

**CAPA**



O branco e o  
prata: o elegante  
prédio do Soar e  
o vizinho Gemini  
Sul, ao fundo

# Rumo às estrelas

Instrumentos astronômicos feitos no Brasil equipam o telescópio Soar, nos Andes chilenos


RICARDO ZORZETTO, DE CERRO PACHÓN

O físico Antônio César de Oliveira mal viu a luz do dia na última semana de janeiro. Ele, o astrônomo Flávio Ribeiro e o engenheiro mecânico Fernando Santoro passaram cinco dias seguidos trabalhando em uma sala sem janelas no topo de uma montanha pedregosa e sem vegetação dos Andes chilenos. Deixavam o dormitório pela manhã, percorriam três quilômetros em uma estrada de terra estreita e poeirenta e só retornavam tarde da noite, quando um número incontável de estrelas já povoava o céu. Havia pouco tempo e muito a fazer. Com a ajuda de técnicos chilenos, eles conectavam o maior e mais complexo equipamento astronômico já feito no Brasil ao telescópio do Observatório Austral de Pesquisa Astrofísica (Soar), construído com financiamento brasileiro e norte-americano próximo à cidade de Vicuña, no norte do Chile.

Com cerca de 3 mil peças e pouco mais de meia tonelada, o equipamento que os brasileiros instalavam no final de janeiro é um espectrógrafo, aparelho que decompõe a luz nas diferentes cores (espectros) que a formam – algumas delas invisíveis ao olho humano, como o ultravioleta e o infravermelho. No interior do espectrógrafo, a luz de astros próximos ou distantes explode em uma sucessão de cores do arco-íris, mas em proporções que variam segundo a composição química do objeto observado.

O instrumento instalado no Soar, porém, não é um espectrógrafo qualquer. O aparelho que chegou ao prédio do observatório no Cerro Pachón em 10 de dezembro, depois de viajar quase 3,5 mil quilômetros por ar e terra desde as oficinas do Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA) em Itajubá, Minas Gerais, é um espectrógrafo com inovações tecnológicas que o tornam único no mundo. Uma das





características que fazem do Espectrógrafo de Campo Integral do Soar (Sifs) um instrumento especial é sua capacidade de fracionar a imagem de um objeto celeste em 1.300 partes iguais e, a um só tempo, registrar o espectro de todas elas. Em alguns meses, quando estiver funcionando com todo o seu potencial, o Sifs permitirá, por exemplo, avaliar a composição química de 1.300 pontos de uma galáxia em uma única medição de poucos minutos, tarefa que até então exigia centenas de medições distintas.

“Para os astrônomos, isso é muita informação”, explicou o físico Clemens Gneiding em outubro passado, durante a etapa final de montagem do Sifs nos laboratórios do LNA, antes do embarque para o Chile. E não é só. Esse espectrógrafo foi projetado para ter um altíssimo poder de resolução espacial. “Ele pode distinguir objetos muito próximos no céu, separados por um segundo de arco [unidade de medida de ângulo]”, completou. Em termos mais concretos, isso corresponde ao tamanho de uma bola de futebol vista a 50 quilômetros de distância – algo absurdamente pequeno.

---

**Fios de luz:  
1.300 fibras  
conectam o  
telescópio ao  
espectrógrafo Sifs**

Na tarde de 28 de janeiro a equipe brasileira corria de um lado para o outro no prédio branco reluzente do Soar que pode ser visto ao longe por passageiros dos voos que pousam na região. Eles tentavam concluir a conexão do Sifs antes que a semana terminasse. “Uma semana é muito pouco tempo para completar a instalação e fazer os ajustes necessários”, afirmou Santoro, responsável pela parte mecânica do projeto.

“O mais complicado é instalar o cabo com as fibras ópticas que unem as duas partes do espectrógrafo”, comentou Oliveira, enquanto avaliava a melhor maneira de acomodar na base do telescópio o tubo flexível de oito centímetros de diâmetro e 14 metros de comprimento contendo as fibras de vidro superfinais – têm metade da

espessura de um fio de cabelo – que devem conduzir a luz do primeiro ao segundo módulo do instrumento. “Temos de ser cuidadosos porque essas fibras vão se mover alguns centímetros para acompanhar os movimentos do telescópio, mas não podem ficar tensionadas”, explicou o físico especialista em óptica, coordenador do Laboratório de Fibras Ópticas do LNA. Se forem tracionadas, as fibras podem romper e deixar cego o espectrógrafo de US\$ 1,8 milhão financiado pela FAPESP.

Com o Sifs em atividade, a luz coletada pelo espelho de 4,1 metros do Soar será focalizada no chamado módulo pré-óptico do espectrógrafo, uma caixa preta retangular um pouco maior que o gabinete de um computador, acoplada à base do telescópio. No interior desse módulo um conjunto de lentes amplifica de 10 a 20 vezes a intensidade da luz e a lança sobre 1.300 microlentes. Cada microlente, por sua vez, orienta a luz que recebe para uma das 1.300 fibras ópticas, que, como os fios de eletricidade de uma casa, a conduzem até o segundo e maior módulo do equipamento: o espectrógrafo de bancada, instalado dois metros abaixo, na torre



Sem descanso: equipe de instrumentação do Soar faz ajustes no equipamento recebido em dezembro

de sustentação do telescópio. Ali outras 18 lentes – algumas delas podem girar até 130 graus com a precisão de milésimos de milímetro – ora dispersam, ora alinham, ora fazem convergir os feixes luminosos até que alcancem o sensor onde serão registrados.

**A** escolha de fibras ópticas tão delicadas e finas foi uma aposta arriscada dos pesquisadores brasileiros. O núcleo das fibras, por onde de fato passa a luz, tem apenas 50 micrômetros (milésimos de milímetro) de espessura e, na época, diferentes grupos de pesquisa afirmavam que fibras com menos de 100 micrômetros causariam a perda de boa parte da luz que deveria chegar ao segundo módulo do espectroscópio. Baseando-se nos bons resultados de um equipamento construído na Austrália, a equipe que projetou o Sifs decidiu experimentar as fibras mais finas. Mas foi um risco bem calculado. Antes de empenhar tanto esforço e dinheiro no equipamento, eles construíram em parceria com os australianos uma versão menor do espectrógrafo, que há cerca de dois anos funciona – e muito bem, por sinal – no telescópio do Observa-

tório do Pico dos Dias, em Brasópolis, cidade mineira vizinha a Itajubá.

Motivos não faltavam para justificar o investimento na inovação – um deles, econômico. Quanto menor o diâmetro das fibras, mais próximas entre si elas podem ser alinhadas na entrada do segundo módulo do equipamento. Como consequência, também diminuem as dimensões das lentes e dos outros componentes ópticos, cujo preço aumenta proporcionalmente ao tamanho. “O uso de fibras com o dobro do diâmetro faria o espectrógrafo dobrar de tamanho”, conta o astrônomo Jacques Lépine, do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG-USP), o primeiro coordenador do projeto que desenvolveu o Sifs em parceria com Gneiding, do LNA. No caso desse espectrógrafo, duplicar o tamanho do segundo módulo – um octógono de 70 centímetros de altura e 2,4 metros na sua maior dimensão – significaria deixá-lo com a altura de quase uma pessoa e a largura de um quarto amplo de apartamento.

Nos 15 metros que separam o foco do telescópio do sensor do espectrógrafo, a luz já tênue de estrelas, galáxias ou

## > OS PROJETOS

1. Construção de dois espectrógrafos ópticos para o telescópio Soar - nº 1999/03744-1
2. Steles: espectrógrafo de alta resolução para o Soar - nº 2007/02933-3
3. Evolução e atividade de galáxias - nº 2000/06695-0
4. Nova física no espaço - formação e evolução de estruturas no Universo - nº 2006/56213-9

### MODALIDADE

1. Auxílio Regular a Projeto de Pesquisa
- 2., 3. e 4. Projeto Temático

### COORDENADORES

1. BEATRIZ LEONOR SILVEIRA BARBUY - IAG/USP
2. AUGUSTO DAMINELI NETO - IAG/USP
3. RONALDO EUSTÁQUIO DE SOUZA - IAG/USP
4. REUVEN OPHER - IAG/USP

### INVESTIMENTO

1. R\$ 3.254.030,59 (FAPESP)
2. R\$ 1.373.456,33 (FAPESP)
3. R\$ 1.520.687,31 (FAPESP)
4. R\$ 1.926.187,91 (FAPESP)

planetas sofre uma série de desvios e reflexões e perde intensidade. E, quanto menos intensa, pior a definição do espectro produzido pelo equipamento. Os pesquisadores reduziram essa perda usando espelhos com maior capacidade reflexiva e lentes com tratamento antirreflexo, que evitam a perda de luz. Assim conseguiram garantir a chegada de 80% a 85% da luz captada pelo telescópio ao sensor do Sifs.

**P**lanejado há pouco mais de uma década, o Sifs integra a primeira geração de equipamentos do Soar, que só estará completa em 2011, com a instalação do quarto e último instrumento que o Brasil se comprometeu a fornecer. “Na criação do consórcio que administra o telescópio, o país ficou responsável por produzir esses equipamentos”, diz Beatriz Barbuy, astrofísica do IAG-USP e coordenadora do Projeto Temático que financiou a construção do espectrógrafo.

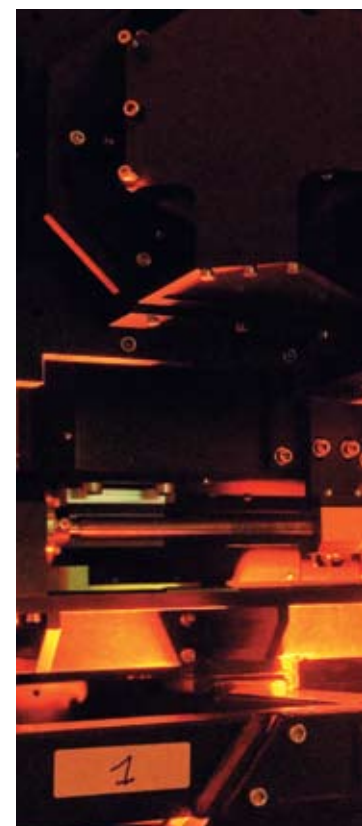
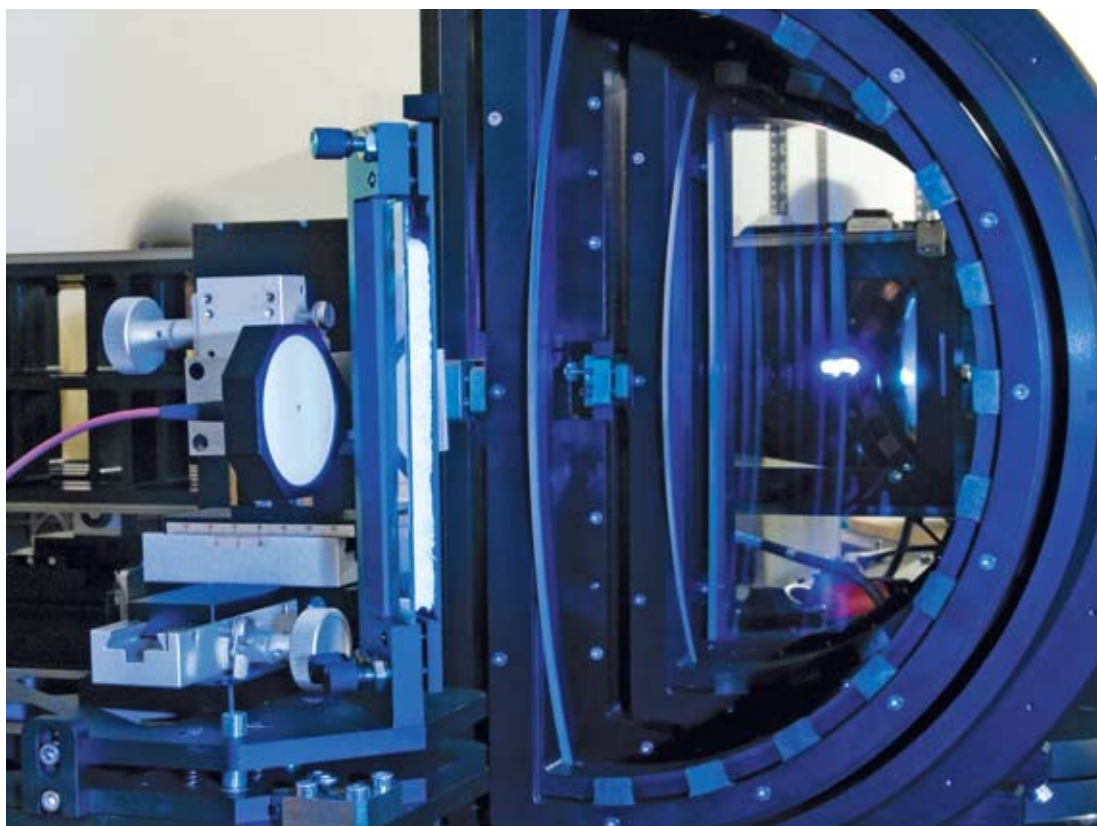
Foram quase 10 anos de trabalho da concepção à instalação do equipamento, que usou a mão de obra e o

“**Primeira geração de equipamentos só estará completa em 2011, com a instalação do quarto e último instrumento que o país se comprometeu a fornecer para o telescópio**”

conhecimento de ao menos 20 pesquisadores e técnicos altamente especializados. A execução do projeto também exigiu a formação de uma parceria pouco frequente no país, entre universidades, institutos de pesquisa e empresas privadas.

“Não havia no Brasil a cultura e a *expertise* de produzir equipamentos de astronomia com tal porte”, comenta Keith Taylor, astrofísico inglês que coordenou o grupo de óptica do Observatório Anglo-australiano, na Austrália, e há dois anos gerencia o desenvolvimento de instrumentos do Soar.

O tempo de produção do Sifs, dizem os pesquisadores, talvez fosse bem menor caso houvesse no país acesso mais fácil aos materiais que precisaram ser importados. Parte do atraso se deveu a complicações na importação de peças como as lentes de fluoreto de cálcio fornecidas pela empresa norte-americana Harold Johnson, que levaram nove meses para chegar ao Brasil, e das fibras ópticas compradas da Polymicro Technologies, também nos Estados Unidos.



**Made in Brazil:** o espectrógrafo Sifs, já instalado no telescópio, e ao lado o imageador BTFI, que segue para o Chile em breve

Em meados de 2009, poucos meses antes de o Sifs seguir para o Chile, outro equipamento projetado e construído com a participação de brasileiros havia sido conectado ao Soar: a câmera Spartan, especializada em produzir imagens no infravermelho – forma de radiação eletromagnética percebida pelos seres humanos na forma de calor e capaz de atravessar as gigantescas nuvens de poeira interestelar que ocultam galáxias e berçários de estrelas. Parte do primeiro grupo de instrumentos fabricados especificamente para esse telescópio, a Spartan substituiu uma câmera emprestada do telescópio Blanco do Observatório Interamericano de Cerro Tololo, localizado cerca de 10 quilômetros a noroeste do Soar em uma das inúmeras montanhas avermelhadas da cordilheira.

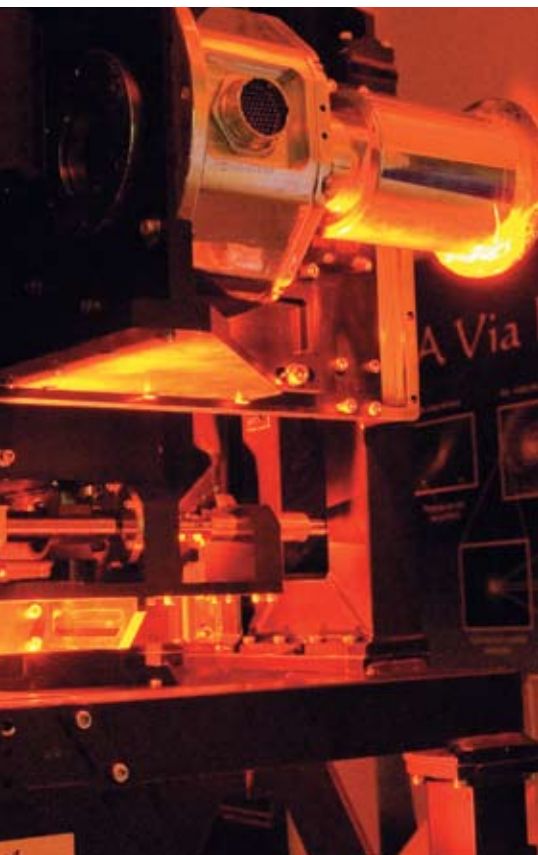
**A**strônoma Sueli Viegas, aposentada da USP, iniciou cerca de oito anos atrás, em cooperação com a Universidade de Michigan, nos Estados Unidos, o projeto que levou ao desenvolvimento da Spartan. “O Brasil participou da elaboração do projeto óptico e

meccânico dessa câmera e comprou dois dos quatro detectores infravermelhos”, conta Ronaldo de Souza, astrônomo do IAG que assumiu a coordenação do projeto após a mudança de Sueli para os Estados Unidos.

Só os dois detectores custaram cerca de US\$ 700 mil, metade paga com verba do projeto de Sueli Viegas e metade com verba do Instituto do Milênio, coordenado por Beatriz Barbuy, do IAG-USP, e Miriani Pastoriza, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Desde setembro de 2009 a Spartan funciona em modo experimental. Nessa fase, os astrônomos estão aprendendo a lidar com o equipamento, que ainda pode passar por ajustes, e não há garantia de que as observações sejam muito precisas. “O Soar foi projetado para apresentar um alto desempenho, com equipamentos de altíssima qualidade óptica”, afirma Keith Taylor.

Pouco mais de cinco anos após a conclusão do prédio e a montagem do telescópio, o Soar vai ganhando vida e se tornando independente. Está prevista para este mês a entrega do filtro imageador ajustável brasileiro (BTFI), equipamento de US\$ 2,2 milhões que permitirá identificar a composição química e medir os movimentos relativos internos dos objetos celestes. “Esse instrumento será acoplado a um módulo que corrige os efeitos da turbulência na atmosfera”, conta Claudia Mendes de Oliveira, da USP. “Aliada à qualidade de imagem do BTFI, essa correção resultará em imagens com nitidez inédita, dando ao Soar capacidades que outros telescópios do mesmo porte não têm”, diz a astrofísica, que coordenou as equipes do Brasil, da França e do Canadá que construíram o BTFI.

“A produção desses instrumentos inaugurou uma nova era da astronomia



FOTOS EDUARDO CÉSAR

**Lado a lado:  
arranjo de fibras  
ópticas exigiu  
precisão e  
muita paciência**



# O nascimento de um telescópio



Dois anos depois de aprovado o projeto, as obras iniciam em 1998 com a explosão do topo do Cerro Pachón, em Vicuña, norte do Chile, e a extração de 13 mil metros cúbicos de pedras para aplainar o local da sede do Soar



Cerca de um ano mais tarde começa a ganhar corpo o prédio que abrigará o telescópio e a sala de controles, erguido em um terreno a 2.701 metros acima do nível do mar e 80 quilômetros de distância do oceano Pacífico



Em 2002 o prédio recebe a cúpula metálica de 14 metros de altura feita pela empresa Equatorial, de São José dos Campos, no interior paulista, que protege o telescópio de dia e quando a umidade do ar aumenta à noite



O espelho de 4,1 metros de diâmetro e poder de captação de luz 350 mil vezes superior ao do olho humano chega ao Soar em janeiro de 2004, após viajar quase 10 mil quilômetros desde o local de fabricação nos Estados Unidos

brasileira e impulsionou a instrumentação astronômica nacional”, afirma Beatriz Barbuy. É que esses aparelhos caros, pensados com o objetivo de ampliar a compreensão humana do Universo, consomem um número grande de peças muito pequenas que se encaixam e se movimentam com altíssima precisão. “Só para ao BTFI, fornecemos cerca de 1.500 peças”, conta Paulo Silvano Cardoso, diretor da empresa material optomecânico Metal Card, de São José dos Campos, interior de São Paulo.

“Em 10 anos o Brasil conseguiu estabelecer um programa de instrumentação de nível internacional”, afirma João Steiner, o astrofísico do IAG-USP que integrou o conselho diretor do Soar por 12 anos e participou do projeto do telescópio desde sua concepção, em 1993 (ver Pesquisa FAPESP nº 98). Ele conta que os pesquisadores brasileiros até tentaram começar a produção de instrumentos astronômicos anos

atrás, quando o país passou a integrar o consórcio do observatório Gemini, que conta com dois telescópios com espelhos de 8,2 metros, um instalado no Havaí e outro a 350 metros do Soar, no Cerro Pachón, a 2.701 metros acima do nível do mar. Mas o projeto não vingou. “O salto era grande demais”, explica Steiner, que chegou a ser internado por causa do nível de estresse durante a construção do telescópio.

**A**té o início de 2011 um quarto instrumento deve ficar pronto: o espectrógrafo *échelle* do telescópio Soar (Steles), que a equipe do astrônomo Bruno Vaz Castilho constrói atualmente nos laboratórios do LNA. De modo semelhante ao Sifs, o espectroscópio que os brasileiros instalavam em janeiro no prédio do Cerro Pachón, o Steles também analisará as cores da luz emitida por estrelas e galáxias. A diferença é que enxergará



**Em dez anos o Brasil conseguiu estabelecer um programa de instrumentação astronômica de nível internacional, com benefícios também para a indústria**



Na noite de 17 de abril de 2004 o telescópio faz sua primeira observação ou, como dizem os astrônomos, vê sua primeira luz, ainda utilizando equipamentos emprestados de outros observatórios

uma proporção maior do espectro da luz visível – e com melhor resolução. Pode parecer redundante o uso de dois instrumentos da mesma família, mas não é. Cada um tem aplicações específicas. Enquanto o Sifs gera 1.300 espectros em uma única exposição, o Steles produz um só. “Como o Steles registrará todo o espectro da luz visível de uma única vez, permitirá analisar diferentes características do objeto observado, como composição química, temperatura, velocidade de rotação ou de afastamento”, conta Castilho.

“Com a entrega desses equipamentos, a primeira e a segunda geração de instrumentos definidas no projeto inicial estarão completas”, diz Alberto Rodriguez Ardila, gerente nacional do Soar. Isso não significa, porém, que o telescópio estará completamente equipado. “O avanço científico sempre gera a necessidade de desenvolver novos instrumentos”, afirma. Na opinião des-

se astrofísico do LNA, o resultado de tanto trabalho deverá ser notado em alguns anos nos projetos científicos desenvolvidos no Soar. “O uso desses instrumentos deverá aumentar a disputa por tempo de observação e melhorar a qualidade das pesquisas”, diz Ardila.

Antes mesmo da chegada de seu próprio conjunto de equipamentos, o telescópio branco do Cerro Pachón não ficou parado. Desde que recebeu a primeira luz de uma estrela em 2004 até dezembro do ano passado, o Soar gerou 36 artigos científicos publicados em periódicos internacionais. Deles, 19 artigos (53% do total) foram produzidos por pesquisadores brasileiros, que dispõem de apenas 34% do tempo de observação do telescópio.

**M**as o reconhecimento da comunidade científica internacional veio mesmo em 2007, quando o resultado de uma observação feita no Soar por um brasileiro saiu nas cobichadas páginas da revista *Nature*. Quase dois anos antes, na madrugada de 25 de setembro de 2004, o observatório espacial Swift, da agência espacial norte-americana (Nasa), emitiu um alerta com as coordenadas do que poderia ser uma explosão de raios gama – a morte de uma estrela com massa dezenas de vezes superior à do Sol que se transforma em um buraco negro, um dos eventos mais energéticos conhecidos – ocorrida nos confins da constelação de Peixes (*ver Pesquisa FAPESP nº 116*). Eduardo Cypriano, um dos primeiros astrônomos residentes do Soar, uma espécie de desbravador do telescópio, trabalhava naquela noite e detectou os primeiros sinais da explosão.

A pedido de Daniel Reichart, norte-americano estudioso desses fenômenos, Cypriano apontou o telescópio para o mesmo ponto do céu por mais alguns dias. Uma semana mais tarde veio o anúncio oficial: as imagens feitas por Cypriano e analisadas com o auxílio de sua mulher, a astrônoma Elysandra Figueredo, haviam flagrado a explosão de uma estrela a 12,7 bilhões de anos-luz da Terra. O Soar havia sido o único telescópio em terra a acompanhar esse fenômeno raro, mais tarde confirmado por outros observatórios. “Era o objeto mais distante e antigo já observado, ao menos até aquela data”, conta Cypriano,

para quem, tão logo estejam terminados os ajustes nos equipamentos do Soar, os astrônomos brasileiros estarão bem servidos por pelo menos uma década.

Enquanto aguardam a conclusão dos últimos equipamentos – o Soar comporta oito no total –, os brasileiros planejam os próximos passos. Um grupo coordenado por João Steiner e Beatriz Barbuy avalia a possível participação do país na próxima geração de telescópios. São projetos grandiosos que devem consumir de US\$ 700 milhões a US\$ 1,4 bilhão para erguer telescópios com espelho de até 40 metros de diâmetro, quatro vezes maior que o dos maiores telescópios em atividade. Só para ter um parâmetro de comparação, o Soar custou US\$ 28 milhões, dos quais US\$ 14 milhões foram pagos pelo Brasil, divididos entre o Conselho Nacional para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico (US\$ 12 milhões) e a FAPESP (US\$ 2 milhões).

O ingresso para a primeira divisão da astronomia, porém, não sai barato. O Brasil negocia pagar 10% do valor total para ter acesso ao Thirty Meter Telescope, com espelho de 30 metros, ou 5% para ter o direito de usar o Giant Magellan Telescope ou o European Extremely Large Telescope, de 22 metros e 42 metros, respectivamente. Mas exige uma contrapartida. “Não entraremos em nenhum projeto se ao menos 70% desses recursos não forem destinados à fabricação de equipamentos pela indústria nacional”, afirma Steiner.

Os astrônomos têm ao menos dois bons motivos para justificar tamanho investimento. O primeiro e mais abstrato: o acesso a esses megatelescópios garantiria aos pesquisadores brasileiros pelo menos a chance de olhar cada vez mais longe no Universo à procura de respostas convincentes para uma das perguntas mais simples e fundamentais que o ser humano sempre se fez: Como tudo começou? O segundo e mais pragmático: a astronomia nacional, uma área jovem que cresceu muito rapidamente na década de 1990, não pode estagnar caso queira se manter competitiva internacionalmente. “Se pararmos”, diz Steiner, “condenaremos a próxima geração de astrônomos a ficar fora da pesquisa de ponta nessa área a partir de 2025. Seríamos o único dos países emergentes a fazer isso”. ■