

POLÍTICA DE COMPRAS



FRANCISCO MORAES/EQUATORIAL

Anel de 20 metros de diâmetro que servirá de base para a cúpula do Soar recebe acabamento na indústria Atlas em São Paulo

No caminho da inovação

Indústria nacional desenvolve novos produtos para projetos de pesquisa

SUZEL TUNES

Em março, cinco caminhões vão partir de São Paulo com destino ao Chile, numa viagem pelas estradas perigosas da Cordilheira dos Andes transportando a cúpula superior do *Southern Observatory for Astrophysical Research (Soar)* ou Observatório para Pesquisa Astrofísica do Sul. Resultado de um acordo entre Brasil e Estados Unidos, o Soar está em construção na região de Cerro Pachón, uma grande área quase desértica que tem céu limpo, sem nu-

vens, em praticamente todas as noites do ano, facilitando assim a pesquisa astronômica. A importância da cúpula, além de proteger o telescópio de 4,2 metros de diâmetro, um dos maiores do mundo, foi proporcionar o desenvolvimento tecnológico de quatro empresas brasileiras que estiveram envolvidas na elaboração, fabricação e testes desse equipamento. O projeto é um bom exemplo da participação do Estado na compra de equipamentos de precisão e de tecnologia de ponta necessários à pesquisa científica, favorecendo o desenvolvimento de empresas brasileiras, principalmente as de pequeno porte.

A cúpula, também chamada de domo, possui 20 metros de diâmetro e 14 metros de altura e será transportada para o Chile em forma de *kits*. Ela te-

ve um orçamento de R\$ 3,5 milhões, valor administrado pela Equatorial Sistemas, a *prime contractor* (empresa que gerencia todo o projeto) da parte brasileira do Soar. A escolha da empresa foi do Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que representa o Brasil no acordo com os Estados Unidos.

O Brasil participa desse projeto com um investimento total da ordem de US\$ 14 milhões. Desse total, US\$ 4 milhões são de financiamento da FAPESP. O restante foi levantado pelo LNA com as agências financiadoras congêneres à fundação, de Minas Gerais, do Rio Grande do Sul e do Rio de Janeiro, além das federais Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e CNPq.

Para o engenheiro César Celeste Ghizoni, diretor da Equatorial, a participação da empresa no Programa Sistema de Observação da Terra (EOS), da Nasa, a agência espacial americana, foi decisiva para que fosse escolhida como a *prime contractor* do projeto Soar. A Equatorial desenvolveu para a empresa inglesa Matra Marconi Space o HSB – *Humidity Sounder for Brazil* –, um sensor de umidade, contendo informações específicas sobre o clima do país, que voará a bordo do satélite Acqua, atualmente em fase de integração e testes nos Estados Unidos. A Equatorial também está presente no projeto

tes de seguir carreira empresarial, desenvolveu um instrumento, o WFI – *Wide Field Imager*, ou imageador de largo campo de visão. É uma câmera que cobre uma faixa de 890 km de largura, fornecendo imagens com resolução de 260 metros, permitindo que, em cinco dias, seja possível obter uma cobertura completa do globo terrestre.

No projeto Soar, a Equatorial desenvolveu os controles eletrônicos dos mecanismos de abertura do domo e subcontrata empresas para as outras áreas. De seus 30 funcionários – entre eles dois doutores, quatro mestres e dez engenheiros –, sete tra-

tou a Santin, indústria metalúrgica de Piracicaba especializada em equipamentos de grande porte para o setor sucroalcooleiro e petrolífero. A Santin, por sua vez, conta com a Metalúrgica Atlas, de São Paulo, para a usinagem (correção de imperfeições) de um anel de 20 metros de diâmetro que servirá de base para o domo. “Esse tipo de serviço foi um dos maiores, senão o maior na área de usinagem realizado no Brasil”, afirma o engenheiro Francisco Moraes, gerente do projeto Soar na Equatorial. A Atlas teve que reconfigurar um gigantesco torno vertical para adaptá-lo à capacidade máxima.

FOTOS EDUARDO CESAR



Ghizoni: óptica e eletrônica



Gonçalves: antecipar produtos

China-Brazil Earth Resources Satellite (CBERS), ou satélite sino-brasileiro de recursos terrestres, resultante de um acordo assinado em julho de 1988, entre Brasil e China, para o desenvolvimento de um sistema de sensoriamento remoto que cubra as vastas extensões territoriais dos dois países. O CBERS-1 foi lançado em 1999 e o 2 deve ir ao espaço em outubro deste ano.

Campo de visão - Para os dois satélites, Ghizoni, que havia trabalhado no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) até 1991, especializando-se nas áreas de eletrônica e óptica an-

balham no projeto em período integral. Para o projeto mecânico e desenhos de fabricação do domo, Ghizoni convidou a empresa Fibraforte, também de São José dos Campos. “A cúpula esférica dispensa estrutura, que seria mais trabalhoso para fabricar. Ela é feita de painéis que se encaixam uns aos outros e garantem perfeito isolamento térmico”, explica Jadir Gonçalves, presidente da Fibraforte, que fundou a empresa em 1994, após sair do Inpe, onde iniciou carreira no setor espacial em 1986.

Para a fabricação do anel de aço de 50 toneladas que serve de base para a cúpula, a Equatorial contra-

Teste final - O domo foi montado e testado na Santin, que adaptou suas instalações, distribuídas em uma área de 101 mil metros quadrados, para a construção de bases de apoio para a montagem. Para Moraes, a Equatorial e a Fibraforte, tradicionalmente envolvidas com as delicadas estruturas de um satélite, tiveram a oportunidade de desenvolver um projeto de 50 toneladas. Já empresas metalúrgicas, como a Santin e a Atlas, aprenderam a ter, com essa estrutura gigantesca, mas sofisticadíssima, os mesmos minuciosos critérios de qualidade que se aplicam às pequenas estruturas da indústria espacial e de astronomia. As empresas também não se mostraram entusiasmadas pelo lucro imediato, mas pelo desafio tecnológico e o retorno em termos de imagem institucional. A Equatorial, por exemplo, trabalha com uma margem de lucro que considera baixa, em torno de 15%.

Na área de astronomia, além do Soar, outro projeto importante é o Observatório Pierre Auger de Raios Cósmicos (veja *Pesquisa FAPESP* 56), instalado na província de Mendonza, na Argentina, e mantido por 20 países, inclusive o Brasil, que contribui com a fabricação de tanques de resina especial que detectam raios cósmicos. O fabricante desses detectores, que somam 20 unidades, é a empresa paulistana Alpina Equipamentos Indus-

triais. Nesse caso, a FAPESP já financiou US\$ 1,6 milhão, num período de três anos, sendo que US\$ 1 milhão são para a compra de equipamentos, e o restante para bolsas de doutoramento e pós-doutoramento.

Investimento no futuro - Para atingir a excelência na produção de equipamentos para a área científica, as empresas diversificam suas atividades. Elas buscam capacitação técnica e financiamento. Esse foi um dos motivos que levaram a FAPESP, em 1997, a criar o Programa de Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE). “É importante fomentar o desenvolvimento de empresas voltadas para a instrumentação de precisão. A competência nessa área é um subproduto importante de projetos científicos como o Soar”, afirma o professor José Fernando Perez, diretor científico da FAPESP.

“O financiamento permite que a pequena empresa dê um passo adiante. Podemos estar antecipando algum produto que será fundamental

na hora de conquistar o próximo contrato tanto na área científica como fora dela. Essa foi uma das motivações que nos levaram a buscar apoio das agências financiadoras”, afirma Gonçalves, da Fibraforte. A empresa possui um projeto no PIPE, como a Equatorial (*veja quadro*), para desenvolver um *software* para a análise e otimização de estruturas. “Otimizar estrutura é, basicamente, conseguir o máximo de desempenho com o mínimo de peso, uma aplicação de interesse óbvio para a área aeronáutica”, explica Gonçalves. O trabalho, que utiliza conceitos de inteligência artificial, visa a desenvolver ferramentas que automatizem o processo. “A expectativa de mercado para a ferramenta e metodologias a serem desenvolvidas é de mais de US\$ 1 milhão somente no mercado nacional.” Gonçalves lembra que a idéia do projeto nasceu a partir de um trabalho semelhante realizado para a Embraer. A Fibraforte tem para esse projeto

– *Desenvolvimento de Ferramenta para a Otimização de Estruturas* – um financiamento aprovado da FAPESP de R\$ 139,6 mil e US\$ 71 mil.

Laboratório no espaço - A capacitação de empresas tecnológicas facilita a execução de projetos de grande amplitude, principalmente no setor aeroespacial. “A empresa privada tem mais agilidade do que o órgão público para a contratação de empresas e outros procedimentos burocráticos”, afirma Petrônio Noronha de Souza, coordenador, no Inpe, do programa brasileiro para a Estação Espacial, um imenso laboratório orbital que está em

Refrigerador baixa temperatura no interior do satélite

Desenvolver um sistema de refrigeração de satélites baseado no fenômeno termoacústico. Esse foi o desafio da Equatorial Sistemas, de São José dos Campos, ao dar entrada, na FAPESP, em 1997, de um pedido de financiamento dentro do Programa de Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE). Hoje, o equipamento já tem vários protótipos. O engenheiro Humberto Pontes Cardoso, coordenador do projeto dentro da empresa, explica que o equipamento servirá para manter os detectores de câmeras infravermelhas (que mapeiam o solo de um corpo celeste) trabalhando na temperatura ideal para esse tipo de equipamento,

em 190 graus celsius negativos. Assim, quando o satélite estiver sob ação dos raios solares, o refrigerador terá que diminuir a temperatura de cerca de 15 graus positivos – média de temperatura da parte interna do satélite – para -190°C .

Cardoso, engenheiro mecânico com doutorado em ciências térmicas, explica que, na terra, as transferências de calor são, comumente, realizadas com o ar. No vácuo, é necessário encontrar um outro meio de troca calórica. Aproveita-se, então, a energia mais abundante de um satélite, a elétrica. Ela se transforma em energia acústica, que é responsável pelo resfriamento. “Num refrigerador doméstico, o gás é comprimido até virar líquido, para trocar calor com o ar atmosférico. No refrigerador de satélite, a onda sonora produzida pela vibração é que vai gerar resfriamento”, explica Cardoso.



Cardoso: soluções para troca de calor no vácuo

O primeiro protótipo fabricado pelo pesquisador compõe-se, basicamente, de três componentes: um ressoador, que é um tubo cheio de gás hélio e xenônio, um acionador ou *driver*, que é um pequeno alto-falante, e um defasador termoacústico, o DTA, dispositivo responsável por transformar energia acústica em térmica. Quando se aciona o alto-falante com a frequência adequada (utilizando a energia elétrica do satélite), ele vibra, produzindo ondas sonoras sobre o gás, que troca energia térmica com o DTA, sofrendo resfriamento. “A retirada lí-

construção, bancado por 16 países.

O Inpe tem a função de gerenciar e supervisionar o trabalho, sob delegação da Agência Espacial Brasileira (AEB). O Brasil vai fabricar seis equipamentos, dos quais o mais importante é o Express Pallet, ou Palete Expresso, uma espécie de bancada para experimentos. É uma estrutura de 1 tonelada que será fixada numa treliça externa da Estação Espacial, deixando experimentos sujeitos a condições de microgravidade, favorecendo o estudo das estruturas moleculares de vários grupos de substâncias.

“A estratégia para este projeto foi procurar uma grande empresa que pudesse se responsabilizar por todos os detalhes de execução da obra”, explica Noronha. A empresa brasileira que foi escolhida para gerenciar todo o trabalho (*a prime contractor*) foi a Embraer, depois de um processo de pré-qualificação executado pelo Inpe. A empresa já contactou 15 empresas para estudos preliminares. A cada uma delas pediu que elaborasse planos hipotéticos nos quais pudes-

sem ser avaliados requisitos como qualidade e segurança. A tarefa foi completada em agosto. As previsões mais otimistas são de que, ainda no primeiro semestre deste ano, a Embraer faça propostas concretas às empresas. Contudo, como todo voo inicial, a experiência solo da *prime* brasileira deverá começar de forma tímida e cuidadosa. Ronaldo Bohnha, o responsável pelo projeto da Estação Espacial na Embraer, não arrisca datas e faz questão de frisar que o negócio principal da empresa é a construção de aeronaves. “A nossa participação na Estação Espacial parte da premissa de que ela não interfira negativamente nas operações atuais”, declara.

Análise setorial - Agências espaciais como a Nasa, dos Estados Unidos, ou o Centro Nacional de Estudos Espaciais (CNES), da França, planejam as atividades do programa, mas é a indústria que fica a cargo do desenvolvimento. “No caso brasileiro, a situação é diferente. Ainda são con-

tratadas empresas de consultoria fora do país e os satélites são construídos pelo Inpe”, afirma o economista André Tosi Furtado, professor do Departamento de Políticas Científicas e Tecnológicas da Unicamp. Ele pesquisa o projeto CBERS e constatou que o papel de desenvolvimento do projeto conceitual, elaboração da metodologia, testes e integração ficou quase todo a cargo do Inpe. Ele é o autor do projeto de pesquisa *Avaliação dos Impactos Econômicos do Programa CBERS: um Estudo dos fornecedores do Inpe* financiado pela FAPESP. “O instituto sempre quis que as empresas nacionais assumissem todo o sistema, mas sem grande sucesso até agora.”

Segundo Tosi, embora limitado, o projeto provocou um salto de qualidade nas empresas nacionais participantes do CBERS. “Até agora, o projeto custou US\$ 300 milhões, sendo um terço, quase US\$ 100 milhões, financiado pelo Brasil. Dessa parte, 85% dos custos ficaram no próprio país, pagos a empresas brasileiras”, lembra.



Dois protótipos foram montados por Cardoso com diferentes tipos de tecnologia e peças nacionais

quida é proporcional ao trabalho realizado pelo som ao se deslocar pelo gás”, explica Cardoso. Num segundo protótipo, o pesquisador trocou o alto-falante por outro tipo de acionador, um cristal piezolétrico, material que tem a característica de crescer, quando recebe voltagem positiva, e encolher, ao receber voltagem negativa. Isso acontece porque esse cristal tem a propriedade de alterar suas dimensões quando submetido a diferenças de voltagem. Esse movimento provoca vibrações sucessivas, transformando energia elétrica em acústi-

ca da mesma forma que o alto-falante. O novo protótipo, segundo o pesquisador, tem a vantagem de ser mais leve que o primeiro, mas ele ainda está estudando qual modelo terá maior eficiência.

Até o momento não há no mercado nenhum desses dispositivos qualificados

para voo. “Os países mais desenvolvidos já dominam um sistema de refrigeração de alto custo adequado para refrigeração de sensores de mísseis que tem vida útil reduzida para um ou dois dias. Mas para o uso em satélites, que ficam em órbita por até dez anos no espaço, são soluções caríssimas. Há uma grande corrida por esse tipo de equipamento com menor custo e processos de fabricação mais simples”, afirma o pesquisador.

O projeto tem um orçamento de R\$ 260 mil. Os testes no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe)

O PROJETO

Desenvolvimento de Refrigeradores Baseados no Fenômeno Termoacústico

MODALIDADE

Programa de Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE)

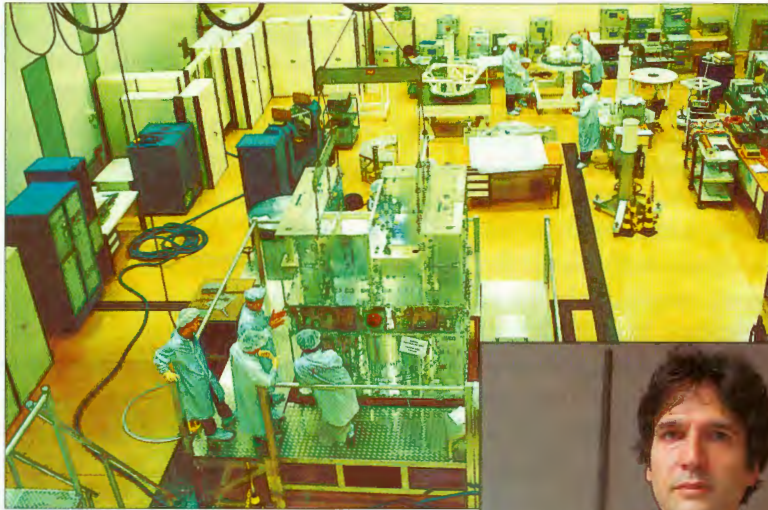
COORDENADOR

HUMBERTO PONTES CARDOSO - Equatorial Sistemas

INVESTIMENTO

R\$ 260.135,00

devem ser feitos em agosto ou setembro deste ano. Depois, a meta é conseguir uma vaga em experimento do Inpe e mandar um protótipo ao espaço. “Esta tecnologia, além de ser muito promissora para a aplicação espacial, pode ser uma boa alternativa para os refrigeradores domésticos, pois substitui o CFC pelo gás hélio, que é inerte e não agride a camada de ozônio”, afirma Cardoso.

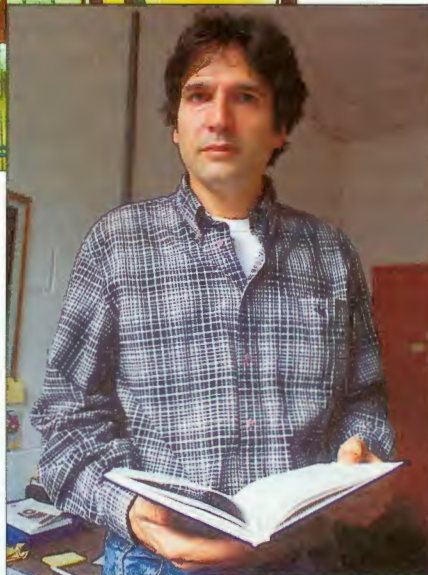


Tosi: fabricação de satélites como o CBERS (acima) exige das indústrias uma forçosa aprendizagem organizacional

Não por acaso, o investimento dos recursos brasileiros destinados à compra de produtos e serviços do próprio país foi uma das cláusulas estabelecidas no contrato com os chineses.

Embora sua pesquisa ainda esteja em andamento, Tosi já é capaz de destacar ganhos importantes em aprendizagem e desenvolvimento de tecnologia. “Os elevados requisitos de documentação exigidos pelo Inpe na fabricação de equipamentos para os satélites levaram as empresas a uma forçosa aprendizagem organizacional. Essas metodologias foram incorporadas pelas empresas nas atividades de concepção, desenho e na fabricação, garantindo melhora dos padrões de qualidade dos produtos e processos, trazendo maior segurança na hora do desenvolvimento de novos projetos.”

“O Inpe não tem interesse em fabricar satélites. A tendência natural do instituto não é virar uma fábrica, mas um vetor para dinamizar a área industrial do Brasil. Somos a cabeça do sistema”, afirma José Raimundo Braga Coelho, gerente de programa do CBERS. Ele lembra que, há cerca de 15 anos, o Inpe iniciou um programa de qualificação com o objetivo de transferir tecnologia para as empresas. “Havia inicialmente uma licitação para as empresas que quisessem ser qualificadas. Quando



surgiam os contratos, ter passado pelo programa creditava pontos na licitação pública”, conta ele.

Uma das primeiras empresas qualificadas nessa fase foi a Digicon, de Gravataí, Rio Grande do Sul, especializada em automação industrial. Hoje, ela tem em seu currículo a construção dos painéis solares do SCD-2 (lançado em 1999), dos Satélites de Aplicações Científicas (Saci) 1 e 2 (o 1 ficou perdido em órbita e o 2 explodiu junto com o foguete que o lançava ao espaço) e dos dois satélites CBERS. No segundo satélite sino-brasileiro, que está em montagem no LIT, fez também a estrutura externa e a caixa de fibra de carbono e alumínio que guarda os equipamentos do satélite.

Quebra-cabeça - Mas, em 1989, a proposta de construção dos painéis solares do SCD-2 pareceu um desafio quase inatingível. “Havíamos contratado uma empresa alemã para a fabricação dos painéis solares do SCD-

1 (o primeiro satélite brasileiro lançado em 1993). Mas fizemos questão de que vários especialistas brasileiros acompanhassem a fabricação. O pessoal aprendeu os passos principais e depois teve que quebrar a cabeça para reproduzi-los aqui”, lembra Jânio Kono. O diretor da empresa, Corrado Lachini, ainda se diverte com as lembranças desse tempo pioneiro. “Fomos à Alemanha e a empresa abriu completamente as portas, pois achavam que não iríamos conseguir”, conta ele.

Constituídos por milhares de plaquinhas de silício vindas da China, os três painéis do CBERS-2 serão capazes de gerar 1100 w de energia elétrica para o funcionamento dos equipamentos de bordo. É energia suficiente para ligar cerca de dez televisores ao mesmo tempo. Para tocar as atividades do ramo espacial, a Digicon tem um departamento específico, o Setor de Tecnologias Avançadas, que já contou com 13 pessoas. Hoje são sete profissionais, entre engenheiros e técnicos, que, no momento, estão espalhados por outros setores da empresa, enquanto não surgem novos contratos. O que garante a sobrevivência do grupo Digicon é a fabricação de sistemas de controle de tráfego veicular, catracas inteligentes, automação bancária e processadores de cheque, entre outros produtos. A empresa é também uma das participantes do programa de pré-qualificação para a Estação Espacial.

Fica no país - Ter o espaço como campo de trabalho é um objetivo que muitas empresas brasileiras estão tomando como meta. Desenvolvendo tecnologia, aprimorando o quadro de profissionais e cumprindo a função de fornecedoras para os grandes projetos das áreas astronômica e espacial. Assim, evita-se que o investimento necessário saia do Brasil na compra de equipamentos importados e, melhor, cria-se tecnologia local. Na conta final, todos ganham: o investimento e seus lucros, diretos e indiretos, ficam no próprio país. •