



Uma visão evolutiva das missões espaciais na América do Sul

João Dallamuta¹, Leonel Fernando Perondi², Mônica Elizabeth Rocha de Oliveira³

¹Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brasil

Aluno de Doutorado do curso de Eng. e Gerenciamento de Sistemas Espaciais (CSE)

² Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brasil

Orientador acadêmico. Coordenação-Geral de Engenharia e Tecnologia Espacial – (CGETE)

³ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brasil

Coorientadora acadêmica. Coordenação-Geral de Gestão Organizacional.

joaol@utfpr.edu.br

Resumo. *Com o crescente número de nações e organizações públicas e privadas desenvolvendo atividades espaciais, nas últimas duas décadas, na América do Sul, houve aumento na diversidade de trajetórias evolutivas de programas espaciais na região. A evolução de cada programa proporciona informações relevantes para o estudo de temas tais como benchmark, inteligência competitiva e políticas e estratégias espaciais. Este artigo propõe um modelo de análise evolutiva de um programa espacial, baseado em arcabouço desenvolvido originalmente por WOOD e WEIGEL [2009]. O modelo baseia-se em um conjunto de cinco marcos institucionais e tecnológicos: I) estabelecimento de uma agência espacial; II) capacidade de integração de pequenos satélites; III) operação de satélites adquiridos de fornecedores externos; IV) capacidade de construção de satélites; V) capacidade de lançamento orbital. O modelo é aplicado a missões espaciais já realizadas na América do Sul. Os resultados permitem uma visão de conjunto da evolução dos programas espaciais na região.*

Palavras-chave: Modelo de Análise; América do Sul; Políticas Espaciais

1 INTRODUÇÃO

Na América do Sul, dez nações desenvolvem atividades espaciais, envolvendo missões com diferentes níveis de complexidade. Nos últimos 35 anos, até o mês de setembro de 2021, foram desenvolvidas 92 missões, considerando-se o desenvolvimento de satélites nacionais, a compra de satélites de fornecedores externos e a integração de pequenos satélites, principalmente CubeSats.



Argentina e Brasil possuem, conjuntamente, capacidade de projeto, construção, testes e operação de satélites, tanto de telecomunicações, quanto de observação da terra, em frequências ótica e radar. Nos últimos 27 anos, desenvolveram 43 missões. Nações como Bolívia, Chile, Peru e Venezuela operam satélites de observação da terra, com alta resolução, e satélites de telecomunicações, comprados de fornecedores Europeus e Asiáticos (China). Os demais países, Colômbia, Equador, Paraguai e Uruguai, desenvolvem atividades de integração de pequenos satélites, do tipo Cubesat com tecnologia COTS (Commercial Off-the-Shelf). Todos os dez países possuem organizações governamentais gestoras dos respectivos programas espaciais.

A Tabela 1 mostra o número de missões espaciais já desenvolvidas pelos países latino-americanos acima referidos e relaciona a organização governamental correntemente responsável pelo programa. As missões são classificadas em três categorias:

- fabricação: missões projetadas e construídas nacionalmente, de forma autônoma ou em programa de cooperação;
- compra: missões adquiridas de fornecedores externos e operadas pelo comprador;
- nanosat: missões com plataforma orbital de massa inferior a 13 kg, cujos componentes de prateleira, adquiridos internacionalmente, foram integrados pela organização nacional responsável pelo satélite.

Tabela 1. Missões espaciais e relação de agências espaciais relativas a dez países latino-americanos. Fonte: Gunter's Space Page e <https://www.nanosats.eu>

Nação	Organização Governamental	Formação	Satélites		
			Fabricação	Compra	Nanosat
Argentina (AR)	Comisión Nacional de Actividades Espaciales	1991	30	1	10
Bolívia (BL)	Agencia Boliviana Espacial	2012	-	1	0
Brasil (BR)	Agência Espacial Brasileira	1994	13	14	8
Chile (CH)	Consejo de Ministros para el Desarrollo Digital y espacial	2013	-	3	1
Colômbia (CO)	Comisión Colombiana del Espacio	2006	-	-	2
Equador (EQ)	Instituto Espacial Ecuatoriano	2012	-	-	2
Paraguai (PG)	Agencia Espacial del Paraguay	2014	-	-	1
Uruguai (UG)	Centro de Investigación y Difusión Aeronáutico-Espacial	1975	-	-	1
Peru (PE)	Agencia Espacial del Perú	2007	-	1	1
Venezuela (VZ)	Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales	2005	-	3	0
Totais			43	23	26

Fonte: Gunter's Space Page e <https://www.nanosats.eu>

Uma grande variedade de programas e projetos, que apresentam diferentes níveis de desenvolvimento tecnológico e objetivos, torna-se desafiador estabelecer métricas que permitam comparações de ciclo evolutivo e de carácter tecnológico entre os diversos programas nacionais. A métrica tradicional costuma utilizar o orçamento nacional dedicado às atividades espaciais como elemento estruturante.



Está métrica, geralmente, desconsidera questões como qualificação da mão de obra local, capacitação tecnológica e, sobretudo, o esforço nacional dispendido no desenvolvimento do programa ou missão. A simples comparação de orçamentos, assim, apresenta limitações.

Há notável deficiência de literatura que apresente dados e estudos sobre a tecnologia, as compras e as cooperações realizadas pelos países em desenvolvimento, na área espacial. Partindo deste fato, Wood e Weigel (2009) propõem um modelo, denominado *The Space Technology Ladder*, que oferece um roteiro idealizado, através de quatro grandes categorias de tecnologia, para caracterização do caminho de desenvolvimento de um programa nacional: I) estabelecimento de uma agência espacial nacional; II) possuir e operar um satélite na órbita baixa da terra; III) possuir e operar um satélite na órbita Geoestacionária; e IV) capacidade de lançamento. O modelo está sintetizado na Tabela 2.

Tabela 2. Modelo *The Space Technology Ladder*.

13	Launch Capability	Launch Capability: Satellite to GEO
12		Launch Capability: Satellite to LEO
11	Satellite in GEO	GEO Satellite: Build Locally
10		GEO Satellite: Build through Mutual International Collaboration
9		GEO Satellite: Build Locally with Outside Assistance
8		GEO Satellite: Procure
7	Satellite in LEO	LEO Satellite: Build Locally
6		LEO Satellite: Build through Mutual International Collaboration
5		LEO Satellite: Build Locally with Outside Assistance
4		LEO Satellite: Build with Support in Partner's Facility
3		LEO Satellite: Procure with Training Services
2	Space Agency	Space Agency: Establish Current Agency
1		Space Agency: Establish First National Space Office

Fonte: Wood e Weigel, 2009

Neste artigo, busca-se adaptar o modelo *The Space Technology Ladder* para aplicação em programas espaciais da América do Sul. Após exposição acerca da lógica utilizada na adaptação, apresenta-se o modelo proposto e os resultados de sua aplicação aos programas espaciais sul-americanos, a qual objetiva prover uma visualização comparativa da linha de evolução destes programas, nas últimas três décadas.

2 METODOLOGIA

O artigo desenvolve uma adaptação do modelo de Wood e Weigel (2009), baseada em dados atualizados e específicos acerca de programas e projetos desenvolvidos por um conjunto de países latino-americanos.

Para a validação do modelo proposto, foram utilizados, como entrada para o modelo, dados históricos de missões espaciais de dez países latino-americanos, gerando uma visualização de sua evolução nas últimas três décadas.



3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo de Wood e Weigel (WW) (2009), apresentado na Tabela 2, necessita, de ajustes para aplicação a programas espaciais emergentes, como os desenvolvidos na América do Sul, conforme a avaliação que segue.

O Modelo WW apresenta uma escala tecnológica que classifica satélites em órbita geoestacionária como realizações acima da de um satélite de órbita baixa, como seria esperado, dados os maiores custos e complexidade de missões geoestacionárias. Porém, missões com satélites geoestacionários provindos de aquisições externas são valoradas, tecnicamente, como mais relevantes que aquelas de baixa órbita terrestre, desenvolvidas através de provedores locais. Do ponto de vista do esforço nacional de qualificação para inserção em cadeias internacionais de desenvolvimento e fabricação de sistemas espaciais, objetivo econômico da maioria dos programas, o modelo apresenta, assim, inconsistência na classificação de processos de aquisição de satélites geoestacionários. Exemplificando, conforme o Modelo WW, satélites geoestacionários adquiridos de fornecedor externo, como os Brasilsat A1 e A2, adquiridos nos anos 80, teriam o valor (8) na escala, enquanto os satélites da série SCD, SACI e CBERS, projetados e construídos através de esforço próprio, na década seguinte, teriam pontuação entre (6) e (7), o que não parece refletir o esforço e a capacitação locais envolvidos na realização dos dois eventos.

O modelo sob análise também não captura o desenvolvimento de pequenos satélites como atividades espaciais relevantes. Entre 1998 e 2009, foram lançadas 80 missões de até 10 kg e, entre 2010 e 2019, foram lançadas 1.232 missões com esta classificação (KULI, 2020). O objetivo original dessa classe de missão é o de prover oportunidades de voos a baixo custo utilizadas por universidades para fins educacionais. Uma grande fração, se não a maioria, das missões baseadas em CubeSats tem sido desenvolvida por instituições educacionais para fins de pesquisa e formação. A utilidade do padrão CubeSat, porém, tem sido reconhecida para aplicações além da universidade: o padrão tem sido crescentemente adotado pela indústria como um veículo para demonstrações de tecnologias: existe interesse crescente, também da indústria, no emprego de CubeSats em aplicações comerciais (WELLE, 2016).

Buscando corrigir a potencial inconsistência acima apontada, o modelo proposto esquematicamente ilustrado na Figura 1, apresenta cinco categorias para a análise evolutiva de um programa espacial, que representam níveis crescentes de capacitação quanto a gestão de programas e capacitação tecnológica. Cada nível é subdividido em 14 subníveis, que buscam classificar os diversos passos necessários para atingir aquele nível, tais como modelo de compras, cooperação e desenvolvimento tecnológico, entre outros.

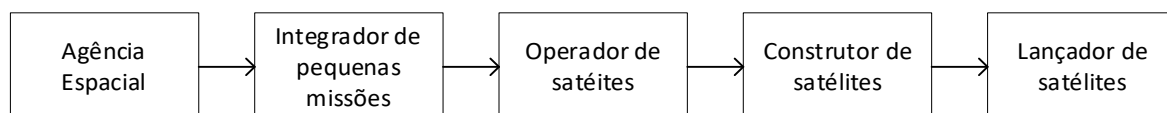


Figura 1. Níveis do modelo proposto Fonte: Elaboração própria

A seguir, serão apresentadas as descrições dos esforços envolvidos em cada nível.



Nível Agência Espacial. O estabelecimento de comissões governamentais, institutos, civis ou militares, ou comitês e afins é, comumente, a primeira forma de organização de um programa espacial nacional. No Brasil, a Comissão Nacional de Atividades Espaciais (CNAE), instituída em 1961, e a Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE), iniciada em 1971, são exemplos de organizações sem dotação de funcionários próprios e vinculadas a outras instituições. Em alguns países, com programas espaciais modestos, esses modelos de governança ainda são utilizados, como, por exemplo, na Colômbia, cujas atividades espaciais estão a cargo da *Comisión Colombiana del Espacio*, subordinada à vice-presidência da República, mas cujo cargo de secretário executivo é ocupado em rodízio por instituições científicas e militares colombianas. Outro exemplo é o Uruguai, cujas atividades espaciais são de responsabilidade do Centro de *Investigación y Difusión Aeronáutico-Espacial* (CIDA-E), subordinado à Diretoria Geral de Aviação Civil do Uruguai. O estabelecimento de uma agência espacial nacional, como a Agência Espacial Brasileira (AEB), em 1994, representa um segundo grau na evolução da estruturação de um programa espacial nacional, dentro do modelo proposto, por ser um indicativo de maior maturidade do programa espacial. A *Comisión Nacional de Actividades Espaciales* (CONAE), na Argentina, embora não seja nominada como uma agência espacial, pelo modelo proposto, é considerada como tal. Os critérios aqui utilizados para a definição de uma agência espacial são a dotação de quadro funcional e orçamento próprios, bem como a execução coordenada de uma estratégia espacial nacional.

Integrador de pequenas missões. Pequenas missões, com massa de alguns quilogramas, podem ser executadas com o uso de uma ampla rede de fornecedores de hardware e software modulares e com alguns provedores de serviços de lançamento, como carga secundária. Missões nessa classe podem incluir desenvolvimentos tecnológicos locais, na forma de subsistemas ou carga útil, ou ser apenas montagens de kits de nano satélites, disponíveis comercialmente.

Operador de satélites. Este nível é caracterizado pela compra do satélite e dos serviços de suporte e treinamento associados à sua operação. No modelo proposto, o nível de operador de satélite é dividido em dois subníveis distintos: satélites em órbita baixa e satélites geoestacionários.

Construtor de satélites. Este nível engloba seis subníveis, que vão desde a construção de um satélite de órbita baixa, utilizando-se de instalações de integração e testes de um parceiro tecnológico, até a construção de um satélite geoestacionário, com projeto, integração e testes locais. Pressupõe a capacidade local de engenharia de sistemas para o projeto, a fabricação e a integração de um sistema.

Capacidade de lançamento. Este nível é caracterizado pela capacidade de lançamento de um satélite por um foguete projetado e construído localmente ou em cooperação. Está dividido em dois subníveis: lançamentos de órbita baixa e lançamentos de órbita geoestacionária



A Tabela 3 ilustra o modelo proposto, com cinco níveis principais e quatorze subníveis secundários.

Tabela 2. Modelo proposto Fonte: Produção dos Autores.

Capacidade de lançamento	Lançamento em GEO
	Lançamento em LEO
Construtor de satélite	Satélite GEO construído localmente
	Satélite GEO construído através de colaboração internacional mútua
	Satélite GEO construído localmente com assistência externa
	Satélite LEO construído localmente
	Satélite LEO construído através de colaboração internacional mútua
	Satélite LEO construído localmente com assistência externa
	Satélite LEO construído com suporte nas instalações do parceiro
Operador de Satélite	Satélite GEO adquirido com serviços de treinamento
	Satélite LEO adquirido com serviços de treinamento
Integrador	Integrador de nano satélites
Agência Espacial	Agência espacial nacional
	Primeiro órgão governamental para atividades espaciais

A validação do modelo proposto dar-se-á através de sua aplicação aos programas espaciais sul-americanos, apresentados na seção introdutória. Os dados relativos às noventa e duas missões espaciais pertencentes aos países da América do Sul, referidas na Tabela 1, desenvolvidas entre o ano de 1985 (Brasilsat A1) e 30 de julho de 2021 (Star One D2), foram utilizados como dados de entrada para o modelo proposto, proporcionando o resultado cuja representação gráfica pode ser visualizada na Figura 2. Os dados relativos às missões estão disponíveis no Anexo I, em que missões são classificadas quanto à nação proprietária, o ano do lançamento e a classe de missão (fabricada localmente, comprada de fornecedor estrangeiro ou integração de pequena missão).

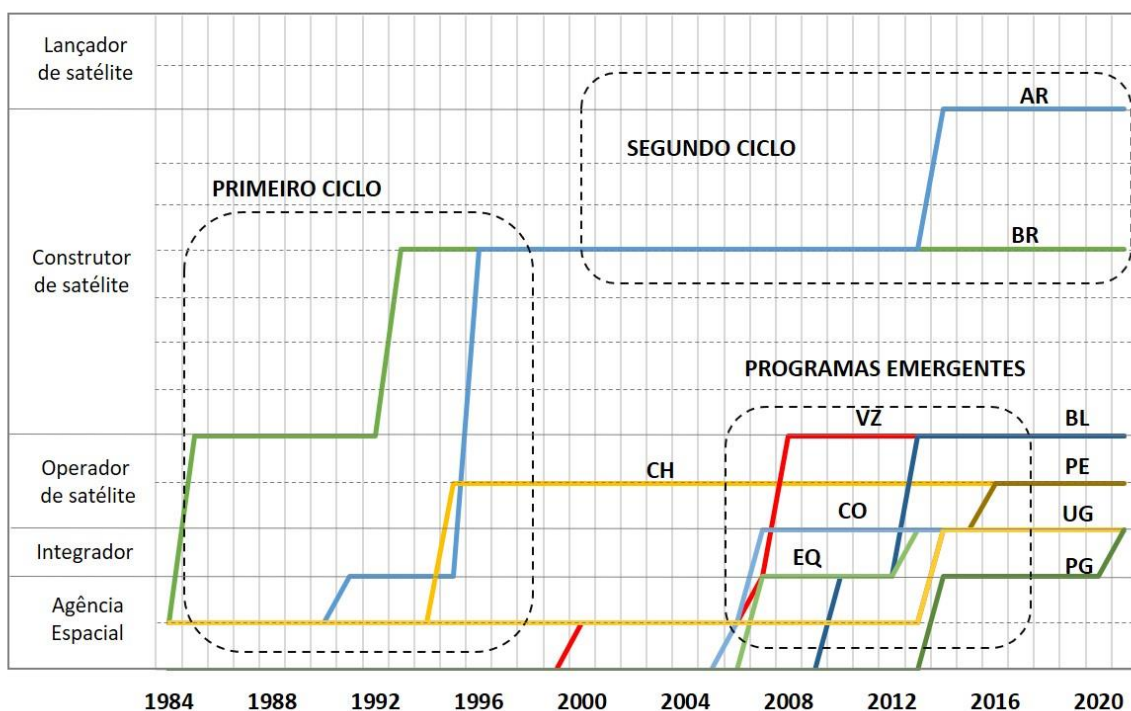


Figura 2. Aplicação do modelo proposto a programas espaciais de dez países da América do Sul Fonte: Produção dos Autores.

A linha de evolução dos programas espaciais da América do Sul provida pela Figura 2 sugere a existência de três janelas em que ocorreu significativo progresso na qualificação do conjunto de programas espaciais sul-americanos. Uma primeira janela, entre 1985 e 1996, referida, na figura, por “Primeiro Ciclo”, envolveu esforços brasileiros para o estabelecimento de uma rede doméstica de comunicações via satélite (programa Brasilsat) e o desenvolvimento por parte de Brasil e Argentina de seus primeiros satélites nacionais (programas SCD e SAC). As missões espaciais chilenas tiveram início em 1994, quando a *Fuerza Aérea De Chile* (FACH) criou o programa FA Sat (*Satélites de la Fuerza Aérea*) e firmou um contrato com a *Surrey Satellite Technology Ltd* (SSTL), da Grã-Bretanha, para construir dois microssatélites, o FASat-Alfa e FASat-Bravo. O contrato também previa transferência de tecnologia entre as partes. Uma estratégia diferente de Brasil e Argentina, porém coerente com a capacitação tecnológica local.

Neste primeiro ciclo, foram, também, criadas as primeiras agências espaciais na Argentina e no Brasil. Segundo Wood e Weigel (2012), uma agência espacial é caracterizada pela dotação de quadro funcional e orçamento próprios, bem como a execução coordenada de um objetivo estratégico espacial nacional. Tal estrutura gerencial difere do estabelecimento de comissões governamentais, institutos civis ou militares, comitês e afins, que são, via de regra, a primeira forma de organização de um programa espacial nacional.

A capacitação tecnológica adquirida no primeiro ciclo por Argentina e Brasil permitiu que ambas as nações desenvolvessem novos programas de satélites, de acordo com suas demandas nacionais, nas áreas de sensoriamento remoto óptico e por radar, bem como comunicações por satélite.



O Brasil desenvolveu, em cooperação com a China, a série de seis satélites CBERS (*China-Brazil Earth Resources Satellite*). De forma autônoma, desenvolveu a missão Amazonia-1, lançada em fevereiro de 2021. Ambos os projetos atenderam a demandas brasileiras na área de observação ótica da Terra.

Para prover aplicações em comunicação via satélite e atender demandas de capacitação nacional na área espacial, o governo argentino tomou a decisão de desenvolver um satélite de comunicação, ao invés de comprá-lo no mercado internacional. O contrato para o ARSAT-1 foi assinado em 2008. Em 2010 foi criado o a CEATSA – *Centro de Ensayos de Alta Tecnología Sociedad Anónima* – para realização de testes ambientais. Anteriormente, testes ambientais de diversos satélites do programa argentino foram realizados no INPE. (LOPEZ et al, 2018). A plataforma do satélite ARSAT, de 2900kg, foi projetada e construída pela INVAP. O sistema de propulsão e o computador de bordo foram providos pela *Airbus Defense and Space*, enquanto a carga útil foi desenvolvida pela *Thales Alenia Space*. O satélite ARSAT-1 foi lançado em 2014 e o satélite ARSAT-2 em 2015; ambos os satélites têm vida útil projetada de 15 anos (CABEL 2019).

O segundo programa argentino de satélites, por ordem de operacionalização do sistema, consistiu na série SAOCOM. Trata-se de uma missão de sensoriamento remoto com instrumentos a bordo que operam na faixa de micro-ondas: um Radar de Abertura Sintética (SAR) em banda L e uma câmera infravermelha térmica (LORENA, 2014).

Iniciada no ano de 2000, a missão SAOCOM consiste em um desenvolvimento conjunto da CONAE e ASI (*Agenzia Spaziale Italiana*), a Agência Espacial da Itália. A missão é desenvolvida no âmbito de um acordo denominado SIASGE (*Sistema Ítalo Argentino de Satélites para a Gestión de Emergencias* - Sistema de Satélites Italiano/Argentino para Gestão de Emergências), segundo o qual os satélites do sistema SAOCOM, com banda L, irão operar em conjunto com o sistema COSMO-SkyMed italiano, uma constelação em banda X para fornecer informações para o gerenciamento de emergências.

Os programas CBERS, AMAZONIA, ARSAT e SAOCOM permitiram o atendimento de uma gama de demandas nacionais, que envolviam tanto aplicações quanto o avanço da capacitação nacional no projeto, fabricação e integração de sistemas espaciais. O sucesso destes programas permite a identificação de uma segunda janela, entre 2003 e 2020, envolvendo Brasil e Argentina, “Segundo ciclo”. O lançamento do ARSAT, um satélite geoestacionário, dentro do modelo proposto, coloca a Argentina na pontuação máxima no âmbito do nível “construtores de satélites” (vide Tabela 2).

Uma terceira janela pode ser identificada na Figura 2, referida por “Programas emergentes”, envolvendo os programas espaciais dos demais países latino-americanos considerados na presente pesquisa. Contempla o período entre os anos de 2005 e 2015, no qual oito países sul-americanos desenvolveram atividades espaciais na forma de: aquisição de satélites de fornecedores externos; desenvolvimento de Cubesats locais; e formação de agências espaciais nacionais.

Venezuela e Bolívia adquiriram da China dois satélites de comunicações geoestacionários, lançados em 2008 e 2013, respectivamente. Peru, Chile e Venezuela adquiriram de fornecedores externos quatro satélites de observação ótica de alta resolução entre os anos de 2011 e 2017. Equador, Colômbia, Paraguai, Peru e Uruguai desenvolveram localmente, com apoio governamental, programas de Cubesats.



4 CONCLUSÃO

Há, na região sul-americana, dez nações com diferente capacitação para a realização de uma missão espacial. Observa-se desde o domínio do ciclo completo de especificação, desenvolvimento, integração e operação de missões espaciais, como no caso de Argentina e Brasil, passando pela capacidade de operação de satélites de comunicação ou de observação da terra, como no caso de Venezuela, Peru, Bolívia e Chile, até a integração de Cubesats, em que os dez países estudados apresentam iniciativas. Entre os níveis do modelo, apresentados na Figura 1, observa-se que nenhum país latino-americano obteve pontuação no nível “Lançador de Satélites”, mostrando ainda haver grande espaço para o incremento de capacitação na área espacial.

O presente estudo mostra a existência de crescimento dos programas espaciais nacionais na América do Sul, nas últimas duas décadas. Em uma dimensão não contemplada no modelo apresentado, observam-se poucos esforços de cooperação, que efetivamente produzam relações vantajosas para os atores. Dentre noventa e duas missões espaciais estudadas nenhuma possui caráter binacional entre nações sul-americanas, embora contribuições pontuais de fornecimento de serviços especializados e componentes de satélites tenham ocorrido entre Argentina e Brasil.

Sugere-se, para trabalhos futuros, o desenvolvimento de modelos com características adicionais, que permitam a captura de outros elementos da cadeia de valor da indústria espacial, tais como a venda de serviços baseados em satélites.

REFERÊNCIAS

- CALEB, H. **Argentine operator Arsat revives plans for third satellite**. SpaceNews, 2019.
- KREBS, Gunter D. “**Gunter's Space Page**”. **Gunter's Space Page**. Acessado em 10 de outubro de 2021. <https://space.skyrocket.de/index.html>
- KULI, E. **Nanosats Database**, 2020. Disponível em: <https://www.nanosats.eu/>. Acesso em 31 maio 2020.
- LOPEZ, Andres. PASCUINI, Paulo. RAMOS, Adrian. (2018). **Climbing the Space Technology Ladder in the South: the Case of Argentina**. Space Policy. 46. 10.1016/j.spacepol.2018.06.001.
- LORENA, D. **El sector espacial argentino: Instituciones referentes, provedore y desafios - 1a ed.** - Benavidez: ARSAT - Empresa Argentina de Soluciones Satelitales, 2014.
- WELLE, R. P. **The cubesat paradigm: an evolutionary approach to satellite design**. 32nd Space Symposium, Technical Track, Colorado Springs, 2016.
- WOOD, D. Weigel, A. **Charting the evolution of satellite programs in developing countries – the Space Technology Ladder**, Space Policy 28 (1) 15–24. 2012.
- WOOD, D. Weigel, A. **The Evolution of Satellite Programs in Developing Countries**, 2012. IAC-09-B4.1.3



ANEXO 1 – Lista das missões espaciais da América do Sul

ARGENTINA Fabricação: SAC-B (1996), SAC-A (1998), SAC-C (2000), SAC-D (2011), ARSAT-1 (2014), ARSAT-2 (2015), ÑuSat 1(2016), ÑuSat 2 (2016), ÑuSat 3 (2017), SAOCOM 1A (2018), ÑuSat 4 (2018), ÑuSat 5 (2018), SAOCOM 1B (2020), ÑuSat 6 (2020), ÑuSat 7 (2020), ÑuSat 8 (2020), ÑuSat 9 (2020), ÑuSat 10 (2020), ÑuSat 11 (2020), ÑuSat 12 (2020), ÑuSat 13 (2020), ÑuSat 14 (2020), ÑuSat 15 (2020), ÑuSat 16 (2020), ÑuSat 17 (2020), ÑuSat 18 (2020), ÑuSat 19 (2021), ÑuSat 20 (2021), ÑuSat 21 (2021), ÑuSat 22 (2021). **Compra:** Nahuel 1A (1997). **Nano satélite:** LUSAT-1 (1990), MuSat-1 (1996), LatinSat A (2002), LatinSat B (2002), LatinSat C (2004), LatinSat D (2004), Pehuensat-1 (2007), CubeBug-2 (2013), Capitán Beto (2013), BugSat 1 (2014)

BRASIL Fabricação: SCD-1 (1993), SCD-2A (1997), SCD-2 (1998), SACI-1 (1999), SACI-2 (1999), CBERS-1 (1999), SATEC (2003), CBERS-2 (2003), CBERS-2B (2007), CBERS-3 (2013), CBERS-4 (2014), CBERS-4A (2019), Amazônia 1 (2021). **Compra:** Brasilsat A1 (1985), Brasilsat A2 (1986), Brasilsat B1 (1994), Brasilsat B2 (1995), Brasilsat B3 (1998), Brasilsat B4 (2000), Star One C12 (2005), Star One C1 (2007), Star One C2 (2008), Star One C3 (2012), Star One C4 (2015), Star One D1 (2016), SGDC-1 (2017), Star One D2 (2021) **Nano satélite:** Dove-OSCAR 17 (1990), NanoSatC-Br 1 (2014), AESP-14 (2015), SERPENS (2015), Tancredo 1 (2017), ITASAT-1 (2018), FloripaSat-1 (2019), NanoSatC-Br 2 (2021).

BOLÍVIA Compra: TKSAT-1 (2013)

CHILE Compra: FASat-Alpha (1995), FASat-Bravo (1998), FASat-Charlie (2011), **Nano satélite** SUCHAI (2017).

COLÔMBIA Nano satélite: Libertad 1 (2017), FACSAT-1 (2018).

EQUADOR Nano satélite: NEE-01 Pegaso (2013), NEE-02 Krysaor (2013).

PARAGUAI Nano satélite: Guaranísat-1 (2021).

PERU Nano satélite: Chasqui I (2014) **Compra:** PeruSat-1 (2016).

URUGUAI Nano satélite: AntelSat (2014).

VENEZUELA Compra: Simón Bolívar (2008), VRSS 1 (2012), VRSS-2 (2017).