mistura dos ingredientes e do cozimento nem sempre é um produto padronizado, principalmente no caso do pão francês, responsável por mais da metade do faturamento anual brasileiro do setor de panificação – em torno de R\$ 16 bilhões, segundo dados da Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria (Abip). Essa constatação levou a um estudo inédito que procura estabelecer um novo padrão tecnológico para o processo de produção de pães a partir de massas congeladas, usadas em supermercados e lojas de conveniência.

O objetivo da pesquisa foi dotar o pão congelado das características de textura e paladar dos pães de padaria. Ela foi realizada pela empresa paulistana Fmaii e coordenada pela professora Carmen Cecília Tadini, do Departamento de Engenharia Química da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). O projeto, financiado pelo Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas

(PIPE) da FAPESP, estudou três formulações e três processos de congelamento: congelar a massa do pão sem fermentar, congelar a massa fermentada, porém sem assar, e congelar o pão pré-assado.

Os melhores resultados foram encontrados na combinação de uma fórmula que equilibra os ingredientes (farinha de trigo, água, fermento e aditivos) com o congelamento do pão pré-assado. O equilíbrio permite que a massa resista melhor ao estresse do congelamento e do descongelamento. Depois de congelado, o pão pré-assado é levado até o ponto-de-venda e seu assamento é finalizado de acordo com a necessidade. A vantagem da escolha é que, no ponto-de-venda, é preciso apenas o forno e não há necessidade de mão-de-obra especializada. O pão francês é o tipo mais consumido no Brasil, tem vida de prateleira muito curta e na sua formulação não há ingredientes que prolonguem suas características de frescor. “Além do grande impacto comercial, porque envolve questões como a facilidade de comercialização do pão em locais de pequeno porte, o projeto prevê que a produção será realizada num processo industrial totalmente mecanizado e com garantias da manutenção da qualidade do produto”, avalia Carmen.

Especializada na produção de ingredientes em pó para panificação e confeitaria, a Fmais quer com o projeto tornar seus produtos mais competitivos e atraentes ao consumidor. A idéia surgiu no final de 1998, quando o engenheiro de produção Luiz Fábio de Toledo França, gerente administrativo e financeiro da empresa, procurou a professora Carmen para desenvolver um produto que estava faltando no mercado. “A idéia era fazer um pão congelado que, quando fosse para a condição de consumo, estivesse o mais próximo possível do pãozinho feito na hora”, relata França.

A tecnologia de produção de pães congelados em escala industrial já é empregada há mais de uma década no exterior, mas principalmente para os de fôrma. O pão francês foi muito pouco ava-

liado. Neste estudo, iniciado em 1999 e com término previsto para o final deste ano, foram analisados vários parâmetros envolvidos no processo de fabricação, como a formação da massa, fermentação, pré-assamento e as fases de congelamento e posterior descongelamento, além das melhores condições de estocagem e distribuição.

Para determinar a vida de prateleira do produto, parâmetros físicos (aparência, massa, volume específico e conteúdo de água), de textura (firmeza, elasticidade e mastigabilidade) e a análise do miolo dos pães, que dá a medida da porosidade da massa, foram avaliados durante o tempo de estocagem congelado, que dura até 28 dias.

## **Análise sensorial**

Para avaliar os resultados do projeto, a equipe da professora Carmen, em parceria com pesquisadoras do Laboratório de Análise Sensorial do Instituto Adolfo Lutz de São Paulo, organizou rodadas de testes sensoriais com um grupo de julgadores formado por 15 homens e 18 mulheres, com idade variando entre 20 e 60 anos. Todos treinados previamente pela equipe do Lutz. A primeira etapa verificou se os provadores detectavam diferença significativa entre pães pré-assados congelados e frescos quanto à aparência, textura ao corte e sensação na boca.

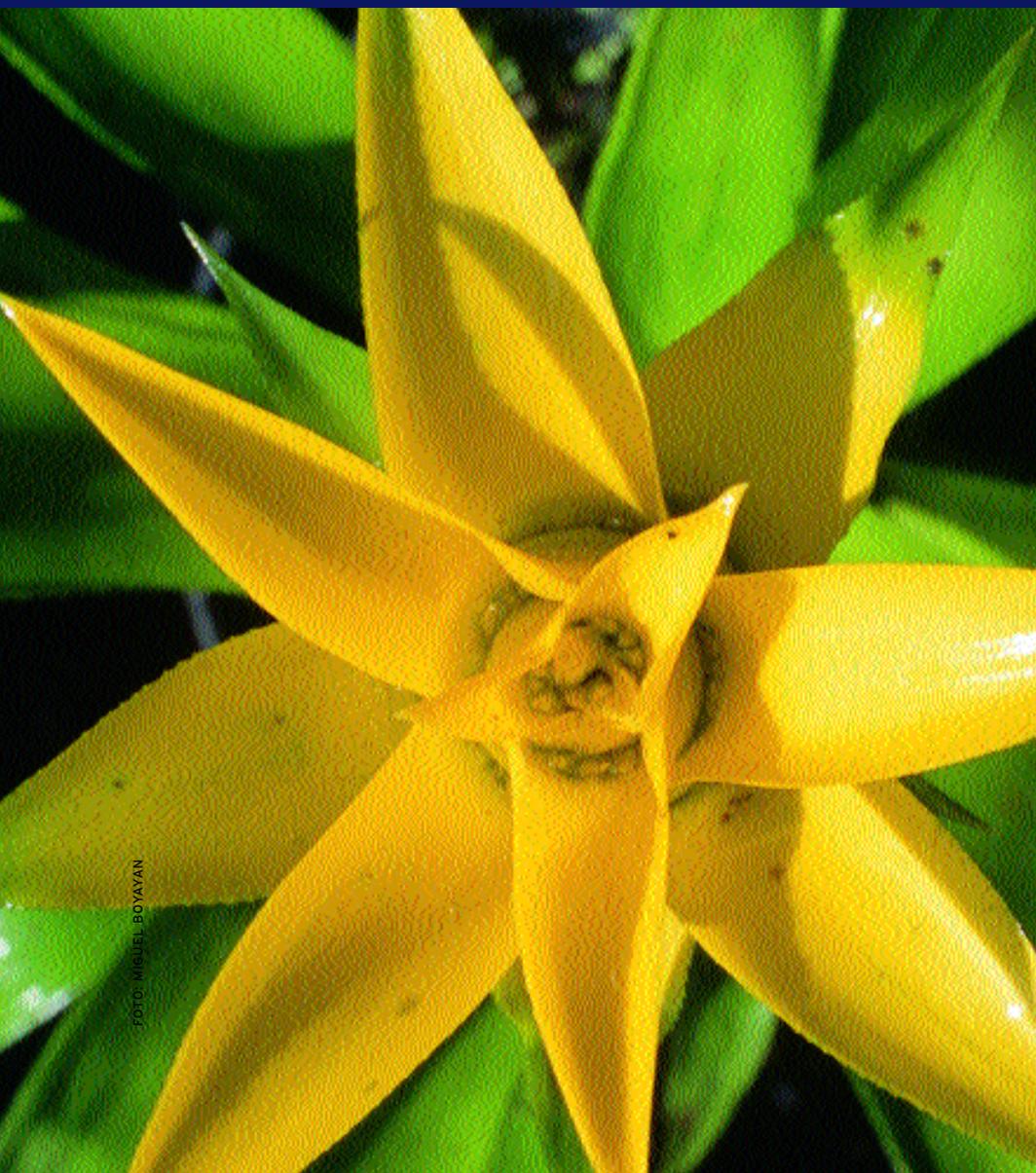
Durante uma semana, avaliaram amostras de pães pré-assados congelados após uma hora do assamento final. Os pães frescos foram processados com a mesma formulação da massa congelada e assados no mesmo dia. Não foram apontadas diferenças significativas entre as amostras, em relação à sensação na boca e textura ao corte, apenas quanto à aparência a partir do terceiro dia do congelamento. Os resultados mostram que o pão francês pré-assado congelado teve boa aceitação pelos avaliadores.

A segunda etapa da análise comparou o pão francês pré-assado congelado com o similar vendido em supermercados. O pão desenvolvido no projeto foi aprovado em todos os atributos avaliados (aparência, textura, sabor e intenção de compra), ao contrário da marca comercial. Participaram desse teste 49 homens e 38 mulheres, com idade entre 17 e 62 anos. O próximo passo do projeto está nas mãos da Fmaiiis, em levar o produto para o mercado. Os dirigentes estão reavaliando o setor, devido à grande turbulência e incertezas na economia, principalmente em relação aos custos de importação do trigo e de equipamentos.

Segundo estimativas da empresa, há um mercado a ser atingido, da ordem de 400 mil toneladas anuais a médio prazo, com faturamento aproximado de R\$ 600 milhões por ano, composto por lojas de conveniência, postos em estradas e supermercados. A Fmaiiis espera ficar com 1% desse mercado, equivalente a um faturamento de R\$ 6 milhões por ano. E, para isso, pretende aplicar todo o conhecimento adquirido no desenvolvimento e nos testes do pão pré-assado congelado.

MEDICINA VETERINÁRIA/  
AGRONOMIA/  
ENGENHARIA FLORESTAL/ ECOLOGIA

FOTO: MIGUEL BOYAYAN



## Biotério renovado

*Pequena empresa lança ambiente compacto para animais de laboratório*

**A**s pesquisas científicas com animais de pequeno porte ganharam um novo ambiente de estudo, um gabinete microambiental que pode ser utilizado até na sala do pesquisador. Concebido e construído com o objetivo de criar condições ideais para a pesquisa animal em laboratório, o Environs, nome comercial do produto, garante a manutenção de condições de temperatura, umidade, iluminação, controle sanitário e do fotoperíodo, processo que imita a variação de luz da noite e do dia para o animal se desenvolver de forma natural.

Foi projetado com medidas-padrão de 2 metros de altura, 1,45 metro de comprimento e 0,71 metro de largura. Suas dimensões são compatíveis com os acessos dos laboratórios e requerem o mínimo possível de adaptações físicas dos biotérios.

O projeto, apoiado pela FAPESP dentro do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE), foi idealizado e coordenado por Habib Guy Nahas, diretor da HVAC Tecnologia em Sistemas Ambientais. Segundo Nahas, a concepção do biotério microambiental levou em conta as recomendações ideais para o bem-estar do animal e normas técnicas internacionais que garantem a confiabilidade nos resultados de pesquisas científicas. Entre elas destaca-se o fato de ser totalmente fechado, o que atenua os sons e ruídos externos, causa de estresse nos animais. O Environs tem seu lançamento previsto ainda para este mês de fevereiro.

Os primeiros protótipos foram encomendados à HVAC há cinco anos, por um grupo de pesquisadores da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (USP), sob a coordenação do professor José Luis Merusse, do Departamento de Patologia. Esse protótipo foi citado em conclusões de trabalhos de mestrado e doutorado orientados por Merusse.

Nos estudos ficou caracterizado que a concentração de amônia no sistema microambiental é menor que a de sistemas convencionais, mesmo com maiores intervalos de troca de cama (de limpeza). O índice menor de amônia e os baixos níveis de umidade do sistema microambiental mantiveram o pulmão dos animais em perfeita condição, conforme atestaram os pesquisadores da USP. Nos sistemas convencionais é comum a presença de bronquites e de pneumonias crônicas.

Outro resultado confirmou a eficiência do sistema. “Ratos acasalados e mantidos em sistema microambiental com intervalo de troca de cama a cada 14 dias não mostraram diferenças físicas, bem como no estado sanitário, quando comparados com grupos similares mantidos em biotério convencional”, diz Nahas. Enquanto os resultados estavam sendo comprovados em laboratório, ele apresentou o projeto ao PIPE, o que permitiu a continuidade do desenvolvimento do produto e a construção de dois novos protótipos.

## **População de camundongos**

O gabinete microambiental, quando fechado, é parecido com uma geladeira industrial, de porta dupla. Na sua extremidade superior há indicadores de temperatura, umidade, pressão e iluminação que permitem ao pesquisador controlar as condições ambientais internas. Aberto, acondiciona 30 caixas que comportam entre 150 e 180 ca-

mundongos, com comedouro acoplado. E pode ser adaptado para experimentos com outros animais de pequeno porte.

Na avaliação de Nahas, além do controle de umidade e temperatura, que é independente das condições das salas, o sistema oferece vantagens em relação aos biotérios convencionais, como a efetiva diluição dos vapores de amônia com a garantia de não haver mistura e cruzamento de fluxo de ar, diminuindo a possibilidade de contaminação cruzada dos animais. Segundo o empresário, o fato de o equipamento ser rigorosamente fechado possibilita a pressurização do ambiente, não deixa o ar sair e evita a contaminação da área fora do gabinete.

Outro fator positivo é a iluminação interna do microambiente, de coloração azul e âmbar, projetada para não agredir os olhos do animal. “Conseguimos um sistema de iluminação sem brilho, com baixos níveis de luminosidade”, afirma o coordenador do projeto. Segundo Nahas, o Environs representa baixos custos operacionais para os bioteristas e laboratórios, uma vez que o manejo dos animais, que em biotérios convencionais é realizado com periodicidade de três dias, pode ser feito em até 15 dias. Isso significa economia na quantidade de maravalha (aparas de madeira usadas para cobrir o chão das caixas), no consumo de energia e água e, principalmente, na contratação de mão-de-obra.

## Comemoração já

Nahas está ansioso com o iminente lançamento do produto. “Quero comemorar o término do projeto e comunicar a todos que ele já está disponível para a comercialização.” Além de apresentar o Environs para a comunidade científica de universidades e institutos de pesquisa, Nahas prevê ainda visitas a laboratórios e indústrias farmacêuticas.

A experiência de quase 35 anos de Nahas foi importante para traçar os rumos dos negócios da HVAC. Físico com pós-graduação em engenharia nuclear, ele trabalhou em empresas do ramo de climatização de ambiente, coordenou projetos de climatização em plataformas de petróleo da Petrobras, além de prestar serviços para indústrias químicas, eletroeletrônicas e para laboratórios. Esse conhecimento foi fundamental para que, há 20 anos, fundasse a HVAC.

Atualmente a empresa dedica-se a climatizações em laboratórios de universidades e em indústrias químicas e farmacêuticas. O mais recente projeto foi desenvolvido para o Arquivo Público do Estado de São Paulo, onde foram instalados sistemas de climatização para ajudar na preservação de fotos, desenhos, documentos e mapas, alguns com até 200 anos.

Segundo Nahas, o faturamento da empresa em 2001 ficou perto dos R\$ 500 mil, um pouco abaixo dos R\$ 700 mil faturados em 2000. Ele conta que o ano passado foi atípico. Houve diminuição, a partir de junho, da energia para fins de refrigeração e climatização, o que influiu também na renda obtida pela empresa com a manutenção de equipamentos.

Para este ano a empresa planeja trabalhar em outro projeto, o sistema de ar-condicionado que acompanha o Environs, que custará R\$ 350 mil na fase de protótipo. Segundo Nahas, o aparelho consiste em um condicionador de ar supercompacto, com controles digitais. “Dessa forma, poderemos oferecer um completo sistema de climatização para o laboratório, já que o controle do sistema de refrigeração do local onde o Environs vai ser instalado também é importante para chegar a uma condição ideal de pesquisa”, afirma.

## Produção e pesquisas

Ainda sem preço de venda do Environs, Nahas espera fabricar dez gabinetes por mês. “Se eu tiver de aumentar a produção para cem equipamentos por mês, por exemplo, aí terei de buscar ajuda financeira no mercado, seja como aporte de capital de risco, sócio ou o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).” As chances de uma produção alentada são grandes. “Esse tipo de equipamento não existe nem no exterior.” Por tudo isso, as expectativas comerciais de Nahas são muito boas e as perspectivas para as áreas das ciências biológicas e farmacêuticas são de pesquisas mais eficientes, rápidas e seguras.

## Animais de fino trato

*LinkGen é a primeira empresa na América Latina a fazer teste de DNA para cavalos e bois*

Um bom cavalo de corrida pode valer até R\$ 2 milhões. Entre os bovinos, um grande reprodutor chega a custar tão caro que empresas especializadas em inseminação artificial formam consórcios para adquiri-los e dividir os ganhos resultantes dos negócios. Porém, por mais excelente que seja sua qualidade, um animal de raça não terá valor comercial nenhum se não contar com um registro genealógico – um atestado de pedigree. Hoje assiste-se nos países desenvolvidos a um expressivo crescimento da adoção de teste do ácido desoxirribonucléico (DNA) para comprovar a origem de espécimes valiosos. No Brasil, esse tipo de teste também ganha espaço nas associações de criadores de cavalos e de bois de raça, impulsionado pela empresa LinkGen, de São Paulo, apoiada pelo Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) da FAPESP.

A LinkGen tornou-se o primeiro laboratório a realizar testes de genotipagem por DNA para animais na América do Sul. Segundo a biomédica Cynthia Bydlowski, diretora da empresa e coordenadora do projeto, o índice de precisão dos novos exames para testes de vínculo genético atinge no mínimo 99,91%, enquanto nos de tipagem sanguínea – que examinam vários tipos de proteínas no sangue (semelhante a sistemas como o ABO e outros, no ser humano) –, quando realizados sob condições ideais, é de 96,50%. A maior confiança sobre a origem do animal proporcionada pelo teste de DNA ganha importância em um cenário em que a prática da inseminação arti-

ficial, o aumento do comércio de sêmen e a transferência de embriões tornam tênues os limites das porteiras.

As vantagens da utilização da tecnologia de DNA sobre a de tipagem sanguínea não se limitam à obtenção de resultados mais precisos. “Utilizamos o pêlo do animal, mais especificamente o bulbo capilar, como fonte de DNA, um material mais fácil de armazenar que o sangue. Depois da análise genética, o bulbo pode ser guardado por até três anos”, explica o bioquímico Jaime Leyton, outro diretor da LinkGen. A LinkGen submete o DNA extraído da amostra à reação em cadeia da polimerase (PCR), procedimento que amplifica determinadas regiões preestabelecidas do DNA. São estudadas pelo menos 12 dessas regiões – também chamadas de marcadores –, analisadas individualmente. “A utilização de 12 marcadores é o padrão dos laboratórios mais desenvolvidos e assegura a qualidade dos resultados”, explica Cynthia.

No início de suas atividades, em 1998, a LinkGen não operava com sistemas automatizados. “Com os recursos do PIPE, adquirimos, em 2000, um seqüenciador de DNA, automatizando o sistema”, conta Cynthia. Com o equipamento, a capacidade do laboratório, que antes se limitava à análise de, no máximo, cinco animais a cada três dias, cresceu para 48 testes completos a cada 24 horas. “Um enorme benefício da automação é a possibilidade de processamento durante 24 horas, sem supervisão humana”, observa ela. Em 1999, a empresa atendia a uma média de seis encomendas mensais. “Hoje, recebemos cerca de 60 amostras a cada mês”, revela Leyton.

## **Foco no cavalo**

O segmento de criação de cavalos é, atualmente, o filão de negócios mais atraente para a empresa. “Mais de 90% dos testes que reali-

zamos em nosso laboratório destinam-se à identificação de equídeos”, comenta Leyton. Um dos primeiros clientes da LinkGen foi a Associação Brasileira de Criadores de Cavalo Quarto de Milha (ABQM), que forneceu amostras ainda no período de desenvolvimento tecnológico. “Nossa congênera norte-americana, a American Quarter Horse Association, já exige exames de DNA para o registro”, afirma Jarbas Leonel Bertolli, superintendente do *stud book* (cartórios de registros de animais existentes em cada entidade de criadores) da ABQM.

O registro de equídeos em geral é bastante rigoroso – para obtê-lo, é preciso conhecer a árvore genealógica dos animais pelo menos até a quinta geração. “Entre as associações sul-americanas de criadores, a ABQM foi a pioneira no emprego da técnica de DNA”, orgulha-se Bertolli. “Trata-se de uma tendência inexorável, já bem delineada no mercado internacional”, comenta Antônio Carlos Motta, coordenador de equídeocultura do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. “Os ganhos de precisão são consideráveis”, afirma Ricardo Soares Cohen, gerente de projeto da Coordenação de Bovideocultura do Departamento de Fomento e Fiscalização da Produção Animal, do mesmo ministério.

## Mercado em expansão

A única barreira para uma maior adoção do teste de DNA é o preço ainda um pouco salgado para o paladar dos criadores brasileiros – custam em torno de R\$ 140, enquanto a tipagem sanguínea sai por volta de R\$ 35. A evolução do mercado externo, porém, pode expandir o novo procedimento. “Nosso plantel é um dos maiores do mundo e, nos anos 1990, deixamos de ser exclusivamente importadores e começamos a exportar”, diz Motta. Na área de bovídeos, conta Cohen, do Ministério da Agricultura, o governo federal pretende

divulgar as vantagens da análise de DNA junto às associações de criadores. Segundo ele, as técnicas da biologia molecular contribuem para a assimilação das fêmeas em projetos de melhoramento genético. “Até pouco tempo atrás só os reprodutores eram considerados valiosos para imprimir aptidões às suas progênies”, diz.

A LinkGen registrou receita de R\$ 100 mil em 2001 e projeta um crescimento de 100% para este ano. Ela está conquistando espaço também no mercado internacional. “A Asociación Rural del Paraguay, uma confederação de criadores de diversas espécies animais, é um importante cliente nosso”, diz Leyton. A LinkGen mantém estreita colaboração com a Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Estadual Paulista (Unesp), em Araçatuba (SP). Assim, foi lá onde o seqüenciador comprado com o projeto do PIPE ficou instalado inicialmente, durante oito meses. “Fizemos um acordo em que eles poderiam usar o seqüenciador em projetos de pesquisa enquanto treinavam dois técnicos para a LinkGen”, conta Leyton. Assim se fechou um círculo acadêmico e empresarial que trouxe novos benefícios para a criação de cavalos e de bovinos no país.

## Casca grossa

*Vacina protege aves de bactérias  
que provocam fragilidade nos ovos*

**E**m 1991, o ano foi atípico para várias granjas do interior paulista. As galinhas botaram um número excessivo de ovos sem casca ou com casca extremamente fina. O fato chamou a atenção de João Takashi Ohashi, médico veterinário formado pela Universidade de São Paulo (USP), que pouco tempo antes havia montado sua própria empresa, a Livet Produtos Veterinários, depois de uma longa atuação no desenvolvimento de produtos em uma multinacional. Ele decidiu investigar as causas dessa estranha ocorrência elaborando uma hipótese de que parte do problema poderia estar ligada a agentes infecciosos, como as bactérias.

Até então os estudos apontavam a idade avançada das galinhas, má nutrição, problemas genéticos e ambientais como fatores responsáveis por alterações nas cascas dos ovos e doenças infecciosas específicas. Anos mais tarde, João levou à frente a sua idéia de investigar as causas bacterianas da doença e chegou a imaginar uma vacina. Para concretizar seus estudos, em 1998, ele apresentou um projeto à FAPESP dentro do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE).

A coordenação do projeto foi da professora Masaio Mizuno Ishizuka, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP. “As pesquisas, encerradas em junho do ano passado, mostraram correlação entre lesões na medula óssea provocadas por bactérias e a qualidade da casca”, conta João. E resultaram em uma vacina bacteria-

na inédita, eficaz na eliminação de 11% do problema de má formação da casca, segundo Masaio.

Além disso, os estudos apontaram para um vírus, responsável por muitos estragos no metabolismo de cálcio das aves. Somadas, essas duas causas representam metade dos problemas relacionados à ovosporose, batizada pelos pesquisadores como a osteoporose das aves. Os 50% restantes referem-se a fatores como nutrição inadequada, manejo e doenças causadoras de lesão do trato reprodutor, bronquite e outras infecções. No momento, Ohashi e Masaio estão debruçados no desenvolvimento de uma vacina mista (bacteriana e viral) para minimizar os prejuízos decorrentes da má qualidade da casca de ovos. Essas perdas chegam a 7,4% ao ano no Brasil, 6,4% nos Estados Unidos e 8% na Alemanha.

Um levantamento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), publicado no início deste ano, envolvendo apenas granjas de postura com plantel igual ou superior a 10 mil poedeiras, mostra que o Brasil produziu, no período de janeiro a setembro de 2002, 1,332 bilhão de dúzias de ovos, ou cerca de 16 bilhões de unidades. A projeção para o ano fica em torno de 21,3 bilhões de unidades. Esse volume dá idéia da dimensão dos prejuízos enfrentados pelo setor com o descarte de ovos impróprios para o consumo. Considerando um país que quer atingir a fome zero, as perdas são imensas, possivelmente chegando a 1,3 bilhão de ovos perdidos em 2002.

## Doença progressiva

A vacina desenvolvida pela Livet destina-se a combater as bactérias *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* e *Enterococcus* sp. de linhagens isoladas de galinhas. O estudo apontou que essas bactérias atingem a medula óssea das aves, impe-

dindo a adequada formação do cálcio dos ovos. A vacinação deve ser feita até a 16ª semana de vida das aves, quando se inicia a fase reprodutiva das poedeiras. “No início, a doença gera pequenas perdas, que vão se acentuando à medida que a ave atinge o final do período reprodutivo, chegando a 15%, porque é uma doença crônica e progressiva”, relata Masaio. “A ovosporose inicia-se muito antes do início da produção de ovos.”

Os estudos começaram com o isolamento e a identificação das bactérias na medula óssea do fêmur e da tíbia de aves com idades entre 1 dia e 16 semanas, selecionadas aleatoriamente nos galpões de quatro granjas comerciais que apresentavam problemas de perdas relacionadas à má qualidade da casca. As granjas assemelhavam-se em relação ao tamanho, tipo de alimentação, manejo zootécnico e sanitário.

## **Toxinas degradantes**

Para estimar a produção e as perdas decorrentes da má qualidade da casca, foram selecionadas aves em fase de produção de outros galpões das mesmas granjas, com idades correspondentes a 20, 40, 60 e 80 semanas de vida. Os experimentos revelaram relação entre infecção bacteriana em medula óssea e intensificação do processo de calcificação medular. “Quanto mais grave a lesão, menor a quantidade de osteoblastos e osteoclastos, as células da medula óssea”, relata Ohashi. Os osteoblastos são responsáveis por sintetizar a parte orgânica da matriz óssea, enquanto os osteoclastos estão relacionados com a realocação de cálcio no tecido ósseo.

Segundo o pesquisador, as bactérias produzem toxinas capazes de degradar o paratormônio (PTH), hormônio responsável por controlar a quantidade de cálcio disponibilizada pela medula óssea para a formação da casca do ovo. A hipótese de que agentes infecciosos

poderiam ser parte do problema foi comprovada por meio de testes bacteriológicos, histopatológicos (estudo microscópico de lesões orgânicas) e estatísticos. Depois disso, os pesquisadores trabalharam no desenvolvimento de uma vacina para controlar as bactérias. Testes feitos em laboratório mostraram que essa vacina aumentou em 11% o número de ovos com casca boa, ou seja, em condições de comercialização, resultado promissor em se tratando de doença com muitas causas.

## Teste do anel

Mas o resultado não deixou os pesquisadores totalmente satisfeitos. Eles decidiram então ampliar o objeto de estudo e começaram a tentar identificar vírus que poderiam influenciar no metabolismo do cálcio das aves e, conseqüentemente, na formação da casca. O processo de identificação e isolamento do vírus foi feito por um método de diagnóstico chamado *Bi-Digital O-Ring Test* (teste do anel), criado pelo pesquisador japonês Yoshiaki Omura, radicado nos Estados Unidos, e usado principalmente por médicos acupunturistas para investigar a influência da energia eletromagnética no diagnóstico e tratamento de doenças. O teste baseia-se em um princípio da física, a ressonância, que é o prolongamento de um som ou onda eletromagnética pelo seu reflexo ou repercussão em outros corpos.

Ohashi conta que, por esse método, ele consegue identificar, entre outras coisas, grãos de vários cereais envoltos em um plástico preto. Ele compara o diagnóstico ao trabalho de um cachorro perdigueiro que fareja a caça. “Com o *O-Ring*, já vou diretamente ao que interessa tanto para identificação de vírus e bactérias como para o desenvolvimento de produtos, que incluem fitoterápicos para tratamento de gado e aves.” A confirmação é feita sempre pela

técnica convencional, como no caso do vírus que está sendo analisado e tipificado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

Assim que a comprovação for feita, o que os pesquisadores esperam que ocorra ainda em fevereiro, eles começarão a testar em laboratório a vacina para combater o vírus. O próximo passo é entrar com o pedido de patenteamento da vacina bacteriana, inicialmente no Brasil e depois no exterior. O registro da viral ficará para uma fase posterior, após o término dos testes.

Cálculos feitos por produtores norte-americanos apontam que as perdas nos Estados Unidos, somente em decorrência de má formação de cascas, são da ordem de US\$ 1,2 por ave ao ano. Levantamento realizado em 1997 indica que, no ano imediatamente anterior, esse problema causou aos produtores brasileiros prejuízos que atingiram a soma de R\$ 79 milhões. Prova de que a vacina, assim que estiver totalmente pronta para impedir que vírus e bactérias interfiram no metabolismo de cálcio das aves, representará considerável economia para o setor granjeiro nacional.

## Na sintonia do tempo

*Aparelho controla umidade  
e permite uso correto de agrotóxicos*

**D**ois engenheiros, um agrônomo e outro eletrônico uniram-se num projeto que protege plantações e o meio ambiente: um equipamento que prevê ataques de fungos, e a conseqüente doença das folhas, serve para qualquer cultura tropical e reduz drasticamente o uso de agrotóxicos. Fábio Valadão, em sua pequena empresa de Campinas (SP), a Microdesign Informática, desenvolveu o projeto Equipamento para Previsão de Doenças Fúngicas em Vegetais, e Nilson Villa Nova, professor da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq), de Piracicaba (SP), coordenou o trabalho que é financiado pelo Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) da FAPESP.

O aparelho reduz os gastos com fungicidas para até um terço do total – o que, dependendo da cultura, equivale a até 25% dos custos de produção. Também indica o momento adequado de pulverizar a lavoura e o número de aplicações. Além de tudo, o uso do defensivo na medida certa evita excessos na contaminação das plantas, do meio ambiente, bem como da pessoa que faz a aplicação do veneno e dos consumidores do produto.

Os pesquisadores explicam que o potencial de infestação de doenças fúngicas é diretamente proporcional ao número de horas que a água fica sobre as folhas. E está sempre associado a temperaturas elevadas e a índices altos de umidade relativa do ar e de chuvas, que contribuem para manter as plantações molhadas. Em geral, o agricultor resolve pulverizar as plantas simplesmente porque no-

ta que elas ficam molhadas por muito tempo. O equipamento, que opera como uma estação de alerta sanitário, evita essa tomada de decisão sem critério científico. Para isso, é dotado de um sistema de previsão da ocorrência de fungos numa cultura, que funciona por meio do processamento de dados meteorológicos.

## **Painel solar**

Chamado de Equipamento de Previsão de Doenças Fúngicas (EPF System), ele tem raio de ação variável, dependendo da topografia do terreno. Nas áreas planas, a amplitude de monitoração pode atingir 10 hectares. Em qualquer situação, ele dispensa a energia elétrica. O EPF é alimentado por meio de baterias de 6 volts, que são carregadas por um painel solar.

Todas as informações são coletadas pelo aparelho por meio de um conjunto de sensores acoplados a um microprocessador, que processa e indica em um visor ou por um tipo de interface de coleta (rádio ou coletores eletrônicos) a possibilidade de infestação da doença e do grau de severidade esperado. Os sensores medem as temperaturas máxima, mínima e média de um período, a umidade relativa do ar, o índice de chuvas, além da intensidade e a duração do período de molhamento foliar.

A arquitetura do equipamento, por meio de suas interfaces, permite que as informações dos sensores agrometeorológicos possam ser coletadas em até 30 pontos diferentes. Além da coleta ser disponibilizada por um sistema de rádio de forma automática, existe ainda uma pulseira com um botão metálico que necessita apenas ser encostado no EPF para a coleta dos dados. Depois, todas as informações são armazenadas e processadas num computador do agricultor, de onde é possível elaborar um relatório que serve para analisar e pro-

gramar, com facilidade, os momentos mais adequados para a pulverização. Existem no país outros equipamentos de previsão de doenças vegetais, na maioria importados. São caros – as configurações básicas custam de US\$ 3 a US\$ 5 mil nos países de origem e chegam ao Brasil pelo dobro –, não contam com assistência técnica aqui e sua manutenção é difícil.

“Esses aparelhos”, acrescenta Valadão, “também não fornecem ao usuário comum uma informação simples e clara que o ajude a decidir, porque são destinados mais ao uso na área científica. Não possuem *display* gráfico e, como os dados são registrados de forma ‘empilhada’, exigem prévio conhecimento das grandezas monitoradas e de seu peso no resultado final, o que dificulta o manuseio pelo agricultor.”

## Tecnologia nacional

Já o equipamento da Microdesign, segundo Valadão, “está adaptado às condições tropicais e à realidade agrícola brasileira”. Ele revela que só três componentes do equipamento – transdutor de umidade relativa (capta as informações e transforma em grandeza elétrica), pluviômetro (mede a quantidade de chuva) e caixa do abrigo do termohigrômetro (mede a umidade relativa do ar e temperatura) – são importados, porque são produzidos em escala mundial, com preços compatíveis e boa qualidade. O restante é fruto da tecnologia nacional.

A equipe da Microdesign desenvolveu os circuitos eletrônicos utilizados nos sensores do molhamento foliar e os do termohigrômetro, pois os convencionais existentes no mercado não atendiam às especificações do projeto – alta precisão, repetibilidade, confiabilidade, custo baixo e possibilidade de conexão em rede. A empresa

também desenvolveu o *software* embutido no microprocessador (*firmware*), onde todos os processamentos de sinais matemáticos foram incorporados.

O equipamento está em fase de acabamento. Depois de testados os sensores e o sistema de aquisição dos dados, começaram os testes de campo. Valadão revela: “Estamos encaminhando 20 protótipos para centros de pesquisa como o Instituto Agrônômico de Campinas (IAC), a Esalq e a Universidade Estadual Paulista (Unesp), de Jaboticabal, que farão testes de fitopatologia para verificar o desempenho do equipamento e particularmente dos sensores, para saber se há necessidade ou não de alguma modificação no modo de operação deles, para adequá-los a alguma condição mais específica, como a maneira de integração dos sinais, ou mesmo para otimizar ou tornar mais prática a aplicação de campo e, assim, aperfeiçoar o uso do aparelho”.

## Participação científica

Para Valadão, os convênios entre sua empresa e a área científica são fundamentais para o estabelecimento dos parâmetros confiáveis nos algoritmos (conjunto de regras bem definidas para solução de problemas com número finito de etapas) de prevenção específicos para cada cultura. Isso é importante porque os algoritmos variam conforme a cultura. “No nosso projeto”, acrescenta Villa Nova, “o algoritmo de alerta tem uma fórmula específica para cada cultura, que relaciona a temperatura, a umidade e dá o grau de severidade de ataque da doença. Se em determinada cultura a planta fica molhada 20 horas, por exemplo, a uma temperatura média de 18° C, ela estará sujeita a uma infestação fúngica grave.”

O equipamento na concepção atual, com quatro tipos de sensores e destinado a funcionar numa área plana, tem o seu custo estimado entre R\$ 3,5 mil e R\$ 4 mil (ou de US\$ 1,8 a US\$ 2 mil), pode monitorar 10 hectares e ser usado para qualquer cultura, desde que configurado com o *software* correspondente. A forma de leitura das informações também vai influir no preço do aparelho. A simples visualização das informações no visor do equipamento ou a captação por meio da pulseira com botão vai deixar o EPF System mais barato. Já com a adaptação para um sistema de radio-transmissor, que leva as informações diretamente ao computador do agricultor, haverá um aumento de R\$ 2,5 mil nos custos.

O equipamento processa e prepara as informações agrometeorológicas, faz os cálculos baseados nos algoritmos instalados e responde se haverá ou não ocorrência de doenças, bem como o grau de severidade da infestação. A partir daí o agricultor calcula a dosagem da pulverização, conforme critérios definidos por um fitopatologista.

Valadão pretende patentear o equipamento antifungo e calcula que ele estará disponível até o início de 2001. O agricultor poderá comprá-lo numa rede de revendas autorizadas, que terão técnicos treinados para instalar e fazer a manutenção. Poderá ser adquirido em operações de *leasing*, via Banco do Brasil ou Caixa Econômica Federal: o usuário paga uma prestação mensal, recebe assistência técnica e ao fim de 24 meses fica com o aparelho. Além disso, paga o *software* de cada cultura, no valor de cerca de R\$ 500.

O financiamento da FAPESP já foi empregado no desenvolvimento da mecânica, na compra de instrumentos de laboratório e na montagem dos protótipos que vão para os centros de pesquisa, onde devem ficar em testes por seis meses. Esses centros receberão *royalties* pelo trabalho que levar ao aperfeiçoamento das soluções necessárias para cada cultura.

## Subprodutos

O projeto não se esgotou no equipamento para previsão de doenças fúngicas: teve como subprodutos uma série de aparelhos controladores para serem usados em estufas, ambientes internos, filtros de lavagem (retrolavagem e lavagem em irrigação localizada), mesas-balanças de viveiros (indicam os períodos corretos de irrigação) e conjuntos bomba-válvula (permitem sincronizar motobomba e válvulas de controle hidráulico).

Esses aparelhos foram lançados no mercado e já estão à venda. Trata-se de uma receita importante para o faturamento médio mensal de R\$ 20 mil da Microdesign, uma empresa com apenas três empregados que produz e vende 12 produtos. Fundada em 1984, a empresa concentrou-se em informática e aparelhos eletrônicos de uso agrícola. Valadão desenvolveu, por exemplo, um sistema de automação, por controle remoto, de pivôs centrais de irrigação e um sensor para monitoramento de passagem de grãos em plantadeiras, com o qual conquistou o Prêmio Governador do Estado no 18º Concurso Nacional do Invento Brasileiro, em 1990. Em 1994, um produtor de tomate lhe falou dos problemas que tinha com a pulverização da plantação e queixou-se de gastar muito dinheiro com veneno, muitas vezes, desperdiçado quanto aplicado antes das chuvas. Então o engenheiro começou a pesquisar seu novo invento.

## Natal tropicalizado

*Seleção de espécie conífera originária do Japão resulta em árvore mais atraente*

Utilizar árvores naturais para celebrar o Natal é uma tradição que começou há cerca de 400 anos na Europa, ganhou as Américas com os imigrantes e cada vez mais conquista espaço no território brasileiro. Mesmo com o aumento da oferta disponível nos últimos anos, o engenheiro metalurgista Gilberto Sguario da Silva conta que, ao procurar uma árvore natalina em dezembro de 1995, pouco tempo após ter voltado de uma longa temporada nos Estados Unidos, sentiu falta de um produto com algumas características a que estava acostumado. “As árvores do Hemisfério Norte, além de extremamente bonitas, exalam um aroma muito agradável”, descreve.

Essa observação foi o ponto de partida de um estudo que resultou em uma árvore adaptada às condições climáticas do Hemisfério Sul, macia ao tato, com aroma suave, sem perda de folhas, coloração e vigor preservados até 45 dias após o corte. A pesquisa, que utilizou técnicas de clonagem vegetal, foi desenvolvida pelo Laboratório de Fisiologia das Árvores da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq), da Universidade de São Paulo, em parceria com a Arboreto Produtos Florestais, da qual Gilberto Silva é sócio, com financiamento do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) da FAPESP.

A parceria com a Esalq teve início em 1996, antes mesmo de o projeto do PIPE ser aprovado em 1999, quando Silva procurou o professor Antônio Natal Gonçalves. O primeiro passo foi selecionar es-

pécies de coníferas adequadas às condições climáticas da região em que seria produzida, no sul do Estado de São Paulo, e com as qualidades exigidas pelas tendências de mercado. “Experimentamos 12 espécies antes de dar início ao projeto”, conta Gonçalves.

## Material adequado

A escolha recaiu sobre a *Cryptomeria japonica* variedade *elegans*, originária do Japão, pelas suas qualidades e características ideais para o cultivo como árvore de Natal: rápido crescimento tanto *in vitro* como no campo, forma cônica, o que diminui a frequência de podas de modelagem da árvore, e resposta satisfatória à adubação. Além disso, essa espécie, chamada de cedrinho japonês, tolera baixas temperaturas, pré-requisito para ser produzida em Itararé, município que fica na fronteira de São Paulo com o Paraná, local escolhido para o plantio.

“O primeiro passo era conseguir um material genético adequado para clonar, fator que influencia na qualidade das árvores”, relata Gonçalves. Foram coletados fragmentos de ponteiros (material localizado na ponta dos galhos) de matrizes selecionadas da Estação Experimental de Itatinga, do Departamento de Ciências Florestais da Esalq. Dessas matrizes saíram novas mudas, produzidas pelo método de micropropagação (cultura de tecidos). Esse método é considerado o mais apropriado para que o material reverta a condição de reprodução, segundo experimentos realizados para a geração de clones de eucalipto, utilizados por grandes empresas de papel e celulose.

Para resgatar a característica de reprodução por clonagem, os ponteiros têm de ser colocados em um meio de cultura com nutrientes minerais, vitaminas, reguladores de crescimento, açúcar e ágar, um material extraído de algas marinhas, para dar consistência. Depois

de 45 dias, essas mudas vão para viveiros e, cerca de seis meses mais tarde, estarão prontas para ser plantadas ou enviadas para o jardim clonal, onde são feitas novas mudas pelo método de estaquia (processo de multiplicação de vegetais em que se utilizam estacas de caules, raízes e folhas). O espaçamento para o plantio entre as árvores fica em torno de 2,20 metros. O tempo para que atinjam a altura ideal para o corte varia de três a quatro anos, segundo o tamanho desejado: 1,50 metro, 1,80, 2 e 2,5 metros.

### **Alimentação diária**

O corte é feito uniformemente, rente ao chão, para que a árvore possa ser encaixada em um suporte de metal, desenvolvido por Gilberto Sguario da Silva, que fundou a Arboreto em sociedade com o irmão, dono da área de 75 hectares em Itararé onde se realizam os testes em campo. O suporte é composto por quatro parafusos, que asseguram a sustentação mecânica da árvore, e um reservatório destinado à alimentação da planta, onde devem ser colocados diariamente de 1 a 2 litros de água.

Segundo o professor Gonçalves, os cortes tradicionais, que arrancam inclusive o torrão de terra junto com parte das raízes, degradam os locais do plantio porque retiram grandes porções de terra, provocando erosão e empobrecimento do solo. Encontrar uma árvore capaz de resistir ao corte foi um dos grandes desafios do projeto. “A tuia, uma das espécies concorrentes que se encontram à venda, não resiste ao corte sem o torrão”, diz Silva. Depois do corte, os galhos são amarrados para facilitar o transporte aos locais de distribuição, que deve sempre ser feito à noite, para evitar a perda de umidade das árvores. O sistema de umidificação da base do tronco, desenvolvido pela empresa, consiste de uma esponja úmida que envolve

toda a base do tronco recoberta por um saco plástico. A árvore, que vem acompanhada do suporte, é fácil de ser transportada manualmente, porque seu peso não ultrapassa os 5 quilos.

O programa de comercialização das árvores foi desenvolvido pela Arboreto em parceria com consultores do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) de São Paulo. Nele constam detalhes de como as árvores devem ser acondicionadas no depósito da empresa, cuidados no transporte, melhor data para venda e locais para divulgá-las.

### **Produto aceito**

A primeira experiência de vendas foi feita em 2001, em Alphaville, bairro do município de Barueri, na Grande São Paulo. Os moradores e empresários do condomínio fechado compraram 200 árvores. Em julho de 2002, a Arboreto, que cadastrou todos os compradores, fez uma pesquisa pós-venda para avaliar o nível de aceitação do novo produto em relação aos concorrentes. O resultado agradou bastante à empresa. “Dos clientes residenciais, 100% ficaram satisfeitos e pretendem repetir a compra este ano”, conta Silva. “Esse índice caiu para 70% entre os clientes comerciais.” Na avaliação do empresário, eles não seguiram as instruções, dadas por escrito aos compradores, de dar água diariamente para a árvore. “Esse é o segredo para manter preservados o viço, a cor e outras características por 45 dias”, ressalta o empresário.

Neste ano, a empresa trouxe cerca de 500 árvores a São Paulo para serem vendidas em um ponto comercial que alugou no Morumbi e em uma floricultura localizada na ponte Cidade Jardim, perto do Jóquei Clube. O preço para o varejo está estimado entre R\$ 100 e R\$ 160, dependendo do tamanho da árvore. “Queremos vender inicialmente em São Paulo, para avaliar a reação do consumidor. De-

pois iremos para Campinas, Curitiba e outras cidades”, relata Silva. A estimativa de venda para o ano que vem gira em torno de, no mínimo, mil árvores. “Em dois ou três anos estaremos vendendo 2.500, a cota máxima permitida pelo terreno no regime de rotatividade”, diz o sócio-proprietário da empresa.

Os estudos e testes em campo realizados até agora demonstram que a espécie escolhida, a *Cryptomeria japonica*, atende aos pré-requisitos propostos no início do projeto. Na atual fase, os experimentos estão voltados para o melhoramento do método de adubação, época de podas e irrigação. Além disso, duas outras espécies, ainda não estudadas no projeto, serão avaliadas: o *Pinus virginiana*, originária dos Estados Unidos, e o *Pinus eldarica*, do Afeganistão. Elas foram escolhidas após consultas à associação norte-americana de produtores de árvores de Natal, National Christmas Tree Association, e testes preliminares de propagação e comportamento das espécies no campo e no laboratório. Também serão realizados estudos de sobrevivência das espécies após o corte, com o uso de substâncias antitranspirantes e conservantes que podem ser diluídas na água.

## Novos plantadores

Segundo o professor Gonçalves, desde que o projeto começou a ser divulgado, a Esalq já recebeu várias consultas de interessados em trabalhar com árvores de Natal. Mas ele ressalta que tem observado uma mudança no perfil das pessoas que procuram a universidade, localizada em Piracicaba (SP). “Temos recebido consultas principalmente de aposentados que querem começar uma nova atividade no interior.”

O repasse da tecnologia para pequenos e médios proprietários é um dos objetivos do projeto. Ao mesmo tempo que os experimen-

tos continuam no laboratório e em campo, Gonçalves vislumbra a possibilidade de que a região de Itararé se torne um pólo produtor de árvores de Natal com a tecnologia desenvolvida pela Esalq. “O investimento é baixo e traz um bom retorno”, avalia. O produtor poderá formar lotes do mesmo padrão e classificar as árvores de acordo com a qualidade.

Mas não está descartada a possibilidade de a venda ser feita individualmente, inclusive com a abertura das propriedades dos produtores para que os compradores escolham e reservem sua árvore ainda no campo, como ocorre nos Estados Unidos e Canadá. Para Gonçalves, mesmo com a transferência de tecnologia para outros produtores, a grande vantagem da Arboreto é que ela saiu na frente.

## Natureza preciosa

*Especialistas conseguem exploração econômica da Mata Atlântica sem dano ambiental*

**A** região do Vale do Ribeira, situada entre as cidades de São Paulo e Curitiba, abriga a maior área remanescente de Mata Atlântica do país. São aproximadamente 600 mil hectares de floresta, em grande parte preservados em unidades de conservação como parques e áreas de proteção ambiental. É um imenso patrimônio natural que contrasta com a precária situação econômica vivenciada por muitos de seus habitantes.

Fora o cultivo da banana e do chá-mate e, em menor escala, a prática da pecuária, a falta de alternativas leva uma parte dos moradores à extração ilegal de madeira, palmito, plantas medicinais e ornamentais, contribuindo assim para a diminuição das populações naturais de espécies nativas da região. Uma das saídas para esse problema é o implemento do chamado desenvolvimento sustentável, em que a exploração econômica da natureza possa ser feita sem a destruição de florestas e de qualquer outro tipo de ambiente natural, trazendo benefícios sociais e ecológicos.

Um bom exemplo da implantação desse sistema está em dois projetos desenvolvidos nos últimos quatro anos pela empresa Atlântica Assessoria Agroambiental, da cidade de Registro, em São Paulo. O primeiro tratou de identificar e extrair da mata, com metodologia científica, plantas medicinais que começam a ser vendidas secas e embaladas. O outro projeto utiliza, por exemplo, gemas (pequenos pedaços do broto) das belas bromélias nativas da região e as reprodu-

zem em laboratório, em milhares de indivíduos idênticos, sem destruição da planta original ou retirada de exemplares da floresta.

Além dos ganhos ambiental, científico e econômico desses dois projetos, há ganhos sociais: a população da região é diretamente beneficiada. O conhecimento adquirido com o projeto de plantas medicinais, tanto no que diz respeito à extração como no processamento da matéria-prima, está sendo repassado a comunidades quilombolas da região, populações formadas por descendentes de escravos.

Na verdade, no caso das plantas medicinais, esse processo é um retorno, em forma de novos benefícios, das informações que esses moradores haviam, no início do projeto, repassado aos pesquisadores da Atlântica. O conhecimento tradicional das comunidades quilombolas sobre o uso dessas plantas como remédio deu origem à escolha das espécies retiradas da mata. O trabalho dos pesquisadores foi dar garantias da regeneração natural das plantas dentro de um ciclo programado de extração.

Para executar os projetos, a Atlântica contou com financiamento do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) da FAPESP. O coordenador do projeto de plantas medicinais foi o engenheiro agrônomo Alexandre Mariot, que iniciou alguns trabalhos com a Atlântica há oito anos, quando fez um estágio de conclusão do curso de graduação realizado na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Fundada em 1996, a Atlântica tem como principal atividade desenvolver tecnologia de manejo de espécies nativas da Mata Atlântica com uso sustentável. Um de seus clientes é o Grupo Agroindustrial Eldorado, para o qual a empresa presta consultoria em um trabalho de manejo de palmitos-juçara (*Euterpe edulis*) em 18 mil hectares da Fazenda Colônia Nova Trieste, no município de Eldorado, distante 259 quilômetros da capital paulista.

## Floresta preservada

Como a parceria entre a Atlântica e o grupo empresarial permite o desenvolvimento de pesquisas no local, o levantamento de campo das plantas medicinais escolhidas para serem estudadas no projeto foi feito em 2.500 hectares da área reservada para o manejo de palmito. A fazenda, que tem no total 30 mil hectares com cobertura florestal – correspondentes a 30 mil campos de futebol –, foi comprada na década de 1950 por uma siderúrgica do grupo como reserva de madeira, que seria queimada nos altos-fornos durante uma das etapas do processo de transformação do minério de ferro em aço. As novas técnicas utilizadas na produção de aço dispensaram a madeira e contribuíram para manter preservada a propriedade.

A seleção das espécies começou com visitas aos moradores dos quilombos de Pedro Cubas, Nhungara, Ivaporunduva e São Pedro, localizados em Eldorado, pelo coordenador do projeto. Mariot perguntava quais plantas eram utilizadas, quais as áreas de ocorrência e com que finalidade eram usadas. O reconhecimento de cada uma delas foi feito em volta da casa dos moradores, que as cultivam, e nas áreas de florestas.

O coordenador classifica seu trabalho como um resgate do conhecimento tradicional, porque a região concentra o maior número de comunidades remanescentes de quilombos do Estado de São Paulo. São 52, algumas já com direito à posse definitiva da terra. Com a abolição da escravatura, muitos escravos que trabalhavam na mineração, atividade predominante na região no século 18, permaneceram na área como lavradores.

“As comunidades são importantes para a preservação da Mata Atlântica, porque são vizinhas das unidades de conservação”, diz o engenheiro agrônomo Ronaldo José Ribeiro, um dos sócios da Atlântica. Os outros dois sócios são o também engenheiro agrôno-

mo Joanir Odorizzi e o técnico agrícola Jefferson Viana do Nascimento.

Durante as entrevistas, os moradores apontaram 137 espécies de plantas – nativas e exóticas (não-originárias) da Mata Atlântica – utilizadas e, em alguns casos, comercializadas pelas comunidades. Dessas foram escolhidas inicialmente 14 para estudos. Os critérios de escolha tiveram como base as plantas que as comunidades usam há bastante tempo, as espécies conhecidas pelo mercado e aquelas cujos estudos farmacológicos sustentam os seus usos.

A eficácia, a segurança de uso e o controle de qualidade de algumas plantas foram confirmadas e outras continuam em estudo, por meio de testes farmacológicos, toxicológicos e químicos realizados no Laboratório de Fitomedicamentos coordenado pelo professor Luiz Cláudio Di Stasi, do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista (Unesp), de Botucatu, que atuou no projeto como consultor. Ele participa de estudos de plantas medicinais na região desde 1986.

No decorrer da pesquisa, os estudos concentraram-se em oito plantas: pariparoba (*Piper cernuum*), cana-do-brejo (*Costus spiralis*), jaguarandi (*Piper gaudichaudianum*), apepa-juan (*Piper lhotzkianum*), embaúba (*Cecropia pachystachya*), espinheira-santa (*Sorocea bomplandii*), avenca (*Adiantum* sp.) e cipó-abuto (*Cissampelos* sp.). Essas plantas são usadas pelos quilombolas para tratar dor de dente (jaguarandi), dores estomacais (espinheira-santa), bronquite e resfriado (embaúba) e até como diurético (cana-do-brejo).

Os pesquisadores também caracterizaram a distinção da pata-de-vaca verdadeira da falsa, porque uma tem valor medicinal (*Bauhinia forficata*) e a outra não (*Bauhinia candicans*). Outras plantas estudadas foram o guaco (*Mikania glomerata*), usado nas afecções respiratórias, e outra espécie de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia*), também para problemas estomacais.

Na fazenda do Grupo Eldorado foi realizado um levantamento para avaliar a quantidade e o potencial de exploração de cada espécie. Mesmo sendo uma propriedade particular, a pesquisa foi feita com autorização do Departamento Estadual de Proteção dos Recursos Naturais (DEPRN), vinculado à Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo e responsável pelo licenciamento ambiental de espécies nativas. Autorização necessária para qualquer trabalho que tenha como objeto a vegetação nativa da Mata Atlântica no Estado de São Paulo.

O estudo foi efetuado por amostragem no campo, onde são montadas parcelas (quadrados) na floresta para estimar a quantidade de plantas das espécies selecionadas que estarão disponíveis para exploração, de acordo com os critérios estabelecidos. Vários parâmetros da planta são avaliados, como diâmetro e altura, para verificar a dinâmica de crescimento e de reposição da biomassa explorada (folhas, caule, raízes).

O objetivo é determinar os ciclos de corte ideais para cada espécie e, com isso, estabelecer a melhor forma de exploração da área. Também foi feito um acompanhamento do comportamento ecológico das plantas na mata, identificando as fases de crescimento e como elas se multiplicam, além da relação delas com outras espécies. Um dos critérios adotados para a colheita da pariparoba, uma espécie arbustiva com vários ramos por planta, foi manter sempre os de maior diâmetro, porque eles possuem melhor capacidade de produção de sementes.

Mariot afirma ser necessário conservar plantas reprodutivas na área que serão as responsáveis pelas futuras gerações a serem exploradas. É preciso também ter um ciclo definido de corte, para ser possível prever em quanto tempo e em que quantidade a floresta poderá repor o que foi retirado. “O manejo sustentado baseia-se no caráter cíclico da exploração”, diz.

O projeto criou também um padrão de qualidade para as plantas medicinais, que inclui uma unidade de beneficiamento e armazenagem. Nesse local é feita a secagem do material, de acordo com normas de processamento que garantam a qualidade do produto, como a padronização do material vegetal a ser dessecado e os cuidados básicos de higiene e manipulação da matéria-prima. Antes de serem embaladas, as plantas primeiro passam por um processo de desidratação, que consiste em retirar a água dos tecidos vegetais. Isso garante a conservação do produto por um período de tempo maior, evitando a sua deterioração em razão do ataque de fungos e de bactérias.

Algumas plantas com maior teor de umidade passam por um processo de pré-secagem em um ambiente ventilado e protegido do sol antes de ir para o secador a gás, desenvolvido especialmente para essa etapa do processo. Depois de secas, elas são armazenadas em sacos fabricados com papel de cor parda, revestidos internamente com sacos plásticos de polietileno atóxico. A escolha da embalagem teve como objetivo proteger o produto da luz, responsável pela alteração da cor, do ataque de pragas e garantir o teor de umidade e de princípios ativos da matéria-prima. Com essas técnicas o tempo de armazenagem pode chegar a um ano.

O conhecimento adquirido com o projeto, iniciado em 2001 e encerrado em fevereiro deste ano, vai beneficiar imediatamente quatro comunidades quilombolas (Ivaporunduva, São Pedro, Pedro Cubas e Sapatu). Juntas, elas possuem mais de 5 mil hectares de terras, dos quais mais de 4 mil ainda com floresta. Mariot foi contratado pelas comunidades para fazer planos de manejo de plantas medicinais, em um projeto financiado pelo Fundo da Biodiversidade (Funbio), associação civil sem fins lucrativos que opera a partir dos recursos doados pelo Fundo para o Meio Ambiente Global (GEF, do inglês Global Environmental Facility) sob a administração do Banco Mundial.

A Atlântica também está fazendo parcerias com moradores da região para o manejo de plantas nas terras deles, ou em áreas arrendadas, dentro dos padrões estabelecidos no projeto. Para colocá-las no mercado, ela tem procurado grandes revendedores de chá a granel e fabricantes de fitoterápicos.

### **Biofábrica de flores**

Dentro da mesma estratégia de trabalhar com desenvolvimento sustentável, a empresa também preparou, nos últimos três anos, um projeto de produção de bromélias, coordenado pelo agrônomo Lírio Luiz Dal Vesco. Como resultado desse projeto, a empresa montou uma biofábrica e já está colocando no mercado plantas cultivadas em laboratório a partir de matrizes coletadas na Mata Atlântica com autorização do DEPRN. O grande número de espécies de bromélias, que chega a cerca de 2.500 no planeta, garante uma ampla diversidade de flores e formas dessas plantas ornamentais, embora o abacaxi tenha sido transformado no membro mais famoso da família botânica das bromeliáceas.

Nas últimas décadas, o aumento da demanda, resultado da escolha de diversas espécies ornamentais para projetos paisagísticos, levou também à retirada ilegal de grandes quantidades de espécies nativas da Mata Atlântica. E motivou a empresa a implantar a biofábrica, porque na região não existe nenhum projeto de produção de bromélias de caráter comercial. Assim, depois da coleta na mata das plantas matrizes, elas são selecionadas e multiplicadas.

Para fazer o processo de micropropagação das mudas de bromélias, os pesquisadores utilizam duas formas: pela extração de sementes ou por multiplicação por gemas, que são os brotos das plantas recém-nascidas, método mais utilizado pela Atlântica. Com luvas

e bisturi, as gemas são extraídas e levadas para um ambiente totalmente esterilizado no laboratório, onde são colocadas em um meio de cultura com nutrientes. Quando os brotos começam a se desenvolver, é feita a separação por tamanho e as novas plantas seguem para um ambiente com temperatura, umidade e luminosidade controladas. Depois que atingem cerca de 7 centímetros de altura, são transferidas para ambientes adequados com condições controladas e irrigação intermitente.

## Grande escala

Conforme vão crescendo, as bromélias são transferidas para vasos pequenos e para viveiros em ambiente externo. A partir daí as mudas estão prontas para serem vendidas a produtores, que somente as revendem ao consumidor final quando já estão floridas. Um dos clientes da empresa é a prefeitura de Ilha Comprida (SP), que utiliza as bromélias em projetos de paisagismo. Para multiplicação em grande escala, as gemas são repicadas a cada dois meses, o que permite a proliferação de brotos múltiplos. “Com apenas uma muda é possível produzir outras 50 mil mudas”, diz Dal Vesco, que deve finalizar o projeto neste mês de agosto.

A importância das bromélias como plantas ornamentais não foi abalada nem durante as campanhas contra a dengue, em anos anteriores, quando foram associadas aos nascedouros do mosquito *Aedes aegypti*, principal difusor da doença. Dizia-se que as larvas se proliferavam na água da chuva acumulada entre as folhas da planta. Essa ligação está sendo agora rebatida pelos especialistas na fisiologia das bromélias com o argumento de que na base de suas folhas são liberadas enzimas que tornam a água não receptiva para o desenvolvimento das larvas.

Esse líquido, portanto, torna-se uma fonte de nutrientes de “água suja”, ao contrário da preferência do *Aedes* por água límpida. Isso não significa que as larvas do mosquito não proliferem nas bromélias, mas, segundo pesquisa realizada pela Comissão Executiva do Plano Municipal de Erradicação do *Aedes*, da cidade do Rio de Janeiro, esse tipo de depósito representa cerca de 10% dos focos ante 70% das larvas encontradas nos pratos que servem de suporte às plantas.

A exploração da Mata Atlântica de forma racional, tanto com o manejo de plantas medicinais como de bromélias reproduzidas em laboratório, possibilita ao Vale do Ribeira utilizar seus recursos naturais sem devastar o ambiente. Mariot acredita que a manutenção do que sobrou dos remanescentes da Mata Atlântica do Brasil só será possível com o manejo sustentado de um conjunto de espécies. “O dono da terra pode obter renda da própria floresta e por isso terá interesse em mantê-la de pé.”

## Águas controladas

*Sistema de gerenciamento de represas criado em São Carlos atrai a atenção de empresas do Brasil e do exterior*

**A**s águas represadas artificialmente, tanto nas hidrelétricas como nos reservatórios para abastecimento público, atingem hoje cerca de 7.500 quilômetros cúbicos no mundo, dos quais mil concentram-se em território brasileiro. Tamanho volume necessita de acompanhamento constante, mas faltava um instrumento que pudesse ser aplicado a reservatórios com distintas vocações econômicas e sociais, na avaliação do pesquisador José Galizia Tundisi, professor aposentado da Universidade de São Paulo (USP) e orientador de pós-graduação da Universidade Federal de São Carlos (Ufscar) e da USP.

Essa constatação foi o ponto de partida para o desenvolvimento de um sistema de gerenciamento, que já está sendo utilizado em barragens e represas e despertou o interesse de entidades internacionais. “O sistema foi concebido para fazer um gerenciamento integrado, porque concilia os usos múltiplos de reservatórios, como geração de energia elétrica, irrigação, navegação, pesca, cultivo de peixes, turismo e recreação”, diz Tundisi. Além disso, ele também prevê cenários que podem ocorrer a longo prazo e trabalha com toda a bacia hidrográfica, e não apenas com a represa. “Nossa proposta foi fazer um módulo que tivesse todas essas funções e pudesse ser adaptado às necessidades de cada cliente”, explica o pesquisador.

O estudo teve início em junho de 2000, no Instituto Internacional de Ecologia (IIE), empresa privada que reúne pesquisa básica e aplicada, com o apoio do Programa Inovação Tecnológica em Peque-

nas Empresas (PIPE), financiado pela FAPESP. Dois meses depois, o IIE, que tem Tundisi como um dos sócios, fechava o primeiro contrato com a empresa Investco, para gerenciamento da bacia hidrográfica e da represa formada pela usina hidrelétrica Luiz Eduardo Magalhães, também conhecida como Lajeado, no rio Tocantins, no valor de R\$ 1,6 milhão, por um período de dois anos. Mesmo sem estar finalizado, o projeto começou a atrair parcerias internacionais.

Em dezembro do ano passado, a Army Corps of Engineers (a maior instituição de manejo de represas do mundo), com sede nos Estados Unidos, assinou um convênio de cooperação com o instituto. “Ele prevê projetos conjuntos para gerenciamento, que serão aplicados no mundo inteiro, a partir do nosso módulo”, conta o pesquisador, ex-presidente do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). A instituição tomou conhecimento do sistema de gerenciamento integrado durante uma palestra de Tundisi, apresentada no dia 13 de agosto de 2002, na República Tcheca, presenciada pelo representante da Army Corps, o engenheiro Robert Kennedy. Tão logo retornou aos Estados Unidos, telefonou ao IIE propondo o trabalho conjunto entre as duas instituições.

Um outro convênio, no valor de 49 mil (cerca de R\$ 180 mil), destinado a gerenciar as bacias do Alto Tietê, foi assinado com a Comunidade Européia, também no final do ano passado, que está interessada em criar módulos de gerenciamento para a América do Sul. “Esse interesse acadêmico, inicialmente, procura integrar a pesquisa brasileira, francesa e boliviana em projetos conjuntos, utilizando estudos de casos no Brasil e na Bolívia”, explica o pesquisador. A professora Raphaële Ducrot é a responsável pelo projeto, que conta com o apoio do Centro de Cooperação Internacional de Pesquisa Agro-nômica para o Desenvolvimento (Cirad, da sigla em francês).

Esse estudo tem ainda a participação da USP e da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Outro contrato, com a Hidro-

consult, resultou em participação estratégica em um projeto desenvolvido para a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), com sugestões para proteger os mananciais e gerenciar a água da rede de abastecimento. O IIE também presta consultoria para a Sabesp em um projeto de transposição de águas da represa Billings para a Guarapiranga. Outras empresas, responsáveis pela administração de hidrelétricas, como a AES – a atual controladora de parte da Companhia Energética de São Paulo (Cesp) –, também já demonstraram interesse em desenvolver módulos de gerenciamento.

## Mapa do solo

O sistema é composto por um *software* com modelos de medida hidrodinâmica (em que entram todos os elementos de circulação de uma represa), de transporte de sedimentos e de qualidade de água. Na represa de Lajeado, geólogos fizeram um estudo do solo considerando as diferentes aptidões para as diversas atividades econômicas relacionadas à barragem. “Lá nós sabemos qual o solo fora da represa é mais ou menos sensível à irrigação e onde vai haver descarga de sedimentos do reservatório, local impróprio para o cultivo”, conta Tundisi. Todas essas informações são colocadas em um módulo integrador, que permite prever cenários a longo prazo. Um deles avalia, por exemplo, o que acontecerá com a represa se a população do Estado de Tocantins chegar a 10 milhões e o esgoto não for tratado adequadamente.

Um dos subprodutos do projeto é o Sistema de Monitoramento de Água em Tempo Real (Smart), que resultou no depósito de uma patente no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), financiada pelo Núcleo de Patenteamento e Licenciamento de Tecno-

logia (Nuplitech) da FAPESP. O Smart é uma estação instalada em uma plataforma que fica ancorada na represa, transmitindo dados continuamente, via rádio, para o computador na barragem, permitindo aos operadores conhecer a qualidade da água.

Esses dados são retransmitidos via Internet para o instituto. A inovadora concepção do Smart tem como base uma sonda móvel automatizada, desenvolvida por um bolsista do projeto, o biólogo João Durval Arantes Júnior. A sonda começa a fazer a leitura na superfície e desce até 28 metros de profundidade, fazendo leituras a cada 25 centímetros. Depois de uma pausa de 15 minutos, ela faz o caminho inverso, do fundo para a superfície. Para novamente por mais meia hora e recomeça o ritual, que possibilita saber, em tempo real, 11 parâmetros, como temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, condutividade, turbidez, potencial de óxido-redução, nutrientes (nitrato, nitrito, amônia e cloreto) e clorofila.

“A idéia de desenvolver o sistema com a sonda móvel surgiu em decorrência da necessidade de monitorar os parâmetros da água de diversas profundidades”, conta Durval Arantes. Inicialmente, a proposta era aperfeiçoar um sistema de monitoramento desenvolvido pelo pesquisador Le Coq Hung, do Centro Nacional de Ciência e Tecnologia do Vietnã. Esse sistema, que foi mostrado pelo vietnamita aqui no Brasil, coleta as informações a apenas meio metro de profundidade, em um barco. Chegou-se a cogitar a possibilidade de um desenvolvimento conjunto para as necessidades brasileiras, mas Durval Arantes teve a idéia de movimentar a sonda na coluna da água, para superar as limitações dos equipamentos existentes no mercado.

Como a sonda é um componente caro, as empresas colocam uma unidade fixa a cada 5 metros, até atingir 15 metros de profundidade. Em cima da plataforma foi colocada uma estação climatológica, com sensores que medem a direção do vento, a umidade relativa do ar e a temperatura. “Muitas sondas utilizam dados climatológi-

cos que estão fora do local. A nossa permite fazer uma correlação entre, por exemplo, a temperatura do ar e a da água, a velocidade e a direção do vento e os efeitos da movimentação da coluna da água”, explica Tundisi.

Segundo o pesquisador, essa associação dá uma visão vertical completa e dinâmica do sistema. Um *software* dá as coordenadas para a sonda fazer a pesquisa programada e outro interpreta os dados. Com essas informações, associadas às que estarão disponíveis em outro programa produzido especialmente para cada reservatório, será possível adotar soluções que dizem respeito a toda a bacia hidrográfica.

“Pretendemos com esse projeto desenvolver um processo de gerenciamento que integre todos esses componentes, produza um *software* e, a partir daí, fazer o treinamento dos gerentes em três níveis: da hidrelétrica, da cidade e do estado, para que eles possam, com os dados disponíveis, tomar decisões”, relata Tundisi. Ele cita como exemplo um acidente envolvendo um caminhão que transporta ácido sulfúrico. Se a carga cair em um rio, os sensores vão registrar a mudança química, e o operador poderá imediatamente suspender o bombeamento da água.

## Custos altos

O módulo integrador é fruto de um desenvolvimento conjunto entre o Instituto de Ecologia e a Innova Technology e Information, de São Paulo. Outras empresas também participam desse projeto: a Hidromares, composta por pesquisadores do Instituto Oceanográfico, desenvolveu toda a parte referente à hidrodinâmica. A Investco construiu uma das plataformas em Lajeado, e outra está sendo fabricada por uma empresa de São Carlos, para ser colocada na represa do Broa, em Itirapina (SP), com um protótipo do Smart.

Participam do projeto, como assessores e consultores, pesquisadores do Brasil, Dinamarca, Espanha e Suécia, que periodicamente lêem os relatórios ou vêm para o país.

Tundisi, um profundo conhecedor de águas doces, com mais de 30 anos de pesquisas na área, diz que, quanto melhor a qualidade da água, maior é a capacidade da sociedade local de usar o sistema para usos múltiplos. E lembra que a preservação da qualidade das águas é uma tarefa que exige investimentos consideráveis. Os custos para tratamento de água deteriorada são quase 13 vezes maiores em comparação com os de qualidade preservada. O tratamento de 1 mil metros cúbicos de água suja fica em US\$ 25,00; e da limpa, em US\$ 2,00. Os gastos para conservar as turbinas de hidrelétricas também são 20% maiores quando a água está com excesso de algas e sujeira. “O grande objetivo desse projeto para as regiões em que está sendo aplicado é possibilitar, por meio do manejo do sistema do gerenciamento da qualidade da água e da otimização dos usos múltiplos, abrir novas possibilidades de desenvolvimento econômico”, contabiliza Tundisi.

## Em tempo real

O embrião do projeto foi um estudo feito para o rio Corumbataí, que abastece a cidade de Piracicaba (SP). “A idéia era colocar um conjunto de sensores no rio, antes da estação de tratamento”, conta Tundisi. A operação de uma estação de tratamento de água é feita “no escuro”, segundo o pesquisador. “O operador tem de desenhar o tratamento no momento em que a água chega à estação”, relata. Se ele puder receber as informações em tempo real, poderá tomar decisões mais adequadas às circunstâncias.

Segundo Tundisi, o IIE foi concebido como uma empresa destinada a trabalhar com pesquisa clássica, tradicional, na área de lim-

nologia (estudo das águas doces e de seus organismos) e ao mesmo tempo servir como consultoria. “A proposta é transformar o conhecimento existente em inovação e em produto, mas ele não deixa de ser um instituto de pesquisa”, diz o pesquisador. Além do projeto PIPE, o instituto trabalha em um projeto do Programa Biota, também financiado pela FAPESP. A principal finalidade desse projeto ligado ao Biota é verificar qual a relação entre qualidade da água, poluição e diversidade de zooplâncton no Estado de São Paulo. Esses pequenos animais, que vivem em suspensão na água e fazem parte do elo da cadeia alimentar, podem indicar a concentração de substâncias tóxicas no ambiente.

A participação do IIE no programa envolveu o estudo de 220 represas, nas 22 bacias paulistas, com o objetivo de ter um mapa do estado do ponto de vista da biodiversidade de zooplâncton, especialidade da pesquisadora Takako Matsumura, casada há 30 anos com Tundisi e sócia no empreendimento. “Com esse mapa, temos condições de saber hoje quais as áreas onde há maior biodiversidade, de que forma foram afetadas ou não pela poluição”, relata Takako. Essas informações poderão ser utilizadas no projeto do PIPE, dentro da concepção do instituto de transferir os conhecimentos produzidos na ciência básica a um produto, que, ao que tudo indica, tem um grande campo de aplicação.

SETEMBRO DE 2004