

PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO: PROJETOS E INOVAÇÕES PARA A APLICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS AEROESPACIAIS NO BRASIL¹

BRAZILIAN SPACE PROGRAM: PROJECTS AND INNOVATIONS FOR PROJECTS AND INNOVATIONS FOR THE APPLICATION OF AEROSPACE TECHNOLOGIES IN BRAZIL.

Táles Montechiari Da Silva²
Cristiano Ricardo Antunes³

RESUMO

A exploração aeroespacial é uma dinâmica do presente e do futuro de todas as nações, incluindo o Brasil. A importância de conquistar o avanço nas práticas espaciais é um tema que se mostra presente desde os primórdios da astronomia e que se intensificou com a eclosão da Guerra Fria, onde os Estados Unidos e a União Soviética disputavam diariamente uma corrida espacial em busca de provar seu próprio desenvolvimento e fazer com que o adversário perecesse em consequência disso. No Brasil, em 1993, foi lançado o primeiro satélite genuinamente brasileiro, ou seja, projetado, produzido, testado e consequentemente operado no Brasil, o SCD- 1, que tinha por designação a coleta de dados ambientais diários de diferentes regiões do território nacional, um extremo avanço para um país como o Brasil, que possui um vasto solo difícil de ser monitorado apenas por observações térreas, por exemplo. Mas as aplicações desses avanços não são apenas em larga escala, as pesquisas feitas para se desenvolver a atividade espacial, que exige condições extremamente específicas, trouxeram para a humanidade diversas invenções e inovações que mudaram o cotidiano das sociedades. Um exemplo são os detectores de incêndio, tecnologia criada pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) para prevenir acidentes espaciais e que agora está presente como item obrigatório na maioria dos estabelecimentos ao redor do mundo. Esse artigo abordará essas duas vertentes, macro e micro, para mostrar, através de revisões bibliográficas de livros, artigos, textos e documentos públicos, a importância dessa área de atuação para o Brasil, elencando o que já foi feito no passado, a realidade do presente e as projeções para o futuro do setor aeroespacial brasileiro, perpassando pela análise dos seguintes projetos: o SCD (Satélite de Coleta de Dados); o CBERS (*China-Brazil Earth Resources Satellite*); e a missão SPORT (*Scintillation Prediction Observation Research Task*), a fim de demonstrar a necessidade do investimento no Programa Espacial Brasileiro e os benefícios que ele traz para o País.

Palavras-chave: Espaço; Programa Espacial Brasileiro; Agência Espacial Brasileira; Desenvolvimento Social.

¹ Artigo de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Formação de Oficiais Aviadores (CFOAv) da Academia da Força Aérea (AFA).

² Cadete Aviador do 4º Esquadrão (Turma Orthrus, 2020).

³ Prof. Ms. Cristiano Ricardo Antunes. Graduado em Direito e Mestre em Ciências Aeroespaciais.
E-mail: antunes.cr17@gmail.com

ABSTRACT

Aerospace exploration is a dynamic of the present and future of all nations, including Brazil. The importance of achieving progress in space practices is a theme that has been present since the beginnings of astronomy and intensified with the outbreak of the Cold War, where the United States and the Soviet Union daily competed in a space race to prove their own development and make the adversary perish as a result. In Brazil, in 1993, the first genuinely Brazilian satellite was launched, that is, designed, produced, tested, and consequently operated in Brazil, the SCD-1, which was designated to collect daily environmental data from different regions of the national territory, an extreme advance for a country like Brazil, which has a vast land difficult to be monitored only by ground observations, for example. But the applications of these advances are not only on a large scale, the research done to develop space activity, which requires extremely specific conditions, has brought to humanity several inventions and innovations that have changed the daily life of societies. An example is fire detectors, technology created by the National Aeronautics and Space Administration (NASA) to prevent space accidents and which is now present as a mandatory item in most establishments around the world. This project will address these two aspects, macro and micro, to show, through bibliographic reviews of books, articles, texts, and public documents, the importance of this area of activity for Brazil, listing what has already been done in the past, the reality of the present, and the projections for the future of the Brazilian aerospace sector, in order to demonstrate the need for investment in the Brazilian Space Program and the benefits that it brings to the country.

Keywords: Space; Brazilian Space Program; Brazilian Space Agency; Social Development.

INTRODUÇÃO

Há tempos tenta-se ter a compreensão do movimento do sol em relação ao horizonte e as fases da lua, bem como sua relação com a escuridão e a claridade, seja para orientar-se em viagens, medir o tempo formatando calendários, ou até tratar os astros como Deuses, atribuindo-os poder sobre a vida, prática essa que acabou dando origem a atualmente chamada Astrologia (FELIPE, 2011). Em 1609 Galileu Galilei (1564-1642) construiu sua primeira luneta e a fixou para obter a posição exata dos astros, desenvolvendo os aparelhos que posteriormente seriam chamados de telescópios. Já em 1838, Friedrich Bessel conseguiu o feito de determinar a distância de uma estrela através do método trigonométrico de Paralaxe, constituindo um marco histórico para a astronomia.

O fato é que no decorrer de toda a história existe o anseio por descobrir o que há fora da Terra, e essa incerteza gerou uma curiosidade, que por sua vez trouxe descobertas e avanços que são usados diariamente na rotina de qualquer sociedade. Um exemplo disso são as botas concebidas para os astronautas que traziam consigo palmilhas para absorção de impacto durante as missões (FELIPE, 2011). Para tal, inúmeras empresas de calçados adaptaram essa tecnologia de absorção de impacto e melhora de impulsão, sendo utilizado em praticamente todos os calçados hoje em dia. Por outro lado, é possível discorrer também sobre os detectores de incêndio, tecnologia criada pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) para prevenir acidentes espaciais e que agora está presente como item obrigatório na maioria dos estabelecimentos ao redor do mundo. No Brasil, em 1993, foi lançado o primeiro satélite genuinamente brasileiro, ou seja, projetado, produzido, testado e conseqüentemente operado no Brasil, o SCD-1, que tinha por designação a coleta de dados ambientais diários de diferentes regiões do território nacional, um extremo avanço para um país como o Brasil que possui um vasto solo difícil de ser monitorado apenas por observações térreas, por exemplo.

Considerando os feitos impactantes acima citados, as ideias expostas pelos personagens históricos, a necessidade do contínuo avanço e investimento na área de exploração aeroespacial e a importância desse setor para o progresso de uma nação, o Programa Espacial Brasileiro, sendo ele um programa que abrange as diversas iniciativas de exploração aeroespacial no Brasil de forma unanime, é relevante para o cenário nacional, tendo em vista o caminho que os avanços tecnológicos trilham para a raça humana. Sendo assim é justo que o intuito desse artigo seja responder o seguinte questionamento: quais são as aplicações dos projetos do Programa Espacial Brasileiro na sociedade brasileira?

A partir dessa questão norteadora, o presente trabalho debruçou-se sobre três fundamentais projetos brasileiros, cada qual identificado como pertinente em função das razões que se passa a explicitar: a) o SCD (Satélite de Coleta de Dados), haja visto ser o primeiro artefato dessa natureza, projetado e inteiramente construído em nosso país, em uma parceria do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) com a Agência Espacial Brasileira (AEB), para cumprir o propósito de coletar informações e dados ambientais, meteorológicos e geográficos de nosso território, numa tentativa de promover a compreensão mais destacada acerca do clima e do meio ambiente, visando a sua monitoria; b) o CBERS (*China-Brazil Earth Resources Satellite*), por ser o mais longo desenvolvimento brasileiro, atuante até o momento da conclusão deste trabalho, sem previsão de abandono, representando uma verdadeira quebra de paradigma nas relações de pesquisa e de intercâmbio de tecnologia internacional, e que liberou o Brasil de amarras até então impostas como insuperáveis pelas nações mais desenvolvidas; c) a missão SPORT (*Scintillation Prediction Observation Research Task*), por ser o nanossatélite mais recente lançado pelo Brasil, numa iniciativa conjunta do INPE e da NASA, a Agência Espacial dos EUA, consubstanciando, dessa forma, o contraponto ao projeto pioneiro, o qual também foi deslindado como objeto dessa pesquisa.

Portanto, este trabalho terá como objetivo geral realizar uma recuperação histórica do Programa Espacial Brasileiro e de seus projetos e pesquisas, além de mensurar a aplicação atual deles, e como objetivos específicos, explicar as aplicações desses feitos junto à sociedade, mostrando possíveis avanços, se houveram retornos desenvolvimentistas atrelados, além de projetar a possibilidade de ganhos advindos das pesquisas atuais e como poderão contribuir no desenvolvimento do país.

1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A origem do Programa Espacial Brasileiro se confunde com o cenário internacional da década de 60, com as nações voltadas ao desenvolvimento do setor aeroespacial:

Em 1960, o presidente Jânio Quadros iniciou o Programa Espacial Brasileiro. A intenção foi desenvolver pesquisas e explorar o setor aeroespacial brasileiro. A época foi marcada pela corrida espacial entre as potências mundiais daquele período: Estados Unidos e União Soviética (URSS) (GONÇALVES, 2021).

A partir desse extrato é possível observar a ambientação política entre diferentes Países e a aérea de exploração aeroespacial, uma vez que a tecnologia influencia positivamente no desenvolvimento deles. Além de mostrar a devida importância que foi dada tão cedo ao desenvolvimento dessa área.

Continuando na linha temporal é notória a criação de inúmeras instituições para abranger toda a gama de possibilidades da nova área de exploração:

Desde o início do Programa Espacial Brasileiro, foram criados alguns órgãos responsáveis por pesquisas, formação de pessoas especializadas, construção e montagens de satélites e foguetes para o setor.

O passo mais importante, após a criação do Programa Espacial Brasileiro, foi quando o presidente instituiu a criação do Grupo de Organização da Comissão Nacional das Atividades Espaciais (GOCNAE), por meio de um decreto em 1961.

O GOCNAE foi extinto em 1970 e, a partir dele, foi criado o Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE). Como o próprio nome sugere, o Instituto tem foco em pesquisas espaciais (GONÇALVES, 2021).

Seguindo nessa linha de raciocínio, no ano seguinte foi criada a Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE), para se tornar a responsável pelo andamento das atividades espaciais, complementado em 1991 com a criação do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), com o intuito de monitorar pesquisas de satélites e foguetes.

A fim de elencar as informações sobre os projetos e as diferentes áreas de impacto, estão sendo expostos, primeiramente, projetos antigos de relevância nacional nas suas áreas.

Sobre o Sonda-I, projeto de foguetes brasileiros realizado entre 1967 e 1977, afirma-se que:

A construção do Sonda I também proporcionou o desenvolvimento nacional de diversas tecnologias, entre as quais se destaca o domínio da fabricação de tubos de alumínio sem costura, resultado do envolvimento da empresa Termomecânica São Paulo S.A. De acordo com Abrantes (2014), tal tecnologia foi mais tarde utilizada para o desenvolvimento de outros modelos de foguetes balísticos, fazendo da Avibrás uma exportadora desses foguetes. A indústria automobilística brasileira também foi beneficiada, pois os tubos sem costura de solda são utilizados na fabricação de válvulas de motores de combustão interna (ANTUNES, 2015, p. 53).

Observa-se então os primeiros passos do Programa Espacial Brasileiro, e assim teve continuidade através dos projetos do Sonda-II, Sonda-III e Sonda-IV que seguiram o caminho dos antecessores e que posteriormente serão destrinchados ao longo desse artigo.

Logo após, foi criada a Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), que visava dar continuidade às pesquisas e aprimorar de maneira ambiciosa os sistemas de monitoramento dos recursos naturais, a meteorologia, sensoriamento remoto e de comunicações do Brasil a partir do posicionamento de satélites nacionais na órbita terrestre através da difusão de três frentes: Os Veículos Lançadores de Satélites (VLS), dos próprios satélites, e por último do segmento terrestre para dar apoio as operações. Nesse contexto surgem dois Satélites de Coleta de Dados (SCD), o SCD-1 e o SCD-2, lançados em 1993 e 1998, respectivamente. Cabe ressaltar que ambos foram projetados para serem lançados pelos VLS, mas devido a atrasos no projeto, tiveram que ser lançados por foguetes norte-americanos. A partir disso conclui-se:

Os SCDs são parte integrante do Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais (SBCDA), que se baseia numa rede de cerca de 800 Plataformas de Coleta de Dados (PCD) espalhadas pelo território nacional. As PCDs são estações automatizadas que contêm sensores para aferições de variáveis ambientais como precipitação, pressão atmosférica, radiação solar, temperatura, umidade do ar, ponto de orvalho, direcionamento do vento, nível de corpos de água, entre outros (ANTUNES, 2015, p. 66).

É possível identificar a amplitude dos projetos, integrando inclusive outros meios além do espacial.

Outro projeto de relevância considerada se deu em uma associação do Brasil com a China. O objetivo era aprimorar o sensoriamento remoto brasileiro, área de extrema importância tendo em vista a magnitude do território nacional. Com isso foi criado o *China-Brasil Earth Resources Satellite* (CBERS). O primeiro foi lançado em 1999 e o segundo em 2003.

As imagens e dados coletados pelos CBERS são utilizados por empresas privadas e instituições públicas brasileiras como o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), Petrobras, Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), dentre outras. Foram também fechadas cooperações internacionais com países africanos para uso compartilhado das imagens (ANTUNES, 2015, p. 67).

Com isso, fica evidente através desses exemplos que o Programa Espacial Brasileiro, e tudo que o engloba, possui gigantesca importância no cenário do Brasil desde os seus primórdios, necessitando de constante evolução e aprimoramento a fim de suprir a tendência mundial de exploração espacial.

2 MÉTODOS DE ANÁLISE DO OBJETO DE ESTUDO

O critério para este artigo deu-se basicamente através de revisão bibliográfica e documental, tomando como base livros, artigos, textos e documentos de cunho público a fim de atingir os objetivos propostos por ele.

Como principal fonte a partir de um documento, está sendo analisado o Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) 2022-2031, disponível no site da Agência Espacial Brasileira. Além disso, o livro PEB - Programa Espacial Brasileiro, de autoria de Ana Lucia Do Amaral Villas Boas foi utilizado para contextualizar o artigo. A investigação de Trabalhos de Conclusão de Curso presentes nas referências ao fim do trabalho serve para enriquecer a abrangência do artigo. A meta é examinar e apresentar essas fontes através de análise de conteúdo, método usado para extrair as informações relevantes das referências a partir da leitura e interpretação delas. A principal autora desta técnica de análise, que serviu de base para este escrito, será Laurence Bardin, autora do livro Análise de Conteúdo (1977). A principal característica desse manual é fazer a análise através das mensagens de maneira crítica, na comunicação em si que o texto quer passar, com o objetivo de extrair o máximo de informação possível de cada objeto analisado. Isso se adequa para descrever de maneira clara o intuito do desenvolvimento do Programa Espacial Brasileiro e a sua importância histórica, além de contextualizar cada uma das iniciativas do Programa Aeroespacial expostas ao longo do artigo, elencando o que foi pensado para elas com relação a sua finalidade e posteriormente os resultados em termos práticos, os aprendizados e as aplicações diretas e indiretas na vida da sociedade brasileira, desde o impacto nas grandes empresas até os detalhes no dia a dia de cada cidadão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Uma vez elucidado o histórico geral do Programa Espacial Brasileiro através da revisão bibliográfica, o desenvolvimento do trabalho deu-se a partir do aprofundamento direto de três projetos: o SCD (Satélite de Coleta de Dados), primeiro satélite projetado, construído e

projetado no Brasil; o CBERS (*China-Brazil Earth Resources Satellite*), projeto de mais continuidade do Programa Espacial Brasileiro até o momento e; a missão SPORT (*Scintillation Prediction Observation Research Task*), que é o nanossatélite mais recente lançado. Dessa forma, abrange-se os destaques do passado e do presente, elencando suas áreas de atuação e resultados, assim como mostra o futuro que está sendo construído com os projetos atuais e planejados no PNAE 2023-2031, com suas características operacionais e frutos que poderão ser colhidos em caso de sucesso.

3.1 SCD (Satélite de Coleta de Dados)

A primeira pauta é o SCD (Satélite de Coleta de Dados), que é um dos projetos mais importantes do Programa Espacial Brasileiro. Ele foi desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (INPE), em conjunto com a Agência Espacial Brasileira (AEB), com o objetivo de coletar informações e dados ambientais, meteorológicos e geográficos do território brasileiro, contribuindo para a compreensão e monitoramento do clima e meio ambiente.

O primeiro SCD, o SCD-1 (Figura 1), pesando 115kg, foi lançado da Base Aérea de Cabo Canaveral, na Flórida, em 9 de fevereiro de 1993, pelo foguete Pegasus, da empresa norte-americana *Orbital Sciences Corporation*. Para se ter noção da qualidade do equipamento, em 2023 o SCD-1 completou 30 anos de operação, tornando-se um dos satélites mais longevos do desenvolvimento aeroespacial humano. Em seguida, no dia 23 de outubro de 1998, foi lançado o SCD-2 (Figura 2), com seus 117kg, da mesma forma que o SCD-1. A partir do SCD-2, o programa passou a contar com uma rede de estações terrestres, responsáveis por receber os dados coletados pelo satélite. Esses dados são então disponibilizados para instituições governamentais e não governamentais que atuam na área ambiental e meteorológica. A importância do SCD para a sociedade brasileira é indiscutível. Através da coleta de dados, o programa contribui para o monitoramento e previsão do clima e das condições ambientais do país, o que é fundamental para a tomada de decisões em diversas áreas, como agricultura, gestão de recursos hídricos, prevenção de desastres naturais, entre outras.



Figura 1 – Satélite SCD-1

Fonte: <https://www.gov.br/aeb/pt-br/programa-espacial-brasileiro/satelites>

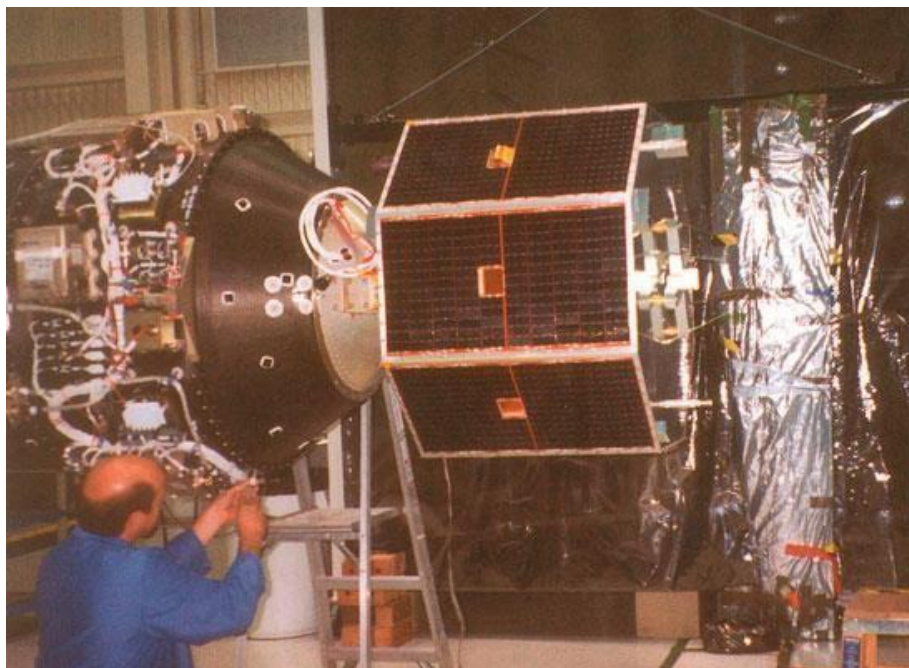


Figura 2 – Satélite SCD-2

Fonte: http://www3.inpe.br/50anos/linha_tempo/98.html

Em relação a agricultura, por exemplo, com a disponibilidade de informações sobre as condições climáticas, como temperatura, umidade, radiação solar, velocidade do vento e

precipitação, os agricultores podem monitorar e prever o desenvolvimento de culturas, pragas e doenças. Isso permite que os produtores planejem o uso de insumos agrícolas de forma mais eficiente e eficaz, reduzindo os custos e aumentando a produtividade. Além disso, o monitoramento do clima e das condições ambientais também pode ajudar os agricultores a tomar decisões estratégicas sobre quando plantar, regar e colher seus cultivos, reduzindo o risco de perda de produção devido a condições climáticas adversas. O Programa SCD também fornece informações sobre o uso da terra, a qualidade do solo e da água, bem como as condições de pastagem e produção florestal, auxiliando na gestão e monitoramento ambiental e na prevenção de impactos negativos na produção agrícola.

Outro aspecto importante caracteriza-se pela gestão de recursos hídricos. Por meio dos satélites SCD1 e SCD2, é possível coletar dados precisos e em tempo real sobre a quantidade de água disponível em reservatórios, rios e aquíferos. Esses dados são fundamentais para a gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos em diversas regiões do país. Com a utilização dos dados coletados pelos satélites do programa SCD, é possível monitorar o nível de água em represas e barragens, prever enchentes e secas, e ainda identificar áreas de maior risco de escassez hídrica. Isso permite uma gestão mais eficiente e segura dos recursos hídricos, além de contribuir para a redução de perdas e desperdícios.

Seguindo a linha de auxílio a sociedade, é possível falar sobre a previsão de desastres naturais, onde o Programa SCD contribui significativamente fornecendo dados e informações valiosas para as autoridades responsáveis pela gestão de emergências. Os satélites SCD são capazes de detectar alterações significativas nas condições climáticas e ambientais, permitindo a previsão de eventos climáticos extremos, como tempestades, enchentes, secas e deslizamentos de terra. Além disso, um proporcionado pelo SCD é a possibilidade de monitorar a expansão das áreas urbanas e de atividades agropecuárias, permitindo uma melhor gestão territorial e evitando o desmatamento ilegal de áreas protegidas. O programa também contribui para o monitoramento de áreas de preservação ambiental, como unidades de conservação e terras indígenas.

O programa SCD também deu grandes passos no campo das comunicações. Com o auxílio dos satélites SCD, é possível melhorar a qualidade e a cobertura das comunicações em todo o Brasil. Por exemplo, o SCD-1 é equipado com um transponder de banda L, que permite a transmissão de dados em velocidades de até 2 Mbps. Por outro lado, o SCD-2 tem uma potência de transmissão mais alta e é capaz de operar tanto na banda L quanto na banda C. Além disso, o programa resultou na criação do Sistema Nacional de Coleta de Dados (SNCD),

que utiliza satélites SCD para coletar e transmitir dados de estações meteorológicas, hidrológicas e oceanográficas de todo o país. Isso melhora muito a qualidade das informações coletadas e o monitoramento de áreas remotas e de difícil acesso.

Outra aplicação importante dos satélites SCD nas comunicações são os satélites de sensoriamento remoto. Equipados com câmeras e outros sensores, os satélites tiram fotos da superfície da Terra, permitindo analisar várias características, como cobertura do solo, qualidade da água e expansão urbana. Os dados recolhidos pelo satélite SCD são transmitidos à estação terrestre, onde são tratados e convertidos em informação útil para a tomada de decisões em diversas áreas, principalmente a proteção civil.

Toda essa gama de aplicações se aglutina ao pensar nos satélites como um importante instrumento para a pesquisa científica. Graças aos dados recolhidos pelos satélites, os investigadores podem estudar vários fenômenos como as alterações climáticas, a desflorestação, a poluição etc. Os dados do SCD também podem ser usados em pesquisas atmosféricas, oceanográficas e geofísicas. Por exemplo, monitorar a temperatura da superfície da Terra é importante para estudar o efeito do aquecimento global e entender as mudanças climáticas. Com a ajuda de imagens de satélite, é possível analisar a evolução dos pontos de poluição em rios e mares para tomar medidas de redução da poluição. Além disso, o SCD é capaz de monitorar eventos naturais extremos, como tempestades e furacões, permitindo que os pesquisadores estudem sua evolução e desenvolvam modelos preditivos mais precisos. Esses formulários podem ser usados para alertar os cidadãos e prevenir desastres.

Em resumo, o Programa SCD é uma peça fundamental do Programa Espacial Brasileiro e tem uma grande importância para a sociedade brasileira. A coleta de dados e informações ambientais, meteorológicas e geográficas contribui para a tomada de decisões em diversas áreas e para o avanço da pesquisa científica, contribuindo para o desenvolvimento sustentável do país.

3.2 CBERS (*China-Brazil Earth Resources Satellite*).

O próximo projeto a ser analisado deu-se através de uma colaboração entre Brasil e China. A busca por meios mais eficazes e baratos de observar a Terra levou algumas nações a desenvolverem satélites de sensoriamento remoto. No entanto, devido ao alto custo dessa tecnologia, os países em desenvolvimento dependiam de imagens fornecidas por equipamentos de outros países. Na tentativa de reverter essa relação, em 6 de julho de 1988, os governos do Brasil e da China uniram o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e a CAST

(Academia Chinesa de Tecnologia Espacial) para construir dois satélites avançados de sensoriamento remoto, que ficou posteriormente conhecido como programa CBERS (*China-Brazil Earth Resources Satellite*). Um conjunto de recursos financeiros e técnicos com investimento de mais de US\$ 300 milhões entre Brasil e China baseado em um sistema de responsabilidades distribuídas (30% brasileiras, 70% chinesas). A aliança entre os dois países foi uma tentativa bilateral de quebrar as barreiras que impedem o desenvolvimento e a transferência de tecnologias classificadas impostas pelos países desenvolvidos. Essa parceria conjunta quebrou paradigmas que restringiam os acordos internacionais de transferência e intercâmbio de tecnologia entre pesquisadores de diferentes nacionalidades.

É possível dividir o programa em três etapas. A primeira inicialmente previu o desenvolvimento e construção de dois satélites, o CBERS-1 (Figura 3), lançado em 1999 e descomissionado em 2003, e CBERS-2, lançado em 2003 e descomissionado em 2009, que, além de câmeras de imagem, teriam um transmissor e um receptor para o Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais. A segunda se deu pelo sucesso do projeto, onde a parceria foi renovada para mais três satélites, CBERS-2B, lançado em 2007, CBERS-3 (Figura 4), lançado em 2013 e CBERS4 (Figura 5), lançado em 2014. Na terceira etapa, mais atual, deu-se a criação do CBERS-04A, lançado em 2019, além da proposta na carteira de admissão do PNAE 2023- 2031 para criação do CBERS-5 e CBERS-6, o que evidencia o tamanho do sucesso desse programa. Vale ressaltar que todos foram lançados a partir do Centro de Lançamento de Taiyuan, na China. Os CBERS-1 e 2 são idênticos em termos de estrutura técnica, missões espaciais e carga útil (equipamentos de bordo como câmeras, sensores, computadores e outros equipamentos utilizados em experimentos científicos).

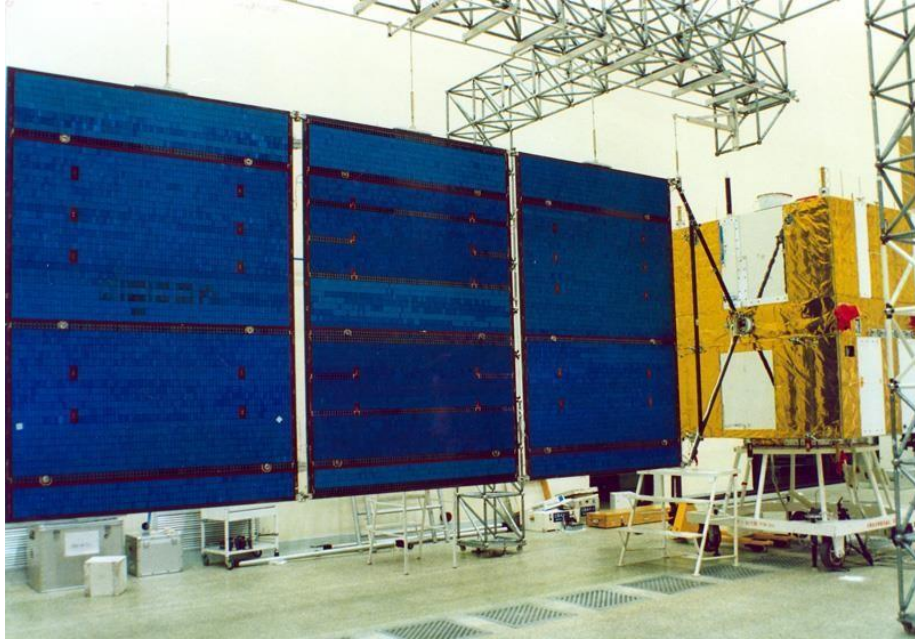


Figura 3 – Satélite CBERS1

Fonte: http://www.cbbers.inpe.br/centrais_conteudo/galeria/



Figura 4 – Satélite CBERS3

Fonte: http://www.cbbers.inpe.br/centrais_conteudo/galeria/



Figura 5 – Satélite CBERS4

Fonte: http://www.cbbers.inpe.br/centrais_conteudo/galeria/

Baseado na explanação do projeto, é possível identificar inúmeras aplicações para os dados obtidos e tecnologias desenvolvidas por esse programa, tais como: cartografia, meio ambiente, educação, dentre outras. A diversidade de seus sensores e instrumentos faz com que o detalhamento de imagens e velocidade de entrega sejam impressionantes, possibilitando resultados nessas diferentes áreas.

Ao se tratar sobre cartografia, pode-se verificar a presença do equipamento no mapeamento de áreas devido à sua alta resolução espacial e frequência de revisitas. Graças a essa alta resolução espacial dos satélites CBERS, é possível construir mapas temáticos detalhados, que podem ser utilizados em diversas áreas, como ordenamento do território, planejamento urbano, gestão ambiental etc. Além disso, os satélites CBERS rastreiam a dinâmica de uso e cobertura do solo ao longo do tempo, permitindo identificar mudanças na vegetação, na cobertura urbana, e na agricultura. No mesmo contexto, os equipamentos são capazes de gerar modelos digitais de elevação (MDEs) a partir de imagens estereoscópicas, permitindo a obtenção de informações sobre a topografia do terreno, propiciando a atualização de base de mapas existentes, especialmente em áreas de difícil acesso ou onde os dados são escassos. Outro ponto importante é o planejamento de rotas e infraestrutura, onde as imagens de satélite podem ser usadas para planejar rotas de transporte, como estradas e ferrovias, além de ajudar no planejamento de infraestrutura urbana, como redes de água e esgoto.

Ademais, na questão do meio ambiente, os satélites CBERS auxiliam no monitoramento de recursos naturais como florestas, rios, lagos e oceanos. Esses dados podem ser usados para entender como esses recursos são afetados pela atividade humana e para planejar estratégias de conservação, tendo como principal tema em evidência o monitoramento do desmatamento na região Amazônica. Foi por meio de informações facilitadas pelos satélites CBERS que o Inpe, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, pôde anunciar que o desmatamento na Amazônia cresceu 88% de junho de 2018 a junho deste ano. Em um raro ataque ao trabalho do Inpe, um ministro do governo chegou a sugerir que os dados haviam sido manipulados (CASADO, 2019). O monitoramento do desmatamento é uma das aplicações mais importantes dos satélites CBERS. Com esses dados, é possível detectar áreas de desmatamento ilegal e degradação florestal e monitorar a regeneração da vegetação, além de monitorar áreas protegidas, como parques nacionais e reservas ambientais, para avaliar o estado de conservação dessas áreas e detectar possíveis ameaças, como invasão. Todas essas características servem para avaliar o impacto ambiental de projetos de desenvolvimento, como construção de estradas, usinas hidrelétricas e mineração, fornecendo informações sobre camadas, cobertura do solo e qualidade da água, constatando a poluição ali presente, e fornecendo informações sobre as concentrações de poluentes e a qualidade do ar e da água em áreas urbanas e zonas industriais.

Tratando-se sobre o impacto na própria educação e manutenção do ensino, o projeto desempenha um papel importante na produção de materiais didáticos e educativos em diversas áreas, como geografia, biologia, meio ambiente etc. As imagens de satélite podem ser usadas em aulas práticas para ilustrar conceitos teóricos, como uso da terra, mudanças climáticas, desastres naturais e muito mais, podem ser usados em projetos educacionais para monitorar áreas específicas, como florestas, rios e mares, permitindo que os alunos acompanhem as mudanças nas áreas ao longo do tempo, melhorando a conscientização ambiental sobre o impacto das ações humanas no meio ambiente, como desmatamento, poluição e urbanização, e, principalmente, pode-se aplicar em projetos de pesquisa científica em diversas áreas como ecologia e geologia.

Desta forma, torna-se praticamente indiscutível a importância dos satélites CBERS para a evolução da sociedade brasileira nas mais diversas áreas de atuação, mostrando que a capacidade nacional nesse aspecto é grande e deve ser valorizada.

3.3 SPORT (*Scintillation Prediction Observation Research Task*)

O último projeto a ser analisado trata-se da missão SPORT (*Scintillation Prediction Observation Research Task*) (Figura 6), que é uma iniciativa conjunta do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e da Agência Espacial dos Estados Unidos (NASA). O objetivo da missão é estudar e monitorar os distúrbios de sinal do Sistema de Posicionamento Global (GPS) na região equatorial da América do Sul conhecida como "Vórtice Ionosférico". Esses distúrbios podem afetar a precisão do GPS e afetar ainda mais muitos campos, incluindo aviação, navegação e agricultura de precisão.

A missão SPORT consiste em um nanossatélite equipado com um receptor GPS e outros instrumentos científicos para medir as condições na ionosfera e na magnetosfera da Terra. O satélite foi desenvolvido pelo INPE com apoio da NASA e foi lançado em 26 de novembro de 2022 do *Kennedy Space Center*, na Flórida, embarcado em um foguete da empresa SpaceX. Os dados coletados pela missão SPORT serão compartilhados com a comunidade científica internacional para avançar na compreensão dos distúrbios ionosféricos e permitir o desenvolvimento de novas tecnologias para mitigar seus efeitos. A missão também desempenha um papel importante na formação de recursos humanos e no fortalecimento da cooperação científica entre o Brasil e os Estados Unidos.

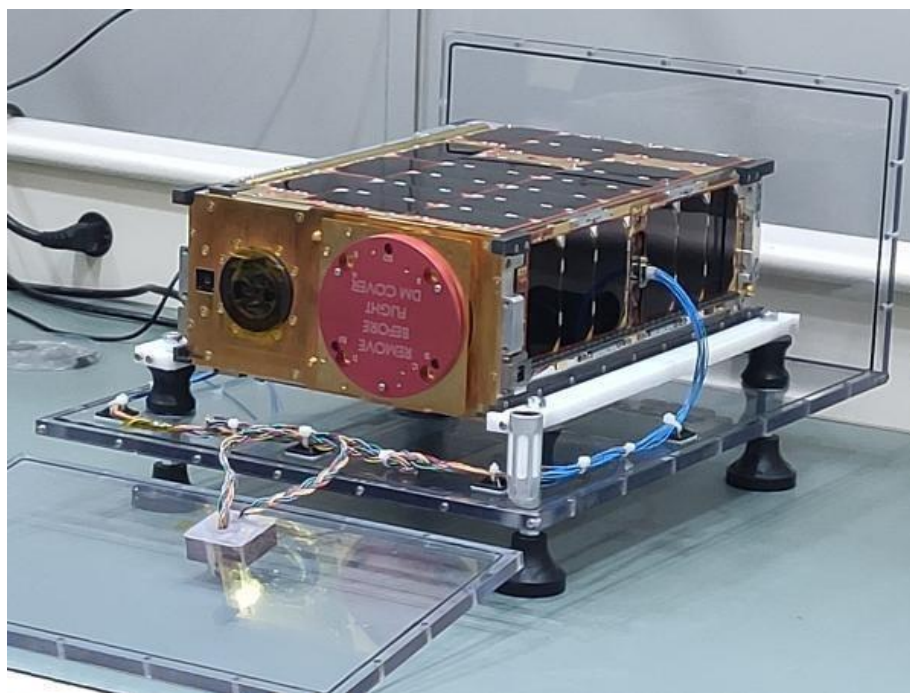


Figura 6 – Minissatélite SPORT

Fonte:

<https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/39443/DESENVOLVIMENTO%20TECNOL%C3%93GICO%20-%20Sat%C3%A9lite%20desenvolvido%20no%20ITA%20-%20C3%A9%20enviado%20-%20C3%A0%20NASA>

Sendo o objeto mais recente a ser lançado, as aplicações da missão SPORT na sociedade são diversas, pois a interferência da ionosfera pode afetar tudo, desde as comunicações por satélite até a navegação aérea. Com os dados coletados pelo SPORT, é possível desenvolver modelos de previsão de scintilação ionosférica, que podem ser usados para planejar e otimizar o uso de sistemas de comunicação e navegação em áreas do mundo afetadas pela ionosfera. Além disso, os dados coletados pelo SPORT também podem ser usados para estudar a dinâmica da ionosfera e ajudar no avanço da ciência e tecnologia espacial.

4 CONCLUSÃO

Portanto, após o panorama exposto pelo artigo com relação a vasta aplicação dos recursos aeroespaciais dentro do cotidiano brasileiro, mostrando que possui notória relevância para a população, é possível concluir que o Programa Espacial Brasileiro tem grande importância social, pois é fonte de desenvolvimentos científicos e tecnológicos que impactam diretamente em diversas áreas da vida social. Os projetos espaciais são essenciais para o avanço de áreas como meteorologia, comunicações, segurança nacional e pesquisa científica. Graças ao programa espacial do Brasil, o país conseguiu desenvolver tecnologias especializadas e habilidades que ajudam a estimular a economia nacional e aumentar a capacidade de inovação do país. Além disso, o programa espacial é um orgulho nacional e tem potencial para inspirar a próxima geração de cientistas, engenheiros e tecnólogos. Os projetos do programa espacial do Brasil também são uma oportunidade para o país se juntar à comunidade global para explorar o espaço e entender melhor nosso universo, como na Estação Espacial Internacional, e obtendo presença significativa na área de satélites de comunicações. Após a análise dos três projetos, é possível perceber a quão direta é a aplicação deles junto à sociedade,

Em suma, o programa espacial do Brasil é essencial para o progresso científico e tecnológico do país, bem como para sua posição na comunidade mundial. Seus projetos contribuem para a melhoria da qualidade de vida do povo brasileiro e para a busca do conhecimento humano.

REFERÊNCIAS

A POLÍTICA Espacial Brasileira. [S. l.], 2010. Disponível em:

<https://www2.camara.leg.br/a-camara/estruturaadm/altosestudios/arquivos/politica-espacial/politica-espacial-brasileira>.

Acesso em: 18 ago. 2022.

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. **Linha do tempo das atividades espaciais no Brasil.** Observatório Do Setor Aeroespacial Brasileiro. Disponível em: <https://observatorio.aeb.gov.br/politica-espacial/cronologia-do-programa-espacial-brasileiro>. Acesso em: 21 ago. 2022.

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. **Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais 2022-2031.** 2020.

ANTUNES, Eduardo Vichi. A evolução histórica do Programa Espacial Brasileiro. **Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia**, v. 15, 2016.

ANTUNES, Júlio César Guedes. **PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO: UMA ANÁLISE SOBRE O IMPACTO SOCIAL.** Florianópolis, 2015 Dissertação (PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SOCIOLOGIA POLÍTIC) - Universidade Federal de Santa Catarina.

ARRUDA, Denis Ferreira de. **A influência da propaganda na disponibilidade de recursos do programa espacial brasileiro.** Rio De Janeiro, 2021 Trabalho de Conclusão de Curso (CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2021) - Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica.

CONSELHO DE ALTOS ESTUDOS E AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA. **A Política Espacial Brasileira.** Brasília, 2010.

CASADO, Letícia. **Programa de satélites China-Brasil combate desmatamento na Amazônia.** <https://dialogochino.net/pt-br/mudanca-climatica-e-energia-pt-br/29044-programa-de-satelites-china-brasil-combate-desmatamento-na-amazonia/>. Acesso em: 7 mai. 2023.

EBRENZ, Daniel Lucas. **Análise Orçamentária dos Projetos Espaciais.** Pirassununga, 2018 Trabalho de Conclusão de Curso (curso de Formação de Oficiais Intendentes da Academia da Força Aérea) - Academia da Força Aérea.

FELIPE. **HISTÓRIA DA ASTRONOMIA.** Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/tex/fis01043/20042/felipe/historia.html>. Acesso em: 21 ago. 2022.

FILHO, Jadir Martins De Andrade. **A influência dos Veículos Lançadores de Satélites na projeção do Poder Aeroespacial Brasileiro.** 2017.

GONÇALVES. **Programa Espacial Brasileiro: história, foguetes e missões.** Disponível em: <https://militares.estrategia.com/portal/atualidades/programa-espacial-brasileiro/#Historico-do-Programa-Espacial-Brasileiro>. Acesso em: 30 nov. 2022.

INPE. **1º Satélite de Coleta de Dados. SCD-1.** Disponível em: http://www.inpe.br/scd1/site_scd/scd1/osatelite.htm. Acesso em: 26 ago. 2022.

JANHSEN, Bruno César. **Competição Brasileira Universitária de Foguetes: Motivando os jovens talentos para o Programa Espacial Brasileiro.** Rio De Janeiro, 2016 Trabalho de Conclusão de Curso (CURSO DE COMANDO E ESTADO-MAIOR) - Escola de Comando e Estado-maior da Aeronáutica.

LOHMANN, Felipe Schmidt. **História Da Astronomia.** Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/tex/fis01043/20042/felipe/historia.html>. Acesso em: 20 ago. 2022.

OLIVEIRA, Luiz Francisco Lima Mello de. **O DESENVOLVIMENTO DO SETOR AEROESPACIAL BRASILEIRO: Uma comparação com Austrália e Canadá analisando programas de satélite de observação terrestre.** Pirassununga, 2021 Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Formação de Oficiais Intendentes da Academia da Força Aérea) - Academia da Força Aérea.

PHILIPS. **10 INVENÇÕES ESPACIAIS QUE ESTÃO MAIS PRÓXIMAS DO QUE AQUILO QUE PENSA.** Philips. Disponível em: <https://www.philips.com.br/c-w/malegrooming/philips-space/space/10-invencoes-espaciais-que-estao-mais-proximas-do-que-aquilo-que-pensa.html>. Acesso em: 26 ago. 2022.

SANTOS, Déric Igor Belo Santiago dos. **PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO: SUA IMPORTÂNCIA PARA A DEFESA CONTRA AMEAÇAS ESPACIAIS E DESENVOLVIMENTO DA NAÇÃO.** Pirassununga, 2015 Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Formação de Oficiais da Academia da Força Aérea.) - Academia da Força Aérea.

SANTOS, Fernanda Marsaro dos. **ANÁLISE DE CONTEÚDO: A VISÃO DE LAURENCE BARDIN.** Disponível em: <https://www.reveduc.ufscar.br/index.php/reveduc/article/view/291/156>. Acesso em: 30 nov. 2022.