



Segurança Jurídica e Sustentabilidade das Atividades Espaciais: O Caso dos Pequenos Satélites de Baixa Complexidade

Márcia Alvarenga dos Santos¹, Marcelo Lopes de Oliveira e Souza²

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

¹Analista em C&T Sênior alocada no Núcleo de Comunicação e Imprensa – NUCIM

²Professor Doutor do Curso de Engenharia e Tecnologia Espaciais/Opção Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais – ETE/CSE.

marcia.alvarenga@inpe.br

Resumo. *Decisões técnicas de Engenharia na concepção de missões de pequenos satélites podem ter consequências jurídicas. Conhecer essas consequências pode contribuir para atividades mais sustentáveis tendo em vista que o espaço exterior, conforme preconiza o Tratado do Espaço de 1967, é Bem Comum da Humanidade e deve ser explorado e usado para o bem de todos, sem discriminação de qualquer Estado-parte, em condições de igualdade e para fins pacíficos. O objetivo deste trabalho é apresentar conceitos que devem nortear as missões de pequenos satélites de baixa complexidade e apresentar suas principais implicações legais. Para tanto, serão revisitados instrumentos como o Tratado do Espaço (1967), a Convenção sobre Responsabilidade (1972) e as Diretrizes da ONU para Sustentabilidade das Atividades Espaciais a Longo Prazo (2019). Serão apontados os conceitos para pequenos satélites de baixa complexidade com base na pesquisa bibliográfica referida ao final. Como resultado, espera-se demonstrar que esses conceitos são a chave para regulamentações eficazes que darão segurança jurídica aos seus operadores e sustentabilidade às atividades espaciais.*

Palavras-chave: Pequenos Satélites; Baixa Complexidade; Direito Espacial; Sustentabilidade das Atividades Espaciais.

1. Introdução

Em junho de 2019, a Assembleia-Geral do Comitê para o Uso Pacífico do Espaço (COPUOS), em sua 62ª. Sessão, adotou diretrizes para a Sustentabilidade das Atividades Espaciais a Longo Prazo (UNOOSA, 2019)¹. Apesar de não serem vinculantes, tais recomendações são consoantes com os princípios do Direito Espacial, bem estabelecidos pelo Tratado sobre Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Exterior, inclusive a Lua e demais Corpos Celestes, doravante denominado

¹ United Nations Office for Outer Space Affairs (UNOOSA). Report of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space Sixty-second session (12–21 June 2019) - A/74/20. Disponível em: <https://www.unoosa.org/res/oosadoc/data/documents/2019/a/a7420_0_html/V1906077.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2020.



“Tratado do Espaço”, de 1967. Com a crescente tendência em desenvolvimento e lançamento de pequenos satélites em todo o mundo, é importante refletir sobre os envolvidos nesse tipo de missão e quais as implicações jurídicas de termos cada vez mais objetos nas órbitas baixas, ou *Low Earth Orbits* (LEOs). Estas são órbitas finitas e úteis a atividades imprescindíveis para a Humanidade, do sensoriamento remoto às missões tripuladas na Estação Espacial Internacional ou *International Space Station* (ISS).

O principal conceito nesse caso é o de “pequenos satélites”. Há várias tentativas de explicitá-lo, como será apresentado nesse artigo; contudo, não há consenso sobre o termo. Porém, é possível afirmar que há consenso sobre o impacto desses objetos na sustentabilidade das atividades espaciais, o que se verifica pela iniciativa do COPUOS em produzir tais diretrizes, fruto de mais de 10 anos de trabalho entre seus Subcomitês Técnico-Científico e Jurídico. Conhecer e reconhecer o problema é um passo importante para tomadas de decisões norteadas para uma solução conjunta.

Além da ausência de consenso sobre o termo “pequenos satélites”, o Direito Espacial, que compreende definições genéricas tendo em vista o seu escopo, não faz distinção entre um pequeno ou um grande satélite, mais ou menos tecnologicamente complexo. Segundo esse ramo do Direito, todos os satélites são considerados “objetos espaciais”. Estes, segundo a Convenção sobre Responsabilidade Internacional por Danos Causados por Objetos Espaciais, ou apenas “Convenção sobre Responsabilidade”, de 1972, refere-se a “peças e componentes de um objeto espacial, e também seu veículo de lançamento e peças do mesmo”. Sendo um objeto espacial, um pequeno satélite estará sujeito às “regras do jogo” impostas pelos Tratados do Direito Espacial, não obstante a sua complexidade. Destacam-se dentre tais regras: 1) o registro desse objeto na ONU e no registro nacional de seu Estado; 2) a necessidade de autorização de lançamento por parte de seu Estado; e 3) a responsabilidade internacional, objetiva ou subjetiva, a depender do local da ocorrência, pelos eventuais danos que esse satélite possa causar a terceiros seja no espaço exterior, na superfície da Terra ou a aeronave em voo.

2. Metodologia

A Metodologia aplicada a este artigo será a descritiva, baseada na pesquisa bibliográfica, referida ao final, de textos relacionados ao Direito Espacial, à sustentabilidade das atividades espaciais e aos pequenos satélites. A partir dessa leitura crítica, serão apontados os desafios e as oportunidades para o tema em termos de uma legislação que ofereça mais segurança jurídica a seus operadores. Baseia-se também na Tese de Santos.²

² SANTOS, M. A. **Regime internacional aplicável a pequenos satélites de baixa complexidade**: propostas para salvaguardar atores espaciais e mitigar impactos ambientais no espaço exterior. 2019. 258 p. (sid.inpe.br/mtc-m21c/2019/06.27.17.03-TAE). Tese de Doutorado - Universidade Católica de Santos, Santos-SP, 2019. Disponível em: mtc-m21c.sid.inpe.br/displaydoccontent.cgi/8JMKD3MGP3W34R/3THHFCB?closebutton=yes&languagebutton=pt-BR&displaytype=FileList . Acesso em: 15 jul. 2020.



3. Pequenos Satélites

É comum que pequenos satélites sejam referenciados conforme à sua massa. Isso é o que preconiza a agência espacial americana (*National Aeronautics and Space Administration*, NASA), por exemplo, que classifica pequenos satélites como aqueles menores que 180 kg³ (NASA, 2020). Outras agências espaciais, como a Agência Espacial Europeia (*European Space Agency*, ESA), alvitram que, além da massa, outros fatores, como o custo, precisam ser considerados na classificação de um pequeno satélite:

Este tópico provou ser o mais elusivo, pois, apesar de todos os estudos realizados no (Grupo) Executivo e em outros lugares, e a infinidade de opiniões expressas, ainda não existe uma definição universalmente aceita do que constitui um 'pequeno satélite'. Alguns autores usam massa, outros, custo e curtos prazos de desenvolvimento, enquanto outros usam complexidade relativa. A conclusão do grupo é que o melhor critério para definir uma pequena missão é o custo, do qual todos os outros parâmetros podem ser inferidos⁴ (ESA, 2020) (tradução nossa).

Outro estudo relevante sobre o tema foi apresentado por PESSOTTA (2018)⁵. Após levantamento bibliográfico extensivo, ele classificou os pequenos satélites pela Figura 1:

Classificação	Massa (kg)
Satélites Grandes	> 1.000
Satélites Médios	500-1.000
Minisatélites / Satélites Pequenos	100-500
Microsatélites	10-100
Nanosatélites	1-10
Picosatélites	0.1-1
Femtosatélites	< 0,1

Figura 1 - Classificação de satélites de acordo com a massa.

³ National Aeronautics and Space Administration (NASA). **What are SmallSats and CubeSats?** Disponível em: <<https://www.nasa.gov/content/what-are-small-sats-and-cubesats>>. Acesso em: 11 jul. 2020.

⁴ This topic has proved to be the most elusive in that, despite all the studies made in the Executive and elsewhere, and the plethora of opinions expressed, there is still no universally accepted definition of what constitutes a 'small satellite'. Some authors use mass, others cost and short development times, while still others use relative complexity. The conclusion of the group is that the best criterion for defining a small mission is cost, from which all other parameters may be inferred. European Space Agency (ESA). *Small Satellite Missions in the Context of the ESA Scientific Programme*. Disponível em: <<http://www.esa.int/esapub/bulletin/bullet80/dale80.htm>>. Acesso em: 9 jul. 2020.

⁵ Pessotta, Fernando Antonio. **Uma estratégia para tratamento de falhas sistêmicas (FDIR) em ACDHs de satélites de pequeno e médio porte**. 2018 Tese (Doutorado em Engenharia e Tecnologia Espaciais, Área de Concentração em Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2018. Orientador: Dr. Marcelo Lopes de Oliveira e Souza. Disponível em: <<http://mtc-m21c.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21c/2018/06.11.18.44/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em 10 jul. 2020.



Fonte: PESSOTTA (2018).

É importante mencionar também o conceito de “*lean satellite*”, que vem do termo “manufatura enxuta”, empregada no setor automobilístico. De acordo com a Academia Internacional de Astronáutica (*International Academy of Astronautics*, IAA), “*lean satellite*” não se refere a tamanho, diferentemente de “*small satellite*” ou “pequeno satélite”. “Os satélites enxutos buscam entregar valor ao cliente (o usuário final ou o comprador) ao mínimo custo e no menor prazo possível, minimizando o desperdício. As palavras-chave são “valor” e “desperdício” (IAA, 2020) (tradução nossa)⁶. A diferença entre esse tipo de satélites e os satélites ditos “tradicionalis” está na entrega rápida e no baixo custo. Porém, sua na tabela comparativa entre os satélites enxutos e os automóveis, a IAA (2020) apresenta requisitos como:

Massa: até 100 kg

Custo por Unidade em USD: de 1 a 10M.

Componentes Eletrônicos: *Commercial Off The Shelf* (COTS).

Confiabilidade: Importante.

Requisitos de Segurança: Não tão altos.

A crítica aqui se baseia no fato de que tais requisitos podem ou não representar um nível de complexidade alto, com implicações, por exemplo, na fase de descomissionamento. A IAA declara que esses satélites devem se manter na altitude de 500 km, o que contribui para o seu decaimento natural. Contudo, em caso de entrada em rota de colisão, como aconteceu com um satélite da série *Starlink* (SPACENEWS, 2020)⁷, ou em caso de interferência com outros satélites, é possível afirmar que satélites enxutos possuem capacidade de controle e manobra, por exemplo? Em outras palavras, um satélite enxuto pode ter uma alta complexidade, ainda que desenvolvido em pouco tempo e com baixo custo?

Nesse sentido, BEARDEN (2000/2001)⁸ elabora uma comparação entre satélites de alta e de baixa complexidade a partir da análise de diversas missões espaciais. O resultado deste trabalho está apresentado na Figura 2. A análise de BEARDEN (2000/2001) compreende 17 requisitos que parecem concordar com vários requisitos de satélites enxutos sem se ater a noções de custos. Por meio dessa classificação, é possível inferir que os satélites de baixa complexidade de BEARDEN (2000/2001) não são capazes de efetuar manobras

⁶ *Lean satellites seek to deliver value to the customer (the end-user or the purchaser) at minimum cost and in the shortest possible schedule by minimizing waste. The important keywords are value and waste.* International Academy of Astronautics (IAA). *Definition and Requirements of Small Satellites Seeking Low-Cost and Fast-Delivery*. Disponível em: <<https://iaaspace.org/wp-content/uploads/iaa/Scientific%20Activity/Study%20Groups/SG%20Commission%204/sg418/sg418finalreport.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2020.

⁷ SpaceneWS. *ESA spacecraft dodges potential collision with Starlink satellite*. Disponível em: <https://spaceneWS.com/esa-spacecraft-dodges-potential-collision-with-starlink-satellite/>. Acesso em: 10 jul. 2020.

⁸ BEARDEN, David A. *Small Satellite Costs*. Crosslink, Winter 2000/2001. p. 33-41. Disponível em: <<https://spacese.spacegrant.org/uploads/Costs/BeardenComplexityCrosslink.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2020.



para evitar colisões, interferências ou qualquer tipo de dano a outro objeto espacial. Sendo assim, as implicações jurídicas, embora igualitárias na esfera internacional, podem ser relativizadas na esfera nacional para dar segurança jurídica a seus operadores.

ESPAÇONAVE DE BAIXA COMPLEXIDADE Índice de Complexidade de 0 – 0.33	ESPAÇONAVE DE ALTA COMPLEXIDADE Índice de Complexidade de 0.67 – 1
Carga útil pequena: ~ 5 – 10 kg	Carga útil grande: ~ 200 – 500 kg
Um instrumento de carga útil	Muitos (5-10) instrumentos de carga útil
Estabilizado por rotação ou por gradiente de gravidade	Estabilizado em 3-eixos usando rodas de reação
Células solares fixas no corpo (arseniato de silício ou gálio)	Painéis solares de rastreamento solar implantados (células multijunções ou concentrador)
Vida útil curta (~ 6 – 12 meses)	Vida útil longa (~ 3 – 6 anos)
Projeto de sequência única	Parcialmente ou totalmente redundante
Estruturas de alumínio	Estruturas compostas
Precisão de apontamento grosseira (~ 1 a 5 graus)	Precisão de apontamento refinada (~ 0.01 – 0.1 graus)
Sem propulsão ou sistema de gás frio	Sistema monopropelente ou bipropelente com propulsores (4 – 12)
Comunicações de baixa frequência (até 800 Mhz, sugestão nossa)	Comunicações de alta frequência (acima de 800 Mhz, sugestão nossa)
Antenas de baixo ganho em hélice ou trama simples	Antenas parabólicas de alto ganho implantadas
Enlace de descida de baixa taxa de dados (~ 1 a 10 kilobits por segundo)	Enlace de descida de alta taxa de dados (milhares de kilobits por segundo)
Requisitos de baixa potência (~ 50 – 100 watts)	Requisitos de alta potência (~ 500 – 2000 watts)
Nenhum mecanismo implantado ou articulado	Mecanismos implantados e/ou articulados
Pouco ou nenhum armazenamento de dados	Gravadores de dados em estado sólido (até 5 gigabytes)
Nenhum processamento a bordo ("bent pipe")	Processamento a bordo (até 30 milhões de instruções por segundo)
Controle térmico passivo usando revestimentos, isolamento, etc.	Controle térmico ativo usando tubos de calor, radiadores, etc.

Figura 2 - Caracterização de satélites de baixa e alta complexidade.
Fonte: Bearden (2000/2001). Tradução nossa.

4. Implicações Jurídicas

Conforme mencionado, o Direito Espacial não faz distinção entre tamanhos de objetos espaciais, tampouco entre complexidades, duração de desenvolvidos de missões, custos etc. Para o Direito Espacial, todos os objetos lançados ao espaço, e também resultados de tentativas de lançamentos, recebem tratamento igual. Destacam-se entre as implicações jurídicas mais relevantes: 1) a necessidade de autorização do Estado ao qual o objeto pertence, 2) o registro na ONU e no registro nacional de seu Estado; e 3) principalmente, a responsabilidade internacional por danos por eles causados.

O Tratado do Espaço (1967) prescreve que o Estado é responsável por todas as atividades realizadas por seus entes nacionais, quer sejam eles governamentais ou não. Isso implica que as instituições de pesquisa, empresas, *start-ups*, dentre outras, estão sob a responsabilidade legal e moral do Estado ao qual pertencem e cabe a ele autorizar e supervisionar as suas atividades. Além do Tratado do Espaço (1967), a Convenção sobre Responsabilidade (1972) prescreve que, em caso de dano causado por objeto espacial na



superfície da Terra ou a aeronaves em voo, o Estado lançador⁹ será o responsável absoluto pelo pagamento de indenização a terceiros (responsabilidade objetiva). Se o dano ocorrer em outro local, que não na superfície da Terra nem a aeronaves em voo, a responsabilidade será subjetiva, sendo necessária a comprovação de culpa.

Pequenos satélites costumam ser lançados “de carona” no lançamento de grandes satélites ou a partir da ISS. Em geral, eles ocupam a família de órbitas LEO e o seu decaimento vai depender da capacidade de controle do objeto ou da altitude em que esse objeto for alocado. Além disso, é muito comum que eles formem uma constelação, o que pressupõe o lançamento de não apenas um, mas dezenas e até uma centena de “irmãos” para que os objetivos da missão sejam completados. Não raro, estudos apontam para um crescimento exponencial de ocupação das LEO, conforme a Figura 3.¹⁰

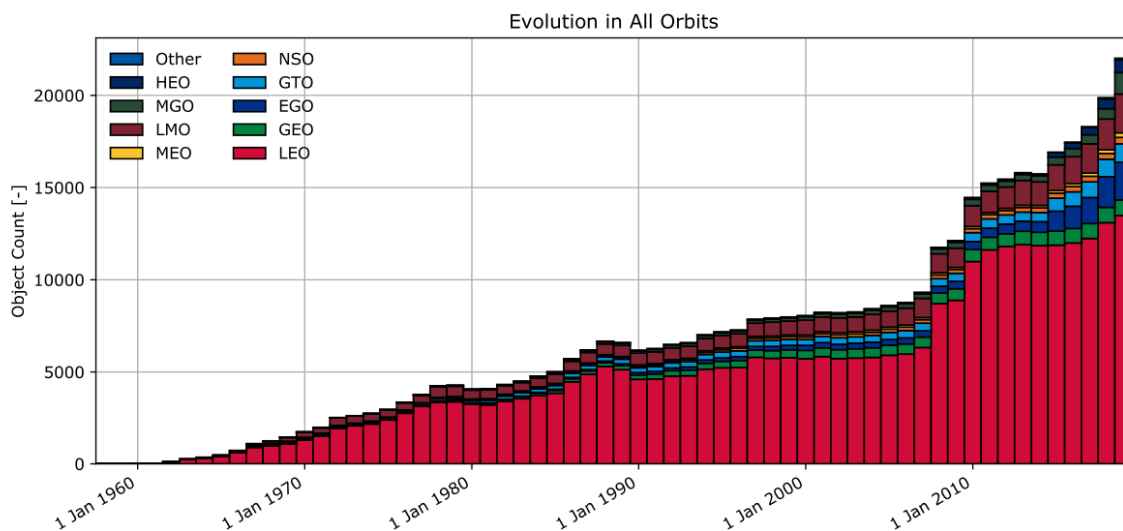


Figura 3 - Evolução de objetos lançados por órbita.
Fonte: ESA (2019).

O aumento da população de objetos espaciais nas órbitas LEO possui impactos econômicos, como aponta a Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (*Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD*)(OECD, 2020)¹¹, que vão desde o atraso no lançamento à espera de uma “janela de lançamento” segura, ao custo para efetuar uma manobra para evitar colisão, ou à concepção da própria missão, que precisa prever materiais mais robustos para proteção do objeto de eventuais

⁹ Conforme Art. 1º. (c) da Convenção sobre Responsabilidade (1972) “o termo “Estado lançador” significa: (i) um Estado que lança ou procura o lançamento de um objeto espacial; (ii) um Estado de cujo território ou de cujas instalações é lançado um objeto espacial”. Atente-se para o fato de que a condição de Estado lançador é perene.

¹⁰ European Space Agency (ESA). *ESA’s Annual Space Environment Report*. Disponível em: <https://www.sdo.esoc.esa.int/environment_report/Space_Environment_Report_latest.pdf>. Acesso em: 9 jul. 2020.

¹¹ Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). *Space Sustainability: The Economics of Space Debris in Perspective*. Disponível em: <<https://www.oecd.org/environment/space-sustainability-a339de43-en.htm>>. Acesso em: 11 jul. 2020.



colisões. Em um cenário mais pessimista, conclui a OECD (2020), o resultado pode ser a inutilização de toda uma faixa de órbitas devida à quantidade de detritos gerados, o que vai contra o Tratado de Espaço (1967) de que a exploração e o uso do espaço são livres, sem discriminação, para o bem de todos e com fins pacíficos. A ocupação de uma faixa ou faixas de órbitas por um objeto ou detrito, ainda que não intencional, impede o livre acesso de outros de maneira, muitas vezes, permanente. A liberdade de acesso ao espaço exterior é um dos princípios mais fundamentais do Direito Espacial.

As Diretrizes do COPUOS para a Sustentabilidade das Atividades Espaciais a Longo Prazo recomendam que objetos espaciais de pequeno porte sejam desenvolvidos de maneira a aumentar a possibilidade de seu rastreamento, bem como os Estados exerçam sua obrigação de supervisionar as atividades de seus nacionais para garantir que os objetos espaciais não fiquem em órbita para além de sua vida útil. É recomendado que fabricantes e operadores adotem diretrizes de mitigação de detritos espaciais como as do Comitê Interagência de Coordenação de Detritos Espaciais (*Inter-Agency Space Debris Coordination Committee*, IADC) e do COPUOS.

Satélites de baixa complexidade lançados em órbitas acima de 500 km podem permanecer no espaço exterior por muito tempo, como ocorre com o *cubesat* Dove ou OSCAR-17, lançado em 1990, “de carona” com o Spot-2, a uma altitude de cerca 800 km¹². Esse é um caso emblemático de satélite de baixa complexidade não desenvolvido por entidade governamental, mas sob a qual o Estado brasileiro, na qualidade de Estado que autorizou e deve supervisionar o objeto e de Estado lançador, tem responsabilidade internacional, inclusive pelos eventuais danos por ele causados, conforme o Tratado do Espaço (1967) e a Convenção sobre Responsabilidade (1972). O Dove foi desenvolvido e financiado por uma pessoa física, o pioneiro e visionário Júnior Torres de Castro, falecido em 2018. Foi o primeiro satélite brasileiro em órbita da Terra, lá alocado antes mesmo do Satélite de Coletas de Dados 1 (SCD-1) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Danos causados por detritos ou objetos espaciais podem ser catastróficos, embora raros. Objetos nas LEOs costumam viajar a 27 mil km/h em relação ao solo. Mesmo um pequeno componente é capaz de inutilizar inteiramente um objeto espacial se com ele colidir com elevada velocidade relativa. O Art. 1º. A da Convenção de Responsabilidade (1972) diz que dano” significa perda de vida, ferimentos pessoais ou outro prejuízo à saúde; perdas de propriedade de Estados ou de pessoas físicas ou jurídicas ou danos sofridos por tais propriedades, ou danos e perdas no caso de organizações intergovernamentais internacionais”. Operadores de pequenos satélites de baixa complexidade nem sempre possuem a noção da amplitude dessa provisão, que podem colocar em xeque a saúde financeira de seus empreendimentos. Cumpre-a todos educá-los.

5. Conclusão

A rigidez do Direito Espacial encontra explicação no contexto no qual seus instrumentos foram concebidos. Apesar de rígidos são também amplos, com definições

¹² Gunter’s Space Page. DOVE (DOVE-OSCAR 17/DO 17). Disponível em: <https://space.skyrocket.de/doc_sdat/dove.htm>. Acesso em: 12 jul. 2020.



abrangentes, que propiciam a elaboração de legislações nacionais mais específicas com o objetivo de salvaguardar seus entes nacionais. A Convenção sobre Responsabilidade (1972), por exemplo, não impõe limite de indenização em caso de dano. O Estado lançador, condição permanente (uma vez Estado lançador não há possibilidade de renúncia), que será responsabilizado nesses casos, deve considerar aderir a diretrizes e recomendações sobre o ciclo de vida de detritos espaciais e emitir regulamentações que protejam fabricantes e operadores de pequenos satélites, em especial os de baixa complexidade, que não possuem capacidade de controle e manobra.

A entrada de países em desenvolvimento e de atores não tradicionais no setor espacial foi, em boa parte, proporcionada pela miniaturização das tecnologias. Os pequenos satélites, em que pese este ser um conceito sem consenso, foram instrumentais nessa tendência. É válido reconhecer que essa tendência é benéfica e está em conformidade com o princípio do acesso ao espaço de maneira livre, para o bem e o interesse de todos. Essa democratização do espaço, que é bem-vinda, precisa, no entanto, estar calçada em decisões técnicas responsáveis e em bases jurídicas sólidas, que visem a segurança de todos e a sustentabilidade das atividades espaciais a longo prazo.

Referências

- Bearden, David A. *Small Satellite Costs*. **Crosslink**. Winter, 2000/2001. p. 33-41. Disponível em: <<https://space.se.spacegrant.org/uploads/Costs/BeardenComplexityCrosslink.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2020.
- European Space Agency (ESA). *ESA's Annual Space Environment Report*. Disponível em: <https://www.sdo.esoc.esa.int/environment_report/Space_Environment_Report_latest.pdf>. Acesso em: 9 jul. 2020.
- _____. *Small Satellite Missions in the Context of the ESA Scientific Programme*. Disponível em: <<http://www.esa.int/esapub/bulletin/bullet80/dale80.htm>>. Acesso em: 9 jul. 2020.
- Gunter's Space Page. **DOVE (DOVE-OSCAR 17/DO 17)**. Disponível em: <https://space.skyrocket.de/doc_sdat/dove.htm>. Acesso em: 12 jul. 2020.
- International Academy of Astronautics (IAA). *Definition and Requirements of Small Satellites Seeking Low-Cost and Fast-Delivery*. Disponível em: <<https://iaaspace.org/wp-content/uploads/iaa/Scientific%20Activity/Study%20Groups/SG%20Commission%204/sg418/sg418finalreport.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2020.
- National Aeronautics and Space Administration (NASA). *What are SmallSats and CubeSats?* Disponível em: <<https://www.nasa.gov/content/what-are-smallsats-and-cubesats>>. Acesso em: 11 jul. 2020.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). **Space Sustainability: The Economics of Space Debris in Perspective**. Disponível em: <<https://www.oecd.org/environment/space-sustainability-a339de43-en.htm>>. Acesso em: 11 jul. 2020.



Pessotta, Fernando Antonio. **Uma estratégia para tratamento de falhas sistêmicas (FDIR) em ACDHs de satélites de pequeno e médio porte**. 2018 Tese (Doutorado em Engenharia e Tecnologia Espaciais, Área de Concentração em Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2018. Orientador: Dr. Marcelo Lopes de Oliveira e Souza. Disponível em: <<http://mtc-m21c.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21c/2018/06.11.18.44/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2020.

Santos, M. A. **Regime internacional aplicável a pequenos satélites de baixa complexidade**: propostas para salvaguardar atores espaciais e mitigar impactos ambientais no espaço exterior. 2019. 258 p. (sid.inpe.br/mtc-m21c/2019/06.27.17.03-TAE). Tese de Doutorado - Universidade Católica de Santos, Santos-SP, 2019. Disponível em: mtc-m21c.sid.inpe.br/displaydoccontent.cgi/8JMKD3MGP3W34R/3THHFCEB?closebutton=yes&languagebutton=pt-BR&displaytype=FileList . Acesso em: 15 jul. 2020.

Spacenews. **ESA spacecraft dodges potential collision with Starlink satellite**. Disponível em: <https://spacenews.com/esa-spacecraft-dodges-potential-collision-with-starlink-satellite/>. Acesso em: 10 jul. 2020.

United Nations Office for Outer Space Affairs (UNOOSA). Report of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space Sixty-second session (12–21 June 2019) - **A/74/20**. Disponível em: <https://www.unoosa.org/res/oosadoc/data/documents/2019/a/a7420_0_html/V1906077.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2020.