

O espaço da Unicamp na órbita do programa espacial brasileiro

ÁLVARO KASSAB
kassab@reitoria.unicamp.br

O programa espacial brasileiro, a despeito de acidentes e problemas históricos, está no caminho certo. A avaliação é de três dos docentes da Unicamp que organizaram, no último dia 4 de outubro, o Fórum Especial "50 Anos da Era Espacial". São eles: Alvaro Crósta, diretor do Instituto de Geociências (IG); Jurandir Zullo Júnior, diretor do Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (Cepagri); e Max Henrique Machado Costa, diretor da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC).

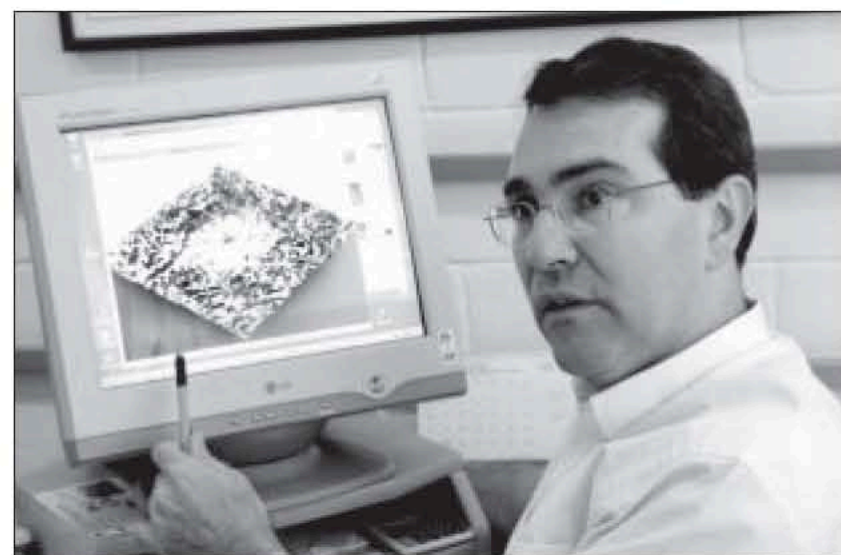
A data que deu origem ao evento na Unicamp foi lembrada em todo o mundo. No dia 4 de outubro de 1957, a União Soviética lançou, no Cosmódromo de Baikonur, Cazaquistão, o satélite artificial Sputnik-1. A Guerra Fria sumiu na poeira, embora ainda pare a sombra da militarização do espaço e os temores do uso de informações sigilosas e de tecnologias para fins bélicos. A reserva de mercado é pesada.

Falar em corrida espacial, porém, soa algo anacrônico. "Isso é coisa de Flash Gordon", compara Max. "É uma cortina de fumaça", endossa Crósta. "A realidade hoje é outra", opina Zullo. Os especialistas acumulam milhagem em pesquisas na área. Crósta introduziu na Unicamp, em 1990, o Laboratório de Processamento de Informações Geo-Referenciadas (Lapig), o primeiro do gênero instalado numa universidade brasileira. Desenvolveu técnicas de exploração mineral usando imagens de satélites e é o descobridor de três das cinco crateras de impacto identificadas no Brasil. Max passou pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), pela Nasa e desenvolveu trabalhos importantes na área. Zullo, que dirige um centro que se tornou referência em previsão de safra agrícola a partir da prospeção de dados meteorológicos, trabalha na calibragem dos satélites sino-brasileiros CBERS-2 e CBERS-2B, este último lançado no último dia 18 de setembro. O acordo entre o Brasil e a China é visto pelos três docentes como um divisor de águas no programa espacial. O desenvolvimento dos satélites CBERS está a cargo no Brasil do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe/MCT), sob coordenação da Agência Espacial Brasileira (AEB). Nestas duas páginas, os especialistas analisam os avanços do país e detalham as pesquisas desenvolvidas em suas respectivas unidades. Na opinião dos professores, a Unicamp já dispõe de uma significativa massa crítica na área.

Na opinião do geólogo e professor Alvaro Crósta, diretor do Instituto de Geociências (IG), o ingresso do Brasil no seleto clube de países que operam satélites de sensoriamento remoto e de observação da Terra está fazendo com que o país se destaque no cenário internacional. Uma característica que distingue o Brasil de outras nações, observa o docente, é o fato de o país adotar o livre acesso a imagens geradas por satélites. "A tendência é que outros países sigam essa mesma política".

Segundo Crósta, até dez anos atrás predominava a opinião de que era mais importante ter os dados para depois vendê-los a custos muitas vezes exorbitantes. "Descobriu-se que a informação a ser gerada é muito mais valiosa do que a imagem em si".

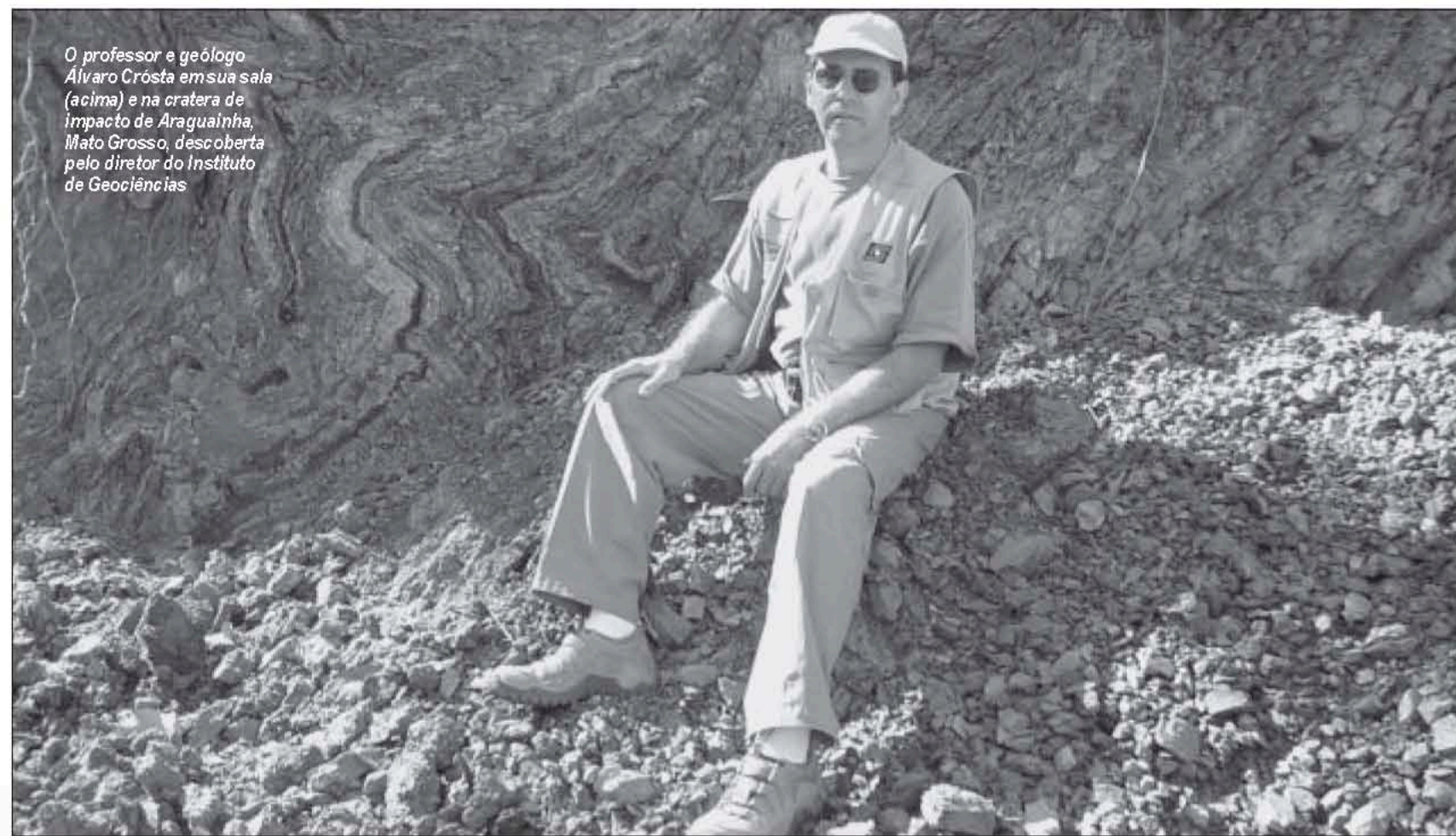
Na opinião de Crósta, com o lançamento do satélite sino-brasileiro CBERS-2B, ocorrido no último dia 18 de setembro, o país consolida sua posição no grupo que detém a tecnologia de observação da Terra a partir do espaço. O diretor do IG lembra que, historicamente, essas tecnologias nasceram por necessidade militar e de inteligência, enquanto no Brasil ocorreu o contrário. "O uso, no nosso caso, é eminentemente para fins pacíficos".



O professor e geólogo Alvaro Crósta em sua sala (acima) e na cratera de impacto de Araguaiinha, Mato Grosso, descoberta pelo diretor do Instituto de Geociências

"O Brasil apostou – e isso também nos distingue – que os benefícios que essa tecnologia civil trará são muito maiores. Nós não temos aspirações hegemônicas", afirmou, lembrando que por uma questão de soberania e de defesa territorial, tornou-se estratégico hoje, para qualquer nação, o acesso aos seus próprios dados a partir do espaço. "Conflitos recentes, como as guerras no Oriente Médio, revelam o peso dessas imagens no teatro de guerra".

Crósta acredita que a vocação do país na área espacial está claramente delineada. A direção é o monitoramento ambiental e a exploração de recursos naturais. "Sem satélites, por exemplo, seria impossível acompanhar, monitorar e eventualmente coibir o desmatamento ilegal", afirma o especialista.



Segundo o docente, é opinião corrente entre os estudiosos que os Estados Unidos estão embarcando pesadamente na corrida espacial, inclusive com o projeto de levar o homem a Marte. "Na nossa avaliação, trata-se de uma cortina de fumaça".

Na opinião do professor, os meios tecnológicos disponíveis dispõem, por enquanto, a necessidade de missões tripuladas. "Os robôs, por exemplo, coletam uma enormidade de dados, como temos visto em Marte", observa. "O custo de enviar seres humanos para Marte é altíssimo".

Na unidade – O Instituto de Geociências dispõe atualmente de laboratórios que atuam em atividades de monitoramento e de análise dos recursos naturais nas áreas da

Geologia e da Geografia. Essas atividades, pioneiras em universidades do país, iniciaram-se em 1990, com a implantação por Crósta do Laboratório de Processamento de Informações Geo-Referenciadas (Lapig). O docente ingressou em 1984 na Unicamp, mas na época havia pouca coisa da área no Brasil. Crósta, já mestre pelo Inpe, decidiu fazer doutorado em sensoriamento remoto geológico no Imperial College, Inglaterra. Quando retornou, em 1990, implantou o Lapig no âmbito de um grande projeto na área da informática da Unicamp. "Nosso laboratório era, à época, o mais avançado do Brasil na área de processamento de imagens de satélite", lembra o docente.

"Fomos pioneiros na utilização de soluções de hardware e de software internacionais".

A partir daí, observa Crósta, as pesquisas ganharam impulso e destacaram o Instituto de Geociências da Unicamp na área de sensoriamento remoto. Primeiramente, na área de exploração mineral, por meio de análises de imagens de satélites e de aviões na identificação de feições relacionadas a depósitos minerais. Posteriormente, com a implantação das atividades de pesquisa em Geografia no IG, foram expandidas para outras áreas de aplicação, como meio ambiente e climatologia. Crósta é reconhecido como um dos maiores especialistas em estudos de



Lançamento do satélite sino-brasileiro CBERS-2, ocorrido em 2003: acordo entre os dois países integra programa da Agência Espacial Brasileira



cratera no Brasil. O cientista foi o descobridor de três das cinco crateras de impacto identificadas no país – a de Araguaiinha (Mato Grosso), Vargão (Santa Catarina) e Vista Alegre (Paraná). As outras duas – Cangalha (Tocantins) e Riachão (Maranhão) – foram reconhecidas por um geólogo norte-americano, John McHone.

"A única maneira de identificar essas crateras é recorrendo, num primeiro momento, às imagens de satélite", afirma, lembrando que o IG é uma das poucas instituições brasileiras a atuar também no campo das Ciências Planetárias.

Nessa área, lembra Crósta, destaca-se a participação do professor Carlos Roberto Souza Filho, do IG, em

projeto financiado pela Nasa cujo objetivo é identificar, na constituição geológica marciana, características semelhantes às formações rochosas da Terra que abrigaram estruturas biológicas muito primitivas. Souza é, atualmente, o coordenador do Lapig.

"No IG desenvolvemos atividades de ensino e pesquisa em todos os tipos de aplicações geológicas de sensoriamento remoto e de sistemas de informações geográficas (SIG), que hoje é uma ferramenta essencial para fazer análise de dados espaciais e gerar mapas e modelos". Na área de sensoriamento remoto geológico, o Instituto é pioneiro, no âmbito das universidades brasileiras, na formação de mestres e doutores.



O pesquisador Jurandir Zullo Júnior, diretor do Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (Cepagri), acredita que o programa espacial brasileiro já trouxe inúmeros benefícios para a sociedade, em que pesem os problemas recorrentes – acidentes, limitações orçamentárias, dificuldades materiais etc.

Na opinião do pesquisador, o contexto histórico e o fato de o Brasil ter desenvolvido um programa de satélites com a China, por meio de uma parceria cujos objetivos dos países chegam a ser até antagônicos, têm de ser levados em conta pelos analistas. "Não podíamos ficar na dependência de outras nações. Precisávamos ter autonomia, contar com nossos próprios equipamentos".

"Apesar dos custos serem elevados, o retorno é significativo. É importante que a sociedade reconheça esse esforço, a começar da liberação gratuita das imagens distribuídas ao público em geral. De qualquer forma, suponho, os ganhos são muitos".

Zullo acredita que há uma tendência, num horizonte próximo, de a venda de dados ser substituída pela oferta de serviços. Nesse sentido, afirma, o Brasil está preparado para a nova onda. "Temos todo um contingente de pessoal na comunidade científica capaz de dar conta dessa demanda", diagnostica.

As universidades, segundo o pesquisador, têm formado especialistas altamente qualificados em processa-



O pesquisador Jurandir Zullo Júnior durante fórum na Unicamp (alto, à esquerda) e em trabalho de calibração do satélite CBERS-2B (na foto, na zona rural do município baiano de Luis Eduardo Magalhães)

mento de imagens e sensoriamento remoto. "O próprio Instituto de Computação da Unicamp (IC) desenvolve um trabalho de ponta em banco de dados", exemplifica Zullo, que atua como docente de pós-graduação na Faculdade de Engenharia Agrícola (Feagri), outra unidade da Unicamp que se dedica a trabalhos na área.

O professor menciona ainda projetos desenvolvidos na Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, na Faculdade de Engenharia Mecânica e nos institutos de Geociências, Matemática, Física e Química.

Zullo lembra que os dados podem ser usados num amplo espectro, ressaltando que o sensoriamento remoto é o maior responsável pela melhoria dos padrões da previsão

de tempo no mundo e, sobretudo, no Brasil. "A constelação de satélites meteorológicos possibilita maior precisão e, conseqüentemente, prognósticos mais confiáveis".

O Cepagri possui um banco de dados que armazena imagens recebidas desde 1994. Segundo Zullo, as informações são de muita utilidade no acompanhamento da vegetação agrícola. O Centro, por exemplo, desenvolve nesse campo um trabalho de estimativa da temperatura de superfície da terra para a previsão e monitoramento de geada no Paraná.

O trabalho do Cepagri, explica Zullo, está centrado no desenvolvimento de metodologias tanto para a agrometeorologia como para o monitoramento de safra. "As imagens dos

satélites são fundamentais nesse contexto". O Centro recebe-as desde 1985, quando sequer existia internet. As informações, afirma o pesquisador, ajudaram a formar centenas de alunos na graduação e na pós-graduação.

Na área de previsão de safras, o Cepagri e, em conjunto com a Feagri e a Embrapa, trabalha no desenvolvimento de métodos destinados à melhoria das estimativas da área plantada e da produtividade (relação entre produção e área) das principais culturas agrícolas do país como café, soja, cana-de-açúcar e laranja. A estimativa da produtividade é feita, normalmente, através de modelos agrometeorológicos. A área plantada pode ser estimada com satélites de diferentes resoluções espaciais.

Esse know-how fez com Zullo integrasse a equipe de pesquisadores responsáveis pela calibração do CBERS-2 e do CBERS-2B. Trata-se de um procedimento necessário para tornar os dados mais reais. Segundo o pesquisador, por mais testes que sejam feitos, os satélites se instalam num ambiente diferente do terrestre. "Quando o satélite chega ao espaço, a realidade é outra. Fatores como lançamento, trepidação e posicionamento devem ser observados".

Cabe à equipe incumbida da calibração, entre outras tarefas, fazer medidas na superfície em condições análogas às realizadas na altitude de voo em que se encontra o equipamento. Os cálculos são intrincados. "É preciso simular a atmosfera no exato momento em que o satélite passa no local". O procedimento, que é feito em trabalho conjunto Cepagri/Inpe, é realizado nos municípios de Barreiras e Luis Eduardo Magalhães, no Oeste da Bahia.

A calibração é fundamental no resultado final da imagem oferecida, ensina Zullo. Países com maior tradição na área exigem uma imagem com qualidade radiométrica. "O usuário quer que o dado seja o mais real possível. O grande desafio hoje é extrair uma informação da imagem como se ela fosse um sensor".

O equipamento, explica Max, é formado por duas fibras ópticas em espiral, cada uma num sentido – a luz vai nos sentidos horário e anti-horário. Dependendo do movimento angular desse conjunto, prossegue o docente, há uma diferença de fase no sinal que chega no final das espirais de cada uma das fibras.

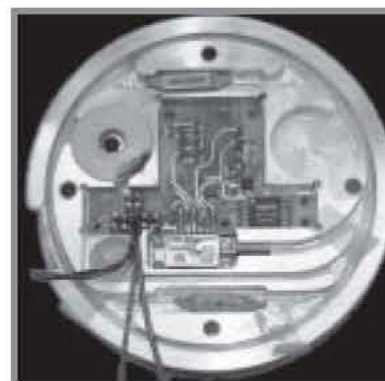
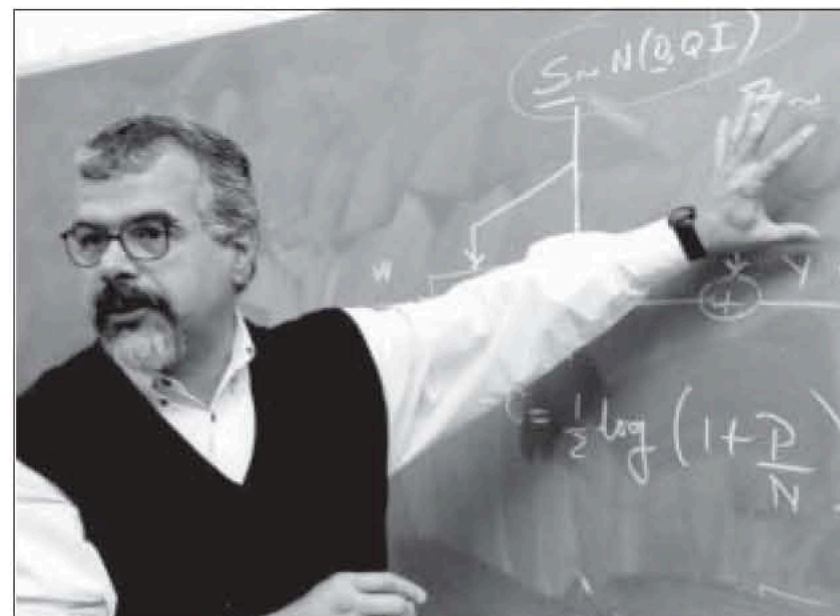
A partir dessa diferença de fase, é possível fazer uma avaliação das características de movimento desse conjunto. "Em linhas gerais, trata-se de um giroscópio que tem a vantagem de não envolver partes móveis". Segundo o docente, quando existe algum movimento da nave espacial, o objetivo é integrar esse movimento para saber quanto ela se deslocou, nos três eixos, para que possa ser conhecido seu posicionamento, entre outras finalidades.

A grande vantagem da avaliação a partir de um giroscópio sem partes móveis, segundo Max, é o fato de ser mais precisa por estar menos sujeita a problemas relacionados ao movimento mecânico do equipamento. "Trata-se de um desenvolvimento muito atual", atesta o docente. O equipamento deve ser usado em foguetes que estão sendo testados na Base de Alcântara (MA), nas unidades que integram algumas das etapas do projeto do lançador de satélites da Agência Espacial Brasileira.

Segundo Max, trata-se de uma tecnologia de ponta que seria muito difícil de ser implantada em razão do controle de atitude de foguetes ter aplicações potencialmente bélicas. "Não adianta ter um foguete se não houver meios de controlá-lo. É importante, portanto, que se desenvolva a tecnologia no Brasil".

O engenheiro eletricitista Max Henrique Machado Costa, diretor da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC), trabalhou seis anos no Inpe [1983-89]. Participou do desenvolvimento dos primeiros satélites brasileiros – SCD 1 e SCD 2 – da Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), que envolvia satélite e foguete satelizador. Quando saiu do Inpe, estava começando o programa de cooperação China-Brasil do CBERS.

Por isso, se diz "à vontade" para fazer uma avaliação do programa espacial brasileiro. Max acredita que o Brasil, por meio do programa do Inpe e da Agência Espacial Brasileira (AEB), está "bem posicionado" no campo da atividade espacial por buscar projetos que sejam compatíveis com as necessidades do país.



O professor Max Costa durante aula na FEEC, e o giroscópio desenvolvido na unidade. "Não podemos ficar a reboque de outros países"

"Não tem muito sentido um país como o Brasil não desempenhar um papel importante na área espacial", opina Max. "Se fôssemos comprados imagens de satélites, permaneceríamos a reboque de outros países nessa tecnologia", reforça o docente, para quem é importante "fincar o pé e marcar presença", para garantir o domínio na área de sensoriamento remoto de recursos terrestres.

Na opinião do especialista, os dados retrasmismitidos no âmbito dos projetos MECB e CBERS são importantes nos campos de meteorologia, da hidrologia, da previsão de safra e de controle de barragens em usinas hidrelétricas, entre outras aplicações. Essas áreas, continua Max, têm uma importância prática. "Não é devaneio, uma aventura romântica na área espacial. São aplicações importantes para um país de dimen-

sões continentais. Acho que o Brasil está bem-encaaminhado".

Essa massa de informação, segundo Max, é de grande importância na alimentação de programas de computador para a otimização de processos e aplicações. Ademais, acredita o especialista, num país como o Brasil, é fundamental ter levantamentos precisos dos recursos naturais. "O Inpe, por exemplo, está muito envolvido no controle de queimadas e de desmatamento. Sem os satélites, não há como fazer um diagnóstico e o monitoramento".

Max classifica de "muito bom" o trabalho do cientista Gilberto Câmara à frente do Inpe. Destaca, a exemplo de Alvaro Crósta, o fato de o Brasil ser um dos maiores distribuidores de imagens de satélites, de forma gratuita, a partir dos recur-

sos do CBERS. "Com o lançamento recente do CBERS-2B, vai aumentar a disponibilidade de fotos com mais resolução e com novas características", prevê o especialista, que fez mestrado (Engenharia Elétrica) na Unicamp, além de mestrado (Estatística) e doutorado (Engenharia Elétrica) em Stanford, trabalhou cinco anos no centro de pesquisa e desenvolvimento da GE, nos EUA, e um ano no JPL da Nasa.

Na FEEC – Entre as contribuições da FEEC na área, o diretor menciona os cursos de especialização no campo das comunicações espaciais que foram ministrados pelo professor Renato Baldini.

No contexto das pesquisas, o próprio Max orientou a engenheira Leila Fonseca em tese de doutorado cujo foco

era o registro de imagens de sensoriamento remoto utilizando *wavelets* e processamento digital de sinais.

O engenheiro eletricitista explica que a ideia era pegar uma imagem obtida numa determinada data, de uma certa região da Terra, a partir de um satélite, e uma outra imagem, que poderia ser ou não do mesmo sensor, mas obtida em outra época, e tentar registrá-las, ou alinhá-las, automaticamente. A justaposição de fotos pode ser feita a olho nu, manualmente, ou por meio de procedimentos automáticos, realizado por um computador, o que foi o objetivo do estudo. Esse trabalho de pesquisa, prossegue Max, rendeu a publicação de vários artigos em veículos nacionais e internacionais.

O docente destaca também o giroscópio a fibra óptica desenvolvido pelos professores José Antonio Siqueira Dias e Elanatan Chagas Ferreira, do Departamento de Eletrônica e Microeletrônica (Demic) da FEEC, e por pesquisadores do IEAv, do IAE e do ITA.