CARTA INTERNACIONAL
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS

ISSN 2526-9038

# Cooperação Sul-Sul entre Brasil e China e a construção da Soberania Tecnológica no Setor Espacial[1]

## *South-South Cooperation Between Brazil and China and the Building of Technological Sovereignty in the Space Sector*

## *Cooperación Sur-Sur entre Brasil y China y la construcción de la Soberanía Tecnológica en el Sector Espacial*

DOI: 10.21530/ci.v21n2.2026.1684

Rogério Batista de Souza Reis[2]
José Paulo Guedes Pinto[3]
Luiz de Siqueira Martins Filho[4]
Heber Silveira Rocha[5]

**Copyright:**

• This is an open-access article distributed under the terms of a Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided that the original author and source are credited.

• Este é um artigo publicado em acesso aberto e distribuído sob os termos da Licença de Atribuição Creative Commons, que permite uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que o autor e a fonte originais sejam creditados.

## Resumo

Este artigo analisa o Programa China–Brazil Earth Resources Satellite (CBERS), examinando suas contribuições para a aquisição

1 O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

2 Doutor em Economia Política Mundial pela Universidade Federal do ABC (UFABC). Analista em Ciência e Tecnologia – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos – SP, Brasil. (rogeriu.so@gmail.com). ORCID: **https://orcid.org/0009-0003-7153-1693**.

3 Doutor em Economia pela Universidade de São Paulo (USP). Professor Associado III do Bacharelado em Relações Internacionais, do Bacharelado em Ciências Econômicas, do Programa de Pós-Graduação em Economia Política Mundial da UFABC, São Bernardo do Campo – SP, Brasil. (jose.guedes@ufabc.edu.br). ORCID: **https://orcid.org/0000-0003-2457-2882**.

4 Doutor em Robótica pela Université de Toulouse III (Paul Sabatier). Professor titular da Universidade Federal do ABC (UFABC), Santo André – SP, Brasil. (luiz.martins@ufabc.edu.br). ORCID: **https://orcid.org/0000-0002-7287-5979**.

5 Doutor em Ciência Política pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Professor Doutor de graduação e pós-graduação em Gestão de Políticas Públicas da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP), São Paulo – SP, Brasil. (heber@usp.br). ORCID: **https://orcid.org/0000-0001-9718-6849**.

Artigo submetido em 24/02/2026 e aprovado em 15/09/2026.

de soberania tecnológica brasileira no setor espacial. Com base em literatura especializada, documentos institucionais e entrevistas com especialistas, demonstra-se que o programa criou oportunidades de aprendizagem em atividades de projeto, integração, testes, operação e uso de dados de observação da Terra, contribuindo para o fortalecimento de capacidades institucionais e industriais no país. Ademais, a política de distribuição gratuita das imagens favoreceu aplicações públicas, científicas e econômicas desta tecnologia. Por fim, a experiência acumulada, articulada a iniciativas nacionais, contribuiu para o desenvolvimento do Amazônia-1. Conclui-se que o CBERS ampliou capacidades tecnológicas seletivas e reduziu vulnerabilidades informacionais, embora permaneçam dependências em componentes, subsistemas críticos, serviços de lançamento e continuidade programática. Isso indica o potencial da cooperação Sul-Sul para o desenvolvimento da soberania tecnológica em contextos de dependência, inclusive quando a transferência de tecnologia não é o objetivo central da parceria.

**Palavras-chave:** Cooperação Sul–Sul, Programa CBERS, Capacidades Tecnológicas, Soberania Tecnológica, Setor Espacial.

## Abstract

This article analyzes the China–Brazil Earth Resources Satellite (CBERS) Program, examining its contributions to Brazil's acquisition of technological sovereignty in the space sector. Based on specialized literature, institutional documents, and interviews with experts, it demonstrates that the program created learning opportunities in design, integration, testing, operation, and the use of Earth observation data, contributing to the strengthening of institutional and industrial capacities in the country. Furthermore, the free data distribution policy favored public, scientific, and economic applications of this technology. Finally, the accumulated experience, combined with national initiatives, contributed to the development of Amazônia-1. The study concludes that CBERS expanded selective technological capacities and reduced informational vulnerabilities, although dependencies remain in critical components and subsystems, launch services, and programmatic continuity. This underscores the potential of South-South cooperation to foster technological sovereignty within contexts of dependency, even when technology transfer is not the primary objective of the partnership.

**Keywords**: South–South Cooperation, Cbers Program, Technological Capabilities, Technological Sovereignty, Space Sector.

## Resumen

Este artículo analiza el Programa China–Brazil Earth Resources Satellite (CBERS), examinando sus contribuciones a la adquisición de soberanía tecnológica brasileña en el sector espacial.

Con base en literatura especializada, documentos institucionales y entrevistas a expertos, se demuestra que el programa creó oportunidades de aprendizaje en actividades de diseño, integración, ensayos, operación y uso de datos de observación de la Tierra, contribuyendo al fortalecimiento de capacidades institucionales e industriales en el país. Asimismo, la política de distribución gratuita de imágenes favoreció aplicaciones públicas, científicas y económicas de esta tecnología. Por último, la experiencia acumulada, articulada con iniciativas nacionales, contribuyó al desarrollo del Amazônia-1. Se concluye que el CBERS amplió capacidades tecnológicas selectivas y redujo vulnerabilidades informacionales, aunque persisten dependencias en componentes, subsistemas críticos, servicios de lanzamiento y continuidad programática. Esto indica el potencial de la cooperación Sur-Sur para el desarrollo de la soberanía tecnológica en contextos de dependencia, incluso cuando la transferencia de tecnología no es el objetivo central de la alianza.

**Palabras clave:** Cooperación Sur–Sur, Programa CBERS, Capacidades Tecnológicas, Soberanía Tecnológica, Sector Espacial.

## Introdução

A cooperação espacial entre países em desenvolvimento pode constituir uma estratégia para a aquisição de capacidades tecnológicas em setores de alta complexidade. Este artigo analisa a cooperação Brasil–China no âmbito do Programa China–Brazil Earth Resources Satellite (CBERS), formalizada em 1988, examinando suas contribuições para a formação de capacidades brasileiras no setor espacial (Brasil 1992). A pesquisa busca responder à seguinte questão: como, em quais domínios e sob quais condições o CBERS contribuiu para a aquisição de capacidades tecnológicas brasileiras, e quais dependências e limites permaneceram? Parte-se da hipótese de que o CBERS criou oportunidades para a aquisição de capacidades em domínios específicos – especialmente integração, testes, operação e uso de dados –, e que a conversão dessas oportunidades em capacitação industrial dependeu da atuação do INPE, de compras públicas, de financiamento e de continuidade institucional.

As assimetrias internacionais na distribuição de capacidades industriais, científicas e tecnológicas constituem o contexto no qual essa cooperação se insere. A concentração de indústrias e de tecnologias avançadas nos países centrais historicamente restringiu as possibilidades de escolha dos países periféricos, frequentemente especializados na produção e exportação de bens de menor valor agregado (Furtado 2000). Neste artigo, porém, a dependência tecnológica não é

tratada como explicação totalizante nem como evidência de incapacidade nacional de aprender ou produzir; ela é mobilizada para identificar vulnerabilidades e limites que podem coexistir com ganhos localizados de capacidade.

Nesse cenário, a cooperação Sul–Sul em ciência, tecnologia e inovação pode ampliar as margens de manobra dos países em desenvolvimento ao criar canais de compartilhamento de recursos, riscos, conhecimentos e experiências. Seus efeitos não são automáticos nem significam horizontalidade ou superação das assimetrias. Eles dependem do desenho institucional da parceria, da distribuição de tarefas, das capacidades prévias dos participantes e da possibilidade de apropriação nacional dos conhecimentos gerados. A cooperação Sul–Sul deve ser entendida, portanto, como oportunidade de aprendizagem e coprodução, cuja efetividade também depende de políticas internas de ciência, tecnologia e indústria (Baiardi e Ribeiro 2011; Sá e Silva 2016; Pino 2014).

O CBERS constitui um caso particularmente relevante dessa modalidade de cooperação. A escolha da China foi uma decisão historicamente situada, associada à complementaridade de competências, à oportunidade diplomática e à possibilidade de participação brasileira em um programa de satélites de observação da Terra que dificilmente seria realizado de forma isolada. A parceria reuniu interesses convergentes, mas não idênticos: para o Brasil, tratava-se de ampliar a participação no desenvolvimento de satélites, fortalecer as aplicações de sensoriamento remoto e adensar capacidades institucionais e industriais; para a China, o programa permitia compartilhar custos e riscos, ampliar aplicações de observação da Terra e aprofundar uma cooperação internacional em setor estratégico. O principal mecanismo de capacitação associado ao CBERS não foi a transferência formal de tecnologia, mas a participação continuada em atividades de projeto, integração, testes, operação e uso de dados, com efeitos distintos conforme os domínios tecnológicos envolvidos (Costa Filho 2006; Oliveira 2014; Ribeiro 2019; Reis 2024).

O setor espacial é estratégico por seu caráter dual, por sua capacidade de gerar efeitos em outros segmentos econômicos e por sustentar infraestruturas e serviços relevantes para a ação estatal. As aplicações de observação da Terra são particularmente importantes para um país de grande extensão territorial como o Brasil, pois apoiam o monitoramento ambiental, a gestão de recursos naturais, o acompanhamento do uso e da cobertura da terra, a prevenção de desastres e a vigilância de fronteiras (Bartels 2011; OECD 2021; Novo 2018; Oliveira 2014). Nesse campo, a capacidade de obter, processar e utilizar dados sobre o próprio

território reduz vulnerabilidades informacionais e amplia as possibilidades de formulação de políticas públicas.

Por essa razão, o artigo adota uma concepção de soberania tecnológica distinta da autossuficiência integral. A soberania aqui retratada refere-se à capacidade de formular prioridades, tomar decisões e mobilizar conhecimentos, sistemas e dados de acordo com objetivos nacionais. A cooperação espacial pode ampliar essa capacidade, mas não elimina, isoladamente, dependências em componentes, subsistemas críticos, serviços de lançamento, financiamento ou a continuidade de programas. O argumento do artigo é que a parceria Brasil–China favoreceu a formação de capacidades tecnológicas seletivas e reduziu vulnerabilidades específicas, mesmo sem produzir autonomia plena em toda a cadeia espacial.

O estudo combina revisão bibliográfica, documentos institucionais e fontes primárias sobre a cooperação Brasil–China e entrevistas semiestruturadas realizadas com especialistas que atuam ou atuaram em governos, institutos de pesquisa, universidades, indústria e entre usuários de imagens de satélite. As entrevistas são empregadas como evidências qualitativas das percepções dos atores sobre a parceria, a capacitação industrial, a política de dados e os usos das imagens CBERS; elas são confrontadas com a documentação e a bibliografia, não sendo tomadas isoladamente como prova dos fatos. A seleção dos participantes ocorreu por indicação em cadeia (snowball), técnica adequada à identificação de atores em um setor especializado e de pequena escala no Brasil (Gil 2008; Baldin e Munhoz 2012).

Além desta introdução e das considerações finais, o artigo está organizado em outras três seções. A seção 2 apresenta o referencial sobre cooperação Sul–Sul, capacidades tecnológicas e soberania. A seção 3 analisa o Programa CBERS, seu desenho institucional, a distribuição de tarefas e seus efeitos sobre as capacidades brasileiras. A seção 4 examina a política de acesso a dados, as relações entre o CBERS e o Amazônia-1 e as perspectivas de continuidade da parceria, incluindo os CBERS-5 e 6 (Brasil 2025a; Brasil 2025b).

## Cooperação Sul-Sul, Capacidades Tecnológicas e Soberania

Marini (1973, 4) define a dependência como uma relação de subordinação entre nações formalmente independentes, na qual as relações de produção dos países subordinados são modificadas ou recriadas para assegurar a reprodução

ampliada dessa condição. Trata-se, portanto, de um fenômeno estrutural que pode se reproduzir ao longo do tempo, ainda que coexistindo com processos localizados de aprendizagem e aquisição de capacidades. Entre suas dimensões, a tecnológica assume papel central. Segundo Stewart (1978 apud Teixeira 2005, 5), a dependência tecnológica surge quando a principal fonte de tecnologia de um país se encontra no exterior, ampliando-se à medida que aumenta o uso de tecnologias importadas e se concentra sua origem. Essa situação pode limitar a capacidade de inovação, condicionar o padrão produtivo e restringir o espaço de decisão dos Estados periféricos. Nesse cenário, estratégias de cooperação Sul-Sul entre países em desenvolvimento podem ser utilizadas visando alterar esta condição.

A cooperação Sul–Sul em ciência, tecnologia e inovação pode ser compreendida como uma estratégia por meio da qual países em desenvolvimento buscam ampliar suas capacidades de decisão, reduzir vulnerabilidades externas e compartilhar recursos, riscos e conhecimentos em setores de alta complexidade. Ela não deve ser concebida como relação automaticamente horizontal ou como mecanismo que, por si só, elimina assimetrias: seus resultados dependem do desenho institucional da parceria, das capacidades prévias de cada participante e da possibilidade de apropriação interna dos conhecimentos gerados. Ainda assim, ao criar canais de interação fora dos circuitos tradicionais de cooperação Norte–Sul, essa modalidade pode ampliar as margens de manobra dos países participantes e favorecer processos de aprendizagem tecnológica (Baiardi e Ribeiro 2011; Sá e Silva 2016; Pino 2014).

No setor espacial, a cooperação entre Brasil e China materializada no Programa CBERS apresenta essas características. A parceria, formalizada em 1988, reuniu interesses convergentes, mas não idênticos: o Brasil buscava participar do desenvolvimento de satélites de observação da Terra, fortalecer suas aplicações de sensoriamento remoto e ampliar sua base institucional e industrial; a China compartilhava custos e riscos de uma missão espacial, ampliava o uso de dados de observação da Terra e consolidava uma cooperação internacional em área estratégica. A escolha da China, portanto, deve ser entendida como decisão historicamente situada, associada à complementaridade de competências, à oportunidade diplomática e à possibilidade de participação brasileira em um programa que dificilmente seria realizado de forma isolada (Costa Filho 2006; Ribeiro 2019).

O principal mecanismo de capacitação associado a essa cooperação não foi a transferência formal de tecnologia, mas a abertura de oportunidades de coprodução e aprendizagem em etapas específicas do ciclo espacial. A participação de instituições brasileiras e de empresas contratadas em atividades de projeto, integração, testes, operação e uso de dados possibilitou a formação de capacidades em domínios determinados. A conversão dessa oportunidade em capacitação industrial, contudo, dependeu de mecanismos domésticos – em especial, da capacidade de especificação do INPE, das compras públicas, das encomendas e do financiamento estatal. Por isso, o CBERS deve ser analisado como uma estratégia de aquisição de capacidades tecnológicas seletivas: relevante para ampliar a autonomia estratégica brasileira, mas insuficiente, isoladamente, para eliminar dependências em componentes, subsistemas críticos, serviços de lançamento e continuidade programática (Oliveira 2014; Ribeiro 2019; Reis 2024).

Desta maneira, a soberania tecnológica deve ser entendida não como autossuficiência integral, mas como a capacidade efetiva de um Estado formular prioridades, tomar decisões e mobilizar conhecimentos e recursos tecnológicos de acordo com seus objetivos de desenvolvimento. Assim, a cooperação Sul–Sul pode contribuir para ampliar essa capacidade ao reduzir vulnerabilidades informacionais e criar oportunidades de aprendizagem, coprodução e uso autônomo de dados estratégicos. Seus efeitos, contudo, permanecem dependentes da apropriação nacional dos resultados, da continuidade das instituições de pesquisa, das compras públicas e de políticas industriais capazes de sustentar as capacidades adquiridas (Furtado 2000; Cassiolato 2013; Oliveira 2014).

## Programa CBERS: Uma aposta na Soberania do Setor Espacial Brasileiro

### Histórico e Características da Parceria Brasil-China no Programa CBERS

O programa espacial brasileiro teve início na década de 1960, com a criação do Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (GOCNAE), posteriormente substituído pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A criação da Agência Espacial Brasileira (AEB), em 1994, consolidou a institucionalidade do setor, definindo uma divisão em que a Força Aérea concentrou-se em lançadores e o INPE em satélites (Costa Filho 2006; Oliveira 2014).

Até meados dos anos 1990, a maior parte do desenvolvimento satelital era realizado internamente pelo INPE. A partir desse período, o instituto ampliou as contratações junto à iniciativa privada, fomentando a participação industrial, que alcançou 77% no satélite Amazônia-1/PMM, lançado em 2021 (Oliveira 2014). Nesse contexto, surge a parceria com a China para desenvolvimento do CBERS, marco na trajetória do programa espacial brasileiro.

Formalizada em 1988, a cooperação sino-brasileira no setor espacial tornou-se um dos exemplos mais duradouros de cooperação Sul-Sul em ciência e tecnologia. Inserida em ambiente influenciado pelos princípios de Bandung, a parceria adotou modelo mais horizontal que o padrão Norte-Sul, marcado por forte assimetria tecnológica e condicionalidades (Costa Filho 2006; Sá e Silva 2016; Cunha 2017).

O acordo inicial estabeleceu que a China arcaria com 70% do financiamento e do desenvolvimento, cabendo ao Brasil 30%. A partir da segunda fase, com os satélites CBERS-3 e 4, a divisão passou a ser de 50% para cada país, tanto no financiamento quanto nas responsabilidades técnicas. A distribuição de tarefas refletiu as competências existentes e evoluiu com o acúmulo de experiência nas diferentes gerações de satélites (CBERS-1 ao 4A). Em linhas gerais, o INPE concentrou-se em subsistemas de estrutura, energia, computador de bordo e coleta de dados, enquanto a Academia Chinesa de Tecnologia Espacial (CAST) ficou responsável pelos sistemas de imageamento, telecomunicações e controle de órbita e atitude, entre outros (Oliveira 2014; Ribeiro 2019).

Essa divisão evidenciou complementaridade tecnológica: o Brasil possuía tradição em aplicações de sensoriamento remoto e monitoramento ambiental, enquanto a China dominava plataformas satelitais e veículos lançadores. Ao adotar desenvolvimento conjunto em vez de simples compra de tecnologia, o CBERS criou ambiente de aprendizado mútuo, no qual ambos contribuíram com conhecimentos específicos e compartilharam custos e benefícios (Costa Filho 2006; Oliveira 2014; Sá e Silva 2016; Cunha 2017). Em algumas áreas, esse processo resultou na transferência indireta de tecnologia e capacitação de empresas nacionais que posteriormente participariam do desenvolvimento do satélite Amazônia-1. Em outras, como no caso dos lançadores, o Brasil manteve sua condição de dependência em relação aos detentores dessas tecnologias.

Ao longo de mais de três décadas, a parceria se concretizou em missões sucessivas: CBERS-1 (1999), CBERS-2 (2003), CBERS-2B (2007), CBERS-4 (2014) e CBERS-4A (2019). Cada geração incorporou melhorias, refletindo a experiência acumulada das equipes. O escopo do programa também se ampliou, passando de um

foco inicial em observação de recursos terrestres para aplicações em monitoramento ambiental, gestão de desastres e apoio a políticas de desenvolvimento sustentável (Costa Filho 2006; Oliveira 2014; Pereira Junior 2020[6]).

Em termos políticos, a cooperação demonstrou resiliência a mudanças internas e externas. Entre 2019 e 2022, o programa sofreu suspensões decorrentes do contexto político brasileiro, mas foi retomado em 2023, evidenciando a robustez institucional e o valor estratégico atribuído à parceria por ambos os países, em contraste com iniciativas de cooperação Norte-Sul frequentemente interrompidas por condicionalidades econômicas ou alinhamentos conjunturais.

Do ponto de vista tecnológico, diversos autores apontam que o CBERS contribuiu para o desenvolvimento de capacidades endógenas no Brasil, especialmente em integração de sistemas espaciais, testes de qualificação e operação de satélites de grande porte, além do aperfeiçoamento do sensoriamento remoto aplicado (Ribeiro 2019; Oliveira 2014). Ao mesmo tempo, outra parte da literatura e dos entrevistados ressaltam que não houve avanços equivalentes em tecnologias consideradas críticas, mantendo-se assimetrias em favor da China mesmo no âmbito de uma cooperação entre dois países do Sul Global (Furtado 2020[7]; Câmara 2021[8]).

Para a China, a parceria contribuiu para o aprimoramento de instrumentos de observação da Terra e para a consolidação de sua experiência em cooperação espacial internacional, gerando *spin-offs* tecnológicos com impactos em outros setores (Ribeiro 2019; Costa Filho 2006). Outro aspecto relevante foi a adoção, a partir de 2004, de política de distribuição gratuita de imagens CBERS, decidida conjuntamente por Brasil e China. Essa medida democratizou o acesso a dados de sensoriamento remoto em países em desenvolvimento e influenciou políticas similares em programas como Landsat e Copernicus, tema aprofundado na seção 3.3 (Silva e Epiphânio 2008; Coelho 2021[9]; Pereira Junior 2020).

Ao longo de suas diferentes fases, o programa CBERS envolveu investimento superior a R$ 3 bilhões[10] por parte do Brasil, sinalizando compromisso de longo prazo com a cooperação espacial com a China. Os benefícios diretos incluem a capacitação da indústria nacional, com consequente redução da dependência

6 Entrevista realizada em 2020.

7 Entrevista realizada em 2020.

8 Entrevista realizada em 2021.

9 Entrevista realizada em 2021.

10 Valores em reais atualizados para 2021.

de tecnologias importadas no desenvolvimento de satélites, além da geração de empregos qualificados. Os benefícios indiretos relacionam-se à redução da dependência de dados satelitais estrangeiros e ao fortalecimento da soberania nacional no acesso a informações estratégicas sobre o território (Reis 2024).

Por fim, a cooperação em torno do programa CBERS tem contribuído para a capacitação tecnológica brasileira no setor espacial, elevando o conteúdo tecnológico de suas instituições e da base industrial e ampliando o desenvolvimento de grandes satélites e a criação de valor a partir dos dados gerados, sem, contudo, eliminar por completo as assimetrias em áreas críticas da tecnologia espacial. Essas questões serão aprofundadas na próxima seção, a partir da ampliação da participação da indústria nacional no desenvolvimento de projetos completos de satélites de grande porte (Costa Filho 2006; Oliveira 2014; Ribeiro 2019; Reis 2024).

## Resultados e Impactos Tecnológicos do Programa CBERS no Desenvolvimento da Indústria Espacial Brasileira

O Programa CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite) representou um divisor de águas para a indústria espacial brasileira. Estabelecido em 1988, o programa ampliou o acesso a imagens de sensoriamento remoto e impulsionou a formação de uma cadeia produtiva nacional no setor aeroespacial. A partir dessa cooperação, o Brasil deixou de ser apenas um usuário de tecnologias espaciais para se tornar um desenvolvedor ativo de sistemas e subsistemas de satélites, promovendo a capacitação tecnológica de empresas e profissionais brasileiros.

A trajetória do CBERS foi marcada por um processo progressivo de internalização de competências. Como destacado em entrevista, o programa pode ser dividido em três fases:

1. Capacitação institucional, com os satélites SCD-1 e SCD-2;
2. Criação de um setor industrial, com os CBERS 1 e 2;
3. Consolidação industrial, com os CBERS 3 e 4 (Oliveira 2020, entrevista).

A participação da indústria brasileira, que era de 9% no SCD-1, chegou a 62% nos CBERS 3 e 4, e alcançou 77% no satélite Amazônia-1, desenvolvido com base na Plataforma Multimissão (PMM), conforme a tabela 1 (Oliveira 2014; Costa Filho 2006).

**Tabela 1 – Valores gastos com a indústria nacional**

| Programa/Projeto | Período de Referência | Valor total Descentralizado pelo Governo Federal | Valor Investido em Contratações Industriais Nacionais | % Repassado à Indústria |
|---|---|---|---|---|
| CBERS 2B e 3&4 | 2005 – 2013 | R$ 730 milhões | R$ 450 milhões | 62% |
| PMM/Amazonia-1 (e Lattes) | 2008 – 2013 | R$ 216 milhões | R$ 165 milhões | 77% |

Fonte: Elaboração própria, baseado em Oliveira (2014)

Esse avanço foi possível graças à estratégia de desenvolvimento conjunto adotada no programa CBERS, que se diferenciou de outras parcerias internacionais por não se basear na transferência de tecnologia, mas sim, na divisão de responsabilidades e no desenvolvimento compartilhado. Como afirmou Petrônio Noronha de Souza, ex-coordenador do Laboratório de Integração e Testes (LIT) do INPE, "o CBERS sempre teve esse aspecto: o objetivo maior não era o chinês fazer alguma coisa para vender para o brasileiro ou o brasileiro fazer alguma coisa para vender para a China. (Souza 2020, entrevista)".

Essa abordagem permitiu que empresas brasileiras se capacitassem para atuar em diferentes segmentos do setor espacial, produzindo as estruturas necessárias ao desenvolvimento dos satélites. Além disso, mesmo considerando que muitas dessas empresas tenham diversificado suas atividades para sobreviver à descontinuidade de projetos espaciais, o CBERS foi o ponto de partida de algumas delas para sua inserção no setor. O quadro 1 demonstra as empresas que participaram do desenvolvimento do satélite CBERS.

**Quadro 1 – Empresas envolvidas no desenvolvimento – CBERS 1, 2, 2B, 3, 4 e 4A**

| | Empresa | Componentes Desenvolvidos |
|---|---|---|
| 1 | FUNCATE | subcontratou diversos sistemas e produtos |
| 2 | Elebra | Subsistema OBDH (On-Board Data Handling) |
| 3 | Equatorial Sistemas | Câmera WFI (Wide Field Imager) |
| 4 | Neuron Engenharia | Sistema de Coleta de Dados (DCS) e transponders |
| 5 | Tecnasa | Eletrônica |
| 6 | Aeroeletrônica (atual Akaer) | Componentes: Conversores de energia (PSS - Power Supply Subsystem) |
| 7 | Tectelcom | Componentes: Subsistema de Telemetria, Rastreamento e Comando (TT&C) |
| 8 | Mectron (Akaer) | Estruturas mecânicas e suportes |
| 9 | Opto Eletrônica | Sensores ópticos auxiliares |
| 10 | Orbital Engenharia | geradores solares |
| 11 | Avibras | Componentes: Testes ambientais e vibracionais |

continua...

| | Empresa | Componentes Desenvolvidos |
|---|---|---|
| 12 | Beta Telecom | engenharia de projeto de telecomun |
| 13 | Omnisys | aplicações aeronáuticas |
| 14 | Cenic Engenharia | engenharia de materiais |
| 15 | AMS Kepler | informática |
| 16 | Fibraforte engenharia | sistemas mecânicos e de propulsão |

Fonte: elab. Própria, baseado em Oliveira (2014) e Ribeiro (2019)

O CBERS teve papel fundamental na estruturação do segmento *upstream* da economia espacial brasileira, que engloba desde pesquisa e desenvolvimento até a integração de sistemas espaciais. A capacitação adquirida por meio do programa foi essencial para a participação da indústria nacional em outros projetos estratégicos, como o Satélite Amazônia-1. Como destacou Pereira Junior, "o CBERS teve papel significativo na consolidação da cadeia industrial do setor espacial brasileiro" (Pereira Junior 2020).

Algumas empresas do quadro 1, como Fibraforte, Orbital e Neuron, foram criadas em decorrência das demandas do CBERS, enquanto outras ampliaram suas áreas de atuação para o segmento espacial a fim de atender às encomendas do programa.

Além dos impactos diretos no setor industrial, o CBERS também contribuiu para a formação de recursos humanos altamente qualificados. Essa dimensão é central pois, como as encomendas tecnológicas partem de projetos do INPE, sua engenharia precisa ser altamente qualificada para que as demandas dirigidas ao setor privado resultem em avanços tecnológicos. Segundo Gilberto Câmara, ex-diretor do INPE, "para a equipe da engenharia do instituto, o CBERS foi e tem sido o maior desafio" (Câmara 2021). A experiência acumulada pela engenharia do INPE ao longo dos anos permitiu que o Brasil desenvolvesse o Amazônia-1, primeiro satélite de observação da terra totalmente nacional.

Como consequência, algumas empresas foram criadas diretamente para atender o CBERS, como a Fibraforte, responsável pela estrutura dos satélites, a Neuron, que desenvolveu antenas, e a Orbital, produtora dos painéis solares (Oliveira 2014; Ribeiro 2019). Em outros casos houve capacitação para atuação no setor espacial em função dessas mesmas demandas, a saber:

- Opto Eletrônica – tornou-se referência nacional em câmeras imageadoras para satélites a partir da WFI (CBERS-1/2/2B), da MUX e da nova WFI (CBERS-3/4/4A) e da AWFI (Amazônia-1) (Oliveira 2014; Ribeiro 2019).

- Equatorial Sistemas – consolidou posição em eletrônica de carga útil e processamento de sinais ao liderar a parte eletrônica da WFI dos CBERS-3/4/4A e outros equipamentos (Oliveira 2014; Ribeiro 2019).
- Mectron – aprofundou competências em telemetria/telecomando e gravadores digitais (TTCS, DDR, subsistemas da PMM), embora depois tenha sido adquirida (Oliveira 2014; Ribeiro 2019).
- Omnisys – assumiu papel central em OBDH, RTUs/CTUs, transmissores de dados e DCS, com aprendizado diretamente associado às encomendas dos CBERS-1/2/2B/3/4 e Amazônia-1 (Oliveira 2014; Ribeiro 2019).

Por fim, é possível considerar que o Programa CBERS foi um catalisador para o desenvolvimento da indústria espacial brasileira ao possibilitar a criação de uma base industrial, a formação de recursos humanos qualificados e a inserção do país na cadeia global de valor do setor espacial. Embora enfrente limitações, especialmente relacionadas à descontinuidade de investimentos e à ausência de uma política de Estado voltada ao setor espacial, o CBERS demonstrou que parcerias internacionais bem estruturadas podem ser instrumentos eficazes para a aquisição de capacidades industriais estratégicas.

## Impactos da Liberação Gratuita de Imagens para Programas de Monitoramento Ambiental e Desenvolvimento de Serviços Satelitais

A decisão de liberar gratuitamente as imagens dos satélites CBERS, tomada em 2004 pelo INPE, representou marco na política de dados espaciais brasileira no setor público, privado e na sociedade civil. As entrevistas realizadas com gestores do INPE, representantes da indústria, acadêmicos e especialistas em políticas públicas indicam transformações em três frentes principais: fortalecimento dos programas de monitoramento ambiental, consolidação de um ecossistema de serviços baseados em sensoriamento remoto e ampliação do acesso à informação geoespacial (Reis 2024).

Entre 2003 e 2021, mais de 3 milhões de cenas foram distribuídas a diversos setores estratégicos. O número de imagens distribuídas saltou de 46,3 mil, em 2004, para quase 500 mil, em 2020, evidenciando o impacto da política de dados abertos.

**Tabela 2 – CBERS: imagens solicitadas entre 2003 e 2021 (CBERS 2, 2b e 4)**

| 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 46.293 | 96.286 | 105.979 | 112.714 | 162.584 | 198.565 | 150.295 | 84.052 | 105.275 |

| 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 74.380 | 48.975 | 23.351 | 46.129 | 149.586 | 583.181 | 463.586 | 491.596 | 305.530 | **3.248.357** |

Fonte: elaboração própria, a partir de dados fornecidos pelo INPE (2021). Os dados de 2021 referem-se ao período de janeiro a agosto.

Antes da gratuidade, o acesso a dados de satélite era restrito e oneroso. De acordo com um dos entrevistados, que atuava na Divisão de Processamento de Imagens, "antes de 2004, o INPE fornecia cerca de 3 mil imagens por ano; hoje, esse número é superado em apenas um mês por uma das câmeras do CBERS" (D'Alge 2020[11]). A política ampliou o acesso gratuito às imagens por órgãos públicos, universidades, ONGs e empresas, criando condições para expandir usos de dados geoespaciais em planejamento urbano, gestão ambiental e prevenção de desastres. No monitoramento ambiental, PRODES e DETER utilizam imagens provenientes de diferentes satélites; a participação das imagens CBERS varia conforme o período, o sensor e o produto analisado (Inpe/Fala.br 2022; Almeida *et al*. 2022).

Segundo Pereira Junior, "o INPE é responsável por fornecer os números do desmatamento, e para isso utiliza imagens de diversos satélites disponíveis, inclusive do CBERS" (Pereira Junior 2020). A confiabilidade e a continuidade desses dados são essenciais para a formulação de políticas públicas e para a atuação de órgãos como IBAMA e Ministério do Meio Ambiente, bem como de estados e municípios com orçamentos limitados.

Câmara, um dos idealizadores da política de dados abertos, sintetizou a lógica dessa decisão: "o valor está na informação. Não é o dinheiro que você ganha vendendo software que vai mudar a economia brasileira, mas o uso que você faz dessa informação para ter um ambiente mais sustentável, uma agricultura melhor, uma cidade mais bem gerenciada" (Câmara 2021). Essa visão transformou o Brasil em referência internacional na democratização do acesso a dados de sensoriamento remoto, influenciando a adoção da medida por outros programas, como o Landsat, em 2008, e o programa europeu Copernicus, em 2014.

A gratuidade também impulsionou o surgimento de empresas e serviços baseados em sensoriamento remoto. Em entrevista, Oliveira destacou que a política

11 Entrevista em 2020.

de distribuição de dados gratuitos "contribuiu para a formação de profissionais e para o surgimento de uma cadeia de prestação de serviços que, de outro modo, talvez não existisse" (Oliveira 2020[12]). Essa cadeia inclui empresas de geotecnologia e consultorias ambientais e agrícolas que utilizam as imagens para monitoramento de queimadas, controle de barragens, planejamento urbano, zoneamento agrícola, entre outras aplicações.

Segundo D'Alge, a decisão de liberar os dados foi acompanhada por ações de suporte: "a gente dá o dado, dá a ferramenta para usar o dado e dá a capacitação necessária para que tudo isso possa ser utilizado" (D'Alge 2020). A combinação de dados gratuitos, software livre e capacitação criou condições para o florescimento de um ecossistema de inovação em torno do uso de imagens de satélite.

A ampliação do uso social e científico dos dados é outro efeito relevante. De acordo com Câmara (2021), as imagens passaram a ser utilizadas por ONGs, movimentos sociais, universidades e jornalistas para monitorar uso e ocupação do solo, denunciar crimes ambientais e embasar pesquisas científicas. Para Coelho, ex-presidente da AEB, "a distribuição gratuita das imagens foi uma das decisões mais importantes do programa CBERS, pois permitiu que o satélite se tornasse um instrumento de cidadania" (Coelho 2021).

A política de dados abertos contribuiu para a formação de recursos humanos. De acordo Oliveira, "existem inúmeras iniciativas de universidades, pós-graduação no INPE, para serem habilitadas para trabalharem com sensoriamento remoto a partir dessas imagens" (Oliveira 2020), consolidando uma cultura de uso de dados geoespaciais no país.

Alguns entrevistados também apontam limitações. Furtado reconhece os benefícios da gratuidade, mas observa que "as imagens dos primeiros CBERS eram de baixa qualidade, o que limitava seu uso em algumas aplicações mais exigentes" (Furtado 2020), além da dificuldade de mensurar o impacto direto do CBERS em um contexto em que as empresas utilizam imagens de múltiplos satélites. Ainda assim, a maioria dos entrevistados consideram a política de liberação gratuita uma decisão estratégica. Para Souza, "a sociedade ganhará muito mais com essa distribuição gratuita do que com a venda dessas imagens" (Souza 2020[13]).

Como resultado, as imagens gratuitas do CBERS contribuem para a geração de produtos e serviços voltados à preservação do meio ambiente, além de órgãos

12 Entrevista realizada em 2020.

13 Entrevista realizada em 2020.

como a Embrapa, que utilizam estas imagens para monitoramento agrícola. No setor privado, surgiram consultorias em geotecnologia, zoneamento agrícola, controle de barragens, mineração, planejamento urbano e licenciamento ambiental, entre outras. Além destes atores, os cursos de pós-graduação também encontram-se entre os grandes usuários de dados CBERS, demonstrando sua importância para a capacitação de profissionais para as diversas iniciativas (Silva e Epiphânio 2008; Silva, Epiphânio e Moraes 2009; Oliveira 2014; Ribeiro 2019; Embrapa 2021; Reis 2024).

Por fim, a distribuição gratuita das imagens CBERS contribuiu para a formação de capacidades nacionais de acesso, processamento e uso de informações geoespaciais por instituições públicas, universidades e usuários especializados. Esses ganhos ampliaram uma forma relativa de soberania informacional: o Brasil passou a dispor de melhores condições para produzir e utilizar dados sobre seu território sem depender exclusivamente de fornecedores externos. Essa capacidade, contudo, permanece condicionada à continuidade dos satélites, das infraestruturas de dados, da capacitação técnica e do financiamento público (Oliveira 2014; Ribeiro 2019; Reis 2024).

## O Programa CBERS e o Desenvolvimento do Satélite Amazônia-1

O desenvolvimento do satélite Amazônia-1, lançado em 2021, representa um marco na trajetória do setor espacial brasileiro. Trata-se do primeiro satélite de observação da Terra totalmente projetado, integrado, testado e operado no Brasil, simbolizando um salto qualitativo na capacidade tecnológica nacional. Esse feito resulta de um processo de aprendizado acumulado ao longo de mais de três décadas de cooperação internacional, em especial no âmbito do Programa CBERS. Nesta seção, analisamos como o aprendizado institucional, industrial e técnico promovido pelo CBERS foi fundamental para viabilizar o Amazônia-1, consolidando a soberania tecnológica brasileira no setor espacial.

O quadro 2 apresenta as empresas que participaram do desenvolvimento dos satélites CBERS e, posteriormente, do Amazônia-1/PMM. Algumas surgiram na década de 1990, criadas por ex-servidores do INPE para atender à demanda gerada pelos programas espaciais. Embora parte delas tenha falido ou sido incorporada por grupos maiores, o número de empresas que continuaram atuando em projetos mais complexos indica um processo de capacitação progressivo.

**QUADRO 2 – Empresas que participaram do programa CBERS e Amazonia-1**

| | Satélite CBERS | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Empresa** | **1** | **2** | **2B** | **3** | **4** | **4A** | **AMZ/ PMM** |
| FUNCATE | X | X | X | | | | |
| Micromax Eletrônica | X | X | X | | | | |
| Leg Engenharia | X | X | X | | | | |
| Tecnasa Eletrônica | X | X | X | | | | |
| Tectelcom | X | X | X | | | | |
| Elebra | X | X | X | | | | |
| Beta Telecom | X | X | X | | | | |
| AMS Kepler | | | | | | X | |
| Aeroeletrônica | X | X | X | X | X | X | |
| Akros | X | X | X | | | | |
| Atech | | | | | | | X |
| Betatelecom | X | X | X | X | X | X | |
| Cenic | | | | X | X | X | X |
| Compsis | X | X | X | | | | |
| Digicon | X | X | X | | | | |
| Equatorial | X | X | X | X | X | X | X |
| Fibraforte | X | X | X | X | X | X | X |
| Mectron | | | | X | X | X | X |
| Neuron | X | X | X | X | X | X | X |
| Omnisys | X | X | X | X | X | X | X |
| Opto Eletrônica | X | X | X | X | X | X | X |
| Orbital | X | X | X | X | X | X | X |
| INVAP (Argentina) | | | | | | | X |

Fonte: elaboração própria, baseado em Oliveira (2014) e Ribeiro (2019)

As linhas grifadas na tabela correspondem a empresas subcontratadas pela FUNCATE, razão pela qual aparecem associadas aos mesmos projetos (CBERS-1, 2 e 2B). Nos demais casos, observa-se a continuidade de grande parte das empresas que atuaram no CBERS e também no Amazônia-1, evidenciando a formação de uma base industrial com trajetória de longo prazo.

O quadro 3 explicita subsistemas desenvolvidos originalmente pela China nos CBERS e que, no Amazônia-1, passaram a ser responsabilidade brasileira, por meio de empresas nacionais. Entre eles, destacam-se a estrutura do satélite, o

suprimento de energia, o subsistema de telecomunicações (TT&C), o controle de órbita e atitude, as câmeras imageadoras, a transmissão de dados em alta taxa, o gravador digital e o sistema de propulsão. Em vários casos, a China deixou de fornecer equipamentos completos para atuar como parceira em processos de qualificação e transferência de conhecimento, enquanto empresas brasileiras assumiram o projeto, fabricação, integração e testes (CENIC, Fibraforte, Mectron, Orbital, Neuron, Omnisys, Equatorial, Opto Eletrônica, entre outras).

**Quadro 3 – Tipo de tecnologia desenvolvida pela China no CBERS e pelo Brasil na Amazônia**

| Tecnologia/ Subsistema | Desenvolvido pela China no CBERS | Desenvolvido pelo Brasil no Amazônia-1/PMM | Impacto |
|---|---|---|---|
| Estrutura do satélite | Mecanismos de acoplamento, painéis sanduíche | Projeto/fabricação nacional (Cenic/ Fibraforte) | Autonomia em containers e EGSEs; redução de custos em missões futuras |
| Suprimento de energia | Células solares, baterias, estrutura de painéis | SCAs tripla junção (Mectron/Orbital/ Fibraforte) | Domínio de laydown e mecanismos de abertura (antes dependência chinesa) |
| Telecomunicações (TT&C) | Subsistema compartilhado (Banda-S) | Sistema nacional (Mectron/Neuron) | Antena e transponder projetados localmente; componentes qualificados |
| Controle órbita/ atitude | AOCS (computador brasileiro em CBERS-1/2) | Parceria com INVAP + capacitação INPE | Internalização via TT; 160 homens/mês de treinamento |
| Câmeras imageadoras | CCD, IRMSS, PAN (alta resolução) | AWFI (Opto Eletrônica) baseada em MUX/WFI do CBERS | Evolução para 40m de resolução; projeto 100% nacional |
| Transmissão dados (alta taxa) | DT para câmeras PAN/IRS | AWDT (Omnisys/Neuron) baseado em MWT do CBERS | Adaptação para requisitos do Amazônia-1; fabricação de modelo |
| Gravador digital (DDR) | | Design adaptado do CBERS-3/4 (Equatorial) | Reaproveitamento com atualizações para maior capacidade |
| Propulsão | Subsistema completo | Desenvolvimento nacional (Equatorial/ Fibraforte) | Componentes críticos importados, mas integração e testes no Brasil |

Fonte: Elaboração própria, baseado em Oliveira (2014) e Ribeiro (2019)

Essa mudança ilustra a transição de um modelo de dependência tecnológica para uma configuração em que o Brasil passou a internalizar algumas etapas

mais críticas do ciclo de desenvolvimento de satélites. No CBERS, a China era responsável pela maior parte da plataforma, incluindo propulsão, controle de órbita e atitude e subsistemas de telecomunicações. No Amazônia-1, esses módulos passaram a ser desenvolvidos no Brasil, ainda que com componentes importados em alguns casos, o que revela avanço significativo em termos de engenharia de sistemas e integração (Oliveira 2014; Ribeiro 2019; Reis 2024). Cabe registrar que, apesar da internalização de diversos subsistemas anteriormente sob responsabilidade chinesa, o sistema de controle de atitude do Amazônia-1 foi adquirido da Argentina, com transferência de tecnologia – evidenciando que a trajetória de capacitação seletiva do CBERS não eliminou a necessidade de aquisição externa em componentes específicos de alta complexidade.

Como afirmou Pereira Junior, "o CBERS teve papel significativo na consolidação da cadeia industrial da indústria espacial brasileira" (Pereira Junior 2020). A participação da indústria nacional, que era de 9% no SCD-1, alcançou 62% nos CBERS-3 e 4 e chegou a 77% no Amazônia-1/PMM (Oliveira 2014). Esse processo de internalização de competências foi essencial para que o país pudesse liderar um projeto como o Amazônia-1.

Diversas empresas capacitadas ao longo do CBERS participaram diretamente do Amazônia-1. A Opto Eletrônica, responsável pela câmera MUX nos CBERS-3 e 4, contribuiu com tecnologias ópticas avançadas. A Fibraforte, produtora de estruturas e painéis solares, também esteve presente. Segundo seu diretor, Jadir Gonçalves, "a Fibraforte foi criada tendo como inspiração as demandas do CBERS" (Gonçalves 2021[14]). A Equatorial, por sua vez, atuou em sistemas de propulsão e telecomunicações, acumulando experiência que aumentou sua competitividade em outros projetos espaciais (Ghizoni 2021[15]).

O lançamento do Amazônia-1 representou um avanço nas capacidades brasileiras de projetar, integrar, testar e operar uma missão de observação da Terra. Como destacou Pereira Júnior, "os satélites não servem só para gerar imagens, mas são estratégicos por uma questão de soberania" (Pereira Junior 2020). Nesse sentido, a operação de sistemas satelitais por instituições nacionais amplia a capacidade de produzir e utilizar informações sobre o próprio território, sem depender do olhar de outros países (D'Alge 2020). Esse resultado não significa independência tecnológica plena, pois permanecem dependências em etapas e

14 Entrevista realizada em 2021.

15 Entrevista realizada em 2021.

componentes da cadeia espacial, mas reduz vulnerabilidades informacionais e amplia a autonomia estratégica brasileira. Todavia, conforme apontado por Pereira Junior, para ter autonomia no desenvolvimento de satélites, não é necessário desenvolver 100% dos seus componentes. Segundo o entrevistado, alguns componentes não possuem alta complexidade tecnológica e são encontrados facilmente. Por isso, algumas vezes é mais simples comprar os que já existem do que desenvolver algo novo.

O Amazônia-1 também reforça a posição do Brasil como ator relevante na cooperação internacional em ciência e tecnologia. A experiência acumulada no CBERS e consolidada no Amazônia-1 pode ser compartilhada com outros países do Sul Global, contribuindo para formas de cooperação mais horizontais. Coelho resume essa lógica ao afirmar que "a cooperação com a China não foi e não é de transferência de tecnologia; é de desenvolvimento de multi-interesses de forma conjunta" (Coelho 2020). Entre esses interesses, destaca-se o domínio do ciclo completo de desenvolvimento de satélites, agora materializado no Amazônia-1.

Apesar dos avanços, o programa CBERS e seus desdobramentos enfrentaram críticas e desafios. Para Ghizoni, diretor da Equatorial, o CBERS foi essencial na fase inicial, mas não gerou, por si, produtos espaciais com inserção plena no mercado, concentrando-se sobretudo na geração de conhecimento (Ghizoni 2021). Furtado (2020) e Costa Filho (2020) apontaram que a inconstância de recursos, a descontinuidade de programas e a falta de reposição de pessoal qualificado limitaram a apropriação plena dos ganhos tecnológicos.

As transformações associadas ao chamado *New Space* reforçam essa questão. Embora a maior participação de empresas privadas tenha ampliado a oferta de produtos e serviços espaciais, o Estado permanece decisivo como financiador, regulador e cliente em segmentos estratégicos. Para o Brasil, esse cenário pode abrir oportunidades para inovação e serviços baseados em dados espaciais, mas sua apropriação depende da continuidade de programas públicos, de compras governamentais e do fortalecimento da base industrial nacional (Reis 2024; Matos 2022).

Essas avaliações convergem para a necessidade de uma política industrial espacial contínua, estratégica e sustentável. Isso inclui novos programas de satélites, fortalecimento da base industrial, incentivos à inovação e ampliação do uso das imagens em políticas públicas e serviços. Como sugere Oliveira (2020), "o programa espacial deve ser atrelado às necessidades do país, para atender demandas sociais". Para Campos, diretor presidente da Visiona Espacial, "sem

uma política de compras públicas que favoreça a indústria nacional, o setor corre risco de estagnação" (Campos 2022[16]).

A continuidade da política de dados abertos, consolidada com o CBERS, é igualmente fundamental. A gratuidade das imagens democratizou o acesso à informação e estimulou inovação em áreas como agricultura, meio ambiente, planejamento urbano e defesa civil. Manter e ampliar essa política é condição para que os investimentos em tecnologia espacial retornem à sociedade sob a forma de benefícios concretos.

Por fim, o desenvolvimento do Amazônia-1 representa a materialização de décadas de aprendizado institucional, industrial e tecnológico acumulado no âmbito do Programa CBERS. Ao transformar cooperação em capacidade de projetar, integrar e operar satélites, o Brasil deu um passo decisivo na construção de sua soberania tecnológica no setor espacial. E, para que esse avanço não se perca, é necessário transformá-lo em política de Estado, com continuidade de investimentos, fortalecimento da base industrial e expansão do uso das aplicações espaciais, consolidando o país como ator estratégico no cenário espacial internacional.

## CBERS-5 e CBERS-6: Continuidade, Capacidades e Limites desta Parceria

A continuidade da parceria entre Brasil e China, materializada pelos programas CBERS-5 e CBERS-6, simboliza o amadurecimento institucional de mais de três décadas de cooperação Sul-Sul no campo espacial. A nova geração de satélites sino-brasileiros projeta-se como um importante passo na estratégia de aquisição de capacidades tecnológicas, reafirmando a busca por capacidades científicas e tecnológicas em um contexto de ampliação das parcerias entre países do Sul Global. Essa modalidade de cooperação, contudo, não elimina automaticamente as assimetrias entre os participantes, pois seus resultados dependem da divisão de tarefas, das capacidades prévias e da apropriação interna dos conhecimentos gerados (Sá e Silva 2016; Milani 2017).

Diferentemente das gerações anteriores, o CBERS-5 está previsto como satélite geoestacionário meteorológico e ambiental, voltado à continuidade do fornecimento

16 Entrevista realizada em 2022.

de dados CBERS. O protocolo estabelece divisão igualitária dos investimentos e das tarefas de desenvolvimento. A plataforma ficará sob responsabilidade brasileira, com cooperação chinesa em seu projeto, revisão e desenvolvimento, inclusive por meio de transferência de *know-how*; a carga útil principal, um imageador de radiação, será fornecida pela China. A montagem, a integração e os testes do sistema completo ocorrerão no Brasil, enquanto o lançamento será realizado por veículo chinês, com previsão para 2030 (Brasil 2025a).

O CBERS-6 introduz, pela primeira vez no Programa CBERS, uma carga útil de radar de abertura sintética (SAR), capaz de gerar imagens diurnas e noturnas sob nuvens, fumaça ou chuva. O protocolo atribui ao Brasil o módulo de serviço e os equipamentos do sistema de coleta de dados, enquanto a China fornece o módulo de carga útil SAR. A montagem, a integração e os testes do módulo de serviço serão realizados no Brasil, mas a integração final da missão e a campanha de lançamento ocorrerão na China. O projeto, com lançamento previsto para 2028, amplia a experiência brasileira em plataforma, sistemas de bordo e integração de subsistemas, sem eliminar dependências em carga útil, integração final e lançamento (Brasil 2025b).

Sob a ótica da cooperação Sul-Sul, Pino (2014) destaca que a relação tecnológica entre países do Sul integra uma agenda voltada para a busca de autonomia estrutural, com o propósito de reduzir assimetrias de poder e de acesso ao conhecimento. Essa perspectiva, inspirada nos princípios de Bandung – igualdade soberana, benefício mútuo e desenvolvimento comum –, permite que países em estágio semelhante de desenvolvimento compartilhem custos, riscos e aprendizado.

No caso específico da parceria sino-brasileira, a cooperação em torno do CBERS constituiu em um laboratório de aprendizado tecnológico dinâmico, no sentido proposto por Lall (1987), com capacidade de internalizar, adaptar e aprimorar tecnologias a partir de ciclos acumulativos de experiência. Ao longo da parceria, o Brasil ampliou sua participação em domínios específicos do desenvolvimento espacial, especialmente em projeto e integração de subsistemas, testes, operação e uso de dados. Esses avanços contribuíram para diversificar a base institucional e industrial do setor, embora não tenham ocorrido de forma homogênea em todos os componentes e etapas do ciclo espacial. Essa trajetória confirma a advertência de Evans (2004) sobre a centralidade do Estado desenvolvimentista em articular políticas industriais e tecnológicas que combinem autonomia e inserção internacional.

À luz da tradição estruturalista latino-americana, o avanço desses novos satélites reforça a centralidade da ciência e tecnologia como eixo de um projeto nacional de desenvolvimento (Furtado 2000). Nessa perspectiva, o programa espacial não é política setorial isolada, mas componente estratégico de uma política de Estado de longo prazo, que pode definir a inserção do país na divisão internacional do trabalho tecnológico.

Além de suas implicações científicas e industriais, a continuidade do programa CBERS pode projetar efeitos diretos sobre o campo dos serviços espaciais. O CBERS-5 poderá ampliar a disponibilidade de dados para aplicações meteorológicas e ambientais, enquanto o CBERS-6 tende a expandir as possibilidades de monitoramento em condições atmosféricas adversas, com usos potenciais em agricultura, gestão hídrica, vigilância costeira e monitoramento de fronteiras. Tais iniciativas materializam o argumento de Milani (2017) de que a cooperação inovadora entre países do Sul pode servir de alavanca para crescimento inclusivo, integrando ciência, indústria e políticas públicas.

Contudo, a consolidação plena dessas capacidades requer políticas permanentes de investimento e coordenação pública. Evans (2004) enfatiza que o Estado deve atuar como "parceiro catalítico", articulando atores públicos e privados e assegurando continuidade às iniciativas estratégicas. No caso brasileiro, a continuidade da parceria com a China para desenvolvimento dos CBERS-5 e 6, especialmente em projetos de alta complexidade como satélites geoestacionários e cargas úteis SAR, abre possibilidades de maior apropriação dos resultados pela indústria nacional, desde que ancorada em uma política de Estado consistente.

A experiência internacional indica que a aproximação das fronteiras tecnológicas não decorre apenas do acesso a recursos, equipamentos ou conhecimentos produzidos no exterior. Depende da construção de sistemas nacionais de ciência, tecnologia e inovação capazes de definir prioridades, formar recursos humanos, sustentar instituições de pesquisa, mobilizar financiamento e articular empresas nacionais em torno de objetivos de longo prazo. A comparação entre Estados Unidos, Japão, Alemanha e China evidencia que os avanços tecnológicos desses países estiveram vinculados a estratégias nacionais que combinaram coordenação estatal, pesquisa científica, política industrial e demanda pública, orientando a incorporação de conhecimentos externos para a formação de capacidades próprias (Tavares, Cassiolato e Szapiro 2013).

Além disso, a experiência chinesa também mostra que investimentos e parcerias internacionais tendem a produzir efeitos mais duradouros quando

vinculados a mecanismos internos de aprendizagem e difusão. Naquele país, a atração de capital estrangeiro foi associada, em diferentes momentos, à formação de empresas locais, à qualificação de trabalhadores, à criação de centros de pesquisa e desenvolvimento e à absorção de conhecimentos em setores considerados estratégicos. Para o Brasil, a lição não é reproduzir esses instrumentos, mas tratar a cooperação espacial com a China como etapa de uma estratégia mais ampla, e não como objetivo em si mesma. Seus resultados dependerão da articulação com um sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação capaz de integrar instituições de pesquisa, universidades, empresas e órgãos públicos, além de promover financiamento, formação de recursos humanos, desenvolvimento tecnológico, inovação e apropriação dos conhecimentos gerados (Schutte e Reis 2020).

Em perspectiva histórica, a parceria sino-brasileira evidencia tanto o potencial da cooperação Sul-Sul para criar oportunidades de aprendizagem quanto os limites de seus resultados quando não acompanhados por políticas internas de difusão do conhecimento e fortalecimento da base industrial. Para o Brasil, o CBERS contribuiu para a capacitação em domínios como integração de subsistemas, testes, operação e uso de dados, além da formação de recursos humanos. A nova geração de satélites poderá aprofundar essas experiências, mas seus resultados dependerão da capacidade de apropriação nacional e da continuidade dos programas (Sá e Silva 2016; Reis 2024).

Assim, a continuidade dos CBERS-5 e 6 deve ser entendida como oportunidade de aprofundar a coprodução e a aprendizagem em domínios tecnológicos específicos, em articulação com objetivos de política industrial, científica e tecnológica. Ela não assegura, isoladamente, autonomia plena na cadeia espacial, pois permanecem dependências em componentes, cargas úteis, integração final e serviços de lançamento. A manutenção da divisão de tarefas limitou a internalização de outras capacidades; seu alcance dependerá de instituições, empresas, financiamento e demanda pública

## Considerações finais

Ao longo de mais de três décadas, o Programa China–Brazil Earth Resources Satellite (CBERS) consolidou-se como uma experiência relevante de cooperação espacial entre dois países em desenvolvimento. Este artigo buscou examinar

como, em quais domínios e sob quais condições essa cooperação contribuiu para a aquisição de capacidades tecnológicas brasileiras, bem como identificar as dependências e os limites que permaneceram. Os resultados indicam que o programa criou oportunidades concretas de aprendizagem e participação nacional em etapas específicas do ciclo de desenvolvimento de satélites, especialmente em atividades de projeto, integração, testes, operação e uso de dados de observação da Terra. Tais resultados, contudo, não significam autonomia plena em toda a cadeia espacial, nem decorrem automaticamente da existência da parceria.

A experiência do CBERS demonstra que os ganhos tecnológicos associados à cooperação internacional dependem da capacidade de apropriação interna dos conhecimentos, métodos e experiências gerados. No caso brasileiro, a participação continuada de instituições de pesquisa, empresas e profissionais em diferentes etapas das missões contribuiu para o acúmulo de competências institucionais e industriais. A ampliação da participação da indústria nacional nos projetos espaciais expressa esse processo de aprendizado, embora seus efeitos tenham sido distintos conforme os domínios tecnológicos envolvidos e não tenham eliminado dependências em componentes, subsistemas críticos, serviços de lançamento e continuidade programática. Assim, o CBERS deve ser compreendido como uma etapa relevante na formação de capacidades seletivas, e não como evidência de autossuficiência tecnológica.

A política de distribuição gratuita das imagens CBERS, iniciada em 2004, constituiu outro resultado importante da parceria. Ao ampliar o acesso a dados de sensoriamento remoto, essa decisão favoreceu seu uso por órgãos públicos, universidades, centros de pesquisa, organizações da sociedade civil e empresas. As imagens passaram a integrar diferentes aplicações relacionadas ao monitoramento ambiental, à agricultura, ao planejamento urbano, à gestão de recursos naturais e à prevenção de desastres. Embora os sistemas públicos de monitoramento, como PRODES e DETER, utilizem dados provenientes de diferentes satélites, inclusive CBERS em determinadas fases e aplicações, a disponibilidade gratuita dessas imagens ampliou as condições nacionais de produção, processamento e utilização de informações sobre o território brasileiro.

O desenvolvimento do Amazônia-1 também revela a importância do aprendizado acumulado no setor espacial brasileiro. A experiência adquirida durante o CBERS contribuiu para a formação de competências institucionais e industriais que, articuladas a iniciativas nacionais como a Plataforma Multimissão, permitiram ao país ampliar sua capacidade de projetar, integrar, testar e operar

uma missão de observação da Terra. Esse resultado deve ser entendido como redução de vulnerabilidades específicas e ampliação da autonomia estratégica brasileira, e não como independência tecnológica plena. A soberania tecnológica, nessa perspectiva, não corresponde ao desenvolvimento integral de todos os componentes no território nacional, mas à capacidade de formular prioridades, mobilizar conhecimentos e recursos e tomar decisões de acordo com objetivos próprios de desenvolvimento.

Por fim, os programas CBERS-5 e CBERS-6 abrem novas possibilidades de aprendizado e coprodução em tecnologias de maior complexidade, como sistemas geoestacionários e cargas úteis de radar de abertura sintética. A efetividade desses avanços dependerá, porém, de sua articulação com uma estratégia nacional mais ampla de ciência, tecnologia e inovação. Isso envolve instituições de pesquisa, universidades, empresas, órgãos públicos, formação de recursos humanos, financiamento, desenvolvimento tecnológico, inovação e mecanismos de absorção e difusão dos conhecimentos gerados. O principal legado do CBERS, portanto, não está apenas nos satélites desenvolvidos ou nas imagens disponibilizadas, mas na demonstração de que a cooperação Sul–Sul pode ampliar capacidades tecnológicas quando articulada a políticas nacionais contínuas, capazes de transformar aprendizado acumulado em resultados duradouros para o setor espacial e para o desenvolvimento do país.

## Referências

Almeida, C. A.; Maurano, L. E. P.; Valeriano, D. M.; Câmara, G.; Vinhas, L.; Motta, M.; Gomes, A. R.; Monteiro, A. M. V.; Souza, A. A. A.; Messias, C. G.; Rennó, C. D.; Adami, M.; Escada, M. I. S.; Soler, L. S.; Amaral, S. 2022. *"Metodologia utilizada nos sistemas Prodes e Deter – 2ª edição (atualizada)*. Disponível em: http://urlib.net/ibi/8JMKD3MGP3W34T/47GAF6S. Acesso em Ago. 2026

Baiardi, A.; Ribeiro, F. 2011. "Cooperação internacional em ciência, tecnologia e inovação: características e perspectivas". Parcerias Estratégicas 16 (33).

Baldin, Nelma; Munhoz, Elzira M. Bagatin. 2012. *"Educação Ambiental Comunitária: Uma experiência com a técnica de pesquisa snowball" REMEA – Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, Rio Grande 27.

Bartels, M. 2011. *"A indústria aeroespacial no Brasil: características e perspectivas."* Revista Brasileira de Política Internacional 54 (1): 58-76.

Brasil. 1992. Decreto Nº 638, de 24 de Agosto de 1992. "Acordo de Cooperação Científica e Tecnológica, entre a Governo da República Federativa do Brasil e o Governo da República Popular da China". Consultado em: 31/07/2026. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/d0638.htm

Brasil. 2025a. Acordo sobre o Desenvolvimento Conjunto do Satélite CBERS-5 entre o Governo da República Federativa do Brasil e o Governo da República Popular da China, assinado no Rio de Janeiro, em 20 de julho de 2025. Disponível em: https://itamaraty.gov.br. Acesso em: 5 ago. 2026.

Brasil. 2025b. Decreto nº 12.496, de 9 de junho de 2025. Promulga o Protocolo Complementar ao Acordo Quadro entre o Governo da República Federativa do Brasil e o Governo da República Popular da China sobre Cooperação em Aplicações Pacíficas de Ciência e Tecnologia Espaciais para o Desenvolvimento Conjunto do CBERS-6.

Câmara, G. N. Entrevista concedida a Reis, R. B. S., por videoconferência. São Paulo, 19 Mai. 2021.

Campos, João Paulo Rodrigues. Entrevista concedida a Reis, R. B. S., por videoconferência. São Paulo, 04 Mai. 2022.

Cassiolato, J. E. 2013. *"As políticas de ciência, tecnologia e inovação na China"*. In: Carneiro, Ricardo et al. (org.). *Desenvolvimento Produtivo: Uma Estratégia de Convergência*. Brasília: CNI: 223-264.

Coelho, J. R. B. Entrevista concedida a Reis, R. B. S., por telefone. São Paulo, 31 jul. 2021.

Costa Filho, E.J. Entrevista concedida a Reis, R. B. S., por videoconferência. São Paulo, 29 Jul. 2020.

Costa Filho, E.J. 2006. *A dinâmica da cooperação sul-sul: o caso do programa CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite)* – Tese de Doutorado, Universidade de Campinas.

Cunha, G. L. 2017. "*As relações Brasil-China: Ciência, Tecnologia e Inovação no século XXI."* Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

D'alge, J. C. L. Entrevista concedida a Reis, R. B. S., por videoconferência. São Paulo, 31 Ago. 2020.

Embrapa. 2021. "Embrapa usa imagens de satélite brasileiro para o mapeamento de cafezais afetados pelas geadas em Minas Gerais". 27 de fevereiro. https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/64395221/artigo---embrapa-usa-imagens-de-satelite-brasileiro-para-o-mapeamento-de-cafezais-afetados-pelas-geadas-em-minas-gerais.

Evans, Peter. 2004. "*Autonomia e parceria: estados e transformação industrial."* Rio de Janeiro: Editora UFRJ.

Furtado, A. T. Entrevista concedida a Reis, R. B. S., por videoconferência. São Paulo, 24 Ago. 2020.

Furtado, C. 2000. *"Introdução ao desenvolvimento: enfoque histórico-estrutural."* 3. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Ghizoni, C. C. Entrevista concedida a Reis, R. B. S., por videoconferência. São Paulo, 27 Ago. 2021.

Gil, Antonio Carlos. 2008. *"Métodos e técnicas de pesquisa social."* 6. ed. São Paulo: Atlas.

Inpe/fala.br. 2022. *Resposta à manifestação n.* 01217.000435/2022-03. Plataforma Fala. BR, [02/02/2022]. Documento eletrônico de acesso restrito, recebido pelo autor.

Gonçalves, J. N. Entrevista concedida a Reis, R. B. S., por videoconferência. São Paulo, 02 Set. 2021.

Lall, Sanjaya. 1987. *"Learning to Industrialize: The Acquisition of Technological Capability by India."* London: Macmillan.

Marini, R. M. 1973. *"Dialética da dependência."* Petrópolis: Vozes.

Matos, C. 2022. *"A nova corrida espacial: competição privada e inovação tecnológica"*. Revista de Estudos Internacionais 13 (2): 78-95.

Milani, C.R.S. 2017. *"ABC 30 anos: história e desafios futuros."* / Carlos R. S. Milani. 1a. edição – Brasília: Agência Brasileira de Cooperação.

Novo, Evlyn Marcia Leão de Moraes. 2018. *"Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações".* São Paulo: Blucher.

OECD. 2021. *"Evolving Public-private relations in the space sector lessons learned for the post-covid-19 era"*. OECD Science, technology and industry policy papers, 02 de Março. https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/evolving-public-private-relations-in-the-space-sector_b4eea6d7-en

Oliveira, M. E. R. 2014. *"A política de compras do Programa Espacial Brasileiro como instrumento de capacitação industrial"* – Tese de doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Oliveira, M. E. R. Entrevista concedida a Reis, R. B. S., por videoconferência. São Paulo, 21 Ago. 2020.

Pereira Júnior, A. C. Entrevista concedida a Reis, R. B. S., por videoconferência. São Paulo, 06 Ago. 2020.

Pino, B. A. 2014. *"Política externa e desenvolvimento: as relações Brasil-China no século XXI".* Contexto Internacional 36 (2): 633-669.

Reis, R. B. S. 2024. *"Acordo de cooperação sino-brasileiro no setor espacial como estratégia para aquisição de capacidades tecnológicas".* 191 f. Tese (Doutorado em Economia Política Mundial) – Universidade Federal do ABC, São Bernardo do Campo.

Ribeiro, R. C. 2019. *"Aliança tecnológica com a China na área espacial: os 30 anos do Programa CBERS (1988-2018)"* – Tese de doutorado, Universidade de Brasília.

Sá e Silva, M. M. 2016. *"Cooperação Sul-Sul: uma alternativa ao desenvolvimento tradicional"*. Contexto Internacional 38 (2): 667-691.

Schutte, G. R.; Reis, R. B.S.. 2020. "Investimentos externos diretos e o processo de *catch-up*: a experiência chinesa e as lições para o Brasil." *Cadernos do Desenvolvimento.* Disponível em: https://www.cadernosdodesenvolvimento.org.br/cdes/article/view/407. Acesso em: 4 ago. 2026.

Silva, J. S.; Epiphânio, J. C. N. 2008. *"Imagens de satélite na gestão de recursos naturais".* Revista Brasileira de Cartografia 60: 241-261.

Silva, L.T.; Epiphânio, J.C.N. Moraes, M. P. S. 2009. "Perfil dos Usuários CBERS: 2ª Pesquisa – 2009– São José dos Campos: INPE".

Souza, P. N. Entrevista concedida a Reis, R. B. S., por videoconferência. São Paulo, 24 Ago. 2020.

Tavares, J. M. H.; Cassiolato, J. E.; Szapiro, M. 2013. *"Fronteiras tecnológicas subordinadas a estratégias nacionais de desenvolvimento: as experiências dos Estados Unidos da América, da China, do Japão e da Alemanha."* In: CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE) (org.).

Teixeira, F. L. C. 2005. *"Dependência tecnológica e desenvolvimento: perspectivas latino-americanas"*. Economia e Sociedade 14 (2): 23-45.