



Lentes em
tratamento
anti-reflexo
na Opto
Eletrônica

Lente espacial

Uma câmera feita no Brasil para fotografar a Terra vai equipar o satélite sino-brasileiro Cbers-3

YURI VASCONCELOS

O lançamento do próximo Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (Cbers-3), previsto para abril de 2010, será um momento importante não apenas para o programa espacial brasileiro – já que este é o quarto artefato da série e boa parte dele está sendo desenvolvida no país –, mas também para a Opto Eletrônica, empresa com sede em São Carlos, no interior paulista, responsável pelo projeto e fabricação de uma das câmeras do satélite capaz de fotografar a crosta terrestre. O aparelho, batizado de câmera multiespectral MUX, representa um importante salto tecnológico para a indústria nacional, porque é o primeiro do gênero a ser inteiramente feito no país. As imagens geradas dos territórios do Brasil e da China serão destinadas ao monitoramento ambiental e ao gerenciamento de recursos naturais. Para conseguir tal feito, a imagem terá uma resolução da superfície terrestre de 20 metros de lado, característica responsável pela nitidez, num parâmetro que não é pouca coisa, levando-se em conta que o Cbers-3 será colocado em órbita a 800 quilômetros de altitude. Isso equivale a enxergar um trem na superfície da Terra ou uma mosca a cerca de 400 metros. A faixa de largura imageada, que é a extensão do território visto em uma linha na imagem, é de 120 quilômetros de largura.

“A fabricação da MUX pela Opto atende à diretriz do programa espacial brasileiro de fomentar o desenvolvimento de tecnologia de ponta dentro da indústria do país, capacitando nossas empresas para participar de forma competitiva no mercado espacial internacional”, ressalta o engenheiro Mario Selingardi, responsável técnico pelo projeto no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). Além disso, a fabricação desse subsistema do Cbers-3 por um parceiro nacional auxilia o país a obter independência tecnológica

em áreas altamente sensíveis do ponto de vista estratégico. A fase atual do desenvolvimento da câmera é a de realização de testes funcionais no modelo de engenharia da MUX. Esse modelo é um protótipo que vem antes do modelo de qualificação e do equipamento que efetivamente vai voar. O modelo de engenharia deve seguir até o mês de julho para a China, onde vai passar por testes elétricos na integração com outros sistemas. Nos experimentos realizados aqui a câmera é submetida a ensaios destinados a confirmar se suporta as cargas de lançamento e as condições de temperatura e vácuo no espaço, além de verificar se ela atende aos requisitos de envelhecimento e compatibili-

dade eletromagnética mantendo seu desempenho funcional. Segundo o Inpe, os ensaios, feitos no Laboratório de Integração e Testes do instituto, mostraram que não houve degradação do desempenho óptico do equipamento. “A câmera tem passado com sucesso pelos testes”, informa Selingardi, do Inpe.

A realização desses experimentos é um importante passo na longa caminhada iniciada em dezembro de 2004, quando a Opto venceu a licitação internacional para fabricação da câmera. A MUX começou a ser projetada já no mês seguinte e a primeira etapa do trabalho (a conclusão do projeto preliminar) ficou pronta no final daquele ano. Para ter idéia da complexidade

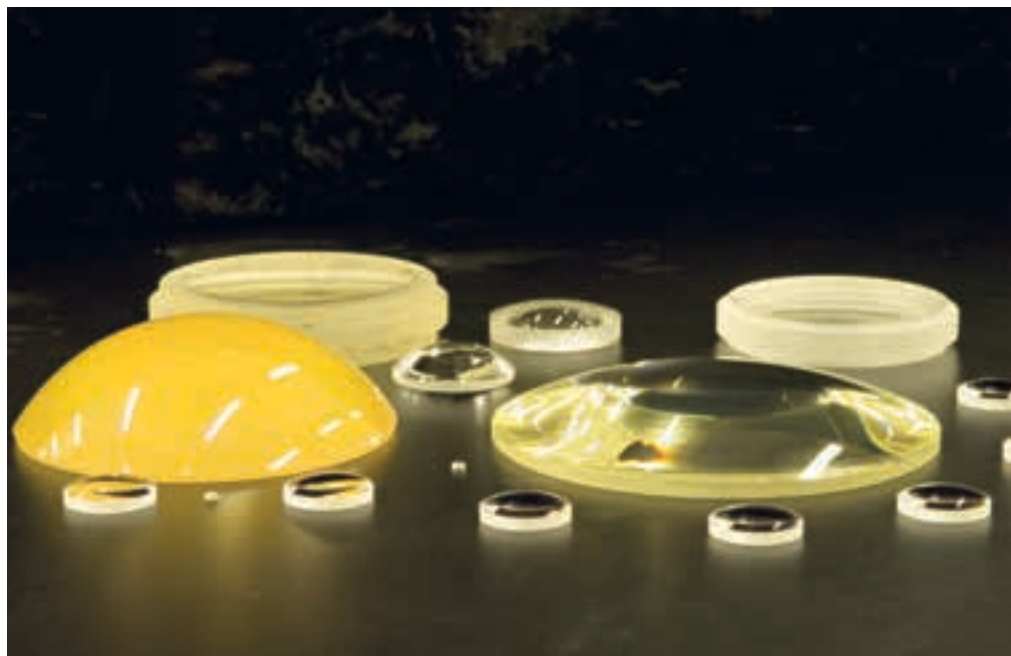


Câmera MUX: 115 quilos e 1,10 metro de comprimento

do projeto preliminar, basta dizer que ele foi composto por mais de 450 documentos e 16 mil páginas. “Uma grande dificuldade que enfrentamos foi transformar essa montanha de relatórios e análises em um projeto de equipamento que funcionasse”, conta o engenheiro Mário Stefani, diretor da Opto que coordena o projeto da MUX. “As análises eram minuciosas, pois tinham que prever com exatidão o funcionamento da câmera e se ela suportaria o tempo de vida necessário no ambiente hostil do espaço”, diz ele.

Projeto robusto - A câmera lembra muito pouco as congêneres de uso pessoal e mesmo profissional. Ela pesa nada menos que 115 quilos e mede 1,10 metro de comprimento por 80 centímetros (cm) de largura e 55 cm de altura. É um artefato robusto e altamente sofisticado e está dividido em três módulos. A câmera propriamente dita, conhecida pela sigla RBNA, é composta pelas lentes, plano focal, sistema térmico, radiadores, aquecedores e blindagens, entre outras peças. O segmento RBNB responde pelo controle de temperatura e do sistema de ajuste focal, enquanto o RBNC processa e acondiciona as imagens para envio à Terra. Toda estrutura óptica e mecânica da câmera assim como os equipamentos de teste estão sendo projetados e desenvolvidos pela equipe de

Outra dificuldade superada foi o boicote de empresas norte-americanas a algumas peças e componentes usados na câmera



Conjuntos de lentes especiais produzidas em São Carlos

engenheiros da Opto. O desenho eletrônico também foi feito pela empresa, embora os componentes sejam importados. Já o sensor de imagem da câmera e os *chips* eletrônicos qualificados para uso espacial são fornecidos pelo Inpe. “No Cbers-2 (em órbita desde setembro de 2007) havia uma câmera, chamada WFI (sigla em inglês de imageador de amplo campo de visada), cuja eletrônica foi desenvolvida no país, mas seu módulo óptico, plano focal e eletrônica de proximidade foram importados dos Estados Unidos. Hoje a Opto também integra, junto com a Equatorial Sistemas, de São José dos Campos, o consórcio responsável por esta câmera na sua versão ampliada para o Cbers-3. Somos a empresa responsável pelo projeto e construção do bloco optoeletrônico”, informa Stefani. Além da MUX e da WFI, outras duas câmeras farão parte da carga útil do Cbers-3: a PAN, com banda pancromática, e a IRS, sigla em inglês de imageador de varredura de média resolução, que estão sendo feitas por empresas chinesas. A China também foi responsável pela fabricação da câmera MUX que integrou o Cbers-2B, lançado em setembro do ano passado. Há, no entanto, uma diferença entre esse equipamento e o que está sendo produzido agora na Opto. A câmera brasileira “enxerga” em quatro cores,

registrando imagens no azul, verde, vermelho e infravermelho, enquanto a chinesa não possuía a banda espectral azul. “A inclusão da banda azul, simultânea às outras três originalmente previstas, foi polêmica e custosa. Sem falar que a complexidade do projeto óptico aumentou muito, exigindo maior precisão e controle de fabricação”, afirma Stefani. Tamanho esforço tem justificativa. A banda azul permite a captação de imagens mais bem definidas da cobertura vegetal e dos recursos hídricos, colaborando para um melhor acompanhamento da produção agrícola. Quando estiver operando, a MUX irá gerar imagens que poderão ser usadas no controle e monitoramento hidrológico, florestal, agrícola, perimetral, urbano e mineral. Esses dados ajudarão na identificação de queimadas, desmatamento ou ocupação ilegal do solo e no planejamento sustentável.

Em razão do ineditismo da empreitada e da complexidade da MUX, vários desafios precisaram – e ainda precisam – ser vencidos para a fabricação do subsistema. Um dos principais diz respeito ao elevado grau de precisão óptica da câmera, que exige que as lentes sejam construídas com a exatidão de décimos de milésimos de milímetro. A montagem das lentes, além de obedecer a um rígido posicionamento, precisa ser confiável o suficiente para

suportar as cargas de lançamento pelo foguete, em que os níveis de vibração chegam a 56 G (ou 560 m/s²). O sensor de imagem, composto por cerca de 6 mil minúsculas placas quadradas com cerca de 13 milésimos de milímetro de cada lado, também exigiu muita perícia dos engenheiros da empresa. Um grão de poeira que se deposite sobre o sensor pode fazer “sombra” ou “cegar” este elemento de imagem. Por isso, a montagem e o teste da câmera precisam ser feitos em ambiente sem poeira. “A Opto construiu 450 metros quadrados de salas limpas, destinadas à manipulação dos sistemas ópticos de precisão. Nelas, a contagem de partículas é menor que mil por metro cúbico, e as medidas delas menores que 1 micron”, diz Stefani.

Lei rígida - Outra dificuldade superada foi o boicote de empresas norte-americanas a algumas peças e componentes usados na câmera, por conta da lei Itar (sigla de International Traffic in Arms Regulation ou normas sobre o tráfego internacional de armas). Essa norma determina explicitamente, entre outras propostas, que satélites ou câmeras de sensoriamento remoto, mesmo que para emprego civil, atendam aos interesses estratégicos e de segurança dos Estados Unidos. Caso um programa seja considerado contrário a esses interesses, soluções ou componentes americanos são impedidos por lei de serem disponibilizados. A lei Itar é rígida, podendo levar a multas milionárias e prisão para os engenheiros envolvidos. “Uma série de componentes críticos, tidos como essenciais para uso no Cbers, foram subitamente impedidos de serem comercializados. No caso da MUX, tivemos vários casos de embargo. Um deles foi um conversor de voltagem para uso espacial. Após o produto ser encomendado, pago e providenciado o embarque, ele não pôde ser enviado ao Brasil e o fornecedor acabou devolvendo o dinheiro. A parte afetada do projeto teve que ser inteiramente refeita”, relata o físico Jarbas Caiaido de Castro Neto, presidente da Opto. “Na época, a decisão causou um grande problema, mas hoje entendemos que a lei Itar é uma oportunidade para desenvolvermos soluções próprias e novas abordagens do projeto.”

Uma equipe formada por 45 pessoas, entre físicos, engenheiros mecânicos,

eletrônicos, de materiais e de produção e técnicos ópticos, eletrônicos e mecânicos, participa da construção da MUX. Ao final dos testes com o modelo de engenharia, construído com componentes similares e mais baratos, será iniciada uma nova fase do projeto, que consiste na fabricação do modelo de qualificação. Trata-se do mesmo projeto, mas já com materiais e componentes próprios para uso espacial. Esse novo modelo, previsto para ficar pronto em julho de 2008, deve passar por uma bateria de ensaios e ser considerado apto a subir e operar no espaço. Após ser aprovado, o modelo de qualificação fica “condenado”, porque seus componentes terão sido submetidos a severas cargas mecânicas, térmicas e eletrônicas, não possuindo mais qualidade e confiabilidade para ir ao espaço. A Opto, por fim, estará habilitada para construir o modelo de voo que será integrado ao satélite. “Ele deverá ser fabricado exatamente com os mesmos processos, ferramental e seqüência de operação utilizados na fabricação do modelo de qualificação”, explica Selingardi, do Inpe. Três modelos de voo serão fabricados, um para o Cbers-3, outro para o Cbers-4, com lançamento previsto em 2013, e um terceiro de reserva. O contrato do Inpe com a Opto é de R\$ 75 milhões.

A fabricação da MUX é o principal projeto da Divisão Aeroespacial da Opto,

criada em 1994 com o objetivo de fazer pesquisa e desenvolvimento de produtos e prestar consultoria optoeletrônica e sobre lasers na área aeroespacial. No total, a empresa faturou R\$ 45 milhões em 2007. “Nossa tecnologia se baseia no tripé óptica, mecânica fina e eletrônica, o que nos permite desenvolver produtos para as áreas oftálmica, de filmes finos, aeroespacial e defesa”, destaca Castro. A empresa fabrica produtos como retinógrafos, lasers cirúrgicos para retina, filmes finos anti-reflexo para uso oftálmico e odontológico, microscópicos cirúrgicos, medidores de distância a laser, além de sistemas para a área de defesa. “Temos milhares de clientes nas áreas de filmes finos, em sua maioria fabricantes e lojas de óculos. Com o mesmo produto, dentro do segmento para refletores para uso odontológico, chegamos a ter quase 50% do mercado mundial, porém, devido à concorrência chinesa, nossa participação sofreu acentuada queda nos últimos anos”, diz o presidente da Opto. Na área de equipamentos médicos, a Opto está presente em 64 países, com filiais ou por intermédio de distribuidores. A empresa, fundada por cinco amigos em 1985, se baseia na qualificação de seu corpo funcional. Dos 345 empregados, 42 possuem mestrado, doutorado ou título de MBA e os demais são graduados ou com formação técnica. ■

Uma das lentes que compõem o protótipo da câmera MUX

