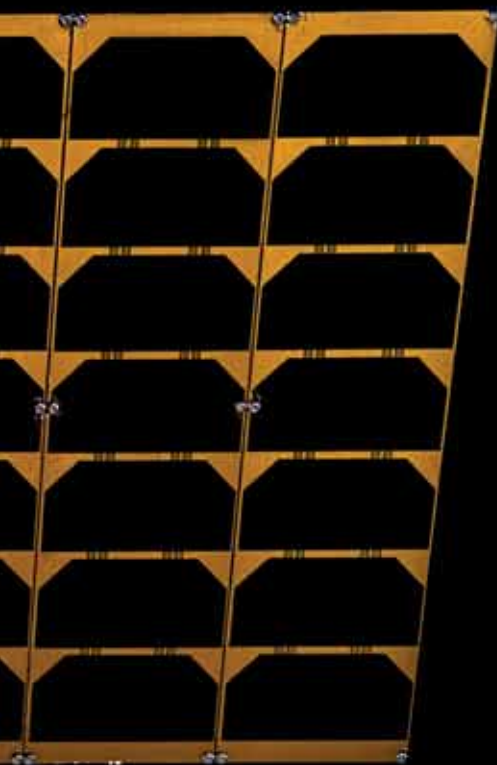




VISÃO AGUÇADA

Câmera espacial feita no país poderá identificar a partir da órbita terrestre áreas com apenas 9 metros quadrados



Protótipo do nanossatélite VCUB1 com câmera no centro

Uma câmera espacial projetada para captar imagens em alta resolução do território nacional encontra-se em fase de testes nos laboratórios do Grupo Akaer, companhia do setor aeroespacial com sede em São José dos Campos, no interior paulista. Batizado de E3UCAM, o instrumento será a principal carga do satélite de observação da Terra VCUB1, cuja construção é liderada pela Visiona Tecnologia Espacial, uma *joint venture* formada pela Embraer Defesa & Segurança e a Telebras. Se tudo correr como o planejado, o satélite, com a câmera a bordo, será lançado na órbita terrestre em meados de 2020. Ele ficará posicionado a 530 quilômetros (km) do solo e sobrevoará o Brasil a cada 90 minutos.

Iniciado há dois anos, o desenvolvimento da câmera está sendo feito pelo corpo de engenharia da Opto Space & Defense (antiga Opto Eletrônica) e da Equatorial Sistemas, duas empresas do Grupo Akaer. Com um sistema óptico formado por três espelhos, ela coletará imagens da superfície terrestre com resolução de 3 metros (m) – ou seja, cada pixel (menor ponto que forma uma imagem digital) cobrirá uma área equivalente a 9 metros quadrados (m²), mostrando com clareza objetos no solo de dimensões limitadas, como, por exemplo, uma camionete.

“A câmera E3UCAM é um desenvolvimento inédito e representa um avanço tecnológico para o país”, afirma o engenheiro de materiais Fernando Ferraz, vice-presidente de Operações da Akaer. O equipamento, segundo ele, produzirá imagens com resolução superior às fornecidas por satélites brasileiros hoje em operação. Ferraz destaca que o equipamento é uma evolução em relação à câmera anterior feita pela Opto para a família de Satélites Sino-Brasileiros de Recursos Terrestres (Cbbers), lançados na década passada. “A câmera óptica multiespectral MUX desses satélites tem re-

solução espacial de 20 m. Melhoramos a resolução em quase sete vezes.”

A câmera do VCUB1 será usada principalmente para monitoramento ambiental, como registros de desmatamento e apoio a atividades do setor agrícola – aplicações semelhantes à da MUX. “Será uma ferramenta eficaz para detecção do início de novos desmatamentos na Amazônia, fenômeno frequentemente associado à abertura de estradas clandestinas. “É necessário o emprego de câmeras de alta resolução para monitorar o surgimento dessas vias ilegais”, diz o engenheiro eletrônico César Celeste Ghizoni, diretor-executivo da Equatorial. “O novo equipamento poderá também identificar clareiras menores, típicas de cortes seletivos.”

FOCO MAIS PRECISO

A construção da E3UCAM contou com apoio da FAPESP e da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep). Cinco projetos do programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe), aprovados no âmbito do convênio entre as duas instituições, totalizaram R\$ 5,2 milhões. Um deles teve como objetivo desenvolver um mecanismo de ajuste de foco por controle de temperatura. “Por meio de um telecomando, a equipe em solo responsável pelo satélite aquece ou resfria um dispositivo da câmera que controla seu foco, tornando a captação das imagens mais precisa. A maioria das câmeras embarcadas em satélites não dispõe desse mecanismo de foco por controle térmico”, ressalta Ghizoni.

Os recursos da FAPESP e da Finep também foram empregados para aprimorar a eletrônica digital de processamento de dados da câmera. Por meio do desenvolvimento de algoritmos de compressão, os pesquisadores conseguiram reduzir, em até quatro vezes, a taxa de transmissão de dados (em megabits por segundo, Mbps) das imagens captadas pela câmera, facilitando seu armazenamento e envio para as

estações em terra. Uma menor taxa de armazenamento e transmissão de arquivos significa redução no consumo de energia, o que é essencial em satélites.

Outra característica importante do aparelho é a capacidade de fazer a correção do fenômeno da difração – efeito indesejado, embora comum, em câmeras espaciais, que acarreta imagens distorcidas. “Recorremos a um método computacional, conhecido como deconvolução, para melhorar a qualidade da imagem, reduzindo a difração”, declara o diretor-executivo da Equatorial, destacando que a câmera fornecerá imagens em quatro das sete bandas espectrais (verde, vermelho, azul e infravermelho próximo). Banda espectral é o intervalo entre dois comprimentos de ondas no espectro eletromagnético. O uso de diferentes bandas espectrais, uma espécie de filtro cromático, gera imagens mais detalhadas da paisagem terrestre. A maioria das câmeras de observação da Terra utiliza essas quatro bandas espectrais.

MINIATURIZAÇÃO

Para o engenheiro eletricista Marco Chamon, coordenador-geral de Engenharia e Tecnologia Espacial do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), um dos desafios associados ao desenvolvimento da câmera foi a necessidade de miniaturizar seus sistemas. Isso porque o VCUB1 é um nanossatélite da família dos *cubesats*, termo em inglês para satélites em forma de cubo (ver Pesquisa FAPESP nº 219). Ele mede apenas 30 centímetros (cm) de comprimento por 20 cm de largura e 10 cm de altura. Menor do que uma caixa de sapato, a câmera construída pela Akaer ocupará metade desse volume (ver infográfico ao lado).

“Câmeras de satélites convencionais, como as do Cbers, são massivas e podem pesar 150 quilos [kg], enquanto a que está sendo projetada em São José dos Campos tem apenas 3 kg”, diz Chamon. “Em câmeras compactas, os engenheiros dispõem de reduzido espaço para acomodar todos os componentes, o que implica desafios inexistentes em aparelhos de maiores dimensões. A Opto e a Equatorial aprimoraram, nos últimos anos, sua capacidade de projetar esses instrumentos, tanto no que concerne ao sistema óptico quanto à eletrônica de processamento de sinais [transformação do sinal óptico em bits].”

Conheça o VCUB1

Nanossatélite deverá ser lançado no espaço em 2020

Painel solar

Responsável pela geração de energia

Câmera óptica

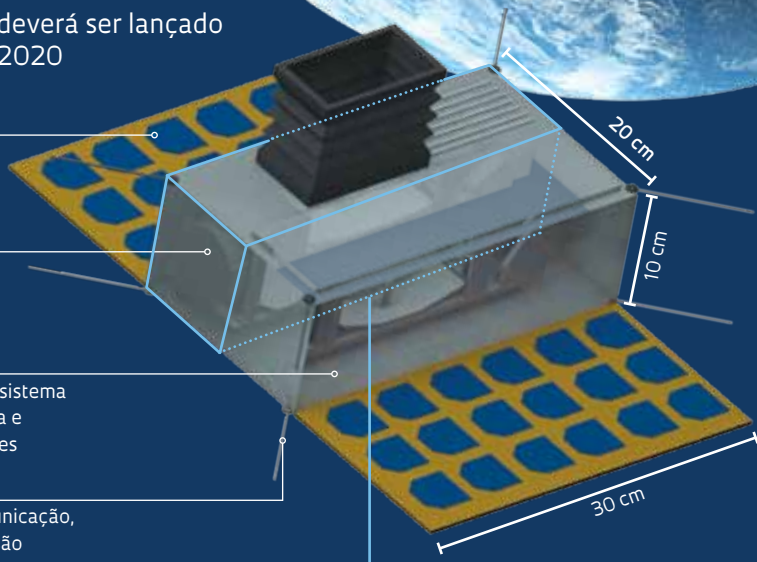
Principal carga útil do satélite

Módulo de serviço

Armazena baterias, sistema de controle de órbita e atitude, transmissores

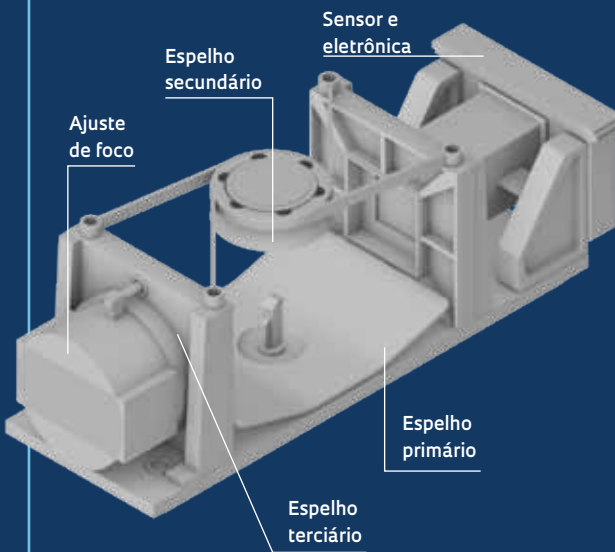
Antenas

De telemetria, comunicação, controle e transmissão



COMO A CÂMERA FUNCIONA

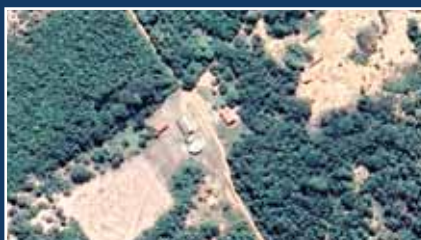
Sistema óptico é formado por um conjunto de espelhos



- ① As imagens da Terra são captadas por três espelhos que atuam com o sensor de imagem
- ② O foco da câmera é ajustado por telecomandos
- ③ As imagens são processadas e comprimidas no módulo eletrônico, que transforma os sinais ópticos em bits
- ④ Esses dados são transferidos para o módulo de serviço e enviados para estações em solo

MAIOR PRECISÃO

Equipamento tem resolução superior à de câmeras convencionais feitas no país



E3UCAM	Câmera	MUX
3 m	Resolução	20 m
3 kg	Peso	150 kg
VCUB1	Satélite	Cbers

FONTE: AKAER

INFOGRÁFICO: ALEXANDRE AFFONSO. FOTOS: GOOGLE EARTH

Detalhe do espelho secundário da câmera da Akaer



Os projetos FAPESP, segundo Fernando Ferraz, foram fundamentais para que a Akaer criasse novas tecnologias que permitissem fazer uma câmera tão compacta e com uma arquitetura modular dimensionada para nanossatélites. A Visiona é o primeiro cliente da câmera, que será oferecida a outros interessados no Brasil e no exterior. O aparelho vai custar em torno de US\$ 400 mil (R\$ 1,6 milhão).

Poucos países do mundo têm capacidade para desenvolver câmeras espaciais de alta resolução, como a E3UCAM, ou de muita alta resolução, categoria em que se enquadram os instrumentos imageadores orbitais capazes de distinguir no solo objetos com dimensões menores de 1 m. “Só alguns países, como Estados Unidos, França, Alemanha e China, conseguem produzir essas câmeras de muita alta resolução. Esse é o nosso próximo passo”, conta César Ghizoni.

A câmera da Akaer não é a única inovação tecnológica presente no nanossatélite da Visiona. O projeto do artefato, o primeiro integralmente projetado e construído por uma companhia nacional, também é, em si, inovador. Segundo a empresa, o satélite será uma plataforma para testes de tecnologias espaciais que poderão ser utilizadas em futuras missões do Programa Espacial Brasileiro. Uma delas é o sistema de controle de órbita e atitude, que incluiu o primeiro software feito no país para orientação de satélites. Esse desenvolvimento permite, por exemplo, o apontamento correto e preciso de uma câmera para a área que se deseja focalizar.

Conhecido pela sigla AOCS (*Attitude and orbital control system*), o sistema é uma tecnologia sensível, dificilmente repassada por nações que a dominam. “Com o domínio dessa tecnologia, o Brasil está pronto para ter o primeiro satélite totalmente desenvolvido por uma empresa brasileira privada, integrando assim a indústria e a academia em setores de alta intensidade tecnológica”, declarou em comunicado à imprensa João Paulo Campos, presidente da Visiona, sediada no Parque Tecnológico São José dos Campos.

O programa do nanossatélite da Visiona, orçado em R\$ 14 milhões, conta com a cooperação técnica do Inpe, órgão com vasta experiência no desenvolvimento de satélites. Os engenheiros da instituição dão apoio em áreas como engenharia de sistemas, montagem, integração e testes de satélites, entre outras. Também são parceiros do programa a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação (Embrapii), que entra com parte do financiamento, e o Instituto Senai de Inovação em Sistemas Embarcados, de Florianópolis (SC).

A instituição catarinense ficou responsável pelo desenvolvimento da estação de terra e dos softwares que farão a integração do computador de bordo com os vários componentes embarcados, entre eles a câmera óptica. Também faz parte do pacote do Instituto Senai de Inovação o desenvolvimento dos sensores que ficarão em terra e farão a coleta de informações captadas pelo satélite. Além da câmera projetada pela Akaer, o VCUB1 será dotado de um sistema de coleta de dados hidrometeorológicos, como precipitação, pressão atmosférica e nível de rios.

NEW SPACE

O VCUB1 integra uma nova geração de satélites de pequeno porte que se insere no New Space, um modelo de negócios caracterizado por projetos espaciais liderados por empresas privadas, mas menos custosos do que os do passado, quando a exploração do espaço era atividade conduzida exclusivamente em nível gover-

namental. *Cubesats* mais simples podem custar poucas centenas de milhares de reais, ao passo que um satélite convencional de grande porte exige investimentos na casa de centenas de milhões de reais.

“É inegável a expansão de *cubesats* no mundo”, diz o físico Luiz de Siqueira Martins Filho, da Universidade Federal do ABC (UFABC), em São Bernardo do Campo (SP). Segundo ele, por serem mais baratos e fáceis de fabricar – já que empregam componentes de prateleira, como sensores e processadores comprados no mercado –, os *cubesats* estão democratizando o acesso ao espaço. “O que antes era exclusividade de grandes agências espaciais, como a norte-americana Nasa e a europeia ESA, agora pode ser feito por universidades, empresas e escolas. Os *cubesats* ganharam nos últimos anos relevância econômica e tecnológica no mundo.” ■

Projetos

1. Desenvolvimento de um sistema óptico reflexivo tipo TMA para instrumentos imageadores orbitais (nº 16/50142-4); **Modalidade** Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe); **Convênio** Finep Pipe-Pappe; **Pesquisador responsável** Alexandre Lourenço Soares (Opto); **Investimento** R\$ 1.511.072,33.
2. Eletrônica digital de processamento de dados para instrumentos imageadores de sensoriamento remoto (nº 16/50150-7); **Modalidade** Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe); **Convênio** Finep Pipe-Pappe; **Pesquisador responsável** Roney Ferreira Marzullo (Akaer); **Investimento** R\$ 1.262.247,00.

Os demais projetos mencionados estão listados na versão on-line.