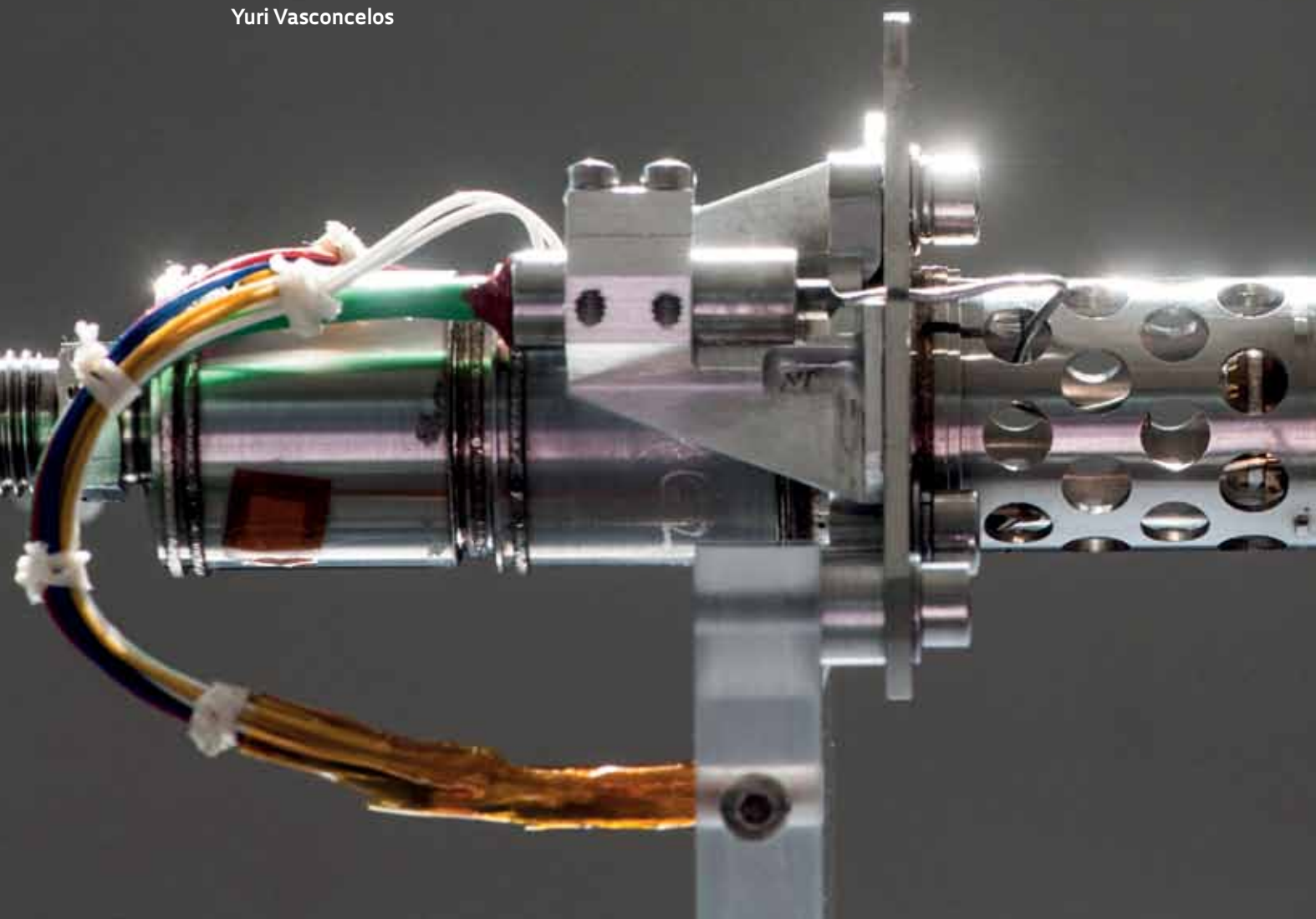


PESQUISA EMPRESARIAL

# Impulso espacial

Fibraforte desenvolve propulsores para satélites em parceria com o Inpe

Yuri Vasconcelos



**O** Brasil poderá tornar-se dentro de alguns anos um fornecedor global de propulsores para satélites. Esses equipamentos exercem o papel do motor do artefato e são responsáveis por grande parte das manobras feitas no espaço. Eles são acionados para que o satélite fique corretamente alinhado à Terra, ao Sol, a outros alvos de interesse astronômico, ou ainda para a realização de correções de órbita durante a vida útil do engenho. Essas manobras de correção e manutenção são necessárias para contrapor perturbações da órbita por efeitos gravitacionais terrestres, do Sol e da Lua. O conhecimento para produzir propulsores está restrito a uma dezena de empresas, todas elas estrangeiras. A Fibraforte Engenharia, com sede em São José dos Campos, no interior paulista, está prestes a entrar nesse time.

“Projetar, desenvolver e produzir propulsores é um passo importante para elevarmos o índice de nacionalização de nossos satélites”, ressalta o físico José

Leonardo Ferreira, professor do Instituto de Física da Universidade de Brasília (UnB). “A iniciativa da Fibraforte beneficia o país na disputa pelo mercado espacial. Mesmo que não consigamos vender um satélite completo, podemos fornecer seus componentes”, diz Ferreira, que já foi pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe).

A Fibraforte foi criada em 1994 por três engenheiros formados no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), em São José dos Campos, para atuar como desenvolvedora de sistemas mecânicos para o programa espacial brasileiro. Nos últimos anos teve um faturamento médio de R\$ 6 milhões. Hoje, ela domina o processo de fabricação de um tipo de propulsor, classificado como monopropelente, que usa apenas um fluido para funcionar – no caso, a hidrazina na forma líquida, o propelente químico mais comum usado em motores de foguetes e satélites. Monopropelente porque a reação de liberação da energia química do propelente é de decomposição e não de combustão, situação que necessita de

um combustível e um oxidante. Sistemas propulsivos, compostos de tanque de propelente, tubulação e válvulas custam por volta de US\$ 2 milhões e são empregados em satélites de órbita baixa, como os de sensoriamento remoto, de observação da Terra e de coleta de dados, engenhos de médio porte que pesam até mil quilos (kg) e orbitam o planeta entre 300 quilômetros (km) e 800 km de altitude.

Há poucos meses, os pesquisadores da empresa começaram a trabalhar em uma nova classe de propulsores, mais potentes e de engenharia mais complexa, que emprega uma mistura de dois propelentes líquidos, um combustível e um oxidante, em uma reação de combustão. Esses propelentes são convertidos numa mistura gasosa a temperaturas de cerca de 3000 °Celsius. A mistura é expandida, acelerada num bocal e expelida a velocidades de aproximadamente 3 quilômetros por segundo (km/s), gerando uma força de empuxo sobre o satélite. Eles são destinados a satélites geoestacionários que podem pesar até 7 mil kg e ficam posicionados a 36 mil km da superfície.

Os geoestacionários são usados principalmente pelo setor de comunicações para transmissão de sinais de telefonia, internet, televisão e rádio. Ao contrário dos satélites de órbita baixa, o veículo lançador não injeta o satélite na órbita final, mas em uma zona de transferência. A navegação até a faixa de operação é feita por sistema propulsivo próprio. Nesses casos, aproximadamente 40% da massa total do satélite é composta de propelentes utilizados na manobra de transferência.

A Fibraforte foi contemplada em maio deste ano com recursos dos programas Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe) e Apoio à Pesquisa em Empresas (Pappe) Subvenção – respectivamente da FAPESP e da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) – para desenvolver quatro projetos voltados à produção de um propulsor bipropelente. A equipe de pesquisa e desenvolvimento (P&D) da empresa trabalha na criação de



Teste de modelo de qualificação de propulsor que será utilizado no Amazônia-1

## EMPRESA

### FIBRAFORTE

Sede  
São José dos Campos  
(SP)

Nº de funcionários  
15

Principais produtos  
Propulsores e sistemas  
mecânicos para  
satélites

# O motor dos satélites

Conheça o subsistema de propulsão desenvolvido pela Fibraforte para o Amazônia-1

SATÉLITE



## COMO FUNCIONA

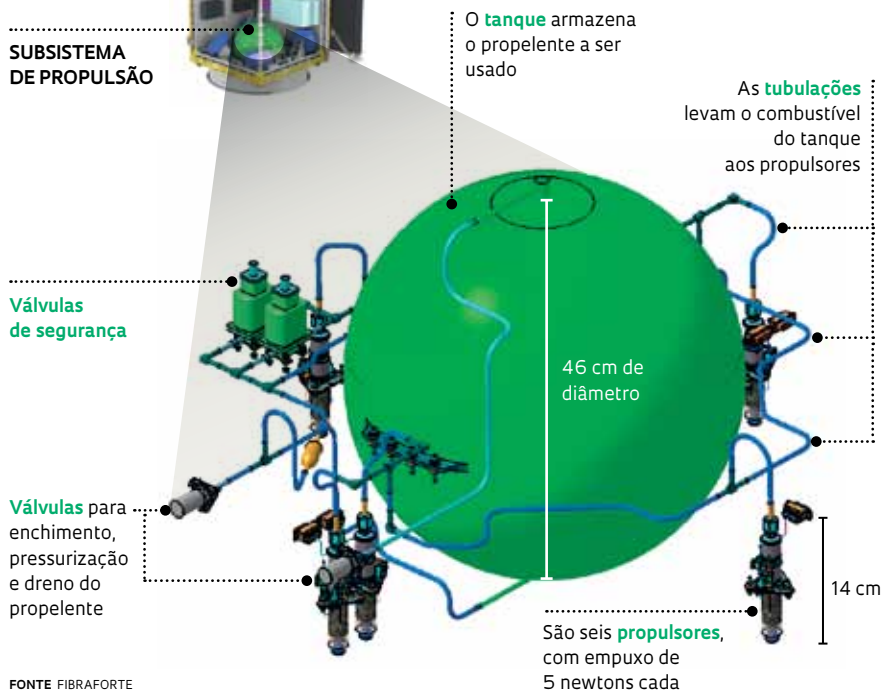
### 1 MOVIMENTAÇÃO

Os propulsores são responsáveis pela movimentação do artefato no espaço, de modo a corrigir a trajetória

### 2 MANOBRAS

O propelente sofre um processo de expansão termodinâmica nos propulsores, que expõem jatos para realizar as manobras

SUBSISTEMA DE PROPULSÃO



O **tanque** armazena o propelente a ser usado

As **tubulações** levam o combustível do tanque aos propulsores

Válvulas de segurança

Válvulas para enchimento, pressurização e dreno do propelente

46 cm de diâmetro

São seis **propulsores**, com empuxo de 5 newtons cada

14 cm

FONTE FIBRAFORTE

## EQUIPE DE PESQUISADORES

Confira alguns dos profissionais que fazem P&D na Fibraforte e conheça as instituições responsáveis por sua formação

José Nivaldo Hinckel, matemático, gerente de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)	Fundação Universidade Regional de Blumenau (Furb): graduação Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA): mestrado Instituto Politécnico Rensselaer (Estados Unidos): doutorado
Leonardo Lara Tajiri, engenheiro eletricista, engenheiro de desenvolvimento	Universidade Federal de Itajubá (Unifei): graduação e mestrado
Luciano Bontempo, engenheiro mecânico, engenheiro de desenvolvimento	Universidade Estadual do Maranhão (UEMA): graduação ITA: mestrado
Jadir Gonçalves, engenheiro aeronáutico, diretor comercial	ITA: graduação
Thomas Shaw, engenheiro aeronáutico, diretor industrial	ITA: graduação
Lauro Benassi, engenheiro mecânico, diretor de qualidade	Escola de Engenharia Industrial de São José dos Campos (EEI): graduação

componentes do subsistema (válvulas de controle de fluxo, placa injetora e câmara de empuxo) e de uma bancada de testes de injetores de combustível.

“Diferentes tecnologias de propulsão podem ser usadas para o controle de altitude [posicionamento do satélite em relação à Terra] e a correção de órbita de satélites, como para a propulsão elétrica, de plasma ou com combustíveis sólidos. Mas os monopropelentes e os bipropelentes são os mais tradicionais e os que têm maior confiabilidade. A diferença entre um e outro está no empuxo, que é a força usada para deslocamento do satélite”, explica o engenheiro aeronáutico Jadir Nogueira Gonçalves, um dos fundadores e diretor comercial da Fibraforte. Ele conta que a empresa começou a fazer pesquisas na área de propulsão espacial no fim dos anos 1990, quando participou a convite do Inpe do desenvolvimento de um propulsor monopropelente de 2 newtons (N) de empuxo para uma plataforma suborbital do instituto – essa força equivale ao esforço necessário para elevar do solo um objeto que pese 200 gramas.

Em 2005, a Fibraforte concluiu, também em parceria com o Inpe e com financiamento da FAPESP, um módulo de propulsão mais potente, de 5N de empuxo, projetado para equipar a Plataforma Multimissão (PMM), uma estrutura genérica criada pelo Inpe na década passada como base para fabricação de satélites da classe de 500 kg. O sistema vai ser usado pela primeira vez no satélite de sensoriamento remoto Amazônia-1, cujo lançamento deve ocorrer em 2019. O módulo propulsivo desse artefato, o primeiro satélite nacional de médio porte inteiramente projetado e construído no país, é composto por seis propulsores (*ver infográfico*).

“Criamos também as válvulas de enchimento, o dreno de combustível e de gás pressurizante e a tubulação, além de montarmos todos os itens do subsistema”, conta o matemático e especialista em propulsão espacial José Nivaldo Hinckel. Ex-funcionário do Inpe, ele é hoje gerente de P&D e um dos líderes da equipe de pesquisa em propulsão da Fibraforte. “Entre os principais componentes do módulo, só não fizemos o tanque de combustível, mas já estamos trabalhando no projeto desse equipamento. Em breve seremos capazes de fabricá-lo.” A Fibraforte re-



Tubeira do propulsor em processo de soldagem

cebeu recursos da Finep, no valor de R\$ 2,6 milhões, para desenvolver o tanque de propelente e já construiu um modelo, que passou pelos primeiros testes estruturais e de desempenho.

#### TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

Com a experiência adquirida ao longo de duas décadas de atuação na área de propulsão, a Fibraforte foi selecionada em janeiro de 2015 para participar do Acordo de Transferência de Tecnologia Espacial, contemplado no contrato de fabricação do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC). Adquirido pelo governo brasileiro da multinacional francesa Thales Alenia Space (TAS), o SGDC foi colocado em órbita em maio deste ano (*ver Pesquisa FAPESP n° 256*). O acordo de transferência de tecnologia firmado entre a AEB e a Thales previu o repasse de 20 tecnologias de satélites da fabricante europeia para indústrias nacionais. A Fibraforte foi escolhida para receber capacitação para o domínio do ciclo de desenvolvimento de um sistema de propulsão monopropelente para pequenos satélites, com peso entre 100 kg e 300 kg.

“Com propulsores de apenas 1N de empuxo, esse módulo de propulsão será capaz de fazer manobras mais precisas de ajuste de órbita”, destaca Gonçalves. “Como resultado desse programa, teremos condições de nos qualificar para fornecer à Thales e a outras empresas integradoras de satélites sistemas completos de propulsão, propulsores isolados e o tanque de propelente.” Segundo o pesquisador, em três anos a empresa estará apta a fabricar monopropulsores para os programas espaciais dos Estados Unidos e da Europa.



Ensaio do injetor de combustível

A indústria global de satélites faturou US\$ 260,5 bilhões em 2016, sendo que US\$ 13,9 bilhões foram destinados à fabricação dos artefatos – a receita restante foi obtida com a operação e o lançamento dos satélites e com a produção de equipamentos de apoio em terra. Norte-americanos e europeus dominam esse mercado. Nos últimos 25 anos, o Brasil projetou e construiu uma dezena de satélites. Nenhum deles usou sistemas propulsivos feitos no país. “Como o mercado brasileiro de satélites é restrito, tornar-se um fornecedor global é um caminho natural”, sustenta Gonçalves.

A Fibraforte conta com um setor de pesquisa, desenvolvimento e inovação (P&D&I) formado por 12 técnicos e pesquisadores, de um total de 15 funcionários. “A área de inovação é disseminada por todos os departamentos. Somos uma companhia de poucos funcionários de alta especialização”, ressalta o engenheiro aeronáutico Thomas Shaw, diretor industrial da Fibraforte. Segundo ele, as etapas de fabricação mais simples e outras atividades com baixa intensidade de P&D costumam ser terceirizadas.

Embora o foco da Fibraforte sejam os subsistemas de propulsão, a empresa

também se dedica ao desenvolvimento de outros componentes para satélites. Com a Cenic, indústria do setor espacial sediada em São José dos Campos, ela foi responsável pela estrutura do Cbers-4, colocado em órbita em 2014. A estrutura é o corpo do satélite, o “armário” onde vão acondicionados todos os seus componentes e subsistemas (de propulsão, térmico, de comunicação, de telemetria).

Para Petrônio Noronha de Souza, diretor de Política Espacial e Investimentos Estratégicos da Agência Espacial Brasileira (AEB), empresas como a Fibraforte são fundamentais para o país ter uma cadeia produtiva no setor espacial com um mínimo de autonomia. “Ter uma base industrial consolidada, com capacidade para fornecer equipamentos e subsistemas para satélites, além de fazer a montagem desses artefatos, é essencial para o programa espacial brasileiro”, destaca Souza. ■

#### Projeto

Desenvolvimento e qualificação de propulsor monopropelente de 5N para satélite (n° 03/07755-5); Modalidade Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe); Pesquisador responsável Humberto Pontes Cardoso (Fibraforte); Investimento R\$ 590.007,79.