SciELO Preprints

Estado da publicação: O preprint foi publicado em outro meio.
DOI do preprint publicado: https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2026.237915.pt

BRICS e Astropolítica: desafios de governança em uma ordem espacial multipolar

Luiz Ugeda, Karine Sanches

https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

Submetido em: 2026-05-04
Postado em: 2026-05-05 (versão 1)
(AAAA-MM-DD)

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

Artigo

BRICS e Astropolítica: desafios de governança em uma ordem espacial multipolar

BRICS and Astropolitics: Governance Challenges in a Multipolar Space Order

Los BRICS y la astropolítica: desafíos de gobernanza en un orden espacial multipolar

Luiz Ugeda
Universidade de Coimbra. Coimbra, Portugal.

https://orcid.org/0000-0001-6073-6878

luiz.ugeda@gmail.com

Karine Sanches
Universidade de Coimbra. Coimbra, Portugal.

https://orcid.org/0009-0001-9994-1550

kafusanches@gmail.com

Recebido em: 12-09-2025
Aprovado em: 08-02-2026

Editor do artigo: Edilson Alves Pereira Júnior

Resumo
Este estudo explora a convergência entre astropolítica, governança inteligente e soberania tecnológica no âmbito dos BRICS, analisando os impactos dessas interações nas relações internacionais e na gestão urbana. A pesquisa examina como os países do bloco integram tecnologias avançadas, como inteligência artificial e big data, para ampliar a interoperabilidade de sistemas de geoinformação e de monitoramento ambiental, oferecendo soluções inovadoras para desafios emergentes no espaço exterior. Por meio de uma análise comparativa das políticas públicas heterogêneas do BRICS, identifica-se o potencial dos sistemas Glonass e Beidou como eixos centrais de articulação espacial. A discussão também aborda como essas iniciativas influenciam a segurança espacial, a sustentabilidade e a formulação de normas globais de governança do espaço. Conclui-se que a criação de uma instância de governança espacial inteligente pelos BRICS pode consolidar o bloco como ator estratégico na astropolítica global, promovendo um enquadramento multilateral e inclusiva que oferece alternativa à tradicional hegemonia ocidental.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

Palavras-chave
Astropolítica; soberania tecnológica; geoinformação; infraestrutura de dados espaciais; sustentabilidade; Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Abstract
This study explores the convergence between astropolitics, smart governance, and technological sovereignty within the BRICS framework, analyzing the impacts of these interactions on international relations and urban management. The research examines how BRICS countries integrate advanced technologies, such as artificial intelligence and big data, to enhance the interoperability of geoinformation systems and environmental monitoring, offering innovative solutions to emerging challenges in outer space. Through a comparative analysis of the bloc's heterogeneous public policies, the potential of the Glonass and Beidou systems as central axes of spatial articulation within the BRICS is identified. The discussion also addresses how these initiatives influence space security, sustainability, and the formulation of global space governance norms. The conclusion argues that the creation of a smart space governance body by the BRICS could solidify the bloc's position as a strategic actor in global astropolitics, fostering a multilateral and inclusive approach that offers an alternative to the traditional dominance of Western powers.

Keywords
Astropolitics, technological sovereignty, geoinformation, spatial data infrastructure, sustainability, Sustainable Development Goals (SDGs).

Resumen
Este estudio analiza la convergencia entre astropolítica, gobernanza inteligente y soberanía tecnológica en el marco de los BRICS, examinando los impactos de estas interacciones en las relaciones internacionales y la gestión urbana. La investigación evalúa cómo los países del bloque integran tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial y el big data, para fortalecer la interoperabilidad de los sistemas de geoinformación y de monitoreo ambiental, ofreciendo soluciones innovadoras a los desafíos emergentes en el espacio exterior. A través de un análisis comparativo de las políticas públicas heterogéneas del BRICS, se identifica el potencial de los sistemas Glonass y Beidou como ejes centrales de articulación espacial. La discusión también aborda la influencia de estas iniciativas en la seguridad espacial, la sostenibilidad y la formulación de normas globales de gobernanza espacial. La conclusión sostiene que la creación de un organismo de gobernanza espacial inteligente por parte de los BRICS podría consolidar al bloque como actor estratégico en la astropolítica mundial, promoviendo un enfoque multilateral e inclusivo que ofrezca una alternativa a la hegemonía tradicional de las potencias occidentales.

Palabras clave
Astropolítica; soberanía tecnológica; geoinformación; infraestructura de datos espaciales; sostenibilidad; Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

Introdução

A astropolítica examina as relações de poder e as estratégias no espaço exterior, com foco na utilização de tecnologias espaciais, na exploração de recursos e na segurança espacial (Dolman, 2005). Ao contrário da geopolítica tradicional, centrada nos territórios terrestres, a astropolítica estende esta análise para além da Terra, abordando aspetos como o controlo orbital e a militarização dos corpos celestes (Havercroft & Duvall, 2009). O controlo estratégico do espaço, por exemplo, por meio de megaconstelações de satélites como a Starlink, reconfigura a soberania dos Estados e as dinâmicas de segurança internacional (Klinger, 2021).

A governança inteligente envolve a integração de tecnologias avançadas, como a inteligência artificial (IA) e o *big data*, na gestão de territórios e populações. Esta premissa permite decisões baseadas em dados, otimizando recursos urbanos e aumentando a eficiência dos serviços públicos (Albino, Berardi & Dangelico, 2015). A interseção entre políticas espaciais e inovação tecnológica torna-se evidente no desenvolvimento das cidades inteligentes. Os satélites fornecem dados críticos para o monitoramento ambiental, a gestão de desastres e o planejamento urbano (Nam & Pardo, 2011). A integração da informação espacial com sistemas terrestres melhora a eficiência dos serviços urbanos e a resiliência das cidades, especialmente em países que lideram a transformação digital, como a China, através de iniciativas como as “Safe Cities” (Hillman & McCalpin, 2022).

A soberania tecnológica assumiu centralidade nas disputas internacionais, particularmente com o avanço da inteligência artificial e das tecnologias espaciais. Os Estados procuram controlar tecnologias críticas para assegurar independência e vantagem competitiva (Larsen, 2022). A fragmentação dos ecossistemas tecnológicos, como se observa na competição entre os Estados Unidos e a China, suscita preocupações quanto à governança global e à necessidade de quadros normativos que promovam a cooperação internacional (Curtis & Klaus, 2024).

A governança global enfrenta desafios na regulação do uso do espaço exterior e das tecnologias emergentes. A ausência de quadros jurídicos robustos para atividades como a mineração de asteroides pode gerar conflitos entre Estados e empresas privadas (Fox, 2019). Este estudo analisa de que forma os países dos BRICS enfrentam o desafio

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

da convergência entre astropolítica, governança inteligente e soberania tecnológica, bem como o modo como essa convergência redefine as relações internacionais e a gestão urbana. Com base em estudo comparativo entre regimes políticos distintos e numa analogia entre modelos de governança, o estudo procura identificar e propor mecanismos de convergência sistémica e de aperfeiçoamento da governança, capazes de responder aos desafios e oportunidades emergentes no contexto internacional contemporâneo.

1. Panorama espacial recente: a Corrida Espacial 2.0

Nos últimos anos, os Estados Unidos têm reafirmado a sua liderança no setor espacial, impulsionados por uma crescente sinergia entre os setores público e privado. A NASA, em colaboração com empresas como a SpaceX e a Blue Origin, tem liderado iniciativas pioneiras como o programa Artemis, que visa o regresso de seres humanos à Lua e, posteriormente, a exploração de Marte (Johnson, 2012). O desenvolvimento de foguetões reutilizáveis pela SpaceX revolucionou o mercado de lançamentos, reduzindo significativamente os custos operacionais (Seedhouse, 2013).

Na Europa, a Agência Espacial Europeia (ESA) tem prosseguido de forma consistente o reforço da autonomia tecnológica e estratégica do continente. Projetos como o Galileo, um sistema global de navegação por satélite, e o Copernicus, dedicado à observação da Terra, representam avanços relevantes em matéria de sustentabilidade ambiental e competitividade europeia no setor espacial (Harvey, 2003). A modernização de lançadores como o Ariane 6 e o Vega assegura maior autonomia no acesso ao espaço, fator essencial para a segurança estratégica e a competitividade económica da Europa (Pasco, 2017). Estes programas consolidam a infraestrutura espacial europeia e reforçam a sua capacidade de resposta a desafios globais, como as alterações climáticas e a gestão de desastres (Krige & Russo, 1994).

A cooperação transatlântica entre a NASA e a ESA tem sido determinante para o sucesso de missões científicas de elevado impacto. O lançamento do Telescópio Espacial James Webb, em 2021, resulta do esforço conjunto destas agências para aprofundar o conhecimento sobre a formação de galáxias, estrelas e planetas (Logsdon, 2015).

A intensificação da concorrência no setor espacial caracteriza aquilo que diversos autores designam como “Corrida Espacial 2.0”, marcada por tendências como a democratização, a comercialização e a militarização do espaço (Pekkanen, 2019). Nos Estados Unidos, o fortalecimento das parcerias público-privadas reforça a liderança

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

tecnológica e comercial do país (Bergan, 2022). Por sua vez, a Europa procura consolidar a sua posição num ambiente global cada vez mais dinâmico, adotando estratégias que articulam inovação tecnológica com uma regulação rigorosa na recolha e gestão de dados (Cross, 2019).

Todavia, este cenário em transformação apresenta também desafios significativos, como o aumento exponencial de detritos orbitais decorrente do crescimento do número de satélites em operação, o que ameaça a sustentabilidade das missões futuras (Rajagopalan, 2018).

Se: (i) a "Corrida Espacial 2.0" combina cooperação e competição entre os principais atores globais; (ii) os Estados Unidos continuam a expandir a sua hegemonia no setor; e (iii) a Europa procura equilibrar inovação com regulação de dados para manter a competitividade; de que modo poderão as políticas espaciais dos países BRICS contribuir para um equilíbrio entre progresso científico e responsabilidade ambiental, assegurando benefícios que sirvam a humanidade como um todo?

2. Evolução histórica dos programas espaciais dos BRICS

A evolução histórica dos programas espaciais dos BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul) caracteriza-se por uma assimetria no ritmo de desenvolvimento entre estas nações, embora unificada pela crescente projeção do bloco no panorama global da exploração espacial. Desde os primeiros esforços em tecnologias de satélite e telecomunicações até missões mais ambiciosas de exploração planetária, estes países têm investido na expansão das suas capacidades espaciais com finalidades científicas, económicas e estratégicas (Goswami, 2020). Tecnologias espaciais emergentes, como os satélites de deteção remota e os veículos lançadores, passaram a constituir pilares do avanço tecnológico e da afirmação da soberania nacional.

O papel dos BRICS na governança global do espaço tem vindo a ganhar reconhecimento crescente, particularmente no contexto da "Corrida Espacial 2.0" (Maria, 2017). Estes países têm impulsionado iniciativas voltadas à regulação do uso pacífico do espaço, procurando evitar a sua militarização e promover a cooperação internacional, em consonância com princípios neofuncionalistas (Sultan & Mahmood, 2022). A expansão das capacidades espaciais do bloco — ilustrada, por exemplo, pelo sucesso das missões lunares indianas em contraste com as dificuldades enfrentadas pela Rússia (Firsing, 2024) — evidencia o seu papel na conformação de normas globais para a exploração espacial.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

Adicionalmente, a interação entre competição e cooperação no setor aeroespacial reflete o equilíbrio dinâmico entre prioridades nacionais e esforços multilaterais no interior do bloco (Kahn, 2018). As secções seguintes examinam a evolução destes modelos e o modo como têm influenciado as contribuições coletivas e individuais dos países BRICS para as iniciativas espaciais globais.

2.1. Pioneirismo russo na corrida espacial e situação atual

A União Soviética foi pioneira na corrida espacial, inaugurando a era da exploração do espaço com o lançamento do Sputnik 1, em 4 de outubro de 1957, o primeiro satélite artificial da Terra. Este acontecimento não apenas marcou o início de uma competição tecnológica entre superpotências, como também impulsionou o desenvolvimento de políticas e programas espaciais à escala global (Siddiqi, 2000; 2018). O voo de Yuri Gagarin ao espaço, em 1961, a bordo da Vostok 1, consolidou a liderança soviética neste período histórico, evidenciando a capacidade do país para alcançar avanços científicos com impacto mundial (Harford, 1999).

Ao longo das décadas de 1960 e 1970, a União Soviética expandiu os seus esforços através de programas como o Luna, responsável pelas primeiras missões de impacto lunar e pela recolha automatizada de amostras do solo lunar (Harvey, 2007). Paralelamente, o desenvolvimento de estações espaciais, como a Salyut e, posteriormente, a Mir, estabeleceu novos parâmetros para a permanência prolongada no espaço e para a investigação orbital, reforçando as capacidades soviéticas apesar de constrangimentos económicos e tensões internas (Zak, 2014).

Após o colapso da União Soviética, em 1991, a Rússia herdou grande parte da infraestrutura espacial existente. A criação da agência Roscosmos, em 1992, constituiu um marco institucional relevante, embora a década de 1990 tenha sido marcada por cortes orçamentais e redução de investimentos. Ainda assim, a Rússia manteve uma presença significativa no espaço, sobretudo através do programa Soyuz, que assegurou o transporte de astronautas para a Estação Espacial Internacional (ISS) (Hendrickx & Vis, 2007). Neste período, a cooperação internacional revelou-se decisiva, em particular com a NASA e a Agência Espacial Europeia (ESA).

Nas duas últimas décadas, a Rússia tem procurado revitalizar o seu programa espacial face a novos desafios globais. Em agosto de 2023, a Roscosmos lançou a missão Luna-25, destinada à exploração do polo sul lunar e à procura de indícios de gelo de água,

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

representando a primeira missão lunar russa desde 1976 e um esforço de reposicionamento no domínio da exploração lunar (Zak, 2014). Contudo, limitações técnicas e constrangimentos económicos continuam a afetar o avanço de vários projetos (McCauley, 2014).

Entre os principais objetivos atuais destaca-se a construção da Estação Orbital de Serviço Russa (ROSS), concebida para substituir a Estação Espacial Internacional, com operações previstas para a próxima década. Este projeto inscreve-se numa estratégia de reafirmação da soberania espacial russa e de busca por maior autonomia num contexto de tensões geopolíticas com o Ocidente. Ainda assim, o sucesso destas iniciativas permanece condicionado à estabilidade financeira e política interna, bem como à capacidade de estabelecer parcerias estratégicas (Harvey, 2007).

Atualmente, o programa espacial russo enfrenta uma concorrência crescente de novos atores globais, como a China, bem como de empresas privadas norte-americanas. A necessidade de inovação e modernização é evidente, mas o legado soviético continua a constituir um ativo estratégico relevante no plano científico e tecnológico. O papel pioneiro da Rússia mantém-se, assim, como referência histórica na corrida espacial, enquanto o país procura adaptar-se às exigências do século XXI e preservar a sua relevância global (Harford, 1999).

2.2. O rápido crescimento da China no setor espacial

Nas últimas décadas, a China afirmou-se como uma das principais potências no setor espacial, evidenciando um crescimento acelerado da sua capacidade tecnológica e da sua ambição estratégica. As origens do programa espacial chinês remontam à década de 1950, com o trabalho pioneiro de Qian Xuesen, engenheiro de grande relevância no desenvolvimento dos primeiros foguetões e satélites do país (Chandrashekar, 2022). Desde então, o Estado chinês tem investido de forma contínua em investigação, desenvolvimento e infraestruturas espaciais, com o objetivo de alcançar autonomia tecnológica e competitividade global (Harvey, 2019).

A missão Shenzhou 5, que colocou Yang Liwei em órbita terrestre, demonstrou o domínio chinês de tecnologias espaciais complexas (Johnson-Freese, 1998). Em 2003, a China tornou-se o terceiro país a enviar seres humanos ao espaço de forma independente, marco que consolidou a sua posição no sistema internacional. Desde então, o país tem expandido as suas missões tripuladas, incluindo a construção da estação espacial

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

Tiangong, operacional desde 2021, representando um passo decisivo rumo à autonomia nas atividades espaciais (Harvey, 2019).

A exploração lunar assumiu um lugar central na estratégia espacial chinesa. O país realizou com sucesso diversas missões no âmbito do programa Chang'e, destacando-se a missão Chang'e 4, que concretizou, em 2019, a primeira aterragem na face oculta da Lua (Aliberti, 2015). Para além de evidenciar capacidades técnicas avançadas, esta missão produziu dados científicos relevantes sobre a composição lunar, contribuindo para o conhecimento global sobre o satélite natural da Terra. Paralelamente, a China avançou também na exploração de Marte: em 2021, a missão Tianwen-1 colocou uma sonda em órbita marciana e fez aterrar o rover Zhurong na sua superfície, tornando-se o segundo país, após os Estados Unidos, a operar um veículo robótico em Marte (Kulacki & Lewis, 2009). Este feito confirma o grau de sofisticação alcançado pelo programa espacial chinês e a sua intenção de se posicionar como líder na exploração interplanetária (Harvey, 2019).

Para além das missões de exploração, a China investiu fortemente em satélites de comunicação, navegação e observação da Terra, consolidando o seu estatuto como ator global no domínio espacial. O sistema de navegação BeiDou, concluído em 2020, constitui uma alternativa ao GPS norte-americano, refletindo a estratégia chinesa de afirmação da soberania tecnológica e de expansão da sua influência geopolítica. Este desenvolvimento reforça a autonomia do país em serviços de posicionamento global e amplia o seu papel no mercado internacional de serviços espaciais (Stovpets & Svyrydenko, 2020; Moltz, 2012).

Os avanços chineses, evidenciados tanto em missões tripuladas como na exploração interplanetária, articulam inovação científica com diplomacia espacial, sinalizando a intenção do país de liderar uma nova fase de competição tecnológica e de cooperação estratégica na exploração do espaço (Al-Rodhan, 2018; Drozhashchikh, 2019).

2.3. A relevância da Índia nas missões espaciais de baixo custo

Embora os Estados Unidos, a China e a Rússia permaneçam na vanguarda da exploração espacial, a Índia emergiu como um ator estratégico ao adotar um modelo inovador centrado em missões espaciais de baixo custo. A Indian Space Research Organisation (ISRO) tem desempenhado um papel central nesta transformação,

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

conduzindo missões com orçamentos significativamente inferiores aos das principais agências internacionais.

Um exemplo emblemático é a Mars Orbiter Mission (MOM), também conhecida como Mangalyaan, lançada em 2013. A missão colocou a Índia no restrito grupo de países capazes de alcançar a órbita de Marte, com um custo estimado de apenas 74 milhões de dólares, uma fração dos valores despendidos por outras nações em iniciativas semelhantes (Suzuki, 2019; Avachat, 2023). Este resultado foi amplamente reconhecido pela sua eficiência técnica e rigor na gestão de recursos, consolidando a ISRO como referência global em missões de baixo custo (Lele, 2012).

O sucesso da Índia na denominada "Corrida Espacial 2.0" decorre de uma combinação de fatores estruturais. A ISRO privilegia o desenvolvimento de tecnologias endógenas, processos produtivos economicamente eficientes e uma força de trabalho altamente qualificada, ainda que com custos relativamente reduzidos (Hussain & Shahzad, 2023). Orientada pela lógica de "fazer mais com menos", a organização reutiliza tecnologias existentes e adota soluções inovadoras para maximizar a eficiência dos recursos disponíveis (Kapoor & Bhattacharya, 2022).

Para além das implicações tecnológicas, as missões de baixo custo da Índia produzem impactos geopolíticos e económicos relevantes. Estas iniciativas reforçam o prestígio internacional do país, ampliam a sua capacidade de atrair parcerias comerciais e científicas e consolidam a sua posição como fornecedor estratégico de serviços de lançamento para países sem acesso autónomo ao espaço (Firsing, 2024). Adicionalmente, os programas espaciais indianos apresentam aplicações diretas em áreas como o monitoramento ambiental, a gestão de desastres e as comunicações por satélite, gerando benefícios sociais concretos, especialmente para populações mais vulneráveis (Parvaiz, 2023).

Neste contexto, a trajetória da Índia projeta-se como um modelo alternativo de inserção no sistema espacial internacional, baseado na eficiência, na acessibilidade e na adaptação tecnológica. Os seus resultados inspiram uma nova geração de atores espaciais a desafiar paradigmas estabelecidos, reafirmando o potencial estratégico e transformador da exploração do espaço (Mwiya & Kalunga, 2024).

2.4. O papel do Brasil: indústria aeroespacial e bases de lançamento

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

O Brasil tem procurado consolidar a sua posição no setor aeroespacial, em particular no domínio das bases de lançamento, tirando partido da sua localização geográfica estratégica e de políticas públicas orientadas para a inovação tecnológica. A proximidade à linha do Equador constitui uma vantagem competitiva relevante para lançamentos orbitais, ao reduzir o consumo de combustível e permitir o envio de cargas mais pesadas (Mitchell, 2008; 2017). Esta característica posiciona o Centro de Lançamento de Alcântara (CLA), localizado no estado do Maranhão, como um ativo central para o desenvolvimento da indústria espacial brasileira e para a sua inserção no mercado internacional (Harding, 2015).

O CLA tem vindo a atrair crescente atenção global, sobretudo após a assinatura, em 2019, do Acordo de Salvaguardas Tecnológicas (Technology Safeguards Agreement – TSA) com os Estados Unidos. Este acordo visa proteger tecnologias sensíveis no contexto da utilização comercial da base, facilitando a operação por empresas internacionais (Nakahodo, 2021). Estudos apontam para o potencial de Alcântara em reforçar a posição do Brasil no mercado global, ao mesmo tempo que pode contribuir para mitigar desigualdades regionais (Durão, 2004). Paralelamente, a presença de empresas como a Embraer — uma das maiores fabricantes mundiais de aeronaves regionais — reforça a reputação do país como ator competitivo no domínio tecnológico aeroespacial, abrindo espaço para projetos mais avançados no setor (Alarcón & Loureiro, 2013).

Não obstante, o Programa Espacial Brasileiro (PEB) enfrenta desafios estruturais relevantes (Ugeda, 2017). Limitações orçamentais, entraves burocráticos e a escassez de mão de obra altamente qualificada têm condicionado o desenvolvimento do setor. A ampliação da integração internacional e o reforço da infraestrutura nacional surgem como condições necessárias para ultrapassar estes obstáculos (Nakahodo et al., 2024). A construção de uma base tecnológica competitiva encontra-se, assim, diretamente associada à ambição do Brasil de assumir um papel mais expressivo no mercado global (De Oliveira Matos, 2017).

A cooperação internacional tem sido uma estratégia central neste processo. Para além do acordo com os Estados Unidos, o Brasil mantém parcerias com instituições como a Agência Espacial Europeia (ESA), a Roscosmos (agência espacial russa) e a China, no âmbito do programa CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite). Estas colaborações permitem o acesso a tecnologias avançadas e facilitam a inserção do país nos mercados globais de lançamentos e serviços espaciais (Mitchell, 2008; Sarli et al., 2015).

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

Em janeiro de 2025, o Brasil instituiu a empresa pública Alada, ao abrigo da Lei n.º 15.083/2025, com a finalidade de explorar economicamente infraestruturas aeroespaciais, desenvolver tecnologias, gerir redes de satélites e apoiar o controlo do espaço aéreo. A empresa atuará igualmente no Centro Espacial de Alcântara, com acesso a recursos do Fundo Aeronáutico, embora os detalhes relativos ao seu orçamento global ainda não tenham sido divulgados.

2.5. A África do Sul como representante do continente africano

A África do Sul consolidou-se como um dos principais representantes do continente africano nos domínios político, económico e científico, alcançando avanços relevantes nos setores aeroespacial e tecnológico. No campo espacial, destaca-se a participação do país no projeto Square Kilometre Array (SKA), um dos maiores radiotelescópios do mundo (Dewdney et al., 2009). Uma parte significativa da infraestrutura do SKA encontra-se instalada na região do Northern Cape, cuja extensão territorial e características geográficas singulares não apenas favorecem a investigação científica, como também reforçam a posição da África do Sul como polo global de produção de conhecimento (Latimer, 2013).

Nos setores aeroespacial e de defesa, o país abriga empresas como a Denel Dynamics, envolvidas em projetos tecnológicos avançados com impacto regional e internacional. A participação de países africanos em programas espaciais — como a África do Sul e a Nigéria — sinaliza uma nova fase da corrida espacial, marcada pela entrada de nações emergentes que procuram fortalecer as suas capacidades tecnológicas e reduzir assimetrias históricas (Vidmar & Vermeylen, 2022). Neste contexto, a África do Sul assume um papel relevante como catalisadora de inovação científica e tecnológica à escala continental.

No plano político, o país exerce uma liderança expressiva como mediador no âmbito da União Africana e em fóruns multilaterais, como as Nações Unidas e o próprio BRICS. Conforme assinala Varada (2022), a sua atuação contribui não apenas para a promoção dos interesses africanos, mas também para a construção de uma narrativa de maior coesão e protagonismo do continente no sistema internacional. Esta liderança manifesta-se de forma particularmente evidente em debates globais sobre alterações climáticas, governança económica e segurança internacional, nos quais a África do Sul procura articular as demandas africanas em diálogo com agendas globais mais amplas.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

2.6. Outros países dos BRICS

Com a expansão do BRICS para incluir novos membros, como Egito, Emirados Árabes Unidos, Etiópia, Irão e, mais recentemente, Indonésia, em janeiro de 2025, o bloco passou a contar com dez membros plenos. Estes países introduzem perspetivas diversas e níveis diferenciados de desenvolvimento espacial, contribuindo para a diversificação do bloco e para o reforço das suas iniciativas. Cada um apresenta capacidades específicas e desafios próprios no domínio espacial, ampliando o alcance geopolítico e tecnológico do BRICS.

O Egito afirmou-se como um dos pioneiros do setor espacial africano com a criação da Egyptian Space Agency (EgSA), em 2019. O país tem priorizado o uso de satélites para monitorização ambiental, agricultura e gestão de recursos hídricos, áreas críticas para o desenvolvimento sustentável (Rubin, 2024). Paralelamente, mantém colaborações relevantes com potências espaciais como a China e a Rússia, procurando expandir a sua participação em projetos satelitais multilaterais no âmbito do BRICS.

Os Emirados Árabes Unidos destacam-se como um ator dinâmico no setor espacial, com iniciativas ambiciosas como a missão Mars Hope, lançada em 2020, que posicionou o país entre os protagonistas da exploração interplanetária (Firsing, 2024). O Mohammed bin Rashid Space Centre desempenha um papel central no desenvolvimento de satélites e na promoção de parcerias internacionais. A combinação entre infraestrutura avançada e elevados investimentos em tecnologias espaciais torna os Emirados um parceiro estratégico no BRICS, aportando capacidades técnicas e recursos financeiros (Rubin, 2025).

A Etiópia tem registado avanços relevantes com o lançamento do seu primeiro satélite, o ETRSS-1, em 2019, com apoio técnico da China (Gadisa, 2023). O país aposta na utilização de tecnologias espaciais para enfrentar desafios estruturais, como a insegurança alimentar e as alterações climáticas. A integração no BRICS abre oportunidades para o reforço da cooperação tecnológica e do acesso a financiamento, contribuindo para a consolidação das suas capacidades emergentes.

O Irão, por sua vez, dispõe de um programa espacial relativamente avançado (Tarikhi, 2009), com experiência no lançamento de satélites e no desenvolvimento de tecnologias de foguetões (Ruehl, 2022). Apesar das sanções internacionais que limitam a

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

sua inserção em redes globais de cooperação, o país utiliza o BRICS como plataforma para expandir parcerias e reforçar a sua presença geopolítica no setor espacial.

A Indonésia, que aderiu como membro pleno em janeiro de 2025, apresenta um programa espacial em rápida expansão (Lele, 2013), liderado pela National Research and Innovation Agency (BRIN). O país tem priorizado o desenvolvimento de satélites para telecomunicações e monitorização ambiental, em particular devido à sua elevada exposição a desastres naturais. A sua entrada reforça a presença do BRICS no Sudeste Asiático e amplia o alcance geoestratégico do bloco.

Para além dos membros plenos, países parceiros como Bielorrússia, Bolívia, Cazaquistão, Cuba, Malásia, Tailândia, Uganda, Uzbequistão e Nigéria participam nas discussões do BRICS sem direito de voto. Muitos destes Estados desenvolvem iniciativas espaciais emergentes e encaram o bloco como uma oportunidade para impulsionar os seus programas nacionais. O Cazaquistão, por exemplo, possui o cosmódromo de Baikonur, de relevância internacional para lançamentos espaciais (De Oliveira Matos et al., 2024), enquanto a Nigéria tem investido no uso de satélites para o desenvolvimento socioeconómico.

3. Recomendações para a cooperação espacial entre os BRICS

A cooperação espacial entre os BRICS apresenta um vasto potencial para integrar tecnologias espaciais com a gestão urbana, especialmente no contexto das cidades inteligentes. Os satélites permitem a recolha de dados em tempo real e o planejamento de infraestruturas. Por meio de iniciativas conjuntas, os BRICS podem desenvolver e partilhar tecnologias espaciais que facilitem a gestão de sistemas de transporte, o controlo de recursos hídricos e a eficiência energética nas cidades (Moltz, 2011). Esta sinergia pode contribuir para o desenvolvimento sustentável e para a resiliência das áreas urbanas, particularmente em países que enfrentam desafios significativos de urbanização, como a Índia, o Brasil e a África do Sul.

Os satélites têm centralidade no planejamento de infraestruturas para cidades inteligentes, permitindo a análise de dados geoespaciais para identificar padrões e tendências. Na China, por exemplo, o uso de dados satelitais tem facilitado a construção de sistemas avançados de transporte público e o controlo ambiental (Johnson-Freese, 2007). A Índia tem utilizado dados satelitais para gerir a sua *Smart Cities Mission*, que visa transformar 100 cidades indianas em polos tecnológicos e sustentáveis (Anand et al.,

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

2018). A África do Sul, por sua vez, implementou soluções baseadas em satélites para monitorizar a distribuição de água em áreas urbanas e rurais, contribuindo para a mitigação de crises hídricas (Clercq et al., 2018).

A cooperação espacial entre os BRICS possui também implicações relevantes para a segurança e a soberania tecnológica. O desenvolvimento de tecnologias espaciais autónomas reduz a dependência de sistemas estrangeiros e reforça a resiliência nacional. A Rússia e a China, enquanto líderes neste domínio, podem partilhar conhecimentos com os restantes membros, contribuindo para o desenvolvimento de capacidades locais e promovendo a interoperabilidade dos sistemas espaciais (Dolman, 2005). Esta independência tecnológica é igualmente fundamental para assegurar que os países do bloco possam proteger as suas infraestruturas críticas contra potenciais ameaças cibernéticas ou interferências externas.

A cooperação espacial entre os BRICS deve também ser acompanhada por um esforço contínuo de integração das tecnologias espaciais nas políticas públicas e nas estratégias nacionais. A formulação de quadros jurídicos que incentivem parcerias público-privadas e assegurem a utilização ética e sustentável dos dados espaciais é essencial para o sucesso destas iniciativas. Ao combinar recursos e conhecimentos, os BRICS têm o potencial de transformar a cooperação espacial num instrumento estratégico para enfrentar os desafios urbanos do século XXI e reforçar a sua influência global.

A seguir, apresentam-se algumas possibilidades concretas de maior interação no interior do bloco.

3.1. Uso compartilhado de satélites para comunicação e observação da Terra

O uso partilhado de satélites tornou-se uma solução viável e estratégica para responder à crescente procura por comunicação e observação da Terra. Este modelo cooperativo permite que diferentes países e organizações utilizem conjuntamente recursos espaciais, reduzindo custos, promovendo a troca de dados e otimizando o uso das infraestruturas existentes. Este enquadramento é particularmente relevante para países em desenvolvimento que enfrentam limitações financeiras ou tecnológicas na implementação de programas espaciais independentes (Moltz, 2012). A colaboração facilita ainda a inclusão de atores de menor dimensão no cenário global, ampliando o acesso às tecnologias espaciais.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

Os satélites de comunicação partilhados têm desempenhado um papel fundamental na conectividade global, especialmente em regiões remotas e de difícil acesso. Por exemplo, iniciativas como o satélite africano RASCOM-QAF1 demonstram como parcerias regionais podem melhorar a conectividade digital em áreas subdesenvolvidas (Ngcofe & Gottschalk, 2013). Ao reduzir a dependência de operadores privados internacionais, os países participantes reforçam a sua soberania tecnológica e ampliam o acesso a serviços como internet, telefonia e transmissão de dados para as suas populações.

No domínio da observação da Terra, os satélites partilhados têm contribuído significativamente para o monitoramento ambiental, agrícola e de desastres naturais. Programas como a iniciativa Sentinel da União Europeia ilustram como a partilha de dados espaciais pode beneficiar simultaneamente múltiplos países, fornecendo informação em tempo real para enfrentar crises como inundações e secas (Johnson-Freese, 2007). No contexto dos países BRICS e de outras nações em desenvolvimento, estes dados são essenciais para a implementação de políticas públicas mais eficazes e para a adaptação das suas economias às alterações climáticas.

A cooperação no uso de satélites gera também benefícios económicos, ao permitir a partilha dos custos de desenvolvimento, lançamento e operação. Parcerias de longa duração, como a colaboração entre Brasil e China no Programa CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite), ilustram o impacto positivo destas iniciativas, ao fornecer imagens de satélite acessíveis para o monitoramento agrícola e a preservação ambiental em ambos os países (Lino et al., 2000). Este modelo de cooperação inspira ainda novas iniciativas em regiões como África e Ásia, onde os países procuram integrar recursos para maximizar os benefícios da tecnologia espacial.

Apesar das suas vantagens, o uso partilhado de satélites enfrenta desafios relacionados com a governança e a proteção de dados. Como sublinha Klinger (2020), a definição de normas claras para a partilha de informação sensível, bem como a resolução de disputas quanto à prioridade de utilização dos satélites, constituem questões centrais para o sucesso destas iniciativas. A ausência de infraestruturas técnicas e jurídicas em alguns países pode limitar a plena utilização destas tecnologias, exigindo esforços conjuntos para o reforço das capacidades locais e a promoção de uma governança espacial inclusiva.

O uso partilhado de satélites representa uma oportunidade única para promover a universalização do acesso à observação espacial e impulsionar o desenvolvimento

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

sustentável. Através de parcerias globais e regionais, é possível ampliar o acesso às tecnologias espaciais e maximizar o seu impacto positivo em áreas como a conectividade, o monitoramento ambiental e a resiliência a desastres. A promoção de iniciativas de cooperação internacional no setor espacial deve constituir uma prioridade para governos e organizações globais, assegurando que os benefícios das tecnologias espaciais sejam acessíveis a todos.

3.2 Monitorização ambiental e cibersegurança

A monitorização ambiental tem emergido como um componente estratégico na preservação dos recursos naturais e na mitigação de desastres climáticos. A crescente adoção de tecnologias como sensores remotos, satélites e a Internet das Coisas (IoT) introduz desafios significativos relacionados com a cibersegurança (Raghuvanshi, 2024). A proteção de infraestruturas críticas e de dados ambientais é essencial para garantir o funcionamento seguro e eficiente destes sistemas, especialmente num contexto global altamente interconectado (Wei et al., 2024).

Os sistemas de monitorização ambiental dependem de grandes volumes de dados geoespaciais e climáticos, que frequentemente constituem alvos de ciberataques. Por exemplo, dados gerados por satélites, utilizados para prever eventos meteorológicos extremos, como furacões e inundações, podem ser manipulados, conduzindo a respostas inadequadas ou tardias a emergências ambientais. Neste contexto, a cibersegurança ultrapassa a mera proteção de dados, abrangendo igualmente a integridade e a disponibilidade das redes de comunicação que suportam estes sistemas. Estudos demonstram que a governança digital e a interoperabilidade jurídica são determinantes para o reforço da cibersegurança nos países dos BRICS, evidenciando a necessidade de políticas coordenadas e de recursos partilhados (Evgenii & Cocou, 2020; Yarygina & Krylova, 2023).

Infraestruturas críticas, como redes de satélites e sensores terrestres, revelam-se particularmente vulneráveis a ataques. Estas ações podem comprometer operações essenciais, incluindo a monitorização da qualidade da água, a previsão de desastres naturais e a gestão florestal. A proteção destes sistemas exige o desenvolvimento de protocolos de segurança avançados, incluindo a aplicação de tecnologias como a inteligência artificial e a blockchain. A descentralização proporcionada pela blockchain, por exemplo, assegura maior transparência e fiabilidade na proteção de dados ambientais

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

e na monitorização das emissões de carbono, frequentemente suscetíveis a manipulação e fraude (Rai & Rawat, 2022).

A cooperação internacional é indispensável para a padronização de protocolos de cibersegurança e para a promoção da troca de informação entre Estados. Iniciativas como o programa Copernicus da União Europeia constituem uma referência na integração entre dados ambientais e segurança digital. No contexto dos países dos BRICS, esta colaboração assume relevância acrescida, tendo em conta que muitos enfrentam limitações técnicas e financeiras na implementação de soluções avançadas (Sampene et al., 2021; Khan et al., 2023).

A integração entre cibersegurança e monitorização ambiental apresenta desafios, mas também oportunidades estratégicas, na medida em que a digitalização dos processos e a adoção de soluções tecnológicas avançadas não só aumentam a resiliência dos sistemas de monitorização, como também ampliam a sua eficácia em contextos de governança global. Investimentos coordenados em cibersegurança, tecnologias emergentes e cooperação internacional são indispensáveis para a proteção dos recursos naturais e para a promoção de um futuro sustentável (Azam, 2019; Ojekemi et al., 2022).

3.4. Interoperabilidade entre os sistemas de geoinformação dos BRICS

Firmemente ancorada em conceitos como a soberania digital, a interoperabilidade entre os sistemas de geoinformação dos países BRICS constitui um pilar fundamental para a integração de dados geoespaciais e para a resposta à crescente procura por soluções colaborativas em planejamento urbano, monitorização ambiental e desenvolvimento sustentável. A criação de uma infraestrutura de dados espaciais unificada entre os membros pode otimizar a troca de informação e reforçar políticas públicas integradas, ao mesmo tempo que impulsiona o progresso científico no uso da geoinformação, conforme destacado por Belli e Jiang (2024). Esta cooperação estratégica permite ao bloco enfrentar desafios globais relacionados com a sustentabilidade e a resiliência climática de forma coordenada (Gavrilenko e Shenshin, 2024).

China e Índia destacam-se no âmbito dos BRICS pela sua liderança tecnológica em sistemas de deteção remota e observação da Terra, com iniciativas como os satélites Cartosat da Índia, amplamente utilizados no planejamento urbano e na resposta a desastres (Belli, 2023). Esta interoperabilidade disponibiliza dados detalhados e abrangentes, essenciais para enfrentar questões complexas como a desflorestação, as

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

alterações climáticas e a segurança alimentar. Sistemas como o BeiDou, da China, e o GLONASS, da Rússia, oferecem uma base para a consolidação da integração técnica e para o desenvolvimento de serviços digitais interoperáveis (Luterová, 2016).

A partilha de geoinformação no seio dos BRICS apresenta igualmente elevado potencial para o reforço da infraestrutura digital e das iniciativas de cidades inteligentes. Satélites de alta resolução podem ser aplicados na gestão de recursos hídricos, nos sistemas de transporte público e na mitigação de desastres naturais, em alinhamento com as prioridades estratégicas do grupo (Gromova e Ferreira, 2024). A África do Sul, por exemplo, tem utilizado dados geoespaciais no mapeamento e desenvolvimento urbano, enquanto a Rússia tem ampliado o uso do sistema GLONASS em aplicações de larga escala (Carugati, 2022). A criação de um *hub* digital integrado entre os países membros facilitaria o acesso a informação estratégica por parte de governos e instituições científicas, promovendo inovações significativas no uso da geoinformação.

Todavia, desafios técnicos, políticos e institucionais continuam a dificultar o avanço da interoperabilidade. Barreiras como a padronização de formatos de dados, os protocolos de segurança e a governança da informação são evidentes, conforme discutido por Belli e Gaspar (2024). A superação destes obstáculos exige o desenvolvimento de acordos multilaterais que estabeleçam regras claras para o acesso e a utilização de dados geoespaciais, assegurando a proteção da soberania nacional ao mesmo tempo que promovem a cooperação internacional. A adoção de normas ISO e o reforço de quadros jurídicos interoperáveis são identificados como caminhos promissores para enfrentar estes desafios (Belli, 2021).

A interoperabilidade entre os sistemas dos BRICS pode também gerar benefícios económicos, como a otimização de projetos de infraestrutura e o aumento da eficiência nas cadeias produtivas agrícolas e industriais. A criação de novos mercados digitais baseados em dados geoespaciais tem potencial para impulsionar o crescimento económico, especialmente em regiões menos desenvolvidas dos países membros (Banga e Singh, 2019). Para concretizar este potencial, são necessários investimentos em capacitação técnica, investigação e inovação. A criação de centros de excelência em dados geoespaciais nos países BRICS constitui uma medida estratégica para promover a partilha de conhecimento, conforme proposto por Gromova e Ferreira (2024).

3.5. Criação de uma instância de governança espacial inteligente

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

A criação de uma instância de governança espacial inteligente tornou-se uma necessidade urgente no contexto atual, marcado pela rápida expansão da exploração e utilização do espaço. O número crescente de satélites em órbita, a implantação de megaconstelações comerciais e a competição entre Estados e empresas privadas exigem mecanismos globais para regular o uso sustentável do espaço exterior. Neste cenário, uma governança que integre tecnologias emergentes, como a inteligência artificial (IA) e o blockchain, poderá monitorizar, gerir e regular estas atividades de forma transparente e eficaz (Banga & Singh, 2019).

Um dos desafios críticos que esta instância deve enfrentar diz respeito à gestão de detritos espaciais, que representam uma ameaça significativa às operações orbitais. Soluções preditivas baseadas em IA podem ser implementadas para rastrear detritos e mitigar riscos de colisão. A governança inteligente poderá incentivar práticas alinhadas com a economia circular, como a reutilização de satélites e veículos espaciais, ao mesmo tempo que estabelece normas globais para a gestão de resíduos espaciais. Estes esforços articulam-se com iniciativas de infraestruturas de dados espaciais (Spatial Data Infrastructure – SDI), essenciais para integrar informação e apoiar a tomada de decisão em contextos complexos (Hashmi et al., 2021; Bondarenko, 2013).

Devem igualmente ser promovidas políticas que assegurem a distribuição equitativa dos benefícios derivados do espaço. Países emergentes enfrentam desafios significativos no acesso às tecnologias espaciais, o que agrava as desigualdades tecnológicas. Uma instância de governança espacial inteligente poderá desenvolver programas de capacitação e fomentar parcerias internacionais para incluir estes países. Deste modo, o espaço será gerido como um recurso global, em consonância com os princípios da governança colaborativa (Georgiadou et al., 2006; Papaskiri et al., 2019), com um papel central para a governança estruturada no âmbito do BRICS.

As questões relacionadas com a segurança e a soberania dos dados espaciais também exigem atenção. O avanço das tecnologias de deteção remota e dos satélites de alta resolução intensifica as preocupações relativas à privacidade e ao uso ético dos dados espaciais. O estabelecimento de normas claras para a recolha, armazenamento e partilha desses dados poderá prevenir abusos e reforçar a confiança mútua entre os diversos atores envolvidos, assegurando proteção contra ameaças cibernéticas através de infraestruturas digitais robustas (Kalil, 2015; Câmara et al., 2006).

Para garantir uma governança eficaz, é necessário um enquadramento multilateral, que reúna governos, organizações internacionais, empresas privadas e a academia. O

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

modelo do Comité das Nações Unidas para os Usos Pacíficos do Espaço Exterior (COPUOS) constitui um ponto de partida, mas torna-se imperativo integrar tecnologias e práticas inovadoras para responder às exigências contemporâneas. Ferramentas digitais e plataformas colaborativas podem facilitar a tomada de decisão em tempo real, promovendo transparência e alinhamento entre os atores globais (Bondarenko, 2013; Georgiadou et al., 2006).

Por fim, a criação de uma instância de governança espacial inteligente deve priorizar a sustentabilidade de longo prazo, em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas. O espaço exterior assume um papel cada vez mais estratégico no monitoramento climático, na agricultura de precisão e na conectividade global. Uma governança eficaz deve assegurar que as operações espaciais contribuam para o bem-estar coletivo, gerando bens públicos intangíveis no âmbito do BRICS, ao mesmo tempo que evita impactos adversos, como a militarização do espaço ou a exploração excessiva de recursos extraterrestres (Dzulhisham, 2024; Papaskiri et al., 2019).

Conclusões

A partir de uma perspetiva astropolítica, os BRICS identificam uma oportunidade estratégica ao implementar medidas como a interoperabilidade de sistemas de geoinformação, a monitorização ambiental e a governança espacial inteligente. Estas ações apresentam potencial para consolidar o bloco como um ator central na governança global do espaço, oferecendo alternativas à tradicional predominância das potências ocidentais e promovendo multiralidade e inclusão na utilização do espaço exterior. Num contexto em que a exploração espacial se expande exponencialmente, com megaconstelações de satélites e novas iniciativas comerciais, o desenvolvimento de um quadro de governança inteligente torna-se fundamental para a eficiência, segurança e sustentabilidade das operações espaciais.

A integração dos sistemas de geoinformação entre os países dos BRICS permite a criação de uma rede robusta e interligada de dados geoespaciais, com benefícios diretos para áreas como a agricultura, o planejamento urbano e a monitorização climática. Esta cooperação reduz a dependência de sistemas provenientes de países desenvolvidos, reforça a soberania tecnológica do bloco e gera soluções inovadoras com potencial de inserção nos mercados globais, ampliando a influência económica e tecnológica dos BRICS no cenário internacional.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

A utilização partilhada de satélites e a monitorização ambiental ilustram igualmente como o bloco pode articular sustentabilidade e inovação tecnológica. A partir do aproveitamento de dados provenientes de sistemas satelitais integrados, os BRICS podem mitigar crises ambientais, monitorizar a desflorestação, prever desastres naturais e gerir recursos hídricos. Simultaneamente, a adoção de protocolos avançados de cibersegurança protege os sistemas espaciais contra ameaças externas, assegurando a integridade e a fiabilidade da informação. Este conjunto de medidas permite ao bloco contribuir para objetivos globais, como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), ao mesmo tempo que se posiciona como referência no uso ético e responsável das tecnologias espaciais.

A implementação de um quadro de governança espacial inteligente pelos BRICS reforça igualmente a sua influência geopolítica. Ao promover a inclusão de países emergentes e parceiros na utilização do espaço, o bloco não apenas consolida a sua posição em fóruns internacionais, como também contribui para a definição de normas globais de exploração espacial, com base em sistemas como o Glonass e o BeiDou. Esta seria uma hipótese multilateral que confere maior legitimidade e capacidade negocial ao grupo, permitindo-lhe participar ativamente na formulação de regras relativas à gestão de detritos espaciais, ao uso sustentável de recursos extraterrestres e à governança de dados espaciais.

As medidas propostas oferecem aos BRICS uma plataforma para consolidar a sua posição na astropolítica global. A combinação de tecnologias avançadas, cooperação internacional e compromisso com uma governança responsável configura um modelo de utilização do espaço que equilibra inovação, soberania e sustentabilidade. Ao liderar esta agenda, os BRICS demonstram que o espaço pode ser gerido como um bem comum global, beneficiando não apenas as nações mais poderosas, mas promovendo também o bem-estar coletivo e o progresso da humanidade.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

REFERÊNCIAS

ALARCÓN, J. E. G.; LOUREIRO, G. *The Leader Company's Innovation Strategy and its Role Within the Aerospace Industry in Sao Jose Dos Campos: Brazil*. In: PRASAD, B. (org.). *Concurrent Engineering Approaches for Sustainable Product Development in a Multi-Disciplinary Environment: Proceedings of the 19th ISPE International Conference on Concurrent Engineering*. London: Springer, 2013. p. 95-106.

ALBINO, V.; BERARDI, U.; DANGELICO, R. M. Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives. *Journal of Urban Technology*, v. 22, n. 1, p. 3–21, 2015.

ALIBERTI, M.; EUROPEAN SPACE POLICY INSTITUTE. *When China Goes to the Moon*. Cham: Springer International Publishing, 2015. v. 11.

AL-RODHAN, Nayef. The New Space Race. *The National Interest*, n. 156, p. 67-74, 2018.

ANAND, A.; SREEVATSAN, A.; TARAPOREVALA, P. *An overview of the smart cities mission in India*. New Delhi: Centre for Policy Research, 2018. p. 1-17.

AVACHAT, Vaibhavi. Rocket Science for The Space Race. *Available at SSRN 4674802*, 2023. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4674802. Acesso em 30 de março de 2026

AZAM, M. Relationship between energy, investment, human capital, environment, and economic growth in four BRICS countries. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 26, n. 33, p. 34388-34400, 2019.

BANGA, R.; SINGH, P. J. BRICS digital cooperation for industrialization. *Centre for Competition Regulation and Economic Development, University of Johannesburg*, Working Paper, n. 4, 2019.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

BELLI, L. CyberBRICS: A multidimensional approach to cybersecurity for the BRICS. In: BELLI, L. (org.). *CyberBRICS: Cybersecurity Regulations in the BRICS Countries*. p. 1-33, 2021.

BELLI, L.; JIANG, M. Digital Sovereignty in the BRICS: Structuring Self-determination, Cybersecurity, and Control. *Cybersecurity, and Control*, 10 maio 2024. [Pré-publicação].

BELLI, L.; GASPAR, W. B.; JASWANT, S. S. Data sovereignty and data transfers as fundamental elements of digital transformation: Lessons from the BRICS countries. *Computer Law & Security Review*, v. 54, 106017, 2024.

BELLI, L.; ZINGALES, N. Interoperability to foster open digital ecosystems in the BRICS countries. *Chinese Academy of Cyberspace Studies; Xinhua Institute; China Institute of International Studies*, 2023.

BERGAN, B. *Corrida Espacial 2.0: SpaceX, Blue Origin, Virgin Galactic, NASA, and the Privatization of the Final Frontier*. Minneapolis: Motorbooks International, 2022.

BONDARENKO, E. Spatial Data Infrastructure Solutions to Contemporary Problems of the Region. *Human Geography Journal*, v. 15, n. 2, p. 29-33, 2013.

CÂMARA, G. et al. Networks of innovation and the establishment of a spatial data infrastructure in Brazil. *Information Technology for Development*, v. 12, n. 4, p. 255-272, 2006.

CARUGATI, R. The Sino-Russian Partnership and the Bipolarization of the World. *Policy*, 2022. Disponível em: https://ras-nsa.ca. Access in 6/6/2025.

CHANDRASHEKAR, S. *China's Space Programme: From the Era of Mao Zedong to Xi Jinping*. Cham: Springer, 2022.

CLERCQ, W. D. et al. Water research in southern Africa: data collection and innovative approaches towards climate change adaption in the water sector. In: HIMMELSBACH, T. et al. (org.). *Climate change and adaptive land*

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

management in southern Africa: assessments, changes, challenges, and solutions. v. 6, p. 54-65, 2018.

CROSS, M. A. K. D. The social construction of the space race: then and now. *International Affairs*, v. 95, n. 6, p. 1403-1421, 2019.

CURTIS, S.; KLAUS, I. *The Belt and Road City: Geopolitics, Urbanization, and China's Search for a New International Order*. New Haven: Yale University Press, 2024.

DE OLIVEIRA MATOS, P. et al. Geohistorical changes and space exploration: a study of the Baikonur Cosmodrome. *Revista InterAção*, v. 15, n. 1, e85565, 2024.

DE OLIVEIRA MATOS, P. Industrial base defence: an analysis of the space systems industry in Brazil. In: SOARES, A.; TOKATLIAN, J. (org.). *Culture and Defence in Brazil*. London: Routledge, 2017. p. 39-49.

DEWDNEY, P. E. et al. The square kilometre array. *Proceedings of the IEEE*, v. 97, n. 8, p. 1482-1496, 2009.

DOLMAN, E. *Astropolitik: Classical Geopolitics in the Space Age*. London: Routledge, 2020.

DROZHASHCHIKH, E. Corrida Espacial 2.0: shifting to Asia. *Religiski-filozofiski raksti*, v. 26, n. 2, p. 258-281, 2019.

DURÃO, O. S. C. Applications, results, perspectives and consequences of a 25 years old space program in a developing country. In: *55th International Astronautical Congress of the International Astronautical Federation, the International Academy of Astronautics, and the International Institute of Space Law*. 2004. p. IAA.4.11.1.06.

DZULHISHAM, H. E. Iran's geopolitical gamble in turning to BRICS. *RSIS Commentaries*, n. 186-24, 2024.

EVGENII, N.; COCOU, M. M. Unified digital law enforcement environment – necessity and prospects for creation in the BRICS countries. *BRICS Law Journal*, v. 7, n. 2, p. 66-93, 2020.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

FIRSING, S. BRICS is winning the new space race. *International Policy Digest*, 2024.

FOX, S. J. Policing mining: in outer-space greed and domination vs. peace and equity—A governance for humanity! *Resources Policy*, v. 64, 101485, 2019.

GADISA, D. Odyssey of Ethiopia's space program: revealing the past and changing the future. *Journal of Space Safety Engineering*, v. 10, n. 2, p. 245-255, 2023.

GAVRILENKO, V.; SHENSHIN, V. BRICS expansion: a geopolitical triumph of partner countries. *BRICS Law Journal*, v. 11, n. 3, p. 9-53, 2024.

GEORGIADOU, Y.; BERNARD, L.; SAHAY, S. Implementation of spatial data infrastructures in transitional economies: editorial introduction to part one of the special issue. *Information Technology for Development*, v. 12, n. 4, p. 247-253, 2006. DOI: https://doi.org/10.1002/itdj.20046.

GOSWAMI, N. India's space program, ambitions, and activities. *Asia Policy*, v. 15, n. 2, p. 43-49, 2020.

GROMOVA, E.; FERREIRA, D. B. On the way to BRICS+ digital sovereignty: opportunities and challenges of a new era. *BRICS Law Journal*, v. 11, n. 3, p. 54-69, 2024.

HARDING, R. C. Emerging space powers of Latin America: Argentina and Brazil. In: PISANELLO, J. (org.). *Yearbook on Space Policy 2012/2013: Space in a Changing World*. Cham: Springer, 2015. p. 221-231.

HARFORD, J. *Korolev: How One Man Masterminded the Soviet Drive to Beat America to the Moon*. New York: John Wiley & Sons, 1999.

HARVEY, B. *Europe's Space Programme: To Ariane and Beyond*. London: Springer-Praxis, 2003.

HARVEY, B. *The Rebirth of the Russian Space Program: 50 Years After Sputnik, New Frontiers*. London: Springer-Praxis, 2007.

HARVEY, B. *China in Space: The Great Leap Forward*. Cham: Springer Nature, 2019.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

HASHMI, A.; AHMAD, M. A.; NAWAZ, M. A. The role of coordination, decision making and spatial data infrastructure on the disaster management in Pakistan: moderating role of information system. *Review of Applied Management and Social Sciences*, v. 4, n. 1, p. 79-91, 2021.

HAVERCROFT, J.; DUVALL, R. Critical astropolitics: the geopolitics of space control and the transformation of state sovereignty. In: MOLTZ, J. C. (org.). *Securing Outer Space*. London: Routledge, 2009. p. 50-66.

HENDRICKX, B.; VIS, E. *Energiya-Buran: The Soviet Space Shuttle*. London: Springer-Praxis, 2007.

HILLMAN, J. E.; McCALPIN, M. *Watching Huawei's "Safe Cities"*. Washington, DC: Center for Strategic and International Studies (CSIS), 2022.

HUNTRESS, W. T. *Soviet Space Science*. Cham: Springer, 2014.

HUSSAIN, S.; SHAHZAD, K. India's quest for 'global space and influence' through the 'outer space' domain. *Journal of Space Safety Engineering*, v. 10, n. 3, p. 351-365, 2023.

JOHNSON, S. B. *The Secret of Apollo: Systems Management in American and European Space Programs*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2012.

JOHNSON-FREESE, J. *The Chinese Space Program: A Mystery Within a Maze*. Malabar: Krieger Publishing Company, 1998.

JOHNSON-FREESE, J. *Space as a Strategic Asset*. New York: Columbia University Press, 2007.

KAHN, M. Prospects for cooperation in science, technology and innovation among BRICS members. In: STUENKEL, O. (org.). *BRICS and Global Governance*. London: Routledge, 2018. p. 168-186.

KALIL, A. M. *Spatial Metrics and Urban Planning*. Washington, DC: American University, 2015.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

KAPOOR, L.; BHATTACHARYA, S. *How India Achieves Space Mission Success on a Shoestring Budget: A Lesson in Economic Efficiency*. [S.l.]: [s.n.], [s.d.].

KHAN, Y. et al. Analyzing the impact of natural resources and rule of law on sustainable environment: a proposed policy framework for BRICS economies. *Resources Policy*, v. 86, 104070, 2023.

KLINGER, J. M. Environmental geopolitics and outer space. *Geopolitics*, v. 26, n. 3, p. 747–767, 2021.

KLINGER, J. *China, Africa, and the Rest: Recent Trends in Space Science, Technology, and Satellite Development*. Working Paper No. 2020/38. Washington, DC: China Africa Research Initiative (CARI), School of Advanced International Studies (SAIS), Johns Hopkins University, 2020. Disponível em: https://hdl.handle.net/10419/248166. Acesso em 30 de março de 2026

KONONKOVA, N.; BULGAKOVA, Y.; outros. The concept of global public goods in contemporary international relations between Russia and China. *BRICS Journal of Economics*, 2021. Disponível em: https://brics-econ.arphahub.com. Acesso em 30 de março de 2026

KRIGE, J.; RUSSO, A. *Europe in Space, 1960–1973*. Noordwijk: ESA Publications Division, 1994.

KULACKI, G.; LEWIS, J. A place for one's mat: China's space program, 1956–2003. *American Academy of Arts and Sciences*, 2009.

LARSEN, B. *The geopolitics of AI and the rise of digital sovereignty*. United States of America: Brookings Institution, 2022. Disponível em: https://coilink.org/20.500.12592/swc5mh. Acesso em: 26 jan. 2025.

LATIMER, A. *The Space Race*. Cape Town: Penguin Random House South Africa, 2013.

LELE, A. *Asian Space Race: Rhetoric or Reality?* Cham: Springer Science & Business Media, 2012.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

LELE, A.; LELE, A. Space investments: Southeast Asia. In: LELE, A. *Asian Space Race: Rhetoric or Reality?* Cham: Springer, 2013. p. 109–121.

LINO, C. D. O.; LIMA, M. G. R.; HUBSCHER, G. L. CBERS—An international space cooperation program. *Acta Astronautica*, v. 47, n. 2–9, p. 559–564, 2000.

LOGSDON, J. M. *After Apollo? Richard Nixon and the American Space Program*. London: Palgrave Macmillan, 2015.

LUTEROVÁ, T. Země BRICS – nový faktor ekonomického vývoje ve světové ekonomice na počátku 21. století – základní přehled. [S.l.: s.n.], 2016.

MARIA, N. BRICS: dialectics of unity and diversity as a key to successful global cooperation. *BRICS Law Journal*, v. 4, n. 4, p. 145–151, 2017.

McCAULEY, M. Russia since 1917: the rise and fall of the Soviet state. In: McCAULEY, M. *The Rise and Fall of the Soviet Union*. London: Routledge, 2014.

MITCHELL, S. T. *Relaunching Alcântara: Space, Race, Technology, and Inequality in Brazil*. Chicago: The University of Chicago, 2008.

MITCHELL, S. T. *Constellations of Inequality: Space, Race, and Utopia in Brazil*. Chicago: University of Chicago Press, 2017.

MOLTZ, J. *The Politics of Space Security: Strategic Restraint and the Pursuit of National Interests*. Stanford: Stanford University Press, 2011.

MOLTZ, J. C. *Asia's Space Race: National Motivations, Regional Rivalries, and International Risks*. New York: Columbia University Press, 2012.

MWIYA, F.; KALUNGA, W. S. A shining example of low-cost space exploration: the success of India's space program. *Acceleron Aerospace Journal*, v. 3, n. 3, p. 505–507, 2024.

NAKAHODO, S. N. Should space be part of a development strategy? Reflections based upon the Brazilian experience. *New Space*, v. 9, n. 1, p. 19–26, 2021.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

NAKAHODO, S. N.; FONSECA, L.; PEREIRA, A. L. Developing a sustainable financial framework for emerging spacefaring nations: the case of Brazil. *New Space*, v. 12, n. 2, p. 88–100, 2024.

NAM, T.; PARDO, T. A. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. In: *Proceedings of the 12th Annual International Digital Government Research Conference: Digital Government Innovation in Challenging Times*. New York: ACM, 2011. p. 282–291.

NGCOFE, L.; GOTTSCHALK, K. The growth of space science in African countries for Earth observation in the 21st century. *South African Journal of Science*, v. 109, n. 1, p. 1–5, 2013.

OJEKEMI, O. S. et al. Toward a sustainable environment and economic growth in BRICS economies: do innovation and globalization matter? *Environmental Science and Pollution Research*, v. 29, n. 38, p. 57740–57757, 2022.

PAPASKIRI, T. V. et al. Digital land management. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Bristol: IOP Publishing, 2019. v. 350, n. 1, p. 012065.

PARVAIZ, A. India's space missions spark science funding debate. *SciDev.net-Enterprise*, 2023.

PASCO, X. *Le Nouvel Âge Spatial: De la Guerre Froide au New Space*. Paris: CNRS Éditions, 2017.

PEKKANEN, S. M. Governing the new space race. *AJIL Unbound*, v. 113, p. 92–97, 2019. DOI: https://doi.org/10.1017/aju.2019.16.

RAGHUVANSHI, R. et al. Artificial intelligence for smart city development in BRICS economies: opportunities and challenges. In: *Handbook of Artificial Intelligence for Smart City Development*. [S.l.]: [s.n.], 2024. p. 173–208.

RAI, S. K.; RAWAT, A. Exploring the nexus between environment quality, economic development and industrialization in BRICS nations: the role of technological

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

innovation and income inequality. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 29, n. 25, p. 37842–37853, 2022.

RAJAGOPALAN, R. *The Global Corrida Espacial 2.0*. Índia: Observer Research Foundation, 2018. Disponível em: https://coilink.org/20.500.12592/czqwhn. Acesso em: 26 jan. 2025.

RUBIN, L. A Middle East space race? Motivations, trajectories, and regional politics. *Space Policy*, 101608, 2024.

RUBIN, L. Racing to the heavens? Comparing Middle East space programs. In: PACE, S. et al. (org.). *Routledge Handbook of Space Policy*. London: Routledge, 2025. p. 528–542.

RUEHL, J. P. The Ukraine war is accelerating the new space race. *CounterPunch*, 2022.

SAMPENE, A. et al. Analysis of the BRICS countries' pathways towards a low-carbon environment. *BRICS Journal of Economics*, v. 2, n. 4, p. 77–102, 2021.

SARLI, B. et al. South American space era. In: *66th International Astronautical Congress – IAC 2015*, Jerusalém. Anais [...]. Paris: IAF, 2015. p. 11.

SEEDHOUSE, E. *SpaceX: Making Commercial Spaceflight a Reality*. Cham: Springer Science & Business Media, 2013.

SIDDIQI, A. A. *Challenge to Apollo: The Soviet Union and the Space Race, 1945–1974*. Washington, DC: NASA History Division, 2000. Disponível em: https://ntrs.nasa.gov. Acesso em 30 de março de 2026

SIDDIQI, A. A. *Beyond Earth: A Chronicle of Deep Space Exploration*. Washington, DC: NASA History Division, 2018.

STOVPETS, O.; SVYRYDENKO, D. Chinese perspectives in the "space race" through the prism of global scientific and technological leadership. *Philosophy and Cosmology*, v. 25, p. 57–68, 2020.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

SULTAN, B.; MAHMOOD, A. BRICS space diplomacy and response of non-Western countries: the inscription of neo-functionalism. *Journal of Humanities, Social and Management Sciences (JHSMS)*, v. 3, n. 1, p. 351–365, 2022.

SUZUKI, K. Space policies of Japan, China and India: comparative policy logic analysis. *Ritsumeikan Kokusai Kenkyu (立命館国際研究)*, v. 31, n. 5, 2019.

TARIKHI, P. Iran's space programme: riding high for peace and pride. *Space Policy*, v. 25, n. 3, p. 160–173, 2009.

UGEDA, Luiz. *Direito administrativo geográfico: fundamentos na geografia e na cartografia oficial do Brasil*. Brasília: Geodireito, 2017.

VARADA, P. The space race expands. *Harvard International Review*, v. 43, n. 2, p. 40–43, 2022.

VIDMAR, Matjaz; VERMEYLEN, Saskia. Utopias and realities: the new space race. *EASST Review*, v. 28, [s. n.], [s.d.].

WEI, H.; YUE, G.; KHAN, N. U. Uncovering the impact of fintech, natural resources, green finance and green growth on environment sustainability in BRICS: an MMQR analysis. *Resources Policy*, v. 89, 104515, 2024.

WILLIAMSON, I. et al. *Land Administration for Sustainable Development*. Redlands, CA: ESRI Press Academic, 2010. 487 p.

YARYGINA, I.; KRYLOVA, L. BRICS investment policy in contemporary environment. *BRICS Journal of Economics*, v. 4, n. 2, p. 193–208, 2023.

ZAK, A. *Russia in Space: The Past Explained, The Future Explored*. Ontario: Apogee Books, 2014.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.16042

Declaração de conflito de interesse

Os autores declaram que não há conflito de interesse.

Declaração de disponibilidade de dados da pesquisa

Todo o conjunto de dados de apoio aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

Declaração de uso de IA

Na ausência de legislação específica, a pesquisa utilizou ferramentas de inteligência artificial com base em prompts autorais dos autores, observando referenciais internacionais aplicáveis, em especial a ISO/IEC 23894:2023 (gestão de risco em IA), bem como normas complementares relativas à segurança da informação (ISO/IEC 27001:2022), qualidade de dados (ISO/IEC 25012:2008), imparcialidade (ISO/IEC TR 24027:2021) e governança (ISO/IEC 38507:2023). As ferramentas foram empregadas como suporte à organização de temas técnicos e à sistematização de dados, sem autonomia decisória ou autoria. Todo o conteúdo foi integralmente concebido, validado e revisado pelos autores, que assumem responsabilidade plena pelos resultados apresentados.

Declaração de contribuição dos autores (CRediT):

Luiz Ugeda e Karine Sanches: conceitualização, metodologia, pesquisa, curadoria de dados, análise de dados, redação do manuscrito original, redação – revisão e edição, validação e supervisão.

Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença Creative Commons CC-BY.
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.