UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SANTOS

Márcia Alvarenga dos Santos

Regime Internacional Aplicável a Pequenos Satélites de Baixa Complexidade: Propostas para Salvaguardar Atores Espaciais e Mitigar Impactos Ambientais no Espaço Exterior

Santos

2019

Márcia Alvarenga dos Santos

Regime Internacional Aplicável a Pequenos Satélites de Baixa Complexidade: Propostas para Salvaguardar Atores Espaciais e Mitigar Impactos Ambientais no Espaço Exterior

Tese do Programa de Pós Graduação da Universidade Católica de Santos defendida como requisito à obtenção do Grau de Doutor em Direito.

Área de Concentração: Direito Ambiental Internacional.

Orientador: Prof. Dr. Olavo de Oliveira Bittencourt Neto.

Co-orientador: Prof. Dr. Marcelo Lopes de Oliveira e Souza.

Santos

2019

[Dados Internacionais de Catalogação]
Departamento de Bibliotecas da Universidade Católica de Santos

---

Santos, Márcia Alvarenga dos
S237r Regime Internacional Aplicável a Pequenos Satélites
de Baixa Complexidade: Propostas para Salvaguardar
Atores Espaciais e Mitigar Impactos Ambientais no
Espaço Exterior / Márcia Alvarenga dos Santos; orientadores
Olavo de Oliveira Bittencourt Neto e Marcelo Lopes
de Oliveira e Souza.-- 2019.
258 f.; 30 cm

Tese (doutorado) - Universidade Católica de Santos,
Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Direito
Ambiental Internacional, 2019
Inclui bibliografia

1. Direito ambiental internacional. 2. Direito espacial.
3. Satélites. I.Bittencourt Neto, Olavo de Oliveira.
II.Souza, Marcelo Lopes de Oliveira e. III. Título.

CDU 1997 -- 34(043.2)

Viviane Santos da Silva – CRB 8/6746

UNIVERSIDADE
CATÓLICA
DE SANTOS

Ata da Defesa de Tese para obtenção do Título de Doutora em Direito

Área de Concentração: Direito Ambiental Internacional

No dia **26 de março de 2019**, **às 15h,** na Sala de Audiências da Faculdade de Direito da Universidade Católica de Santos – **UniSantos,** foi realizada a **Defesa da Tese de Doutorado** da aluna **Márcia Alvarenga dos Santos** intitulada "**REGIME INTERNACIONAL APLICÁVEL A PEQUENOS SATÉLITES DE BAIXA COMPLEXIDADE: PROPOSTAS PARA SALVAGUARDAR ATORES ESPACIAIS E MITIGAR IMPACTOS AMBIENTAIS NO ESPAÇO EXTERIOR**" do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em **Direito**.

A Banca Examinadora foi composta pelos seguintes Membros:
Prof. Dr. Olavo de Oliveira Bittencourt Neto – (Orientador - Membro Nato)
Prof. Dr. Fernando Cardozo Fernandes Rei – (Membro - Titular)
Prof. Dr. Daniel Freire e Almeida – (Membro - Titular)
Profa. Dra. Ana Paula de Sá Santos Rabello – (Membro - Titular)
Prof. Rodrigo Luiz Zanethi – (Membro - Titular)

Após arguição e debate, a Banca Examinadora considerou a aluna **Márcia Alvarenga dos Santos**:

Aprovada (X) **Não Aprovada ( )**

Obs.: .....
.....
.....

Santos, 26 de março de 2019

Prof. Dr. Olavo de Oliveira Bittencourt Neto - Orientador (Membro – Nato)

Prof. Dr. Fernando Cardozo Fernandes Rei – (Membro – Titular)

Prof. Dr. Daniel Freire e Almeida – (Membro – Titular)

Profª. Drª. Ana Paula de Sá Santos Rabello – (Membro – Titular)

Prof. Dr. Rodrigo Luiz Zanethi – (Membro – Titular)

"There is freedom waiting for you,
On the breezes of the sky,
And you ask "What if I fall?"
Oh but my darling,
What if you fly?"
- Erin Hanson

Em homenagem ao Prof. Júnior Torres de Castro:
um brasileiro, um visionário, um sonhador.

AGRADECIMENTOS

Esta tese foi possível porque, em meu caminho, recebi o apoio, o carinho e o respeito de muitas pessoas. Relembro a caminhada enquanto escrevo estes agradecimentos.

O Prof. José Monserrat Filho sempre foi uma referência em Direito Espacial para mim e para o Brasil. Ele recebeu-me em sua casa, deu-me o incentivo que eu precisava para ingressar no Programa de Doutorado e apresentou-me o Prof. Olavo. Muito obrigada!

O meu orientador, Prof. Dr. Olavo de Oliveira Bittencourt Neto, acolheu-me prontamente no Programa e me proporcionou oportunidades de crescimento acadêmico pelas quais nunca será suficiente agradecer. Muito obrigada!

O meu orientador, Prof. Dr. Marcelo Lopes de Oliveira e Souza, um verdadeiro mestre do Céu aqui na Terra, iluminou minhas ideias e aprumou os meus passos. Ter convivido com ele foi um privilégio. Muito obrigada!

A Universidade Católica de Santos e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) viabilizaram minha bolsa de estudos, que foi imprescindível para esta conquista. Muito obrigada!

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), ao qual tenho orgulho de servir, proporcionou minha licença parcial, fundamental para a qualidade de minhas pesquisas.

A Dra. Ana Paula de Sá Santos Rabello, cuja tese inspirou minhas propostas, contribuiu com ideias e melhorias, que conferiram mais qualidade aos resultados. Muito obrigada!

Os professores do Programa de Doutorado da Universidade Católica de Santos depositaram confiança nos meus trabalhos e propiciaram-me um desenvolvimento acadêmico sólido. Em especial, agradeço ao Prof. Fernando Cardozo Fernandes Rei, que me inspira por sua postura e sua sabedoria. Muito obrigada!

Minhas amigas de Doutorado, Luciana Lima e Patrícia Gorisch, serviram-me de exemplo de profissionais e de mulheres, e deixaram marcas indeléveis em mim. Meus colegas do Curso de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia Espaciais do INPE acolheram-me com muito respeito. Muito obrigada!

Meus primos, Gilberto de Oliveira e Denise Lyra Verano de Oliveira, ofereceram-me lar e carinho na cidade de Santos, o que tornou esse sonho viável. Muito obrigada!

Meu amor, Júlio César Lima d'Alge, esteve ao meu lado todo o tempo, nas curvas da estrada de Santos, nos momentos de celebração e naqueles mais desafiadores. Muito obrigada!

Meus filhos, Isabela, Gabriel e Manuela Alvarenga de Mattos Landim, são meus tesouros preciosos. Por eles, para eles, todos os dias, sou capaz de fazer aquilo que parece impossível. Muito obrigada!

Minha mãe, Mércia Maria Alvarenga, e minha tia, Marly Aparecida Alvarenga, além de minhas irmãs Ângela e Amanda Alvarenga, são o meu porto-seguro. Porque elas estiveram a meu lado nesta jornada, eu me senti mais fortalecida. Muito obrigada!

Deus é minha fonte eterna de amor e de perseverança. Nele tenho a certeza de que vencerei. Muito obrigada!

RESUMO

Desde o início da era espacial mas, sobretudo, recentemente, a possibilidade de acessar o espaço instiga, em atores não comuns no cenário espacial, o desenvolvimento de aparatos menores, mais leves, dotados de tecnologias mais habituais, mais baratas. A série de satélites OSCAR, desde 1961, e a intensificação de lançamentos de cubesats, desde 2000, ilustram isto. Tecnicamente, esses satélites representam um risco muito grande aos grandes artefatos, pois são muitos, crescentemente numerosos, pouco ou nada controláveis ou observáveis, e, por vezes, são lançados em órbitas em que irão permanecer por muitos anos. O cenário que se compõe é um desafio às esferas técnica e jurídica. Na 1ª., são necessárias medidas para mitigar os impactos ambientais e outros, causados por tais objetos. Na 2ª., são necessárias novas regulamentações que deem um tratamento específico e confiram segurança jurídica aos Estados e proteção ao ambiente espacial. Assim, esta Tese apresenta propostas aplicáveis a Pequenos Satélites de Baixa Complexidade (PSBCs) para salvaguardar atores espaciais e mitigar impactos ambientais no espaço exterior. Para isto: 1) revisa a literatura e a legislação afins, especialmente do Direito Ambiental Internacional, do Direito Espacial, da Mecânica Orbital, da Teoria do Risco; 2) adota a caracterização por complexidade proposta por Bearden para conceituar PSBCs; 3) adota a Teoria do Risco, as terminologias do IPCC, da Suprema Corte Americana, e da FAA para propor uma classificação semi-quantitativa dos PSBCs por palavras, cores, e níveis; 4) busca, tabela e caracteriza a série OSCAR para ilustrar 1-3 e como caso de estudo; e 5) classifica alguns dos seus mais característicos satélites pelos níveis de risco/criticidade de seus impactos ambientais no espaço exterior. Tais itens sugerem que tais propostas são aplicáveis a PSBCs e visam salvaguardar atores espaciais e mitigar impactos ambientais no espaço exterior.

PALAVRAS-CHAVE

Direito Ambiental Internacional; Direito Espacial; Pequenos Satélites; Baixa Complexidade.

ABSTRACT

Since the beginning of the space age, but especially recently, the possibility of accessing space has encouraged the development of smaller, lighter devices equipped with more usual, cheaper technologies. The OSCAR satellites series, since 1961, and the intensification of cubesats launches since 2000 illustrate this. Technically, these satellites pose a very great risk to large artifacts, as they are many, increasingly numerous, almost or totally uncontrollable or unobservable, and sometimes cast into orbits where they will remain for many years. The scenario is a challenge to the technical and legal spheres. In the 1st, measures are needed to mitigate the environmental and other impacts caused by such objects. In the 2nd, new regulations are necessary to offer specific treatment and confer legal certainty to the States and protection to the space environment. Thus, this thesis presents proposals applicable to Small Satellites of Low Complexity (PSBCs, acronym of the Portuguese language) to safeguard space actors and mitigate environmental impacts in outer space. To serve this purpose, it: 1) reviews the literature and related legislation, especially International Environmental Law, Space Law, Orbital Mechanics, Risk Theory; 2) adopts the complexity characterization proposed by Bearden to conceptualize PSBCs; 3) adopts the Risk Theory, IPCC, US Supreme Court, and FAA terminologie to propose a semi-quantitative classification of PSBCs by words, colors, and levels; 4) search, tabulate and characterize the OSCAR series to illustrate 1-3 and as case study; and 5) classifies some of its most characteristic satellites by the risk/criticality levels of its environmental impacts in outer space. Such items suggest that such proposals are applicable to PSBCs and aim at safeguarding space actors and mitigating environmental impacts in outer space.

KEY-WORDS

International Environmental Law; Space Law; Small Satellites; Low Complexity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tamanho Comparado dos Satélites. 60
Figura 2 – Padrão de Cubesats. 63
Figura 3 – Índice de Complexidade de Bearden (2000/2001). 69
Figura 4 – Riscos de Colisão. 70
Figura 5 – Órbitas Terrestres Utilizadas para a Alocação de Objetos Espaciais. 79
Figura 6 – Simulação da Propagação de Detritos Espaciais após Colisão. 82
Figura 7 – Zonas Protegidas. 113
Figura 8 – 9 Combinações dos Fatores de Probabilidade de Ocorrência e Severidade do Impacto em 3 Níveis de Risco/Criticidade dos Impactos Ambientais no Espaço Exterior para Classificar os PSBCs. 153
Figura 9 – Atuação do Arrasto Atmosférico Conforme a Altitude da Órbita Terrestre. 161
Figura 10 - DOVE/OSCAR-17. 175

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Pesquisa na base *Web of Science.* 53
Tabela 2 – Pesquisa na base *Scopus.* 53
Tabela 3 – Levantamento com Dois Termos. 54
Tabela 4 – Publicações sobre "*Small Satellites*" por Ano. 55
Tabela 5 – Levantamento Bibliográfico em Instituições de Direito Espacial. 56
Tabela 6 – Originalidade Buscada Neste Trabalho. 57
Tabela 7 – Classificação de Satélites de Acordo com a Massa. 65
Tabela 8 – Missões Universitárias de Fabricação de Pequenos Satélites. 65
Tabela 9 – Caracterização de Satélites de Baixa e Alta Complexidade de Bearden (2000/2001). 68
Tabela 10 – Quantidade de Objetos Espaciais Lançados ao Espaço. 72
Tabela 11 – Status dos Principais Tratados e Convenções Espaciais. 95
Tabela 12– Direito Espacial (*Hard Law - Soft Law*). 132
Tabela 13 – Propostas Regulatórias e Princípios do Direito Ambiental Internacional. 135
Tabela 14 – Probabilidades de Ocorrência de um Evento Natural. 143
Tabela 15 – Níveis de Confiança do IPCC sobre Modelos Climáticos. 144
Tabela 16 – Níveis de Certeza, Relacionando Critérios Legais e Científicos. 145
Tabela 17 – Criticidades de um Acidente Aéreo em Função da Probabilidade de Ocorrência e da Severidade dos Danos. 147
Tabela 18 - Classificação Qualitativa da Probabilidade de Ocorrência de uma Falha. 148
Tabela 19 - Níveis de Severidade e Seus Efeitos 149
Tabela 20 – Descrição dos Fatores, Seus Valores ou Descrições, e os Amparos Jurídicos ou Técnicos. 150
Tabela 21 – 3 Níveis (baixo/verde, médio/amarelo, alto/vermelho) dos 2 Fatores (P e S) para Classificação dos PSBCs pelos Níveis de Risco/Criticidade de seus Impactos Ambientais no Espaço Exterior 151
Tabela 22 – Classificação dos PSBCs pelos Níveis de Risco/Criticidade de seus Impactos Ambientais no Espaço Exterior. 154
Tabela 23 – Número de Lançamentos de Nano e Picossatélites e o Cumprimento dos Procedimentos Exigidos pela ITU. 166
Tabela 24 – Série OSCAR em Números. 176
Tabela 25 – Prós e Contras da Amostra Escolhida neste Trabalho. 176
Tabela 26 – Classificação Alguns Satélites da Série OSCAR pelos Níveis de Risco/Criticidade de seus Impactos Ambientais no Espaço Exterior. 179
Tabela 27 – Série OSCAR e sua Distribuição por Faixas de Órbitas. 184

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AEB	Agência Espacial Brasileira.
BSTI	Iniciativa em Tecnologia Básica Espacial (*Basic Space Technology Initiative*).
CBERS	Satélite Sino Brasileiro de Recursos Terrestres (*China-Brazil Earth Resources Satellite*).
CNAE	Comissão Nacional de Atividades Espaciais.
CNSA	Administração Espacial Nacional da China (*China National Space Administration*).
CSA	Agência Espacial Canadense (*Canadian Space Agency*).
CoPs	Conferência das Partes (*Conference of the Parties*).
CONASAT	Constelação de Nano Satélites Ambientais.
COPUOS	Comitê para o Uso Pacífico do Espaço Exterior (*Committee of onthe Peaceful Uses of Outer Space*).
ECSS	Cooperação Europeia para Padronização Espacial (*European Cooperation for Space Standardization)*.
ECSL	Centro Europeu de Direito Espacial (*European Centre for Space Law*).
EMBRAER	Empresa Brasileira de Aeronáutica S. A.
EMBRAPII	Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial.
ESA	Agência Espacial Europeia (*European Space Agency*).
FAA	Administração Federal de Aviação (*Federal Aviation Administration*).
FCC	Comissão Federal de Comunicações (*Federal Communications Comisssion*).
FMEA	Análise de Modos de Falênciae seus Efeitos (*Failure Modes and Effects Analysis*).

FMECA	Análise de Modos de Falência, seus Efeitos e Criticidade (*Failure Modes, Effects and Criticality Analysis*).
GEO	Órbita Geoestacionária (*Geostationary Orbit).*
GNSS	Sistema de Navegação Global por Satélite (*Global Navigation Satellite System*).
GOCNAE	Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais.
GPS	Sistema de Posicionamento Global (*Global Positioning System*).
IADC	Comitê Interagências de Coordenaçãode Detritos Espaciais (*Inter-Agency Space Debris Coordination Committee*).
IISL	Instituto Internacional de Direito Espacial (*International Institute of Space Law*).
IMO	Organização Marítima Internacional (*International Maritime Organization*).
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Chang*e).
ISRO	Organização Indiana de Pesquisa Espacial (*Indian Space Research Organisation*).
ITA	Instituto Tecnológico de Aeronáutica.
ITU	União Internacional de Telecomunicações (*International Telecommunication Union*).
JAXA	Agência de Exploração Espacial do Japão (*Japan Aerospace Exploration Agency*).
JSpOC	Centro de Operações Espaciais Conjuntas (*Joint Space Operations Center)*.
LEO	Órbitas Terrestres Baixas (*Low Earth Orbit*).

MEA	Acordo Multilateral Ambiental (*Multilateral Environmental Agreements*).
NASA	AdministraçãoNacional deAeronáuticae Espaço (*National Aeronautics and Space Administration*).
NCFS	Comissão Nacional de Ciência Forense (*National Commission on Forensic Science*).
NEO	Objeto Próximo à Terra (*Near-Earth Object*).
NIST	Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia (*National Institute of Standards and Technology*).
OCDE	Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico.
OTA	Escritório de Avaliação Tecnológica (*Office of Technological Assessment*).
PMBOK	Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (*A Guide to the Project Management Body of Knowledge)*.
PqSats	Pequenos Satélites.
PSACs	Pequenos Satélites de Alta Complexidade.
PSBCs	Pequenos Satélites de Baixa Complexidade.
SACI	Satélite de Aplicações Científicas.
SBDA	Associação Brasileira de Direito Aeroespacial.
SCD	Satélite de Coleta de Dados.
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial.
SGDC	Satélite Geoestacionário de Comunicações e Defesa.
SSA	Conhecimento da Situação no Espaço (*Space Situational Awareness*).
STM	Gerenciamento de Tráfego Espacial (*Space Traffic Management*).

TICs	Tecnologias da Informação e Comunicação.
Telebrás	Telecomunicações Brasileiras S. A.
UNFCCC	Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (*United Nations Framework Convention on Climate Change*).
UNOOSA	Escritório das Nações Unidas para Assuntos do Espaço Exterior (*United Nations Office for Outer Space Affairs*).
USGS	Serviço Geológico dos Estados Unidos (*United States Geological Survey*).
USSTRATCOM	Comando Estratégico dos E.U.A (U.S. *Strategic Command*).

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 20
1.1 Problema e Solução 24
1.1.1 Problema Técnico no Espaço Exterior 25
1.1.2 Implicações Jurídicas na Terra 26
1.1.3 Solução Técnica Internacional 29
1.1.4 Solução Jurídica Internacional 29
1.2 Motivação e Justificativa 30
1.2.1 Cenário Internacional 32
1.2.2 Cenário Brasileiro 34
1.3 Tema 38
1.4 Hipóteses 39
1.4.1 Hipóteses Técnicas 39
1.4.2 Hipóteses Jurídicas 40
1.5 Objetivos 40
1.5.1 Objetivo Geral 40
1.5.2 Objetivos Específicos 40
1.6 Referencial Teórico 41
1.6.1 Referencial Técnico 41
1.6.2 Referencial Jurídico 46
1.7 Metodologia 48
1.7.1 Conceitos Básicos 51
1.7.2 Revisão da Literatura 52
1.7.3 Discussão e Argumentação 56
1.7.4 Propostas Regulatórias 56
1.7.5 Seleção e Aplicação a Estudos de Caso 57
1.8 Originalidade, Generalidade e Utilidade 57
1.9 Organização da tese 59

2 SATÉLITES DE BAIXA COMPLEXIDADE, IMPACTOS AMBIENTAIS E TEORIA DO RISCO 60
2.1 Pequenos Satélites 60
2.2 Baixa Complexidade 67
2.3 Impactos Ambientais causados por Detritos Espaciais 69
2.4 Impacto Ambiental no Espaço causado por PSBCs 73
2.5 Teoria do Risco 83

3 REVISÃO DA LEGISLAÇÃO APLICÁVEL 88
3.1 Direito Comparado 88
3.2 Direito Ambiental Internacional 89
3.3 Revisão dos Tratados e Convenções Espaciais 94
3.3.1 O Tratado do Espaço 98
3.3.2 A Convenção sobre Responsabilidade 102
3.3.3 A Convenção de Registro 108
3.4 Regulamentação Internacional para Mitigação do Impacto da Poluição Ambiental no Espaço Causada pelas Atividades Humanas 111
3.4.1 Diretrizes sobre Mitigação de Detritos Espaciais do COPUOS (*COPUOS Space Debris Mitigation Guidelines*) 111
3.4.2 Diretrizes para Mitigação de Detritos Espaciais do IADC *(IADC Space Debris Mitigation Guidelines*) 112
3.4.3 Código de Conduta Europeu para Mitigação de Detritos Espaciais 115
3.4.4 Política de Mitigação de Detritos Espaciais da ESA para Projetos da Agência (*ESA Space Debris Mitigation Policy for Agency Projects*) 116

3.4.5 Requisitos para Mitigação de Detritos Espaciais da Organização Internacional Para Padronização (ISO 24113:2011) 118
3.4.6 Recomendação da ITU (ITU-R S.1003.2) sobre Proteção Ambiental da Órbita Geoestacionária 119
3.5 Regulamentações Nacionais para Mitigação do Impacto da Poluição Ambiental no Espaço Causada pelas Atividades Humanas 121
3.5.1 Áustria 121
3.5.2 Bélgica 123
3.5.3 Cazaquistão 124
3.5.4 Holanda 125
3.5.5 África do Sul 128
3.5.6 Reino Unido 129
3.6 Recomendações Específicas para Pequenos Satélites 130
3.6.1 Recomendações do JSpOC para Operações de Cubesats Otimizadas (*JSpOC Recommendations for Optimal CubeSat Operations*) 130
3.6.2 Orientação sobre o Registro de Objetos Espaciais e o Gerenciamento de Frequências para Satélites Pequenos e Muito Pequenos da ITU (*ITU Guidance on Space Object Registration and Frequency Management for Small and Very Small Satellites)* 131
4 PROPOSTAS REGULATÓRIAS E SUAS DEFESAS 134
4.1 Proposta Regulatória Internacional para PSBCs 135
4.2 Proposta Regulatória Nacional para PSBCs 137
4.3 Unificação da Caracterização de PSBCs 140
4.4 Classificação de PSBCs pelos Níveis de Risco/Criticidade de seus Impactos Ambientais no Espaço Exterior 141
4.5 Mapeamento dos PSBCs 158
4.8 Consideração das Faixas de Frequências estipuladas pela ITU 162
4.9 Acompanhamento de PSBCs (via sinal sonoro, como o bipe-bipe do *Sputnik*) 166
4.10 Simplificação do Registro de PSBCs 167
4.11 Criação de um Banco de Dados de PSBCs 170
4.12 Criação de um Fundo de Compensações por danos causados por PSBCs 171
5 DEMONSTRAÇÃO DA APLICABILIDADE POR MEIO DE ESTUDOS DE CASO 174
5.1 Um Caso Pioneiro: A Série OSCAR 174
***5.2 Gedankenexperiment* da série OSCAR 178**
6 CONCLUSÃO 186
REFERÊNCIAS 191
APÊNDICE A 206
APÊNDICE B 214
APÊNDICE C 224
APÊNDICE D 226
ANEXO 1 227
TRATADO SOBRE PRINCÍPIOS REGULADORES DAS ATIVIDADES DOS ESTADOS NA EXPLORAÇÃO E USO DO ESPAÇO CÓSMICO, INCLUSIVE A LUA E DEMAIS CORPOS CELESTES 227
ANEXO 2 235

CONVENÇÃO SOBRE RESPONSABILIDADE INTERNACIONAL POR DANOS CAUSADOS POR OBJETOS ESPACIAIS 235

ANEXO 3 246

CONVENÇÃO RELATIVA AO REGISTRO DE OBJETOS LANÇADOS NO ESPAÇO CÓSMICO 246

GLOSSÁRIO 252

1 INTRODUÇÃO

Produtos de engenharia podem ser criados para melhorar a vida dos seres humanos, possibilitando o seu progresso e bem-estar. Entretanto, podem resultar em efeitos não previstos e até indesejáveis, sobretudo quando não funcionam corretamente, ou deixam de funcionar. Estes efeitos são técnicos e, ocasionalmente, legais suscitando litígios difíceis de arbitrar. O ideal é regular suas causas para evitar ou minorar tais efeitos, como proposto neste trabalho. Cf. Petroski (2000, p. 579):

> A maioria das pessoas hoje em dia costuma dar pouca atenção às maravilhas da engenharia que antes impressionaram os visitantes em grandes exposições e feiras do mundo. Apenas quando algo dá errado – um serviço de utilidade pública é interrompido, o carro não liga ou o computador trava – é que prestamos atenção à engenharia. E quando algo sai realmente errado e resulta em ferimentos ou morte, a engenharia tende a ser não apenas notada, mas também culpada e seus praticantes responsabilizados. Quando a culpa resulta em litígio, o juiz deve fazer uma avaliação do testemunho oferecido pelos engenheiros em relação aos métodos, costumes e práticas da profissão"[1] (tradução nossa).

Objetos espaciais, lançados pelo ser humano há mais de meio século, são ferramentas que se tornaram imprescindíveis à vida humana na Terra. Suas utilidades compreendem um vasto repertório que vão do auxílio à previsão do tempo e aos estudos do clima, às pesquisas relacionadas às ciências atmosféricas em geral, fomentam o desenvolvimento tecnológico, apoiam as atividades agrícolas, colaboram para o monitoramento dos recursos naturais, dentre outras atividades essenciais para o desenvolvimento econômico e social.

No início da Era Espacial, cujo marco foi o lançamento do satélite soviético Sputnik-1, em 4 de outubro de 1957, apenas duas nações eram capazes de alocar esses artefatos em órbita: os Estados Unidos da América (EUA) e a União das

---

[1] "*Most people today tend to give scant notice to the marvels of engineering that once awed visitors to great exhibitions and world's fairs. It seems to be only when something goes wrong — a utility service is interrupted, the car does not start, or the computer crashes — that we take notice of engineering. And when something goes really wrong and results in injury or death, engineering tends to be not only noticed but also blamed and its practitioners held responsible. When blame results in litigation, the judge must make an assessment of the testimony offered by engineers in relation to the methods, customs, and practices of the profession*". PETROSKI, Henry. Reference Guide on Engineering Practice and Methods. Em: ***Reference Manual on Scientific Evidence***. 2.ed. EUA: *Federal Judicial Center, 2000*. Chapter 10, p.578-624. Disponível em: <https://www.fjc.gov/sites/default/files/2012/sciman00.pdf>. Acesso em 01 jul. 2018.

Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS). Atualmente, há vários outros países que possuem programas espaciais robustos, capazes de enviar objetos espaciais à órbita da Terra por meio de seus próprios veículos lançadores: França, Japão, China, Índia, Israel, dentre outros. Alguns países, como é o caso do Brasil, possuem a capacidade tecnológica de produzir objetos espaciais. Contudo, seus programas espaciais não evoluíram a ponto de produzirem seus próprios veículos lançadores de satélites e, basicamente, dependem de cooperação internacional para o lançamento de seus objetos ao espaço.

O satélite Sputnik-1 pesava cerca de 80 kg, media 58 cm de diâmetro, e sua carga útil consistia, unicamente, de um radiotransmissor[2]. Suas dimensões e capacidades, naturalmente, foram superadas com o passar do tempo dado o avanço tecnológico. Satélites artificiais passaram a pesar toneladas e levar consigo cargas úteis mais complexas[3].

Recentemente, o advento da miniaturização das tecnologias provocou um movimento reverso. Os satélites, que antes pesavam toneladas, puderam ser substituídos por objetos menores e mais leves que, sozinhos ou em constelação, são capazes de desempenhar funções semelhantes às dos satélites mais pesados e muito mais onerosos. São os Pequenos Satélites de Alta Complexidade (PSACs). A exemplo, em 5 de maio de 2018, a Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (NASA, sigla em Inglês para *National Aeronautics and Space Administration*) lançou a primeira missão interplanetária de cubesats. De carona no lançamento da sonda InSight, os cubesats MarCO A e B orbitarão o planeta vermelho e, caso sejam bem-sucedidos, além de fornecer informações sobre a espaçonave principal, a InSight, eles abrirão uma janela de possibilidades para que outros PSACs como eles realizem missões a outros planetas[4].

---

[2] NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA). ***Sputnik and The Dawn of the Space Age***. Disponível em: <https://history.nasa.gov/sputnik/>. Acesso em 30 jul. 2018.

[3] INTERNATIONAL SPACE UNIVERSITY (ISU). ***Guidebook on Small Satellite Programs***. Disponível em: <https://isulibrary.isunet.edu/doc_num.php?explnum_id=279>. Acesso em 21 jun. 2018.

[4] JET PROPULSION LABORATORY (JPL). ***Mars Cube One (MarCO).*** Disponível em: <https://www.jpl.nasa.gov/cubesat/missions/marco.php>. Acesso em 07 mai. 2018.

Resta evidente que os pequenos satélites (PqSats) contam com algumas vantagens como a de poderem “pegar carona” em veículos lançadores e de poderem ser enviados às centenas em um único lançamento, a exemplo do que fez a Índia em 15 de fevereiro de 2017[5]. Mais importante, a produção de Pequenos Satélites de Baixa Complexidade (PSBCs), por ser menos custosa, torna o espaço mais acessível a Estados menos desenvolvidos.

De toda sorte, objetos espaciais, pequenos ou não, que não estejam mais em operação ou se encontrem sem controle, contribuem para o aumento da poluição espacial, geram detritos espaciais (*space debris*) que representam um perigo para a sustentabilidade das atividades no espaço exterior e até na Terra.

No caso dos PSBCs, o perigo se torna ainda mais premente, visto que, na maior parte dos casos, eles não são manobráveis e sua vida útil é bem mais reduzida. A título de comparação: o satélite americano Landsat-8, cuja função é de sensoriamento remoto, possui 3 m de comprimento e 2,4 m de diâmetro e pesa 2.071 kg e sua vida útil foi projetada para, no mínimo, 5 anos[6]. O Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres 4 (CBERS 4, sigla em Inglês para *China-Brazil Earth Resources Satellite*) tem aproximadamente 1,80 m X 2 m x 2,2 m, pesa 2.080 kg, e sua vida útil foi estimada em 3 anos[7]. Já um pequeno satélite de baixa complexidade pode ter somente 30 cm de altura e massa de aproximadamente 1,5 kg. Sua vida útil é curta. Esse tipo de satélite costuma operar por apenas alguns meses, não tem radioprecisão e não é controlável. Logo, eles podem apresentar maiores riscos de espalhamento em frequência ou em posição[8], [9] o que pode resultar em interferência/interrupção nas comunicações, colisão/fragmentação

[5] NEW YORK TIMES. ***India Launches 104 Satellites From a Single Rocket, Ramping Up a Space Race*.** Disponível em: <https://www.nytimes.com/2017/02/15/world/asia/india-satellites-rocket.html>. Acesso em 30 jan. 2018.

[6] UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). ***Landsat 8*.** Disponível em: <https://landsat.usgs.gov/landsat-8-mission>. Acesso em 31 jan. 2018.

[7] SATÉLITE SINO-BRASILEIRO DE RECURSOS TERRESTRES (CBERS). **Descrição CBERS-3 e 4.** Disponível em: <http://www.cbers.inpe.br/sobre/cbers3-4.php>. Acesso em 31 jan. 2018.

[8] SOUZA, Marcelo Lopes de Oliveira; NUNES, Danton. ***Forecasting Space Debris***: A Measure Theory Approach. Em: Proceedings of the International Astronautical Congress-IAC, Rio de Janeiro, RJ, 2-6 out. 2000.

[9] GOMES, Mariany Ludgero Maia; SOUZA, Marcelo Lopes de Oliveira. **Análise e Simulação de Detritos Espaciais.** X Conferência Brasileira de Dinâmica, Controle e Aplicações-DINCON. Águas de Lindóia, SP, 29/Ago a 02/Set. 2011. Artigo C-09-12.

mecânica[10], [11], com outros objetos ou missões operacionais, e até reentrada/impacto em instalações ou pessoas no solo[12, 13, 14, 15, 16]; e, portanto, causar e/ou intensificar seus impactos ambientais no espaço exterior e até na Terra.

Os impactos ambientais causados por PSBCs sem radioprecisão, sem controle, ou que perderam sua função, representam riscos a objetos e a missões operacionais no espaço exterior e até na Terra. Eles têm aspectos econômicos, sociais, ambientais e até mesmo políticos, mas podem ser mitigados por meio de planejamento de ciclos de vida menos poluentes e por instrumentos de cooperação internacional e jurídicos, como as regulações internacionais e nacionais.

---

[10] MORAES, Enio Faria de Toledo. **Análise e Simulação de Detritos Espaciais.** Em: Seminário de Iniciação Científica do INPE-SICINPE, 2010, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2010. p. 77. CD-ROM; Papel; On-line. IBI: <8JMKD3MGP7W/389BN4P>. Disponível em: <http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/389BN4P>. Acesso em 31 jan. 2018.

[11] BATISTA, Andreza da Costa. **Estudo de Modelos e Condições Iniciais da Geração a Priori de Detritos Espaciais e sua Propagação Orbital**. 2011. 352 p. (sid.inpe.br/mtc-m19/2011/02.28.17.49-TDI). Dissertação (Mestrado em Mecânica Espacial e Controle) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2011. Disponível em: <http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3996TBH>. Acesso em 19 jul. 2018.

[12] BRAGA, Ariane de Oliveira; SOUZA, Marcelo Lopes de Oliveira. **Análise e Simulação de Reentradas Atmosféricas Controladas.** Em: SICINPE - 2006. São José dos Campos. 2006. p. 19 p. (INPE-14004-PRE/9179).

[13] CARDOSO, Grazielle Cunha; SOUZA, Marcelo Lopes de Oliveira. **Análise e simulação de reentradas atmosféricas.** Em: Seminário de Iniciação Científica do INPE-SICINPE, 2010, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2010. p. 29. CD-ROM; Papel; On-line. IBI: <8JMKD3MGP7W/38A2CH8>. Disponível em: <http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/38A2CH8>. Acesso em 31 jan. 2018.

[14] BURKE, Paulo Eduardo Pinto; SOUZA, Marcelo Lopes de Oliveira. **Análise e Simulação de Reentradas Atmosféricas Controladas.** Em: Seminário de Iniciação Científica do INPE-SICINPE, 2012, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2012. p. 124. CD-ROM; On-line; Papel. IBI: <8JMKD3MGP7W/3CMTKC6>. Disponível em: <http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3CMTKC6>. Acesso em 31 jan. 2018.

[15] GERMANO, André Andreatta. **Estudo, Modelagem e Simulação da Campanha de Reentrada e Fragmentação de um Satélite Artificial Aplicado a uma Plataforma Multimissão**. 2016. 119 p. IBI: <8JMKD3MGP3W34P/3LCP9DE>. (sid.inpe.br/mtc-m21b/2016/03.22.17.53-TDI). Dissertação (Mestrado em Mecânica Espacial e Controle) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2016. Disponível em: <http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34P/3LCP9DE>. Acesso em 11 fev. 2019.

[16] OLIVEIRA, Silvanio Bezerra. **Fragmentação por Ação Aerotermodinâmica e Predição da Área de Impacto de um Veículo Espacial com Injeção Controlada da Re-entrada**. 2009. 410 p. (INPE-16586-TDI/1575). Tese (Doutorado em Mecânica Espacial e Controle) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2009. Disponível em: <http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2009/07.23.15.26>. Acesso em 11 fev. 2019.

Além disso, missões realizadas por meio de PSBCs são oportunidades para Estados com baixo orçamento aplicados ao setor espacial, nomeadamente os países em desenvolvimento, e contribuem para a construção de capacidade tecnológica no setor industrial e na academia.

Esta tese formula propostas para regular PSBCs, salvaguardar seus atores espaciais, e mitigar seus impactos ambientais no espaço exterior, com vistas a incentivar, e não desestimular, o desenvolvimento e a fabricação dos pequenos satélites. Para tanto, sugere-se uma abordagem técnica fundamentada na Mecânica Orbital e na Teoria do Risco e uma abordagem jurídica baseada no Direito Ambiental Internacional e no Direito Espacial, corroborada por estudos de caso, para compor as propostas regulatórias que irão salvaguardar os atores espaciais interessados, bem como os interesses da comunidade internacional.

1.1 Problema e Solução

O entusiasmo das atividades espaciais no mundo ao longo das seis décadas que sucederam o início da Era Espacial resultou no aumento da quantidade de objetos espaciais não funcionais e/ou sem controle, os chamados detritos espaciais (*space debris*). O Escritório das Nações Unidas para Assuntos do Espaço Exterior (UNOOSA, siglas em Inglês para *United Nations Office for Outer Space Affairs*) reporta que, dos 19.000 objetos espaciais colocados em órbita, apenas 1.400 sejam objetos funcionais[17]. A Agência Espacial Europeia (ESA, sigla em Inglês para *European Space Agency*) estima que 42.000 objetos foram lançados em 60 anos de atividades espaciais. Destes, 23.000 permanecem no espaço, mas somente 1.200 são objetos operacionais[18]. O Comando Estratégico dos Estados Unidos (USSTRATCOM, sigla em Inglês para *U.S. Strategic Command*), por meio de seu Centro de Operações Espaciais Conjuntas (JSpOC, sigla em Inglês para *Joint Space Operations Center*), monitora mais de 22.000 objetos na órbita da Terra, dos quais

[17] UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS (UNOOSA). ***Space Debris*.** Disponível em: <http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/topics/space-debris/index.html> . Acesso em 30 jan. 2018.

[18] EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA). ***About Space Debris*.** Disponível em: <http://www.esa.int/Our_Activities/Operations/Space_Debris/About_space_debris>. Acesso em 30 jan. 2018.

5% são operacionais, 8% são estágios de foguetes e 87% são detritos espaciais[19]. Esse número crescente criou e agrava os problemas descritos a seguir.

1.1.1 Problema Técnico no Espaço Exterior

Há desenvolvimentos tecnológicos em curso que visam lidar com o problema dos impactos ambientais no espaço exterior causados por pequenos satélites. Como mencionado, os impactos não apenas comprometem o uso de um recurso comum, mas igualmente prejudicam os serviços prestados por meio dos objetos espaciais colocados em órbita da Terra. Tal interferência constitui um problema técnico com consequências legais e financeiras. Em publicação de 1990, o Escritório de Avaliação Tecnológica (OTA, sigla em Inglês para *Office of Technological Assessment*) dos EUA apontou como principais problemas técnicos causados pela poluição ambiental no espaço a interferência por radiofrequência e em observações científicas. A lista de perigos causados por detritos espaciais ou objetos não operacionais e/ou sem controle inclui: 1) perda ou dano do objeto espacial por colisão; 2) reentrada acidental do objeto espacial; 3) contaminação por material nuclear tanto no espaço quanto na Terra; 4) interferência em observações astronômicas feitas a partir da Terra ou no espaço; 5) interferência em experimentos científicos e militares; e 6) comprometimento de estratégias militares[20]. O relatório da OTA (1990) exemplifica o problema técnico gerado pela poluição ambiental no espaço:

> Por muitos anos, dados astronômicos de raio-gama têm sido corrompidos por satélites soviéticos que são operados por reatores nucleares não blindados. As emissões indiretas desses satélites espalham-se ao longo do campo magnético da Terra e é virtualmente

[19] VANDERBERG AIR FORCE BASE. ***Joint Functional Component Command for Space*.** Disponível em: <https://www.vandenberg.af.mil/About-Us/Fact-Sheets/Display/Article/338339/joint-functional-component-command-for-space/>. Acesso em 20 jun. 2018.

[20] "*For several years, gamma-ray astronomy data have been corrupted by Soviet intelligence satellites that are powered by unshielded nuclear reactors. The indirect emissions from these satellites spread along the Earth's magnetic field and are virtually impossible for other satellites to escape. The Japanese Ginga satellite, launched in 1987 to study gamma-ray bursters, has been triggered so often by the Soviet reactors that over 40 percent of its available observing time has been spent transmitting unintelligible 'data'*". U.S. CONGRESS, OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT (OTA). ***Orbiting Debris: A Space Environmental Problem*.** *OTA-BP-ISC-72.* Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1990. p. 3.

> impossível para os outros satélites escaparem [das emissões]. O satélite japonês Ginga, lançado em 1987 para estudar explosões de raio-gama, tem sido disparado tão frequentemente pelos reatores soviéticos que mais de que 40% do tempo de observação disponível tem sido gasto transmitindo dados ininteligíveis[21] (tradução nossa).

1.1.2 Implicações Jurídicas na Terra

A poluição gerada por objetos espaciais pode implicar dano direto e indireto a outros objetos espaciais, a astronautas, ou danos a pessoas e propriedades na Terra. Danos causados por objetos espaciais estão, especialmente, previstos no Tratado sobre Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico, Inclusive a Lua e Demais Corpos Celestes, doravante chamado de "Tratado do Espaço", aberto à assinatura em 27 de janeiro de 1967 (Anexo 1) e na Convenção sobre Responsabilidade Internacional por Danos Causados por Objetos Espaciais, doravante chamada de "Convenção sobre Responsabilidade", concluída em 29 de março de 1972 (Anexo 2).

Ao se decidir lançar um objeto ao espaço, quer seja ele grande ou pequeno, público ou privado, deve-se recordar que os Estados têm a responsabilidade internacional pelas atividades nacionais realizadas no espaço cósmico, quer sejam elas exercidas por organismos governamentais ou por entidades não-governamentais, sendo que as atividades espaciais das entidades não-governamentais devem ser objeto de autorização e vigilância contínua pelo respectivo Estado-Parte do Tratado (Artigo 6º, Tratado do Espaço, Anexo 1).

Além disso, o Estado Lançador responderá internacionalmente pelos danos causados a terceiros pelo referido objeto ou por seus elementos constitutivos, sobre a Terra, no espaço cósmico ou no espaço aéreo, inclusive na Lua e demais corpos celestes (Artigo 7º, Tratado do Espaço, Anexo 1). Por "dano", a Convenção entende perda de vida, ferimentos pessoais ou outro prejuízo à saúde; perdas de propriedade do Estado ou de pessoas físicas ou jurídicas ou danos sofridos por tais propriedades; ou danos e perdas no caso de organizações intergovernamentais internacionais. A Convenção também dispõe que o termo "lançamento" inclui meras tentativas, mas não o define propriamente.

---

[21] OTA, Id.

A Convenção classifica “Estado Lançador” em quatro categorias: (1) o Estado que lança um objeto espacial; (2) o Estado que procura o lançamento de um objeto espacial; (3) o Estado de cujo território é lançado um objeto espacial; (4) o Estado de cujas instalações é lançado um objeto espacial. Frequentemente, são lançados simultaneamente objetos espaciais de diferentes Estados. Exemplo típico seria o lançamento de um satélite de um Estado, por veículo lançador de outro, a partir de um centro de lançamento de um terceiro, operado por um quarto, como é o caso da Base de Lançamento de Baikonur, no Cazaquistão, que é operada pela Rússia. Da mesma forma, são cada vez mais frequentes os lançamentos de vários objetos simultaneamente, provenientes de diferentes Estados, especialmente no caso de lançamento de pequenos satélites, que podem “pegar carona” em missões espaciais maiores. De toda sorte, o Tratado do Espaço e a Convenção sobre Responsabilidade preconizam que os Estados lançadores são solidariamente responsáveis pelo objeto. Bittencourt Neto (2011) complementa:

> Quanto à responsabilidade internacional dos Estados por objetos espaciais, a Convenção de 1972 prevê um duplo regime que depende do local onde ocorrido o dano. Caso o prejuízo se verifique na superfície terrestre ou em relação à aeronave em voo, o Estado-lançador deverá responder de forma objetiva, independente de culpa. Por sua vez, se o dano for causado a outro objeto espacial, a responsabilidade será subjetiva, e o dever de indenizar dependerá de imprudência, imperícia, negligência ou dolo do agente[22].

O rigor do sistema encontra explicação no momento histórico em que foi concebido. Em primeiro lugar, somente Estados exerciam atividades espaciais nos anos 1950. O nicho espacial comercial não foi abarcado pelos tratados do Direito Espacial. Em segundo lugar, os Estados capazes para tanto à época eram, nomeadamente, apenas dois: EUA e URSS. A Convenção sobre Responsabilidade serviu como uma espécie de “moeda de troca” para que tais Estados recebessem o aval da comunidade internacional para darem continuidade aos seus investimentos espaciais, iniciados a partir do lançamento do Sputnik-1, como será abordado no Capítulo 3.

---

[22] BITTENCOURT NETO, Olavo de Oliveira. **Limite Vertical à Soberania dos Estados: Fronteira entre Espaço Aéreo e Ultraterrestre.** 2011. Tese (Doutorado em Direito Internacional), - Faculdade de Direito do Largo São Francisco, Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 2011. Orientador: CASELLA, Paulo Borba. p. 177. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/2/2135/tde-15052012-095902/publico/Olavo_de_Oliveira_Bittencourt_Neto_DO.pdf>. Acesso em 06 fev. 2018.

Portanto, lançar um objeto ao espaço significa comprometer-se com tais disposições severas acerca da responsabilidade internacional. A poluição do ambiente espacial é um problema constatado desde os anos 1960 (Johnson & McKnight, 1987) [23], e demandou, desde então, soluções técnicas e jurídicas. Adicione-se isso ao fato de que embora pouco prováveis, acidentes causados por objetos espaciais possuem alto potencial de dano, direto, indireto, material ou não.

Algumas soluções técnicas encontradas esbarram em impedimentos legais, como, por exemplo, a remoção de objetos ou detritos espaciais que comprometem o ambiente espacial ou um objeto espacial em si. Em primeiro lugar, conforme observado por Force (2012)[24], existe um debate de décadas acerca dos termos "objeto espacial" e "detritos espaciais". O Artigo 1º. da Convenção sobre Responsabilidade, em uma tentativa vaga de definir o termo preconiza que o termo "objeto espacial" refere-se a "peças e componentes de um objeto espacial e também seu veículo de lançamento e peças do mesmo". O Artigo 8º do Tratado do Espaço reza que o Estado em cujo registro figure o objeto lançado o conservará sob sua jurisdição e controle. Portanto, a remoção do objeto espacial em órbita, sem consentimento por parte do Estado de registro, não pode ser feita, em que pese o perigo que ele possa representar.

Force (2012) defende que um objeto orbitando a Terra sem função e/ou sem controle, íntegro ou fragmentado, com potencial para causar dano, deveria poder ser removido, já que não é direito de nenhum Estado poluir, gratuitamente, o ambiente espacial. Contudo a ausência da definição precisa do termo "objeto espacial" cria uma barreira legal para sua remoção, pois um detrito espacial pode ou não se encaixar nessa categoria. Ela também aponta outros problemas jurídicos como: 1) a responsabilidade internacional em caso de dano durante a remoção; e 2) a divulgação ou transferência de dados técnicos, que são protegidos pelo Estado de registro ou pelo Estado lançador[25].

---

[23] JOHNSON, Nicholas L.; MCKNIGHT, Darren S. ***Artificial Space Debris*****.** Malibu, FL: Orbit Book Co., 1987 (Foundation Series).

[24] FORCE, Melissa K. Legal *Implications of Debris Removal*. Em: ***Proceedings of the 63rd International Astronautical Congress***. IAC, Nápoles, 2012. p. 3-5.

[25] FORCE, id.

1.1.3 Solução Técnica Internacional

Tais objetos criaram: 1) a demanda por processos de monitoramento a partir dos centros de lançamento e das estações de monitoramento dos detritos já existentes; 2) a demanda pelo desenvolvimento de processos de mitigação (coleta, remoção, afastamento etc.) dos detritos já existentes; 3) a demanda por ciclos de vida (concepção, projeto, construção, lançamento, operação, descarte) com provisões (por hora recomendadas, mas futuramente obrigatórias) para evitar, ou ao menos, mitigar os detritos futuros (rebaixamento orbital, reentrada controlada, fragmentação planejada, dentre outras).

1.1.4 Solução Jurídica Internacional

A poluição espacial não deve ser desprezada, pois ela compromete o acesso ao ambiente espacial. O princípio da igualdade, invocado no Tratado do Espaço, preconiza que a exploração e o uso do espaço cósmico devem se efetuar para o bem de todos os povos, qualquer que seja o estágio de seu desenvolvimento econômico e científico[26].

Questões ambientais globais encontram algum encaminhamento no Direito Ambiental Internacional, como aponta Oliveira (2010):

> Nesse sentido, é determinante a integração que tem ocorrido com o processo de globalização, sendo que esta interliga os Estados para um avanço nas soluções ambientais. A globalização entra tanto como uma realidade que integra soluções, como distribui problemas[27].

Por meio de ações globais, muitas vezes inspiradas em modelos de regulamentações nacionais, é possível vislumbrar soluções. Alguns instrumentos regulatórios internacionais foram estabelecidos no intuito de contribuir para a mitigação e até solução do problema da poluição ambiental do espaço.

Atenção foi dada à questão dos lançamentos de pequenos satélites, que se tornaram cada vez mais numerosos. Entretanto, não se sabe se há medidas

---

[26]"Tratado sobre os Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico, inclusive a Lua e demais Corpos Celestes".

[27] OLIVEIRA, Carina Costa de. **Solução de Conflitos Ambientais no Direito Internacional.** Porto Alegre: Núria Fabris Ed., 2010, p. 27.

eficientes para lidar com essas questões, tanto do ponto de vista técnico quanto do ponto de vista regulatório.

Para encontrar uma solução jurídica adequada ao problema, este trabalho irá: 1) descrever os impactos ambientais no espaço exterior causados por PSBCs; 2) analisar regulamentações internacionais que têm por objetivo a mitigação da poluição espacial e a sustentabilidade das atividades espaciais; 3) propor a unificação da caracterização e uma classificação dos PSBCs sob a ótica da Teoria do Risco; 4) propor regulamentações específicas para PSBCs; 5) utilizar casos reais para ilustrar a aplicabilidade das propostas.

1.2 Motivação e Justificativa

Toda tese almeja contribuir para o Estado da Arte em dada área do conhecimento. No presente trabalho, pretende-se corroborar a proposta de manutenção das atividades espaciais com fins pacíficos, preocupação legítima do início da Era Espacial e que precisa ser reiterada para o bem da Humanidade e para a sustentabilidade das atividades espaciais. O presente trabalho também almeja contribuir para que as liberdades tecnológicas sejam preservadas, bem como o livre acesso ao espaço por toda a Humanidade, independentemente de seu grau de desenvolvimento tecnológico e econômico, não seja prejudicado pelo uso disciplinado de pequenos satélites.

Todavia, conforme Jonas (2013) escreve, toda liberdade esconde um perigo[28]. É fato que, ao ser humano, não foi suficiente conhecer melhor a Terra a partir do próprio planeta, ou observar os astros e os demais corpos celestes à distância, como o fez Galileu Galilei no início do século XVII. O ser humano quis alcançar (fisicamente) o espaço, colocar os pés na Lua, enviar um objeto espacial para além do sistema solar, sejam as suas motivações de ordem política ou de natureza científica.

As atividades espaciais, impulsionadas pela Guerra Fria, contribuíram e ainda contribuem para a melhoria na qualidade de vida na Terra. Por exemplo, em 24 de abril de 1990, os Estados Unidos lançaram o *Hubble*, o primeiro grande telescópio a

[28] JONAS, Hans. **Técnica, Medicina e Ética**. São Paulo: Paulus, 2013.

orbitar a Terra. Sua vida útil compreendeu surpreendentes 25 anos. As descobertas feitas a partir das imagens desse telescópio mudaram o conhecimento do ser humano sobre o cosmo (NASA, 2018)[29]. A Estação Espacial Internacional (ISS, sigla em Inglês para *International Space Station*) possibilita a realização de pesquisas científicas e desenvolvimento tecnológico em saúde humana, observação da Terra e resposta a desastres naturais, inovação, educação e economia espacial. A ISS é tão complexa do ponto de vista científico-tecnológico, quanto cultural. Desde seu lançamento em 1998, a parceria, que envolve Estados Unidos, Rússia, Canadá, Japão e Estados-membros da ESA, já recebeu visitantes de mais de 18 países. Uma realização sem precedentes na história da Humanidade. A lista de benefícios colhidos a partir das atividades espaciais realizadas durante e após a Guerra Fria é extensa[30].

Sem embargo, o perigo de adentrar o espaço não reside somente em sua inospitalidade. Ao fazê-lo, transferem-se para o espaço sideral obstáculos ainda não superados na Terra. “[A] técnica mesmo cria problemas que depois tem que resolver mediante um novo salto adiante”[31]. Dentre esses problemas estão os relacionados a impactos ambientais. Idealmente, satélites artificiais, em especial os localizados em órbitas terrestres baixas, as chamadas LEO (sigla em Inglês para *Low Earth Orbits*), deveriam, ao longo de sua vida útil, decair de forma natural e se desintegrar durante a reentrada na atmosfera terrestre. Concomitantemente, espera-se que objetos espaciais resistam às adversidades espaciais ao menos durante o tempo estimado de sua vida útil. Para tanto, passam por diversos testes ambientais, em que são submetidos a condições semelhantes às que enfrentarão no espaço, durante a fase de seu desenvolvimento. A qualidade dos materiais empregados nos objetos espaciais, feitos para durar, conflita com a necessidade de que os mesmos se desintegrem, dadas as condições de reentrada.

---

[29] NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA). ***Highlights of Hubble’s Exploration of the Universe***. Disponível em: <https://www.nasa.gov/content/goddard/2017/highlights-of-hubble-s-exploration-of-the-universe>. Acesso em 30 jan. 2018.

[30] NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA). ***International Space Station. Benefits for Humanity*.** Disponível em: <https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/benefits-for-humanity_tagged.pdf>. Acesso em 01 fev. 2018.

[31] JONAS, op. cit. p. 33.

Faz-se necessário encontrar um ponto de equilíbrio para atender aos interesses da Humanidade, que quer e precisa de acesso ao espaço ao mesmo tempo em que almeja que o ambiente espacial seja preservado, de modo a permitir a continuidade das atividades espaciais.

1.2.1 Cenário Internacional

Em recente artigo publicado na revista *The Economist*[32], o mercado de pequenos satélites se mostra hodiernamente lucrativo em países como os EUA. Para a revista, a nova era espacial será composta por pequenos objetos em grandes quantidades. Ela reporta que, de acordo com a Euroconsult, cerca de 3.600 pequenos satélites comerciais devem ser lançados de 2016 a 2025.

Todas as grandes agências espaciais do mundo (NASA[33], ESA[34], JAXA[35], CNSA[36], CSA[37], ISRO[38] possuem missões de pequenos satélites. Este nicho tem se mostrado um bom modelo de negócios inclusive para o setor de lançadores:

> A ISRO está desenvolvendo um veículo lançador PSLV exclusivamente para satélites pequenos, que deverá ser lançado no início de 2019. O pequeno veículo de lançamento deverá custar um décimo de um foguete PSLV normal que custa entre INR 1.500

---

[32] THE ECONOMIST. ***A Sudden Light*.** Disponível em: <http://www.economist.com/technology-quarterly/2016-25-08/space-2016>. Acesso em 30 out 2016.

[33] A NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) é a agência espacial dos EUA.

[34] A ESA (*European Space Agency*) é composta por 22 Estados-Membros: Áustria, Bélgica, República Tcheca, Dinamarca, Estônia, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Hungria, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Holanda, Noruega, Polônia, Portugal, Romênia, Espanha, Suécia, Suíça e Reino Unido. O Canada é parte de seu Conselho e a Eslovênia é um Membro-Associado. Bulgária, Croácia, Chipre, Letónia, Lituânia, Malta e Eslováquia possuem acordos de Cooperação com a ESA. EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA). ***New Member States***. Disponível em: <https://www.esa.int/About_Us/Welcome_to_ESA/New_Member_States>. Acesso em 30 jul. 2018.

[35] A JAXA (*Japan Aerospace Exploration Agency*) é a agência especial japonesa.

[36] A CNSA (*China National Space Administration*) é a agência espacial chinesa.

[37]A CSA (*Canadian Space Agency*) é a agência especial do Canadá.

[38] A ISRO (*Indian Space Research Organisation*) é agência especial Indiana.

> milhões e 5.000 milhões e será capaz de transportar uma carga útil de 700 kg[39].

O relatório publicado em 2017 da Associação da Indústria de Satélites (SIA, sigla em Inglês para *Satellite Industry Association*) menciona que a quantidade de satélites lançados no espaço cresceu 53% de 2012 a 2016, se comparada aos 5 anos anteriores. O crescimento é atribuído a maior quantidade de lançamentos de pequenos satélites[40]. "Pequenos satélites, alguns não maiores do que uma caixa de sapatos, geraram um salto de 11 por cento na receita anual por imagens da Terra em 2016"[41].

PSACs progressivamente desempenham funções cada vez mais relevantes. A utilidade dos PSACs – quer seja para fins de defesa, para o qual foram primeiramente pensados, ou, simplesmente, para facilitar o dia-a-dia de milhares de usuários de *smartphones* no mundo – torna-se cada vez mais incontestável. Por terem contextos muito específicos e complexos, eles não serão o foco deste trabalho, embora possam ser abrangidos pelas propostas formuladas.

Já PSBCs são acessíveis a uma gama de atores mais ampla, particularmente os países em desenvolvimento e suas instituições privadas e acadêmicas. O acesso ao espaço por diversos atores contribui para o aumento na quantidade de objetos em órbita e traz à tona um problema ambiental, legal, social e econômico bastante importante para os dias atuais: a quantidade de detritos espaciais (*space debris*) ao redor do planeta Terra. Não por acaso, *cubesats* são referidos por alguns operadores da comunidade espacial como "*debris sats*"[42].

É importante mencionar que os objetos espaciais não monitorados ou controlados por seu Estado de origem – quer esteja ainda em operação, ou não –

---

[39] GEOSPATIAL WORLD. ***ISRO to Shake up Launch Market with Small Satellite Launch Vehicle in 2019*.** Disponível em: <https://www.geospatialworld.net/blogs/isro-market-satellite-launch-vehicle/>. Acesso em 03 fev. 2018.

[40] SATELLITE INDUSTRY ASSOCIATION (SIA). ***2017 State of the Satellite Industry Report*.** Disponível em: <https://www.sia.org/wp-content/uploads/2017/10/SIA-SSIR-2017-full-2017-10-05-update.pdf>. Acesso em 03 fev. 2018.

[41] REUTERS. ***Small Satellites Driving Space Industry Growth: Report*.** Disponível em: <https://www.reuters.com/article/us-space-satellites/small-satellites-driving-space-industry-growth-report-idUSKBN19W2LR>. Acesso em 03 fev. 2018.

[42] SPACE NEWS. ***Are Cubesats a Nuisance to Space Situational Awareness Efforts?*** Disponível em: <http://spacenews.com/are-cubesats-a-nuisance-to-space-situational-awareness-efforts/>. Acesso em 20 jun. 2018.

podem eventualmente ser abatidos, uma vez que a reentrada sem controle e sem registro venha a justificar interceptação[43] nos termos do Artigo 51 da Carta da ONU, de 1945, que estabelece: “nada na presente Carta prejudicará o direito inerente de legítima defesa individual ou coletiva no caso de ocorrer um ataque armado contra um Membro das Nações Unidas, até que o Conselho de Segurança tenha tomado as medidas necessárias para a manutenção da paz e da segurança internacionais”.

Consoante um desenvolvimento tecnológico espacial ético, que leve em conta todos os benefícios, mas também todos os riscos das atividades espaciais, urge que a comunidade espacial internacional pese as consequências de suas ações e das ações de entidades sob sua jurisdição e, então, defina meios de se proteger e de resguardar o ambiente espacial para a presente e para as futuras gerações.

A primazia do mau prognóstico sobre o bom, empregada por Hans Jonas, prescreve que “é necessário dar mais ouvidos à profecia da desgraça do que à profecia da salvação”[44] sob pena de se subestimar as consequências negativas da ação, conforme o adágio: “Se queres a Paz, prepara-te para a Guerra” (*Si vis Pacem, para Bellum*, atribuído ao autor romano do quarto ou quinto século d.C., Publius Flavius Vegetius Renatus).

Foi o medo que impulsionou a criação dos Tratados de Direito Espacial, até o momento referências limitadas para essa área do conhecimento. Trata-se de ramo do Direito que, conforme demonstrado por diversos autores, não acompanhou a evolução das atividades espaciais[45].

1.2.2 Cenário Brasileiro

O Brasil conduz atividades espaciais desde 03 de agosto de 1961, quando o então presidente Jânio Quadros decretou a criação do Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (GOCNAE), posteriormente apenas Comissão Nacional de Atividades Espaciais (CNAE). Em 1971, ela foi denominada Instituto de Pesquisas Espaciais e, finalmente, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

---

[43] BITTENCOURT NETO, op. cit., p.177.

[44] JONAS, Hans. **Matéria, Espírito e Criação**: Dados Cosmológicos e Conjecturas Cosmogônicas. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010, p. 77.

[45] MONSERRAT FILHO, José. **Direito e Política na Era Espacial** – Podemos ser mais Justos no Espaço do que na Terra? Rio de Janeiro: Vieira & Lent, 2007.

Contudo, o primeiro satélite com participação brasileira lançado ao espaço não foi produzido pela instituição governamental responsável pelas atividades espaciais no país à época, indo na contramão dos programas espaciais dos Estados durante a Corrida Espacial. Tratou-se do 17º. objeto da série OSCAR, feita por iniciativa de radioamadores do mundo inteiro, sobretudo dos EUA e, neste caso particular, do radioamador e pesquisador Júnior Torres de Castro, falecido em 17 de janeiro de 2018, que colocou o seu pequeno satélite DOVE, ou OSCAR-17, em órbita da Terra em janeiro de 1990[46]. O DOVE pegou carona no veículo lançador Ariane-4, que lançou o satélite francês SPOT-2, bem como outros pequenos satélites da série OSCAR.

Na esfera governamental, o INPE, com participação crescente da indústria espacial nacional, produziu e lançou com sucesso, até 2019, dois Satélites de Coleta de Dados (SCD-1 e SCD-2), o 1º. Satélite de Aplicações Científicas (SACI-1), e quatro satélites CBERS, a partir de bases de lançamento estrangeiras. Atualmente, somente os SCDs-1 e 2 e o satélite CBERS-4 ainda estão em operação. Os demais satélites compõem o conjunto de objetos espaciais sem função e/ou controle a poluir o espaço exterior e colocar em risco objetos espaciais ainda em operação e eventualmente até vidas humanas, na Terra e no espaço. O SACI-2 infelizmente explodiu com o VLS poucos segundos após o lançamento[47]. O satélites CBERS-3 tampouco atingiu sua órbita devido a uma falha em seu veículo lançador.

Em 04 de maio de 2017, ocorreu o lançamento do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações (SGDC) a partir da Guiana Francesa[48]. A finalidade do SGDC está estritamente relacionada aos interesses do Estado brasileiro, qual seja, “prover, como parte do Plano Nacional de Banda Larga, cobertura de serviços de Internet a 100% do território nacional de forma a promover a inclusão digital para todos os cidadãos brasileiros, além de fornecer um meio seguro e soberano para as

[46] DIÁRIO BOTUCATU. **Conheça a História do Primeiro Explorador Espacial Brasileiro.** Disponível em: <http://diariobotucatu.com.br/cidade/9917/>. Acesso em 26 fev. 2018.

[47] “O SACI-2 [...] foi lançado a partir da Base de Lançamento Alcântara por um veículo lançador brasileiro VLS, e não chegou a ser injetado em órbita devido à ocorrência de uma falha de funcionamento do lançador que provocou a sua destruição, comandada de solo, em pleno vôo ascendente”. KUGA, Hélio Koiti; ORLANDO, Valcir. **Rastreio e Controle de Satélites do INPE**. Disponível em: <http://www.cdcc.usp.br/cda/oba/aeb/a-conquista-do-espaco/Capitulo-6.pdf>. Acesso em 30 jul. 2018.

[48] VISIONA TECNOLOGIA ESPACIAL. **Sistemas Espaciais.** Disponível em: <http://www.visionaespacial.com.br/sgdc>. Acesso em 01 fev. 2018.

comunicações estratégicas do governo brasileiro”[49]. O projeto foi administrado pela Visiona Tecnologia Espacial, uma associação entre a Empresa Brasileira de Aeronáutica S. A. (Embraer) e a Telecomunicações Brasileiras S. A. (Telebrás).

Ainda que o lançamento em si tenha ocorrido a partir de uma base estrangeira e por um veículo lançador estrangeiro, e que o satélite seja de propriedade privada, o SGDC, bem como o DOVE, são objetos espaciais de responsabilidade do Estado brasileiro.

As implicações desta responsabilidade devem ser refletidas considerando a clara intenção da Visiona em dar continuidade à administração da produção e lançamento de satélites semelhantes:

> O Programa contribui para o estabelecimento da Visiona como uma integradora de satélites brasileira, com expertise para ser o braço industrial do Brasil para projeto e desenvolvimento de novas soluções espaciais. Além isso, a equipe da Visiona desenvolveu a capacidade para soluções espaciais do Brasil, sempre visando alavancar o Programa Espacial Brasileiro, com o aumento progressivo do conteúdo e participação da indústria nacional[50].

Outro fator impulsionador da reflexão acerca de uma regulamentação espacial nacional é a proliferação de projetos de satélites de menor porte, como o DOVE. Em 20 de junho de 2014, conforme informado pela Agência Espacial Brasileira (AEB), foi lançado ao espaço o NanosatC-Br-1. O pequeno objeto pegou carona com outros 36 pequenos satélites de outros Estados[51]. Há intenção claramente sinalizada de se lançar outro satélite da mesma série em 2018. O Brasil lançou, em janeiro de 2017, o picossatéliteTancredo-1, resultado do projeto Ubatubasat, desenvolvido pela Escola Municipal Presidente Tancredo de Almeida Neves, da cidade de Ubatuba, no Estado de São Paulo, em parceria com o INPE[52].

Outra iniciativa nesse sentido é o projeto Constelação de NanoSatélites Ambientais (CONASAT) do INPE, aprovado pelo edital AEB/MCT/CNPq Nº

---

[49] Id.

[50] Id.

[51] AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA (AEB). **Lançamento de Nanossatélite Brasileiro Obteve Sucesso.** Disponível em: <http://www.aeb.gov.br/lancamento-de-nanossatelite-brasileiro-obteve-sucesso/>. Acesso em 01 nov. 2017.

[52] INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Alunos Assistem no INPE o Lançamento do Satélite Desenvolvido em Escola Pública de Ubatuba.** Disponível em: <http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=4363>. Acesso em 31 jan. 2018.

033/2010, que visa a "capacitação de recursos humanos e a agregação de especialistas no Centro Regional do Nordeste (CRN)" do INPE "para realizar um estudo detalhado de uma missão espacial para coleta de dados ambientais"[53].

Em 2018, a Visiona firmou contrato com a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPII) e com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) para confecção do que chamaram de primeiro satélite totalmente desenvolvido pela indústria brasileira. Trata-se de um microssatélite de 11 kg, em formato de cubesat, que "contará com um subsistema ainda não totalmente desenvolvido pelo Brasil, denominado Sistema de Controle de Atitude e Órbita (AOCS), um rádio reconfigurável e uma pequena câmera de observação da Terra. As três tecnologias serão validadas em órbita com o lançamento do microssatélite, previsto para acontecer daqui a 18 meses"[54], ou seja, em novembro de 2019.

O Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) também possui um projeto de pequeno satélite, o Programa ITASAT, cujo objetivo é capacitar recursos humanos para projetos de aplicação espacial[55]. Fruto desse programa, o ITASAT-1 foi lançado com sucesso em 3 de dezembro de 2018. Seu veículo lançador, o Falcon 9 da Empresa norte-americana SpaceX, colocou em órbita da Terra, nesse mesmo lançamento, 15 microssatélites e 56 cubesats de diversos países[56].

Outros projetos semelhantes devem surgir nos próximos anos. Em tese, qualquer cidadão pode comprar um kit para montar o seu próprio pequeno satélite. A indústria espacial brasileira ainda é bastante modesta, mas o negócio de pequenos satélites tem se mostrado bastante promissor.

---

[53] INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Projeto CONASAT.** Disponível em: <http://www.crn2.inpe.br/conasat1/projconasat.php>. Acesso em 03 fev. 2018.

[54] AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA (AEB). **Brasil Terá Satélite Totalmente Desenvolvido pela Indústria Brasileira**. Disponível em: <http://www.aeb.gov.br/brasil-tera-satelite-totalmente-desenvolvido-pela-industria-brasileira/>. Acesso em 26 jun. 2018.

[55] INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA (ITA). **Projeto ITASAT-1 - Plataforma Experimental Para Missões de Comunicações e Imageamento com Nanosatélites.** Disponível em: <http://www.itasat.ita.br/?q=content/o-projeto>. Acesso em 03 fev. 2018.

[56] FORÇA AÉREA BRASILEIRA. (FAB). **Nanossatélite ITASAT é Lançado da Base de Vandenberg, na Califórnia (EUA).** Disponível em: <http://www.fab.mil.br/noticias/mostra/33253/ESPA%C3%87O%20-%20Nanosat%C3%A9lite%20ITASAT%20%C3%A9%20lan%C3%A7ado%20da%20Base%20de%20Vandenberg,%20na%20Calif%C3%B3rnia%20(EUA)>. Acesso em 11 dez. 2018.

1.3 Tema

Apesar de haver diferentes tipos de detritos espaciais, incluindo os naturais, no âmbito desta tese, serão formuladas propostas para minorar os possíveis impactos ambientais causados por objetos espaciais não funcionais e/ou sem controle, os detritos espaciais (*space debris*) causados por PSBCs. Excluem-se, portanto, os causados pelos demais satélites; e pelos detritos naturais, os fragmentos de cometas ou asteroides que, por vezes, atingem o solo terrestre.

O escopo desta Tese insere-se nos detritos artificiais, ou seja, os produzidos pelo ser humano, que a NASA também denomina de detritos orbitais, uma vez que estes orbitam a Terra, enquanto os naturais podem orbitar até o Sol e outros corpos celestes:

> Os detritos orbitais são qualquer objeto feito pelo ser humano em órbita sobre a Terra que já não serve uma função útil. Esses detritos incluem as naves espaciais não funcionais, estágios de veículos de lançamento abandonados, detritos relacionados com a missão e detritos de fragmentação[57].

Além disso, não serão referenciadas as técnicas já desenvolvidas, porém ainda não aplicadas, para remoção dos detritos espaciais (*space debris*), como a iniciativa da Suíça por meio do Projeto CleanSpace One[58]. O trabalho limitar-se-á à análise de regulamentação internacional para mitigação desse problema, que representa uma direção importante para o uso sustentável e pacífico do espaço. Em especial porque, apesar de o universo ser infinito, algumas órbitas terrestres já estão perto de atingir a sua capacidade máxima, como é o caso da órbita geoestacionária (GEO, sigla em inglês para *Geostationary Orbit*), essencial para o posicionamento de satélites meteorológicos e de comunicação:

> Com o aumento relativo da densidade de objetos mais rápido aqui (na órbita geoestacionária) do que na órbita mais próxima da Terra, a GEO, tão imensamente importante para os programas espaciais, pode facilmente ficar superlotada e, portanto, inadequada para uso no futuro[59].

---

[57] NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA). ***Space Debris and Human Spacecraft.*** Disponível em: <https://www.nasa.gov/mission_pages/station/news/orbital_debris.html>. Acesso em 02 dez 2017.

[58] ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDERALE DE LAUSANNE. ***CleanSpace One.*** Disponível em: <http://espace.epfl.ch/site/eSpace/CleanSpaceOne_1%20>. Acesso em 02 dez 2017.

[59] REX, Dietrich. ***Will Space Run Out of Space? The Orbital Debris Problem and Its Mitigation.*** Space Policy 14 (1998) 95 – 105.

O foco deste estudo será propor regulamentos para mitigar os impactos ambientais causados por satélites de baixa complexidade, sem controle ou inoperantes, analisar propostas de mitigação do problema por meio de regulamentações internacionais, que têm por objetivo, conforme apontou Kato (2001, 1452), “assegurar o desenvolvimento sustentável do espaço, a preservação do ambiente orbital atual para as gerações futuras e um ambiente competitivo justo na comunidade industrial espacial”[60].

Por fim, será apresentada a Teoria do Risco como ferramenta de apoio na elaboração de propostas mais eficientes e serão apresentados estudos de caso para demonstração da aplicabilidade das propostas.

1.4 Hipóteses

Parte-se da hipótese geral de que marcos regulatórios no âmbito do Direito Ambiental Internacional, e até mesmo regulações nacionais, podem efetivamente contribuir para a solução de problemas ambientais globais. A comunidade internacional almeja, há décadas, uma solução para o problema da poluição espacial, sob pena de comprometer, de modo irreversível, o meio ambiente cósmico, impedindo o acesso a ele pelas futuras gerações. Destarte, encontrar instrumentos normativos para a mitigação do impacto ambiental causado por objetos espaciais não funcionais e/ou sem controle, considerados detritos espaciais (*space debris*), é elementar e urgente.

1.4.1 Hipóteses Técnicas

Tais objetos espaciais não funcionais e/ou sem controle: 1) usualmente estão nas órbitas LEO; 2) movem-se sem observação nem controle (dos centros de lançamento ou das estações de monitoramento); 3) se fragmentam (inclusive por deterioração, explosão e colisão); e 4) se dispersam (pelo caos determinístico inerente ao campo gravitacional central da Terra, Lua, Sol e demais corpos celestes); e 5) essa tendência só deve se agravar.

---

[60] KATO, Akira. ***Comparisons of National Space Debris Mitigation Standards***. Adv. Space Res**.** Vol. 28, N. 9, p.1447 – 1456, 2001.

1.4.2 Hipóteses Jurídicas

Parte-se da hipótese de que: 1) há diretrizes e normas internacionais com vistas à mitigação da poluição do ambiente espacial; contudo, por não serem vinculantes, ainda enfrentam resistência por parte dos países atuantes na área espacial; 2) há pouca regulamentação tratando especificamente dos satélites de baixa complexidade, considerando a tendência de aumento no número de lançamentos de pequenos satélites ao espaço; 3) a resistência a regulamentos mais específicos pode residir no pouco conhecimento que legisladores possuem sobre o risco que os objetos não funcionais e/ou sem controle representam; e 4) a sensibilização dos legisladores requer uma abordagem técnica, que será apresentada por meio da Teoria do Risco.

1.5 Objetivos

Considerando o acima exposto, este projeto possui os seguintes objetivo geral e objetivos específicos:

1.5.1 Objetivo Geral

Por objetivo geral, almeja-se contribuir para o uso pacífico e a sustentabilidade do uso do espaço exterior por meio de propostas para regular PSBCs, salvaguardar seus atores espaciais, e mitigar seus impactos ambientais no espaço exterior.

1.5.2 Objetivos Específicos

No que tange a objetivos específicos, propõem-se:

- Conceituar o termo “pequenos satélites”;
- Conceituar o termo “baixa complexidade”;
- Conceituar o termo “impactos ambientais”;
- Descrever os impactos ambientais causados por PSBCs;
- Analisar instrumentos internacionais regulatórios capazes de contribuir para a mitigação do impacto ambiental no espaço;

- Amostrar a Teoria do Risco e verificar como ela pode contribuir para regulamentações espaciais;
- Propor regulamentações sob a ótica da Teoria do Risco;
- Utilizar casos reais para ilustrar a aplicabilidade das propostas.

1.6 Referencial Teórico

1.6.1 Referencial Técnico

Desde as primeiras reuniões do Comitê para o Uso Pacífico do Espaço Exterior (COPUOS, sigla em inglês para *Committee on the Peaceful Use of Outer Space*), a preocupação com os impactos causados pelas atividades espaciais esteve presente. Em reunião realizada em 1963, o Comitê reconheceu que tais experimentos podem comprometer o meio ambiente espacial e que, portanto, há de se ter cautela no planejamento e na condução de tais atividades, buscando o entendimento científico e a cooperação internacional[61]. É oportuno mencionar que a maior preocupação naquele contexto histórico era do uso do espaço como teatro de guerra, especialmente com o uso de armas de destruição em massa lançadas por meio de aparatos espaciais. A evidência disso está na assinatura de tratado específico em 1963, que proíbe os testes com armas nucleares na atmosfera, no espaço cósmico e sob a água[62], mas não proíbe, explicitamente, o uso de outras armas. Tal instrumento posteriormente foi complementado pelo Tratado do Espaço, de 1967, que estabeleceu proibição de alocação em órbita de objetos com armas nucleares ou de destruição em massa[63].

---

[61] UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIR (UNOOSA). ***Report of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space*** (1963). Em: UN 13th. GA, Agenda Item 28 Annexes**.** Documents and Resolutions Database. **A/5549**. Disponível em: <http://www.unoosa.org/pdf/gadocs/A_5549E_and_A_5549Add1E.pdf>. Acesso em 22 fev. 2018.

[62] UNITED NATIONS (UN). ***Treaty Banning Nuclear Weapon Tests in the Atmosphere, in Outer Space and under Water (1963)***. Disponível em: <https://treaties.un.org/doc/Publication/UNTS/Volume%20480/volume-480-I-6964-English.pdf>. Acesso em 22 fev. 2018.

[63] Tratado do Espaço. Artigo 4º. – Os Estados Partes neste Tratado comprometem-se a não colocar em órbita à volta da Terra quaisquer objectos transportando armas nucleares ou

De acordo com NASA (2018), a explosão em órbita terrestre baixa do segundo estágio do foguete Ariane-1, em 1986, provocou uma conferência internacional para se discutir especificamente a questão dos detritos espaciais. No caso do Ariane-1, "492 fragmentos grandes foram catalogados, dos quais 32 permanec[iam] em órbita"[64]. A partir dessa conferência, as agências espaciais americana e europeia estabeleceram um grupo de trabalho dedicado ao estudo dos detritos espaciais. As reuniões subsequentes contaram com a participação de um número cada vez maior de agências espaciais interessadas, o que demonstrava a inevitabilidade da constituição de um grupo intergovernamental sobre a matéria. Em 1992, foi proposta a fundação do Comitê de Coordenação Entre Agências para Detritos Espaciais (IADC, sigla em inglês para *Inter-Agency Space Debris Coordination Committee*) com o objetivo de: 1) revisar todas as ações de pesquisa de detritos espaciais em andamento entre as organizações-membro; 2) identificar, avaliar e aprovar novas oportunidades de cooperação; e 3) servir como principal meio para troca de informações e de planos de atividades de pesquisa em detritos orbitais.

Isso se refletiu nas discussões no âmbito da ONU. A atenção dada à poluição ambiental do espaço em razão da presença de detritos espaciais (*space debris*) foi materializada em 1989, durante a 44ª. Reunião de sua Assembleia Geral. Por meio da Resolução 44/46, a Organização reconheceu que "*space debris*" consiste em um problema que merece a preocupação de todos e pede mais atenção dos Estados[65].

---

quaisquer outras espécies de armas de destruição maciça, a não instalar tais armas nos corpos celestes e a não manter, sob quaisquer formas, as armas no espaço exterior.

A Lua e outros corpos celestes deverão ser utilizados por todos os Estados Partes no Tratado exclusivamente para fins pacíficos. A instalação de bases militares, fortificações ou outras instalações militares, os ensaios de qualquer tipo de armas e a condução de manobras militares nos corpos celestes serão proibidas. Não sera proibida, contudo, a utilização de pessoal militar para investigação científica ou para quaisquer outros fins pacíficos. Também não ficará proibido o uso de qualquer equipamento ou facilidades necessárias à exploração pacífica da Lua e dos outros corpos celestes.

[64] NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA). ***Origin of the Inter-Agency Space Debris Coordination Committee.*** Disponível em: <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20150003818.pdf>. Acesso em 22 fev. 2018.

[65] UNITED NATIONS. ***Resolution on International Cooperation in the Peaceful Uses of Outer Space***. A/RES/44/46. Disponível em: <http://www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/44/46>. Acesso em 22 fev. 2018.

Em resposta, o Subcomitê Técnico Científico do COPUOS discutiu o assunto em reunião em 1990. No relatório entregue à Assembleia Geral da ONU observa-se uma divergência entre os delegados sobre o assunto. Alguns manifestaram-se a favor de um tratamento apropriado do tema, uma vez que os detritos espaciais ameaçavam a sustentabilidade do uso dos recursos espaciais. Eles defendiam a necessidade de incluir o item na agenda do Subcomitê Técnico-Científico, como meio de troca de ideias e de conhecimento. Por outro lado, algumas delegações acreditavam ser prematura a decisão de incluir o item na pauta e que, para fazê-lo, seria recomendável aguardar a conclusão de pesquisas de âmbito nacional[66]. O fato é que, a partir desse momento, as pesquisas sobre o assunto foram intensificadas e a Assembleia Geral permaneceu cobrando o cuidado e a atenção necessários ao tema.

Em 1988, a ESA publicou seu primeiro relatório sobre detritos espaciais (*Space Debris: A Report of the ESA Space Debris Working Group*[67]), seguida pela publicação do relatório do Escritório de Avaliação Tecnológica dos EUA (*U.S. Report on Orbital Debris*[68]) sobre o assunto, em 1989.

Quanto a pequenos satélites, em 2009, a ONU, com apoio do governo da Áustria, organizou uma série de três simpósios relacionados a “Programas de Pequenos Satélites para o Desenvolvimento Sustentável”, sendo o último evento realizado em 2011, o qual o Subcomitê Técnico-Científico do COPUOS aprovou e recomendou por entender que, dentre outros temas, os programas de pequenos satélites com vistas ao uso sustentável do espaço era também primordial[69]. Tais simpósios compõem a Iniciativa em Tecnologia Básica Espacial (BSTI, sigla em Inglês para *Basic Space Technology Initiative*), apoiada pela ONU, cujo objetivo é

---

[66] UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS (UNOOSA). ***Report of the Scientific and Technical Sub-Committee on the Work of its Twenty-Seventh Session*****.** A/AC.105/456. Disponível em: <http://www.unoosa.org/pdf/reports/ac105/AC105_456E.pdf>. Acesso em 22 fev. 2018.

[67] EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA). ***Space Debris: A Report from the ESA Space Debris Working Group***. European Space Agency: 1988. p 71.

[68] NATIONAL SECURITY COUNCIL (NSC). ***Report on Orbital Debris***. Interagency Group (Space): 1989.

[69] UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS (UNOOSA). ***Report of the Scientific and Technical Subcommittee on its Forty-Eighth Session*****,** held in Vienna from 7 to 18 February 2011. Disponível em: <http://www.unoosa.org/pdf/reports/ac105/AC105_987E.pdf>. Acesso em 07 mai. 2018.

“melhorar o acesso a ferramentas de aplicação espacial para o desenvolvimento sustentável através da capacitação em tecnologia espacial básica”[70]. O Plano de Trabalho da BSTI concentra-se na capacitação que inclui a discussão dos aspectos regulatórios e legais (registro, frequências, detritos espaciais, por exemplo), oportunidades de lançamento, informação de dados orbitais e serviço de avaliação conjunta, além de normas e padronização.

A questão técnico-científica emergiu no Subcomitê Jurídico do COPUOS durante a sua 53ª Sessão, no ano de 2014, em que foi realizado um Simpósio intitulado “Necessidades Regulatórias para Pequenos Satélites”, sob a coordenação do Instituto Internacional de Direito Espacial (IISL, sigla em inglês para *International Institute of Space Law*) e do Centro Europeu de Direito Espacial (ECSL, sigla em inglês para *European Centre for Space Law*). Uma das contribuições da sessão no sentido de encontrar soluções jurídicas para o tema foi recomendar que o Secretariado do UNOOSA em colaboração com a União Internacional de Telecomunicações (ITU, sigla em inglês para *International Telecommunication Union*) elaborassem um manual sobre registro, autorização, mitigação de detritos e gerenciamento de frequências para satélites pequenos e muito pequenos, a fim de orientar os atores espaciais que desejassem ingressar nesse setor[71]. Na Sessão seguinte, ocorrida em 2015, o manual foi disponibilizado sob o título de “Orientação sobre Registro de Objetos Espaciais e Gestão de Frequências para Satélites Pequenos e Muito Pequenos”[72].

---

[70] UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS (UNOOSA). **Basic Space Technology Initiative (BSTI).** Disponível em: <http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/bsti/index.html>. Acesso em 07 mai. 2018.

[71] UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS (UNOOSA). ***Report of the Legal Subcommittee on its Fifty-Third Session*****,** held in Vienna from 24 March to 4 April 2014. Disponível em: <http://www.unoosa.org/pdf/reports/ac105/AC105_1067E.pdf>. Acesso em 07 mai. 2018.

[72] UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS (UNOOSA). **A/AC.105/C.2/2015/CRP.17**. *Guidance on Space Object Registration and Frequency Management for Small and Very Small Satellites*. Disponível em: <http://www.unoosa.org/oosa/oosadoc/data/documents/2015/aac.105c.22015crp/aac.105c.22015crp.17_0.html>. Acesso em 07 ma. 2018.

Além disso, em 2017, o COPUOS recomendou a inclusão de um item específico na agenda de seu Subcomitê Jurídico para a discussão da aplicação do Direito Internacional às atividades relacionadas a pequenos satélites[73].

No mesmo ano, o Subcomitê Jurídico do COPUOS solicitou a seu Secretariado a elaboração de um questionário a ser endereçado aos Estados-membros e aos observadores permanentes do Comitê, contendo um conjunto de perguntas sobre a prática no desenvolvimento e no uso de pequenos satélites, bem como aspectos políticos e legais desse uso[74]. As respostas foram fornecidas em 2018 pelo Brasil, pela Indonésia, pela Áustria, pela Alemanha e pela UNISEC-Global e publicadas durante a 57ª. Sessão.

Apesar da baixa quantidade de respostas, os pronunciamentos feitos pelos Estados acerca do tema dão conta de que o uso de pequenos satélites constitui um meio legítimo de acesso ao espaço por todos independentemente de seu nível de desenvolvimento tecnológico e econômico, bem como de que eles abrem oportunidades muito atrativas e rentáveis no segmento espacial, fomentam o avanço tecnológico e a cooperação internacional. No entendimento de alguns Estados, a legislação internacional vigente é suficiente para abarcar esse tipo de atividade, ou seja, não sendo necessário o estabelecimento de novas regras, especialmente porque o Direito Espacial não faz distinção do tamanho do objeto a ser lançado. De toda sorte, países como o Reino Unido trabalham na elaboração de regulamentações específicas.

---

[73] UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS (UNOOSA). **A/72/20.** Report of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space. Disponível em: <http://www.unoosa.org/oosa/oosadoc/data/documents/2017/a/a7220_0.html>. Acesso em 07 mai. 2018.

[74] UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS (UNOOSA). ***Draft Questionnaire on the Application of International Law to Small Satellite Activities*.** Disponível em: <http://www.unoosa.org/res/oosadoc/data/documents/2017/aac_105c_22017crp/aac_105c_22017crp_11_0_html/AC105_C2_2017_CRP11E.pdf>. Acesso em 07 mai. 2018.

1.6.2 Referencial Jurídico

Shaw (2008) preconiza que “[o]nde mais de uma entidade existe dentro de um sistema, deve haver alguma concepção sobre como lidar com outras entidades desse tipo, seja com base na coexistência ou hostilidade” (tradução nossa)[75].

Outrossim, o Direito reflete os anseios da sociedade em determinado contexto. Naquele contexto de 1967, a recém adquirida capacidade tecnológica para desenvolvimento das atividades espaciais, realizada em espaços livres da soberania dos Estados, gerava preocupação sobre a manutenção da paz e da vida humana na Terra. Apesar de constar, no Artigo IX do Tratado do Espaço, a recomendação de que a “exploração espacial deva ser conduzida de maneira a evitar os efeitos prejudiciais de contaminação [do espaço exterior], assim como as modificações nocivas no meio ambiente da Terra, resultantes da introdução de substâncias extraterrestres”, nota-se que nos demais instrumentos de Direito Espacial pouco ou nada é aludido sobre a proteção ao meio ambiente.

O Direito Espacial, bem como o Direito Ambiental Internacional, são ramificações relativamente recentes do Direito Internacional. A preservação ambiental e a sustentabilidade da vida no planeta são aflições de meados do século XX. A primeira grande discussão mundial acerca do tema ocorreu em 1972, na cidade de Estocolmo, na Suécia. Dela emergiu a Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano[76]. Trata-se da primeira enunciação global de que o ser humano modifica os recursos naturais à sua volta de tal forma a comprometê-los, ou até extingui-los. Nela, resta claro que o modelo econômico da época, com crescimento populacional exponencial e de intensa atividade industrial, não era plausível a médio ou longo prazo.

Serão explorados os termos do Tratado do Espaço de 1967, da Convenção sobre Responsabilidade Internacional por Danos Causados por Objetos Espaciais, de 1972, doravante referida somente como “Convenção sobre Responsabilidade”, e

---

[75] “*Where more than one entity exists within a system, there has to be some conception as to how to deal with other such entities, whether it be on the basis of co-existence or hostility*”. SHAW, Malcolm. N. ***International Law*****.** 6. ed. Cambridge, Inglaterra: 2008. p. 44.

[76] UNITED NATIONS (UN). ***Declaration of the United Nations Conference on Human Environment***. Disponível em: <http://www.un-documents.net/unchedec.htm>. Acesso em 05 fev. 2018.

a Convenção Relativa ao Registro de Objetos Espaciais Lançados ao Espaço Cósmico, de 1974, doravante referida como “Convenção de Registro”.

Declarações, normas, boas práticas e diretrizes relativas às atividades espaciais, em especial no que tange à mitigação do impacto ambiental causado por elas, serão evidenciadas.

De forma suplementar, ponderações do Direito Ambiental Internacional, seus instrumentos e práticas, como as Declarações de Estocolmo, do Rio (1992), e Agenda 21, servirão de referencial teórico para este trabalho, dada a correlação entre esses dois ramos do Direito. Casella (2009) observa que:

> A internacionalidade deste [Direito Espacial] decorre das próprias características do espaço ao qual se destina. Por constituir o meio, no qual nosso planeta se insere, qualquer atividade espacial implica consequências globais (...). Da mesma forma, descobertas decorrentes da exploração do espaço sideral, podem trazer benefícios generalizados, e danos, a tal ambiente, ou produzidos a partir dele, têm potencial lesivo, de grande magnitude e não levam em consideração quaisquer fronteiras nacionais[77].

Conceitos de Governança Ambiental Global serão instrumentais na elaboração de regulamentações específicas para satélites de baixa complexidade, uma vez que esses podem ser fabricados e operados por atores não estatais e o impacto ambiental provocado por eles perpassa limites geográficos como aponta Gonçalves & Costa (2015):

> O enfrentamento e a solução de problemas ambientais exigem ações que implicam necessariamente abordagem global, uma vez que não são questões circunscritas em territórios regionais ou mesmo nacionais. (...) Os Estados nacionais são insuficientes para dar conta desses desafios. E mesmo o concerto internacional de Estados, clássicos das relações até meados do século XX, não consegue tratar o tema com a abrangência necessária[78].

Rei & Granziera (2015) compartilham da ideia de que os temas inerentes à esfera ambiental são fundamentalmente compostos por relações multilaterais e,

---

[77] CASELLA, Paulo Borba. **Direito Internacional dos Espaços**. São Paulo: Atlas, 2009, pp. 599-600.

[78] GONÇALVES, Alcindo; COSTA, José Augusto Fontoura. Governança Ambiental Global: Possibilidades e Limites. Em: GRANZIERA, Maria Luiza Machado; REI, Fernando. **Direito Ambiental Internacional: Avanços e Retrocessos. 40 Anos de Conferências das Nações Unidas**. São Paulo: Atlas, 2015. p. 98.

portanto, demandam processos colaborativos em diversos níveis da sociedade: “indivíduos, sociedades científicas, (...) empresas multinacionais”, “junto aos Estados centrais nos processos de elaboração e aplicação das normas”[79]. O espaço é *res communis omnium*, ou seja, um território que não está sujeito à apropriação nacional por qualquer Estado. Seus elementos de caráter global são consoantes a outras atividades de impacto ambiental, cujo respaldo também reside no Direito Ambiental Internacional.

1.7 Metodologia

Para o cumprimento dos objetivos desta tese, o método de pesquisa aplicado compreendeu o levantamento, a seleção e, posteriormente, a análise da bibliografia pertinente. Por se tratar de tema transdisciplinar, a bibliografia pesquisada compõe-se de textos da literatura de áreas técnicas (Engenharia) e jurídicas (Direito).

No ramo do Direito, a partir de fontes do Direito Ambiental Internacional, será utilizado o método dedutivo para se chegar a propostas para o Direito Espacial, sob a ótica da Teoria do Risco. A análise da legislação valer-se-á ademais de métodos de Direito Comparado.

> O Direito Comparado é a ciência (ou o método) que estuda, por meio de contraste, dois ou mais sistemas jurídicos, analisando suas normas positivas, suas fontes, sua história e os variados fatores sociais e políticos que as influenciam. (...) Também se recorre ao Direito Comparado para reformar a legislação, seguindo exemplos de outros sistemas na solução por eles encontrada para determinados problemas sociais (...)[80].

Por meio do método indutivo, um estudo de caso (série OSCAR) servirá para o teste das hipóteses e para corroborar as conclusões finais e as propostas futuras, que por sua vez serão defendidas sob o método da argumentação.

As análises da bibliografia e dos documentos pertinentes ao assunto deste trabalho, bem como as conclusões e sugestões finais, pautar-se-ão pelo Princípio da Responsabilidade, escrito e publicado pelo filósofo alemão Hans Jonas em 1979,

---

[79] REI, Fernando; GRANZIERA, Maria Luiza Machado. Direito Ambiental Internacional: Novos Olhares para a Ciência do Direito. Em: GRANZIERA, Maria Luiza Machado; REI, Fernando. **Direito Ambiental Internacional: Avanços e Retrocessos. 40 Anos de Conferências das Nações Unidas**. São Paulo: Atlas, 2015. p. 156-157.

[80] DOLINGER, Jacob. **Direito Internacional Privado**. 10a. Edição. Rio de Janeiro: Editora Forense: 2011. p. 172-173.

época em que a ética se referia somente à relação do ser humano com o próprio ser humano. Nenhuma ética, até então, levava em consideração a condição global da vida humana, sua relação com o meio ambiente. Mais do que isso, nenhuma ética considerava a responsabilidade do ser humano com o futuro. Era uma ética calcada no "aqui-agora"[81].

A partir do pensamento Hans Jonas, a natureza passa a existir e a fazer parte da condição humana, assim como, a partir da corrida espacial, o ambiente do espaço e da Terra passaram a fazer parte de um único sistema. Vale lembrar que o autor viveu numa época de profundas transformações. Viu o ser humano descer ao inferno durante a 1ª. e a 2ª. Guerras Mundiais, e chegar à Lua. Ele reconhece, em sua obra, a pequenez do ser humano diante do Universo e, ao mesmo tempo, sua grandiosidade técnica para a prática do bem ou do mal: "e porque a liberdade para o bem é ao mesmo tempo a liberdade para o mal"[82].

Assim, o Princípio da Responsabilidade de Hans Jonas constitui marco ético indispensável à sociedade tecnológica. A tecnologia é a materialização da ambição do ser humano pela transformação da natureza. O ser humano usa os instrumentos tecnológicos para potencializar a si mesmo. Atividades espaciais são altamente tecnológicas, nas quais milhares de processos são pensados, criados e reinventados para permitir que o ser humano acesse o espaço, ambiente tão hostil em que a vida, como a conhecemos, não é possível senão pelo uso de técnicas avançadas.

Para um desenvolvimento tecnológico espacial ético, Jonas urge que o ser humano pense as consequências de cada ação: "age de tal forma que os efeitos de tua ação sejam compatíveis com a permanência de uma vida humana autêntica sobre a terra"[83].

Como dito, o ser humano é a própria natureza, que compreende o ambiente terrestre e o ambiente ultraterrestre. Somos parte – quase que insignificante em tamanho mas com grande potencial de destruição – dessa natureza cósmica.

O acesso ao espaço merece a reflexão de Hans Jonas. A poluição, o desmatamento, a contaminação do ar e das águas, a extinção de espécies, o

---

[81] JONAS, Hans. **O Princípio Responsabilidade**: ensaio de uma ética para uma civilização tecnológica. Rio de Janeiro: PUC Rio, 2006.

[82] JONAS, op. cit., p. 33.

[83] Ibid., p. 47.

extermínio de povos, todas essas consequências negativas da ação humana precisam ser ponderadas no desenvolver de técnicas e no legislar.

De que forma é possível que esse bem “extra humano”, como classificado por Jonas, seja protegido para que possa ser compartilhado e ao mesmo tempo conservado como *res communis omnium*? O significado da responsabilidade torna-se mais premente e complexo no contexto do Espaço.

De certa forma, a Heurística do Medo de Hans Jonas se faz presente no Tratado do Espaço, firmado em 1967. Para o autor, a Heurística do Medo refere-se a um sentimento que não paralisa, que faz uso da precaução ao mesmo tempo em que é um propulsor de saídas, de soluções. O medo em questão, que motivou a elaboração do Tratado, não era em relação ao satélite artificial Sputnik 1, que pioneiramente (e inofensivamente) orbitou a Terra, mas ao início de uma atividade que, da mesma maneira que colocou um satélite “inofensivo” em órbita da Terra, poderia ter lançado um míssil balístico com grande potencial destruidor. Battestin e Ghiggi (2010) compartilham da visão de Jonas de que é “do medo fundado que deriva a atitude ética fundamental, repensada a partir da vontade de evitar o pior”[84]. Foi em razão desse medo que o mundo se uniu para discutir meios jurídicos de se evitar uma Guerra Espacial. O preâmbulo do Tratado, por diversas vezes, salienta que a exploração e uso do espaço cósmico deverá ser somente para fins pacíficos, bem como o fazem os demais Tratados e Princípios de Direito Espacial.

Apesar do Tratado do Espaço não fazer alusão à preservação ambiental diretamente, quer seja terrestre ou ultraterrestre e, conforme mencionado anteriormente, estar basicamente fundamentado em uma “Heurística do Medo”, é possível perceber uma preocupação, ainda que singela, com a sustentabilidade das atividades espaciais em partes do Tratado, como no Artigo 9º. que prevê que:

> [O]s Estados-Parte do Tratado farão o estudo do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, e procederão à exploração de maneira a evitar os efeitos prejudiciais de sua contaminação, assim como as modificações nocivas no meio ambiente da Terra, resultantes da introdução de substâncias extraterrestres, e, quando necessário, tomarão as medidas apropriadas para este fim.[85]

---

[84] BATTESTIN, Cláudia; GHIGGI, Gomercindo. **O Princípio Responsabilidade de Hans Jonas: Um Princípio Ético para os Novos Tempos**. Thaumazein, Ano III, número 06, Santa Maria (outubro de 2010). p. 69-85.

[85] Tratado sobre os Princípios Que Regem as Atividades dos Estados na Exploração e Utilização do Espaço Exterior, Incluindo a Lua e Outros Corpos Celestes.

Atividades que possam ameaçar a continuidade da exploração espacial ou colocar em risco a vida na Terra devem ser evitadas, ou, se inevitáveis, o dano causado por elas deve ser mitigado e aplicável restituição promovida.

Destarte, o Direito Espacial tem adiante um desafio. Ele pode ser um mecanismo efetivo à prática do Princípio Responsabilidade de Hans Jonas. A regulação das atividades espaciais precisa estar assentada no princípio ético “Responsabilidade”, sob pena de se colocar em perigo a própria existência da Humanidade.

> A natureza como uma responsabilidade humana é seguramente um *novum* sobre o qual uma nova teoria ética deve ser pensada. Que tipo de deveres ela exigirá? Haverá algo mais do que o interesse utilitário? É simplesmente a prudência que recomenda que não se mate a galinha dos ovos de ouro, ou que não se serre o galho sobre o qual se está sentado? Mas este que aqui se senta e que talvez caia no precipício quem é? E qual é no meu interesse no seu sentar ou cair?[86]

Ainda que não haja linhas, cercas, ou muros, o ser humano é responsável pela sustentabilidade do espaço cósmico. Cada ação no espaço terá consequências para o próprio ser humano, incluindo as gerações vindouras. “A natureza nova do nosso agir exige uma nova ética de responsabilidade de longo alcance, proporcional à amplitude do nosso poder”[87].

Berggruen & Gardels (2013) preconizam que “[u]ma boa sociedade não consegue determinar resultados, mas pode conferir a todos um começo equitativo na vida, [...] sem sabotar as chances dos menos ambiciosos”[88].

1.7.1 Conceitos Básicos

Os conceitos básicos tais como: 1) Pequenos Satélites; 2) Baixa Complexidade; 3) Impactos Ambientais causados por Detritos Espaciais; 4) Impactos Ambientais causados por PSBCs; e 5) Teoria do Risco estão descritos no Capítulo 2 desta Tese.

---

[86] JONAS, op. cit., p. 39.

[87] Ibid., p. 63.

[88] BERGGRUEN, Nicolas, GARDELS, Nathan. **Governança Inteligente para o Século XXI**: uma Via Intermediária entre Ocidente e Oriente. Rio de Janeiro: Objetiva, 2013, p.151.

1.7.2 Revisão da Literatura

O método científico não é um caminho linear mas, sim, uma vereda de diversas possibilidades, que pode compreender: 1) a fundamentação do conhecimento por levantamento bibliográfico, observação e experimentação; 2) a análise do conhecimento, por discussão, nomeação, descrição, classificação, comparação, modelagem, simulação, dentre outros; 3) a generalização do conhecimento por argumentação, indução, dedução, dentre outros. Como descrito por Carpi & Egger (2018), independentemente da área do conhecimento, o saber é construído por meio de axiomas e hipóteses, ou da coleta de dados e de informações científicas que, após a análise e interpretação, ajudam a explicar um fenômeno e a sistematizar uma teoria[89].

Nesta pesquisa, a partir da definição do problema, promoveu-se o devido levantamento bibliográfico. Oliveira (1997) diz que a revisão bibliográfica, ou a revisão da literatura, tem o objetivo de apresentar as diversas contribuições científicas acerca de dado assunto ou problema[90].

A partir do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), foi feito o levantamento bibliográfico por meio das bases SCOPUS[91], que incorpora a base SciELO, e *Web of Science*[92], que são bases reconhecidas e abrangentes. Os termos pesquisados foram: pequenos satélites (*small satellites*), impacto ambiental (*environmental impact*), e Teoria do Risco (*Risk*

---

[89] CARPI, Anthony; EGGER, Anne E. **The Practice of Science**: An Introduction to Research Methods. Disponível em: <https://www.visionlearning.com/en/library/Process-of-Science/49/The-Practice-of-Science/148>. Acesso em 28 fev. 2018.

[90] OLIVEIRA, Silvio Luiz de. **Tratado de Metodologia Científica**. São Paulo: Pioneira, 1997. p. 119.

[91] "*Scopus é o maior banco de dados de resumos e citações da literatura com revisão por pares: revistas científicas, livros, processos de congressos e publicações do setor*". ELSEVIER. **SCOPUS**. Disponível em: <https://www.elsevier.com/pt-br/solutions/scopus>. Acesso em 10 mai. 2018.

[92] "*O Portal de Periódicos por meio de assinatura junto à Thomson Reuters Scientific oferece acesso à coleção principal da base de dados Web of Science, permitindo acesso a referências e resumos em todas as áreas do conhecimento*". PORTAL DE PERIÓDICOS DA CAPES. Acervo. Disponível em: <http://www-periodicos-capes-gov-br.ez61.periodicos.capes.gov.br/index.php?option%3Dcom_pcollection%26mn%3D70%26smn%3D79%26cid%3D81%26Itemid%3D%26>. Acesso em 10 mai. 2018.

Theory). Foram utilizados os termos na língua inglesa com o objetivo de ampliar o alcance dos resultados.

A junção dos três termos não trouxe resultado algum. Por esse motivo, optou-se, primeiramente, por pesquisar os termos de forma isolada, utilizando o asterisco para incorporar à busca tanto citações no singular quanto no plural, exceto para "*risk theory*". Os termos foram inseridos entre aspas com o intuito de oferecer mais precisão no resultado.

Cada termo foi inserido no campo de busca em "tópico", que inclui citações em título, resumo e palavras-chave. Posteriormente, cada termo foi pesquisado somente em "título". Para refinar ainda mais ao levantamento, após pesquisados os termos em "tópico", foram filtrados somente os resultados para Direito (*Law*), no caso da *Web of Science*, e Ciências Sociais (*Social Sciences*), no caso da Scopus (não há Direito nas opções de filtro) de modo a encontrar artigos mais significativos ao tema desta tese. Quando encontrados muitos artigos, foi realizada uma busca por palavras "*space*" ou "*outer space*", para filtragem dos resultados. Contudo, muito pouco foi encontrado. Os resultados estão apresentados nas Tabelas 1 a 3 a seguir.

Tabela 1 – Pesquisa na base *Web of Science.*

TERMO	TÓPICO	TÍTULO	TÓPICOS + LAW	SIGNIFICATIVO
Small Satellites	2.887	940	1	1
Environmental Impact	52.345	8.807	266	0
Risk Theory	684	176	8	1

Tabela 2 – Pesquisa na base *Scopus.*

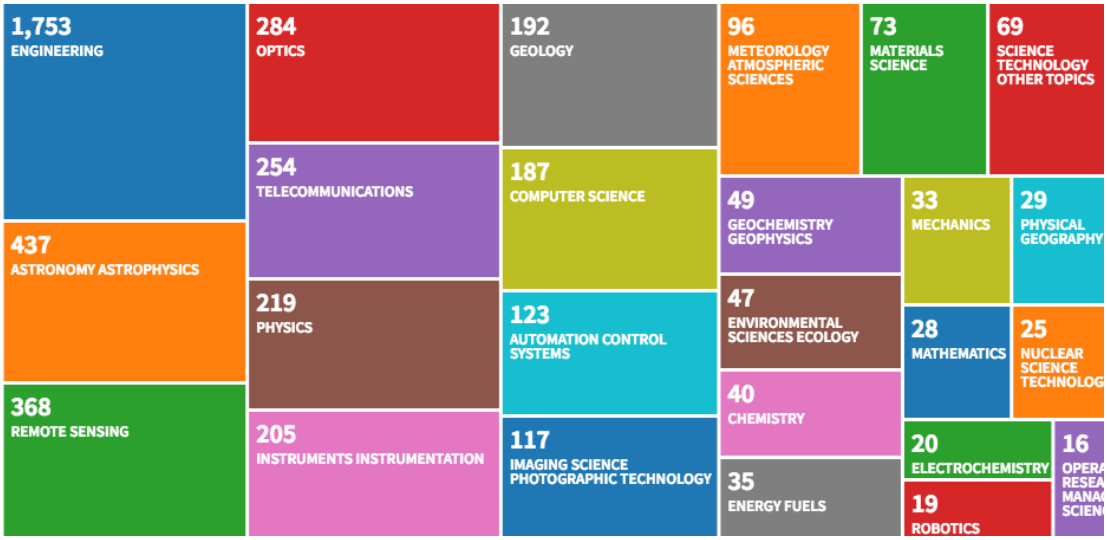
TERMO	TÓPICO	TÍTULO	SOCIAL SCIENCES	SIGNIFICATIVO
Small Satellites	5.622	1681	156	10
Environmental Impact	167.443	12.353	14.958	8
Risk Theory	1.194	272	25	0

A próxima etapa do levantamento bibliográfico consistiu em reunir os termos de dois em dois, conforme demonstrado abaixo:

Tabela 3 – Levantamento com Dois Termos.

Termos	Web of Science	Scopus
Small Satellites + Environmental Impact	1	1
Small Satellites + Risk Theory	1	0
Environmental Impact + Risk Theory	0	0

Conforme mencionado anteriormente, a pesquisa utilizando os três termos não encontrou resultado. A análise da bibliometria da *Web of Science* para o termo "*small satellites*" ensina que a maior parte das publicações estão concentradas nas áreas de Ciências Exatas, sendo que mais da metade dos trabalhos correspondem às Engenharias.



Outro aspecto observado é que a primeira publicação significativa para o tema data de 1968. O artigo apontado em 1957, ano de lançamento do Sputnik-1, trata de uma pesquisa sobre satélites naturais, o que não é objeto desta tese. É notável que a discussão do tema se intensificou no final da década de 1980 e início da década de 1990. A Tabela 4 mostra isso:

Tabela 4 – Publicações sobre "*Small Satellites*" por Ano.

Ano	No. de Publicações
2018	84
2017	233
2016	176
2015	178
2014	183
2013	178
2012	137
2011	100
2010	142
2009	113
2008	109
2007	93
2006	83
2005	85
2004	66
2003	113
2002	72
2001	69
2000	142
1999	93
1998	70
1997	77
1996	74
1995	48
1994	37
1993	54
1992	30
1991	37
1990	5
1989	5
1988	1
1987	1
1986	2
1983	2
1981	1
1972	1
1969	1
1957	1

Fonte: *Web of Science.*

Pelos motivos expostos, foram eleitas outras fontes de pesquisa. O critério de escolha dessas fontes valeu-se da especialidade das instituições em Direito Espacial. São elas: *Secure World Foundation (SWF), Peace Palace Library, Leiden University, McGill University* e *George Washington University*. Após realizada a busca por tópico, da mesma maneira em que foram feitas as pesquisas na Scopus e na *Web of Science*, o refinamento se deu por meio do filtro por área do conhecimento (*Law*). A Tabela 5 mostra isso:

Tabela 5 – Levantamento Bibliográfico em Instituições de Direito Espacial.

TERMO	SWF	PEACE PALACE	LEIDEN	MCGILL	GEORGE WASHINGTON
Small Satellites	79*	16	28	4	11
Environmental Impact	0	3	9	6	6
Risk Theory	0	0	0	0	3

* Inclui não apenas livros, capítulos e artigos, mas também apresentações e matérias digitais.

1.7.3 Discussão e Argumentação

Como base nos trabalhos encontrados, realiza-se a discussão e a argumentação, cuja finalidade é embasar as propostas regulatórias para PSBCs, com o objetivo de organizar a atividade e, por consequência, contribuir para a mitigação dos seus impactos ambientais no espaço exterior e promover o uso pacífico dele.

1.7.4 Propostas Regulatórias

Inicialmente, foi realizada a leitura cuidadosa de diretrizes e outras normas que lidam com a regulamentação das atividades de pequenos satélites para verificar se bastam para a organização dessa atividade espacial. A partir dos modelos existentes e das propostas já publicadas, e tendo em vista a exposição de motivos lá elencadas, propõe-se, argumenta-se, arrazoa-se em favor da verossimilhança, da razoabilidade, da factibilidade, da plausibilidade das propostas apresentadas nesta tese.

1.7.5 Seleção e Aplicação a Estudos de Caso

Para demonstrar a razoabilidade, a factibilidade e a plausibilidade das propostas apresentadas nesta tese, adotou-se, como parte da metodologia, aplicá-las a um estudo de caso. Os resultados corroboram a verossimilhança e dão ao trabalho a originalidade, a generalidade e a utilidade necessárias.

1.8 Originalidade, Generalidade e Utilidade

A Originalidade, a Generalidade e a Utilidade (AGU) são componentes desejáveis de todo trabalho de doutorado. Ressalta-se que a originalidade é fator inerente à tese.

Quanto à originalidade, a Tabela 6 abaixo apresentada o conhecimento disponível na literatura sobre o tema pesquisado (estado da arte) e o conhecimento buscado neste trabalho.

Tabela 6 – Originalidade Buscada Neste Trabalho.

Origem	Conhecimento Disponível na Literatura	Conhecimento Buscado neste Trabalho
1ª. motivação	Da pesquisa bibliográfica MARBOE, 2016; ISU, 2011; BITTENCOURT NETO, 2001; BITTENCOURT NETO, 2011; MONSERRAT FILHO, 2007; BEARDEN, 2000/2001), tem-se que: no início da era espacial, satélites grandes, pesados, sofisticados, de alta tecnologia (civil ou militar) eram fabricados com tecnologia do estado da arte, eram produzidos e lançados pelos Estados, o que induziu o desenvolvimento e, posteriormente, a aplicação de leis específicas do atual Direito Espacial.	A série OSCAR, cujos lançamentos tiveram início nos anos 1960, vai na contramão dessa tendência. São satélites pequenos que, apesar de lançados pelos Estados, envolviam outros atores não estatais. Pretende-se aprofundar o conhecimento acerca desse caso tão peculiar.
2ª. motivação	Da pesquisa bibliográfica (UNOOSA, 2018; NASA, 2018, ESA, 2018), tem-se que, em 1963, o impacto ambiental começou a ser discutido no âmbito do COPUOS, sem que esse entrasse na agenda do Comitê. A discussão sobre detritos espaciais encontrou resistência por parte de grandes potências, só	Com base nas informações encontradas sobre a série OSCAR, pretende-se realizar o levantamento do eventual dano que eles possam ter causado ao meio ambiente espacial por ainda não observarem diretrizes de mitigação de detritos espaciais: quantos de fato decaíram, quantos se

	recebendo a devida atenção após a publicação do relatório da ESA sobre detritos espaciais, em 1988.	fragmentaram, quantos ainda orbitam a Terra sem função e sem controle etc.
3ª. motivação	Da pesquisa bibliográfica (SWF, 2018; NASA, 2018; IADC, 2018), tem-se que: com o aumento de pequenos satélites no espaço, há um impacto ambiental significativo no espaço.	O aumento do número de satélites de baixa complexidade no espaço representa incremento do impacto ambiental no espaço exterior, o que propicia o aumento do risco de dano (por exemplo, por colisão e/ou interferência). O risco é algo negligenciado por muitos atores que lançam esse tipo de objeto ao espaço. Pretende-se oferecer uma caracterização de PSBCs mais precisa (conforme Bearden (2000/2001), e uma classificação que leve em conta o potencial de risco/criticidade de seus impactos ambientais no espaço exterior, tomando como base a série OSCAR.
4ª. motivação	Da pesquisa bibliográfica, MARBOE, 2016; UNOOSA, 2018, ECSL, 2018)tem-se que: não há regulamentação específica suficiente para mitigar o impacto ambiental causada pelos satélites de baixa complexidade. Nota: em geral, a bibliografia aponta para a existência de satélites pequenos de alta e de baixa tecnologia. No entanto, quando se trata de legislação, classifica-os somente quanto à massa, negligenciando-se, assim, o aspecto tecnológico que o faz ser mais ou menos perigoso.	O Direito Espacial considera objeto espacial qualquer objeto que tenha sido lançado no espaço cósmico (grandes e sofisticados satélites, PSACs, PSBCs, pedaços de foguete, pedaços de satélite etc.). A responsabilidade por danos a terceiros, regida pela Convenção sobre Responsabilidade de 1972, é bastante rígida com os Estados Lançadores. Pretende-se sugerir uma legislação mais específica para PSBCs, que leve em conta o seu potencial de risco. Para testar a regulamentação sugerida, ela será aplicada a casos reais (OSCAR).

Quanto à generalidade, as propostas apresentadas não só servem para a regulamentação de PSBCs, crescentemente numerosos, mas também poderão estimular a regulamentação de PSACs.

Quanto à utilidade, no âmbito terrestre, espera-se que os resultados tragam avanços ao desenvolvimento do Direito Espacial, bem como fomentem a criação de novas regulamentações que possam salvaguardar Estados e demais atores

envolvidos nas missões espaciais. No âmbito espacial, aspira-se que tais regulamentações colaborem na manutenção da paz e na preservação dos recursos espaciais.

1.9 Organização da tese

Este trabalho é organizado em seis capítulos, em que:

O presente Capítulo apresentou o contexto, a motivação e a justificativa do tema, bem como o objetivo almejado e o referencial teórico. Adicionalmente, discutiu-se os componentes essenciais da tese: a originalidade, a generalidade e a utilidade.

O Capítulo 2 discorrerá sobre os conceitos básicos e a revisão da literatura técnica acerca do tema pesquisado, especialmente sobre PSBCs, impactos ambientais e Teoria do Risco.

O Capítulo 3 considerará os conceitos básicos e a revisão da literatura jurídica acerca do tema pesquisado, especialmente pela revisão da legislação aplicável, em que são serão apontadas soluções jurídicas para o tema, que podem ser aplicadas internacional e/ou nacionalmente.

O Capítulo 4 consistirá na apresentação de propostas para a classificação, a caracterização e a regulamentação de PSBCs, especialmente por propostas regulatórias e argumentações em suas defesas.

No Capítulo 5 pretende-se demonstrar a aplicabilidade das propostas apresentadas no capítulo anterior, especialmente pela demonstração da aplicabilidade por meio de estudos de caso.

Por fim, no Capítulo 6 serão tecidas as conclusões e sugeridos os temas para estudos futuros.

2 SATÉLITES DE BAIXA COMPLEXIDADE, IMPACTOS AMBIENTAIS E TEORIA DO RISCO

2.1 Pequenos Satélites

Frequentemente, encontram-se na literatura trabalhos relacionados a pequenos satélites. O adjetivo “pequeno”, definido pelo dicionário Michaelis, significa 1) de exígua extensão, 2) de pouco volume, 3) o que é feito em limitada escala, dentre outras definições[93]. A Figura 1 mostra um comparativo ilustrado sobre o tamanho dos satélites.

Figura 1 – Tamanho Comparado dos Satélites.

Fonte: NOAA (2018)[94].

---

[93] DICIONÁRIO MICHAELIS. **Pequeno**. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=&t=&palavra=pequeno>. Acesso em 26 de fev. 2018.

[94] NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). ***Satellite Sizes***. Disponível: <https://www.nesdis.noaa.gov/sites/default/files/satellite-comparison.jpg>. Acesso em 12 mar 2018.

A classificação da NOAA leva em consideração a massa do artefato. Nesse sentido, é possível afirmar que neste trabalho serão acordadas as questões jurídicas de pequenos satélites (menores que uma melancia).

O projeto CONASAT do INPE (2018)[95] classifica os satélites artificiais da seguinte maneira:

- Grandes satélites: massa maior que 1.000 kg;
- Satélites médios: massa entre 500 e 1.000 kg;
- Minissatélites: massa entre 100 e 500 kg;
- Microssatélites: massa entre 10 e 100 kg;
- Nanossatélites: massa entre 1 e 10 kg;
- Picossatélite: massa entre 0,1 e 1 kg;
- Femtossatélite: massa menor que 100 g.

Os minissatélites estão classificados assim com base em massa, que vai de 100kg até 500 kg. A partir de 500 kg, o projeto CONASAT do INPE classifica-o como satélite médio, o que difere de alguma maneira da classificação da NASA. De acordo com a NASA (2018)[96], os minissatélites pesam de 100 a 180 kg ou menos. Os picossatélites pesam de 1 kg a 10g e os femtossatélites pesam de 1 a 10 g, como listados abaixo:

- Minissatélite: massa entre 100 e180 kg,
- Microssatélite: massa entre 10 e 100 kg,
- Nanossatélite: massa entre 1 e 10 kg,
- Picossatélite: massa entre 0,01 e 1 kg,
- Femtossatélite: massa entre 0,001 e 0,01 kg.

---

[95] INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Nano Satélites**. Disponível em: <http://www.crn2.inpe.br/conasat1/nanosatt.php>. Acesso em 26 fev. 2018.

[96] 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 01 fev. 2018.

No site Nanosat & Cubesat Database (2018)[97], a classificação de satélites acompanha parcialmente a classificação do projeto CONASAT do INPE. Porém, são acrescentadas duas categorias:

- Atossatélites: massa entre 1 g a 10 g,
- Zeptossatélites: massa entre 0,1 g a 1 g.

O site conclui que “pequeno satélite é qualquer satélite menor que 500 kg”, mas adverte que o termo deve ser evitado, pois pode haver divergências em tamanhos e capacidades.

A definição de “pequeno satélite” tendo como premissa somente a massa do objeto espacial se prova insuficiente. Por exemplo, o satélite brasileiro Amazônia-1[98], cuja missão é a observação da Terra, é um objeto espacial constituído de uma Plataforma Multi-Missão (PMM) de 250 kg, que suporta uma carga útil de até 280 kg. No total, o satélite brasileiro pesa até 530kg. Contudo, a PMM pode ser utilizada para outras missões levando cargas úteis mais ou menos pesadas. A missão não pode ser categorizada como de baixa complexidade. Em outras palavras, o satélite, exceto pela massa próxima aos 500 kg da categoria “minissatélites”, não preenche outros requisitos que o colocariam no posto de pequeno satélite. Outros parâmetros devem balizar essa identificação.

Outro termo bastante presente no universo dos pequenos satélites é o de cubesats. Eles são satélites da classe dos nanossatélites, ou menores, produzidos em formato (cubo) e fator padrão, conforme a Figura 2:

---

[97] NANOSAT & CUBESAT DATABASE. ***What is a Nanosatellite?*** Disponível em: <https://www.nanosats.eu/cubesat.html>. Acesso em 26 fev. 2018.

[98] INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Amazonia**: Sobre o Satélite. Disponível em: <http://www3.inpe.br/amazonia-1/sobre_satelite/>. Acesso em 27 fev. 2018.

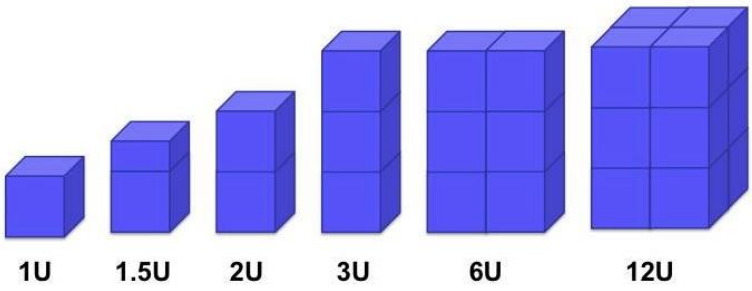


Figura 2 – Padrão de Cubesats.
Fonte: NASA (2018)[99].

A ESA (1990) declarou que a colocação de um satélite na categoria de "pequeno" pode ter mais a ver com o custo do que com o peso ou o tamanho:

> Este tópico [classificação de pequenos satélites] provou ser o mais esquivo (...), e apesar de todos os estudos realizados no 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 custos e tempos de desenvolvimento baixos, enquanto outros usam a relativa complexidade. A conclusão do grupo é que o melhor critério para definir uma pequena missão é o custo, a partir do qual todos os outros parâmetros podem ser inferidos[100].

A Agência europeia concluiu que uma missão completa de um pequeno satélite costuma custar a metade do que custaria uma missão completa de um satélite de porte médio, ou seja, um total aproximado de 160 MAU (*Monthly Active User*) seria o limite de custo para uma missão de um determinado pequeno satélite[101].

O UNOOSA (2018)[102] completa a definição de pequenos satélites com outros pré-requisitos, que não estão necessariamente atrelados a padrões de tamanho, formato ou massa, considerando-os objetos espaciais:

---

[99] Ibid.

[100] 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 26 fev. 2018.

[101] Ibid.

[102] UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS. ***Guidance on Space Object Registration and Frequency Management for Small and Very Small Satellites***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/documents/pdf/psa/bsti/2015_Handout-on-Small-SatellitesE.pdf>. Acesso em 1 fev. 2018.

a) desenvolvidos em um espaço de tempo mais curto do que os satélites tradicionais;
b) que possuem equipes de desenvolvimento consideravelmente menores;
c) que requerem uma infraestrutura para testes menor e menos complexa, e
d) mais acessíveis ao desenvolvedor, tanto do ponto de vista de desenvolvimento em si, quanto de operação.

Adicionalmente, UNOOSA (2018) ratifica a inserção de novos atores como uma característica preponderante nesse ramo de objetos espaciais, em que nem todos estão cientes de suas obrigações internacionais:

> Algumas outras características que foram vistas em pequenas missões [...] são: a) [...] envolvem atores novos nas atividades espaciais principalmente atores não governamentais (instituições acadêmicas, empresas privadas etc.); b) por várias razões, em especial por causa da inexperiência ou da falta de familiaridade com as regulamentações internacionais e nacionais, nem sempre conduzem suas atividades em plena conformidade com as obrigações nacionais, regulamentos e diretrizes voluntárias relevantes (autorizações, supervisão, registro, regulamentações de radiofrequência da ITU etc.); e c) levantam preocupação quanto a piora da situação de detritos espaciais[103].

A Proposta de Lei Geral das Atividades Espaciais no Brasil[104], da Associação Brasileira de Direito Aeronáutico e Espacial (SBDA), sugere a seguinte definição para pequenos satélites:

> Pequenos Satélites – Satélites artificiais de até 500 kg, assim considerados mini, micro, nano, pico, e femto satélites, em geral de custo baixo, de fácil e rápida operação, e capazes de respostas eficazes para determinados serviços, não se excluindo dessa categoria pequenos satélites de alta tecnologia e precisão, de custo mais elevado.

---

[103] "*Some other characteristics often seen in small satellite missions are: a) they often involve actors new to space activities mainly non-governmental actors (academic institutions, private companies etc.); b) for various reasons, very often due to inexperience or unfamiliarity with the national and international regulatory framework, they are not always conducted in full compliance with international obligations, regulations and relevant voluntary guidelines (authorization, supervision, registration, ITU radio regulations, space debris mitigation guidelines etc.); and c) they have raised concerns to worsening the space debris situation*". *Ibid*.

[104] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DIREITO AEROESPACIAL (SBDA). **Lei Geral das Atividades Espaciais no Brasil**. Disponível em: <http://www.sbda.org.br/revista/1869.pdf>. Acesso em 27 fev. 2018.

PESSOTTA (2018)[105] também aponta as várias propostas de classificação de satélites na literatura técnica espacial, e corrobora a ausência de consenso entre elas. A Tabela 7 a seguir é resultado do trabalho de Pessotta (2018), que será adotado nesta tese por ser considerada a classificação mais completa, conforme será descrito no Capítulo 4.

Tabela 7 – Classificação de Satélites de Acordo com a Massa.

Classificação	Massa (kg)
Satélites Grandes	> 1.000
Satélites Médios	500 – 1.000
Minissatélites /Satélites Pequenos	100 – 500
Microssatélites	10 – 100
Nanossatélites	1 – 10
Picossatélites	0,1 – 1
Femtossatélites	< 0,1

Nota-se que os programas de pequenos satélites são muito comuns em universidades. Em geral, as equipes que trabalham nesses projetos são bastante enxutas se comparadas com grandes missões satelitais. A Tabela 8 apresenta alguns exemplos de missões universitárias de fabricação de pequenos satélites e o número de pessoas envolvidas. Ressalta-se que no caso do Projeto Ubatubasat, ele ocorre em uma escola de ensino fundamental, algo pouco comum.

Tabela 8 – Missões Universitárias de Fabricação de Pequenos Satélites.

Instituição	Equipe Principal (quantidade de pessoas)	Fonte
UGA Small Satellite Research Laboratory (University of Georgia)	52	<http://www.smallsat.uga.edu/team>
Auburn University Small Satellites Program	12	<http://www.space.auburn.edu/our-team>

[105] 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.

UMN Small Satellite Project (University of Minnesota)	2	<http://smallsat.umn.edu/our-team>
University of Colorado Boulder, Small Satellites Project	11	<https://www.colorado.edu/aerospace/ventures/what-we-do/small-satellite-projects>
Centre Spatial de Liège, Université de Liège	18	<http://www.csl.uliege.be/jcms/c_5523/en/structure>
University of Southampton Small Satellite - UoS3	5	<https://www.researchgate.net/project/University-of-Southampton-Small-Satellite-UoS3>
Projeto Ubatubasat	7	<http://www.tancredoubatuba.com.br/ubatubasat/sobrenos.php>
Projeto Itasat	16	<http://www.itasat.ita.br/?q=quem-somos>
ISIS (TechnicalUniversity of Delft)	> 50	<https://www.isispace.nl/about-us/our-team/>

No que tange a preço, o cálculo de custo de um satélite é bastante complexo. É possível comprar conjuntos da empresa *Pumpkin Cubesat Kits* [106] por aproximadamente US$ 7.000, ou menos.

Curiosamente, todas as definições apresentadas não contemplam especificamente o termo “pequeno satélite”. Pela análise das definições, pressupõe-se que há satélites grandes, satélites médios e satélites menores que 500 kg, que recebem diversas nomenclaturas, desde minissatélite a zeptossatélite.

A intenção deste estudo é investigar especialmente a classe de satélites de até 10 kg e, particularmente, os objetos de baixa complexidade tecnológica, de custo e equipe reduzidos, com a participação de atores não estatais, em especial universidades e escolas, e que aproveitam missões maiores para que seus lançamentos sejam realizados.

Cumpre ressaltar, no entanto, que, na ausência de regulamentações específicas, em termos jurídicos, os pequenos satélites não são diferentes dos

[106] PUMPKIN SPACE. ***The CubeSat Kit***. Disponível em: <http://www.pumpkinspace.com/store/c3/The_CubeSat_Kit%E2%84%A2.html>. Acesso em 7 mai. 2018.

satélites de médio ou grande porte[107]. Todos os satélites estão compreendidos na categoria “objeto espacial” e, portanto, devem respeitar o que prescrevem os tratados e as resoluções de Direito Espacial vigentes.

Finalmente, pequenos satélites, em formato de cubo (cubesats), podem ser desenhados para missões complexas, como é o caso do projeto da empresa holandesa Hiber, que conta com o apoio da ESA, que pretende lançar uma constelação de até 48 nanossatélites para servir à internet das coisas[108] . Essa distinção, entre PSBCs e PSACs, é fundamental para se pensar em regulamentações eficientes e será tratada no próximo Capítulo.

2.2 Baixa Complexidade

Bearden (2000/2001) reconhece que a caracterização usual de pequenos satélites, que leva em conta a massa, não é suficiente. Para o autor, é necessário levar em conta aspectos técnicos e econômicos envolvidos tanto na fabricação quanto na operação desses artefatos. Para tanto, ele desenvolveu, por meio da Empresa *Aerospace Corporation*, um modelo e uma ferramenta (*software*) de análise de custo de pequenos satélites que leva em conta custo, performance e risco[109].

A partir da análise das missões da NASA e do Departamento de Defesa (DoD, sigla em inglês para *Departament of Defense*), Bearden (2000/2001) concluiu que a estimativa de custo que tinha como base as missões espaciais tradicionais não servia para o cálculo do custo das missões de pequenos satélites modernas, que costumam ter um cronograma muito longo, uma documentação bem mais extensa e rigorosa, dentre outros procedimentos complexos. Embora o objetivo do estudo seja

---

[107] BALOG, Werner. *Capacity Building in Space Technology Development*: The Role of the United Nations. Em: MARBOE, Irmgard (Ed.). **Small satellites:** *regulatory challenges and chances*. Brill Nijhof: Leiden/Boston, 2016. p. 33.

[108] EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA). ***Nanosatellite to Serve the Internet of Things Tested for Space***. Disponível em: <http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/Nanosatellite_to_serve_the_Internet_of_Things_tested_for_space>. Acesso em 15 fev. 2019.

[109] 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. 2018. Tabela original no Apêndice D.

a análise e estimativa do custo, os resultados são úteis na medida em que o autor caracteriza os satélites entre missões de alta e de baixa complexidade, em vez de satélites grandes, médios ou pequenos. A Tabela 9, traduzida de Bearden (2000/2001), apresenta as características para missões de baixa e de alta complexidade.

Tabela 9 – Caracterização de Satélites de Baixa e Alta Complexidade de Bearden (2000/2001).

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 (arsenieto 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.

Fonte: Bearden (2000/2001) (tradução nossa).

Para compreender o índice de complexidade referenciado na Tabela 9, Bearden (2000/2001) apresenta os gráficos abaixo, produzidos a partir das análises das missões da NASA e do DOD. A Figura 3 da esquerda apresenta a complexidade

versus o tempo de desenvolvimento em meses. A Figura 3 da direita demonstra a complexidade versus o custo (em milhões de dólares).

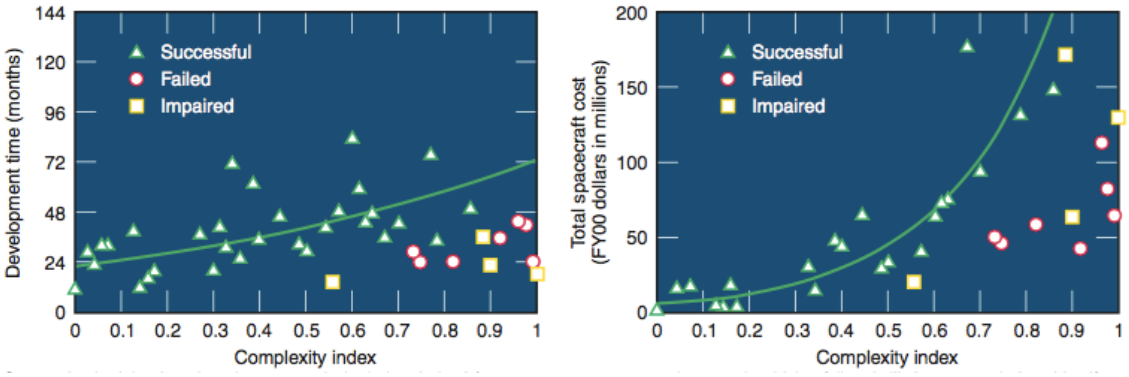


Figura 3 – Índice de Complexidade de Bearden (2000/2001).

Fonte: Bearden (2000/2001).

É possível notar que as missões de satélites de baixa complexidade possuem um alto índice de sucesso enquanto depreendem menos recursos financeiros e menos tempo de desenvolvimento. Este fato corrobora a tendência no uso dessas pequenas missões por um número cada vez maior de atores do setor espacial.

2.3 Impactos Ambientais causados por Detritos Espaciais

Neste trabalho, entende-se por impactos ambientais causados por detritos espaciais as seguintes hipóteses: 1) a poluição perene e crescente de um recurso natural único – o espaço exterior, que, como o alto mar e as regiões polares, é *res communis omnium*[110]*;* 2) o prejuízo ou inutilização de um objeto útil em órbita (por interferência, contaminação, colisão ou outro tipo de dano); 3) o prejuízo ou inutilização de um nicho de órbita útil (por razões de segurança, interferência, poluição, dentre outras); 4) o prejuízo ou inutilização de uma órbita útil (por razões de segurança, interferência, poluição, dentre outras); 5) o prejuízo ou interferência em atividades no espaço e/ou no solo (por risco de reentrada, queda, impacto no

[110] *Res* (coisa) *Communis* (comum) *Omnium* (todos) advém do Direito Privado Romano e se refere àquilo que é de interesse comum, como o o alto-mar, o espaço exterior, os corpos celestes. Apesar de serem unidades materiais (físicas), isto é, passíveis de apropriação, a posse desses recursos poderiam se tornar prejudicial à própria comunidade. BASLAR, Kemal. ***The Concept of the Common Heritage of Mankind in International Law***. *The Hague: Martinus Nijhoff Publishers*, 1998. p. 40-41.

solo, em seres humanos, suas instalações seus tráfegos aéreo, marítimo, e até terrestre); 6) os consequentes prejuízos ou inutilizações às outras atividades (inclusive comunicação, sensoriamento, meteorologia, busca e salvamento, operações e manobras civis ou militares, dentre outras) e até aos outros objetos que operam ou usam derivados do espaço cósmico (satélites, aviões, navios, frotas, carros, dentre outros). As hipóteses 5 e 6 se estendem até a Terra, mas estes impactos indiretos não serão a ênfase deste trabalho.

Estudo publicado em fevereiro de 2018, na edição trimestral da NASA sobre detritos espaciais, revela que a não aplicação de manobras de decomissionamento em pequenos satélites, como tem sido a boa prática em satélites de grande porte, agrava o potencial de risco de colisão substancialmente. A porção vermelha das barras do gráfico contido na Figura 4 representa o aumento na probabilidade de colisão em razão da não observância de técnicas de mitigação de detritos espaciais.

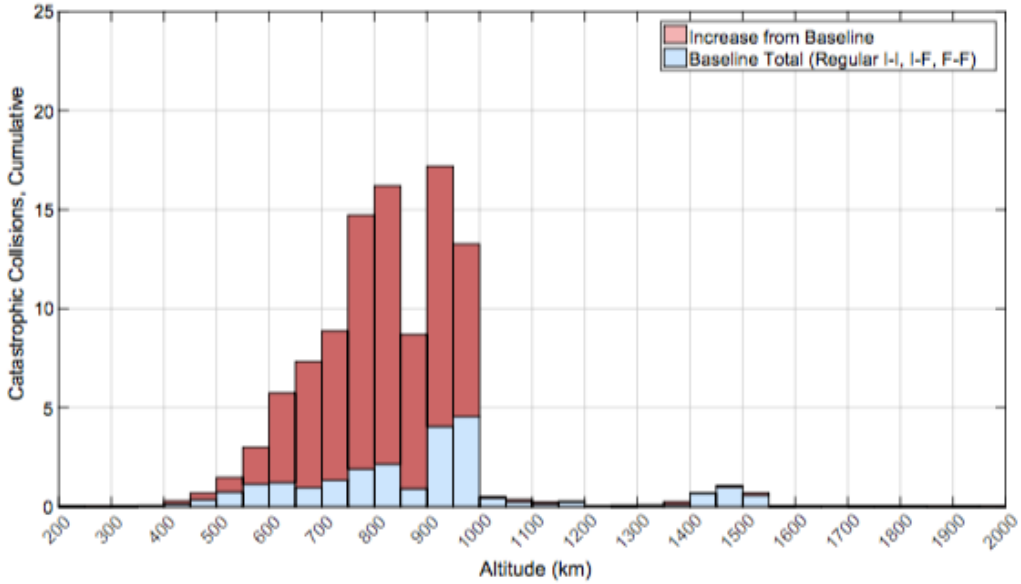


Figura 4 – Riscos de Colisão.

Fonte: NASA (2018)[111]

Detritos espaciais ou objetos não operacionais e/ou sem controle podem perdurar no espaço por anos, décadas ou séculos. Dr. Hugh Lewis, Engenheiro

[111] NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA). *CubeSat Study Project Review*. Em: ***Orbital Debris Quarterly News***, v.22, n.1, Feb. 2018, p.6-8. Disponível em: <https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/quarterly-news/pdfs/odqnv22i1.pdf>. Acesso em 06 fev. 2018.

Sênior da Universidade de Southampton, estima que o aumento no lançamento de constelações de pequenos satélites pode aumentar o risco de colisão no espaço em 50%[112].

Há enormes divergências em termos de quantidade de detritos espaciais informada pelas diversas instâncias competentes. Como mencionado, o UNOOSA reporta que, dos 19.000 objetos espaciais colocados em órbita, apenas 1.400 constituem objetos funcionais[113]. A ESA estima que 42.000 objetos foram lançados em 60 anos de atividades espaciais (Tabela 10). Destes, 23.000 permanecem no espaço, mas somente 1.200 são objetos operacionais [114] . O JSpOC, do USSTRATCOM, monitora cerca de 16.000 objetos na órbita da Terra, dos quais 5% são operacionais, 8% são estágios de foguetes e 87% são detritos espaciais[115]. Qualquer que seja o número absoluto, é verificável que a parte mais significativa (aproximadamente 90%, as vezes mais) dos objetos (fragmentados ou não) localizados no espaço não possuem qualquer utilidade, pelo contrário, representam uma ameaça.

Diferentemente dos meteoroides, os detritos espaciais causados de origem humana, ou detritos artificiais, dependendo de sua altitude, podem permanecer em órbita por séculos[116]. Adicionalmente, nem todo detrito é possível de ser rastreado, em que pese o uso de tecnologias avançadas de rastreamento. A NASA aponta que objetos menores que 10 cm podem ser estimados, porém não podem ser aferidos

---

[112] INDEPENDENT. ***Boom in Cheap Satellites Could Lead to 'Catastrophic Collisions', warn Scientists***. Disponível em: <https://www.independent.co.uk/news/science/new-satellites-collisions-catastrophic-communication-space-junk-a7687696.html>. Acesso em 21 jun. 2018.

[113] UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS (UNOOSA). ***Space Debris***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/topics/space-debris/index.html>. Acesso em 30 jan. 2018.

[114] EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA). ***About Space Debris***. Disponível em: <http://www.esa.int/Our_Activities/Operations/Space_Debris/About_space_debris>. Acesso em 30 jan. 2018.

[115] U.S. STRATEGIC COMMAND (USSTRATCOM). ***USSTRATCOM Space Control and Space Surveillance***. Disponível em: <http://www.stratcom.mil/Media/Factsheets/Factsheet-View/Article/976414/usstratcom-space-control-and-space-surveillance/>. Acesso em 30 jan. 2018.

[116] U.S. CONGRESS, OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT. ***Orbiting Debris: A Space Environmental Problem***. *OTA-BP-ISC-72.* Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1990. p. 2.

com a mesma precisão que objetos maiores[117]. Satélites de baixa complexidade podem ser menores que 10 cm, o que contribui para a dificuldade em sua detectabilidade e, portanto, o incremento do fator de risco.

Tabela 10 – Quantidade de Objetos Espaciais Lançados ao Espaço.

Descrição	Número Aproximado
Número de veículos lançadores enviados desde 1957	5.250
Número de satélites alocados em órbita	7.500
Número de satélites alocados em órbita que permanecem no espaço	4.300
Número de satélites enviados ao espaço, que permanecem funcionais em órbita	1.200
Número de detritos monitorados pela rede de vigilância dos EUA	23.000
Número estimado de fragmentações, explosões e colisões que resultaram em fragmentações	Mais que 290
Massa total de todos os objetos espaciais em órbita da Terra	7.500 toneladas
Estimativa do número de detritos espaciais em órbita feita por modelos estatísticos	29.000 objetos > 10 cm, 750.000 objetos de 1 cm a 10 cm e 166 milhões de objetos de 1 mm a 1 cm.

Fonte: ESA (2018)[118] (tradução nossa).

Chobotov (1996) sustenta que elemento principal do risco que os detritos espaciais em órbita da Terra representam é o de sua autoperpetuação, porque: 1) um único lançamento espacial pode ser responsável por uma multidão de objetos perigosos no espaço; 2) os detritos orbitais tendem a dispersar-se aleatoriamente, produzindo interseção em altas velocidades e dificultando extremamente a sua

[117] NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA). ***Space Debris and Human Spacecraft***. Disponível em: <https://www.nasa.gov/mission_pages/station/news/orbital_debris.html>. Acesso em 27 fev. 2018.

[118] EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA). ***Space Debris by the Numbers***. Disponível em: <http://www.esa.int/Our_Activities/Operations/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers >. Acesso em 27 fev. 2018.

evasão; e 3) os objetos se acumulam na órbita terrestre em vez de passar pelo espaço próximo da Terra como fazem os meteoroides[119].

Os pequenos satélites, por si só, podem ter o tamanho do que é considerado um detrito espacial, ou seja, pouco maior do que 10 cm. A capacidade de manobra dos pequenos de baixa complexidade é praticamente nula, o que os torna potenciais causadores de danos ambientais. Sem leis e/ou técnicas de mitigação desses detritos no final de suas vidas úteis, há tendência crescente de aumento da poluição ambiental no espaço.

2.4 Impacto Ambiental no Espaço causado por PSBCs

Impacto ambiental compreende o efeito das atividades antrópicas no meio ambiente. O Tratado do Espaço reconhece que as descobertas científicas oferecem grandiosas perspectivas à Humanidade. Tais perspectivas de exploração do espaço, porém, devem se pautar por princípios inscritos no Tratado, que incluem o de que os "Estados-Partes farão o estudo do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, e procederão à exploração de maneira a evitar os efeitos prejudiciais de sua contaminação, assim como as modificações nocivas no meio ambiente da Terra, resultantes da introdução de substâncias extraterrestres, e, quando necessário, tomarão as medidas apropriadas para este fim" (Artigo 9º.).

Ademais, se um "Estado-Parte do Tratado tem razões para crer que uma atividade ou experiência realizada por ele mesmo ou por seus nacionais no espaço cósmico, inclusive na Lua e demais corpos celestes, criaria um obstáculo capaz de prejudicar as atividades dos demais Estados-Parte do Tratado em matéria de exploração e utilização pacífica do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, deverá fazer as consultas internacionais adequadas antes de empreender a referida atividade ou experiência".

Tais preocupações refletem contexto histórico da adoção do Tratado, revelando preocupação com contaminação por material nuclear e armamentos com grande potencial de destruição. Atualmente, são considerados pela literatura técnica e pela literatura jurídica o dano causado pela contaminação do ambiente espacial por

[119] CHOBOTOV, Vladimir A. (Ed.) ***Orbital Mechanics***. 3rd Edition. American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2002. p. 301-302.

detritos espaciais, além de problemas como o da interferência, que cria obstáculos a atividades espaciais de terceiros.

Dada a conjuntura de sua adoção, talvez seja prematuro proferir que estão velados no Artigo 9º do Tratado do Espaço os princípios da prevenção, pelo qual os Estados devem cooperar de forma efetiva para desestimular ou prevenir a realocação e transferência, para outros Estados, de atividades e substâncias que causem degradação ambiental grave ou que sejam prejudiciais à saúde humana, ou o Princípio da Precaução, que reza que, quando houver ameaça de danos graves ou irreversíveis, a ausência de certeza científica absoluta não será utilizada como razão para o adiamento de medidas economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental, ambos consagrados pelo Direito Ambiental Internacional, frutos da Convenção do Rio de Janeiro sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992.

Contudo, é importante salientar que o Princípio do Livre Acesso ao Espaço pressupõe o respeito ao acesso simultâneo por outros Estados. Pressupõe também que, para que a exploração espacial ocorra de modo a beneficiar todos, os recursos precisam estar igualmente dispostos e, portanto, protegidos da degradação completa e/ou irreversível. Vale complementar que, como previsto na Declaração sobre Meio Ambiente Humano, resultado da Convenção de Estocolmo de 1972, é dever dos Estados proteger e melhorar o meio ambiente para as gerações presentes e futuras, o que inclui, por exemplo, não causar danos para além de suas fronteiras (Princípio *Trail Smelter*[120]).

Além da proibição do dano transfronteiriço, estabeleceu-se no Direito Ambiental Internacional o Princípio da Informação e da Notificação[121], proveniente do trágico

[120] O Caso *Trail Smelter* refere-se à uma disputa entre EUA e Canadá. No início do século XX, a empresa Trail, localizada no Canadá, foi processada pelos Estados Unidos da América em razão das emissões advindas da sua atividade de fundição de zinco e de chumbo. Essas emissões continham alto teor de enxofre e eram transportadas pelo ar, chegando aos EUA. A empresa foi, igualmente, acusada de poluir as águas do rio Columbia, que passa pelo território de ambos os países. Esse foi o primeiro caso de dano ambiental transfronteiriço levado ao Tribunal Pena Internacional (TPI), predecessor da Corte Internacional de Justiça (CIJ). UNITED NATIONS (UN). ***Trail smelter case (United States, Canada)***. Disponível em: <http://legal.un.org/riaa/cases/vol_III/1905-1982.pdf>. Acesso em 30 jul. 2018.

[121] "No plano internacional, diversos documentos realçam a necessidade de os governos fomentarem a publicidade e circulação de informações sobre o ambiente. A Declaração do Rio de Janeiro anuncia, em seu Princípio 10, o direito de cada indivíduo a ter acesso adequado às informações relativas ao meio ambiente, inclusive daquelas pertinentes a

acidente ocorrido em Chernobyl, em 1986[122], princípio esse presente no Artigo 9º. do Tratado do Espaço.

A Convenção sobre Responsabilidade, adotada no mesmo ano da Declaração de Estocolmo, define por "dano" a "perda de vida, ferimentos pessoais ou outro prejuízo à saúde; perdas de propriedade do Estado ou de pessoas físicas ou jurídicas ou danos sofridos por tais propriedades, ou danos e perdas no caso de organizações intergovernamentais internacionais" (Artigo 1º. a). Não há previsão explícita quanto a dano ambiental causado por objetos espaciais, o que é natural dada a ocasião da discussão sobre a responsabilidade internacional dos Estados em caso de danos decorrentes das atividades espaciais. O perigo que as atividades espaciais representavam serviu como argumento plausível para uma Convenção a qual, ao mesmo tempo em que permitia a exploração de atividade considerada ultra-perigosa, salvaguardava possíveis vítimas contra eventuais danos. De um lado havia o interesse genuíno da exploração espacial pelas nações com capacidade tecnológica para tanto; do outro lado, havia o resto do mundo, preocupado com os danos bastante severos que poderiam resultar de tais atividades. Nessa "queda de braços", a Convenção se apresenta como um mecanismo de proteção desse mundo

---

materiais e atividades perigosas em suas comunidades". SAMPAIO, José Adércio Leite; WOLD, Chris; NARDY, Afrânio José Fonseca. **Princípios do Direito Ambiental**: Na Dimensão Internacional e Comparada. Belo Horizonte: Del Rey, 2003. p. 77.

[122] Em 26 de abril de 1986, uma explosão no reator 4 da Usina de Chernobyl na Ucrânia "lançou 70 toneladas de urânio e 900 de grafite na atmosfera". "O alto nível de radiação afetou as regiões no entorno da usina, chegando a uma área de 100 mil km²". G1. **Chernobyl, Maior Acidente Nuclear da História**. Disponível em: <http://educacao.globo.com/artigo/chernobyl-maior-acidente-nuclear-da-historia.html>. Acesso em 30 jul. 2018.

"O acidente de Chernobyl surpreendeu as autoridades quanto à sua extensão, duração e contaminação de longo alcance. Como não havia diretrizes para tal acidente, pouca informação estava disponível (...) O impacto social e psicológico de algumas decisões oficiais sobre o público não foi exposto, e interpretações variadas ou mesmo interpretações errôneas das recomendações da ICRP [Comissão Internacional de Proteção Radiológica] (...) levaram a decisões e conselhos inconsistentes. Isso aumentou a confusão pública e provocou desconfiança e perdas econômicas desnecessárias" (tradução nossa). *"The Chernobyl accident took authorities by surprise as regards to its extent, duration and far reaching contamination. As there were no guidelines for such an accident, little information was available. (...) The social and psychological impact of some official decisions on the public were not expacted, and variable interpretations or even misinterpretations of ICRP recommendations (...) led to inconsistent decisions and advice. These added to public confusion and provoked mistrust and unnecessary economic losses*". ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). ***Chernobyl***: *Assessment of Radiological and Health Impact: 2002 Update of Chernobyl: Ten Years On*. Disponível em: <https://www.oecd-nea.org/rp/chernobyl/c03.html>. Acesso em 30 jul. 2018.

que ainda não possuía os mesmos meios de acesso ao espaço, amparando interesses de potenciais vítimas.

Na falta de uma definição precisa de danos, há autores que defendem que o conceito abrange tanto os danos diretos, quantos os danos indiretos. Hurwitz (1992) inclui como exemplo de danos aqueles que implicam prejuízo de tempo ou de dinheiro, incapacidade de ganho, perda de lucros por conta da interrupção de um serviço, despesas médicas (inclusive com medicação e hospitalar) causados a pessoas, custos para a mitigação do impacto do dano, perda de serviços de terceiros, dentre outros[123].

O Artigo 31, § 1º. da Convenção de Viena sobre Direito dos Tratados preconiza que, com base no princípio da boa-fé, o contexto em que tal provisão foi elaborada deve ser levado em conta quando da sua interpretação. Nesse sentido, Carpanelli e Cohen (2014) advogam a favor de interpretação restritiva do conceito de dano relativo a atividades espaciais, dado o momento histórico em que o termo foi definido; ou seja, para os autores, o termo definido pela Convenção sobre Responsabilidade não contempla danos indiretos[124] como defende Hurwitz (1992). Entretanto, faz-se fundamental mencionar que a Convenção foi elaborada para atender os interesses das vítimas de maneira mais ampla possível, tendo em conta, inclusive, o envolvimento de múltiplos atores, algo bastante ousado para a época. Por esse motivo, ainda há na legislação espacial internacional lacuna considerável, que dá margem a interpretações divergentes.

O termo “lixo espacial” é recorrente na mídia e alguns livros de Direito Espacial no Brasil. Lixo, segundo o dicionário Michaelis pode significar: “(1) Resíduos provenientes de atividades domésticas, industriais, comerciais etc. que não prestam e são jogados fora; bagaço. (2) Recipiente onde esses resíduos são colocados. (3) No carteado, cartas descartadas; bagaço. (4) Qualquer coisa sem valor ou utilidade. (5) Qualquer coisa feia ou malfeita. (6) Pessoa sem qualidades morais ou físicas. (7) A camada mais baixa e excluída da sociedade; escória, ralé”.

---

[123] HURWITZ, Bruce A. ***State Liability for Outer Space Activities***: *in Accordance with the 1972 Convention on International Liability for Damage Caused by Space Objects*. Dordrecht, Holland: Kluwer Academic Publishers, 1992. p. 15.

[124] CARPANELLI, Elena; COHEN, Brendan. ***Interpreting ‘Damage Caused by Space Objects’ under the 1972 Liability Convention***. Proceedings of the International Institute of Space Law, 56, 2014. p. 32.

É fato que grande parte dos objetos espaciais não funcionais e/ou sem controle não serão mais úteis ao ser humano. Contudo, ao considerarmos a possibilidade de remoção desses objetos por meio de técnicas aventadas, mas ainda não aplicadas, é possível discordar do emprego do termo “lixo” aos objetos em questão, alegando-se que, em caso de um resgate desse objeto no espaço, este poderia ter valor ou utilidade.

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos[125], calcada em princípios fundamentais do Direito Ambiental Internacional, como a prevenção e a precaução, o poluidor-pagador e o desenvolvimento sustentável, classifica o “lixo” em: “(1) rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada, e (2) resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível”.

Adiante, o mesmo dicionário apresenta “lixo espacial” como sendo uma expressão que diz respeito a “satélites artificiais desativados e sucatas provenientes de objetos lançados no espaço, que continuam soltos e circulam ao redor da Terra”. Assim, aparentemente, a coleção parece acomodar os possíveis elementos que são objeto deste estudo. Contudo, na língua inglesa, a expressão utilizada para se referir ao dito “lixo espacial”, ou aos objetos espaciais não funcionais e/ou sem controle, é “*space debris*”. Destarte, poder-se-ia argumentar que a melhor tradução de *space debris* para a língua portuguesa seria “detritos espaciais”, posto não se referirem, necessariamente, a objeto sem serventia.

Todavia, vejamos; conforme o dicionário Michaelis, detrito significa: “(1) Resíduo de uma substância orgânica; resto. (2) Material solto que resulta

[125] BRASIL. **Lei no. 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

diretamente da desintegração e abrasão de rochas, sobretudo quando composto de fragmentos destas. (3) Produto de qualquer desintegração ou desgaste. (4) Fragmento ou material fragmentário". Considerando que nem todo objeto espacial não funcional e/ou sem controle é um fragmento, o uso da expressão detritos espaciais para a finalidade deste trabalho tampouco se mostra adequado. No entanto, é a expressão que mais se aproxima do termo "space debris".

A expressão "poluição ambiental espacial" reúne, em seu conceito, a ideia de fragmentos e de objetos inteiros que, apesar de não funcionais e/ou sem controle, podem ou não possuir relevância econômica e estratégica. O dicionário Michaelis dá a seguinte definição ao termo "poluição": "(1) Ato ou efeito de poluir. (2) Degradação de qualquer ambiente provocada por poluente." E ainda define a expressão poluição ambiental: "poluição do ambiente (rios, lagos, mares, áreas urbanas ou rurais) por qualquer agente que atinge muitos ecossistemas, causando danos aos seres humanos, aos animais, aos vegetais etc.".

Trata-se de uma abordagem mais focada no impacto do objeto espacial no meio ambiente em que ele é alocado (órbitas terrestres) do que em sua forma (inteiro ou fragmentado, passível de reutilização ou lixo). Por esse motivo, o escopo deste trabalho não está relacionado ao detrito espacial em si, mas à poluição que podem causar ao meio ambiente.

Com objetivo de elucidar o meio ambiente espacial a que esta pesquisa se refere, a Figura 5 apresenta as órbitas terrestres mais utilizadas para a alocação de objetos espaciais. Satélites de Baixa Complexidade usualmente são acomodados nas LEO.

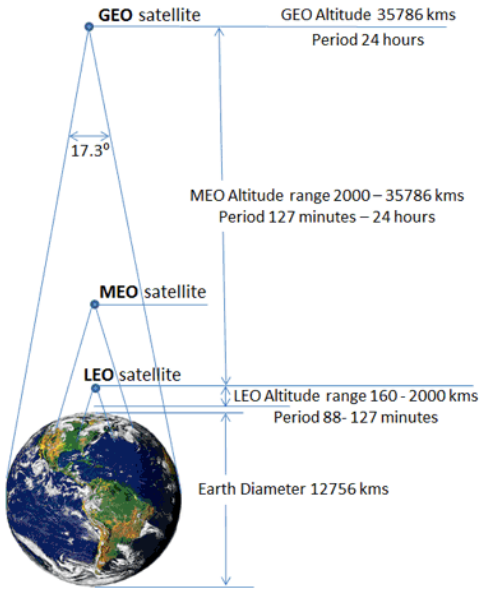


Figura 5 – Órbitas Terrestres Utilizadas para a Alocação de Objetos Espaciais. Fonte: Namura (2018)[126].

A Declaração de Estocolmo, de 1972, evoca que "[p]or ignorância ou indiferença, podemos causar danos imensos e irreparáveis ao meio ambiente da terra do qual dependem nossa vida e nosso bem-estar"[127]. O princípio 1º. da mesma Declaração declara que "[o]s recursos naturais da terra incluídos o ar, a água, a terra, a flora e a fauna e especialmente amostras representativas dos ecossistemas naturais devem ser preservados em benefício das gerações presentes e futuras, mediante uma cuidadosa planificação ou ordenamento"[128]. As órbitas da Terra compreendem o meio ambiente no qual os objetos espaciais são posicionados, constituindo um recurso natural fundamental e finito. Sua preservação deve ser entendida como instrumental para garantir livre acesso ao espaço por toda a Humanidade, presentes e futuras gerações, como reza do Artigo 9º. do Tratado do Espaço (Anexo 1).

---

[126] NAMURA, Rahul Gonzalez. ***LEO, MEO & GEO***. Disponível em: <https://namuragonzalez.quora.com/GEO-MEO-LEO-Satellite>. Acesso em 08 fev. 2018.

[127] *Through ignorance or indifference we can do massive and irreversible harm to the earthly environment on which our life and well being depend.* UNITED NATIONS (UN). ***Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment***. Disponível em: http://www.un-documents.net/unchedec.htm. Acesso em 08 fev. 2018.

[128] *The natural resources of the earth, including the air, water, land, flora and fauna and especially representative samples of natural ecosystems, must be safeguarded for the benefit of present and future generations through careful planning or management, as appropriate*. op. cit.

A poluição do ambiente espacial tem início a partir do lançamento de objetos ao espaço. Alguns estudos defendem que veículos lançadores contribuem para o aumento da emissão de carbono preto na atmosfera, o que pode agravar o problema do aquecimento global:

> As partículas de carbono preto absorvem eficientemente a luz visível do sol e, por isso, podem aumentar o aquecimento solar na atmosfera, de maneira semelhante à forma como o dióxido de carbono e outros gases de efeito estufa aumentam o aquecimento ao absorver a luz infravermelha da Terra. A energia térmica adicional das partículas aquecidas pelo sol pode alterar a circulação geral da atmosfera e causar mudanças regionais na temperatura, ozônio e outros parâmetros atmosféricos da superfície ao topo da atmosfera[129].

Depreende-se, a partir desse relatório, que dois fenômenos acontecem em razão do contato da fuligem com a atmosfera: (1) as partículas da fuligem permanecem na estratosfera por muitos anos e, acumuladas, podem absorver a luz do Sol em vez de deixá-la atingir a superfície da Terra; (2) os foguetes queimam muito menos combustível que as aeronaves, mas emitem até mil vezes mais carbono preto por quantidade de combustível queimado do que aeronaves[130].

A Missão *Mars 2020*, da NASA, realiza estudos de impacto ambiental desde a fase pré-lançamento de um objeto ao espaço. Dentre os impactos estudados estão a poluição do ar, a poluição das águas onde potencialmente fragmentos do veículo lançador podem cair, o dano aos recursos biológicos (espécies que vivem nos arredores das bases de lançamento), a poluição sonora etc. Reconhece-se, também, o impacto dos foguetes no ambiente em razão da emissão de carbono preto[131].

A colocação de objetos espaciais sem a observância de técnicas de mitigação de poluição apenas contribui para o agravamento do problema da poluição no espaço, com possíveis danos para a vida humana na Terra. O Estado que autoriza

---

[129] AEROSPACE CORPORATION. ***Rocket Soot Emission and Climate Change***. Disponível em: <http://www.aerospace.org/crosslinkmag/summer2011/rocket-soot-emissions-and-climate-change/>. Acesso em 08 fev. 2018.

[130] Ibid.

[131] NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA). ***Draft Environmental Impact Statement for the Mars 2020 Mission***. Disponível em: <https://www.nasa.gov/sites/default/files/files/Mars2020_Section4.pdf>. Acesso em 8 fev. 2018.

esse tipo de lançamento está “cortando o galho sobre o qual está sentando”, nas palavras de Jonas (2006)[132].

Como preconiza o Tratado do Espaço (Artigos 6º. e 7º.) e a Convenção sobre Responsabilidade, o Estado Lançador responderá internacionalmente por quaisquer danos causados por seu respectivo objeto espacial, na Terra ou no espaço, quer seja decorrente de atividade governamental ou privada. Quanto mais objetos em órbita sem função ou sem controle, maior a chance de uma colisão. Quanto mais objetos em órbita sem função ou controle, menor a disponibilidade desse recurso tão vital ao ser humano contemporâneo.

Além da poluição já descrita, deve ser considerado o potencial de colisão em órbita de objetos não funcionais e/ou sem controle. Colisões de grandes satélites permanecem eventos raros; contudo, um acidente como esse em altíssima velocidade (cerca de 10 km/s), como o que ocorreu em 2009 entre o satélite russo Cosmos-2251 e o satélite americano Iridium 33, pode gerar centenas ou milhares de fragmentos que favorecem sobremaneira o aumento da poluição do meio ambiente espacial, além de acentuar o grau de risco[133].

O Instituto de Mecânica de Voo e Tecnologia de Voo Espacial da Universidade Técnica de Braunschweig (*Institute for Flight Mechanics and Spaceflight Technology of the Technical University of Braunschweig*) desenvolveu, a pedido da ESA, um software denominado MASTER (*Meteoroid and Space Debris Terrestrial Environment Reference Model,* ou *Modelo de Referência do Meio Ambiente Terrestre e Espacial para Detritos espaciais e Meteoroides*), cujas simulações mostram na Figura 6 a formação de nuvens após a simulação de uma colisão. A primeira figura, no canto superior esquerdo, apresenta o rastro de poluição gerada imediatamente após uma colisão. As demais demonstram o que acontece após 3 meses, 1 ano e 4 anos do ocorrido.

---

[132] JONAS, Hans. **O Princípio Responsabilidade**: Ensaio de uma Ética para uma Civilização Tecnológica. Rio de Janeiro: PUC Rio, 2006, p. 39.

[133] SECURE WORLD FOUNDATION (SWF). ***2009 Iridium-Cosmos Collision Fact Sheet***. Disponível em: <https://swfound.org/media/6575/swf_iridium_cosmos_collision_fact_sheet_updated_2012.pdf>. Acesso em 12 fev. 2019.

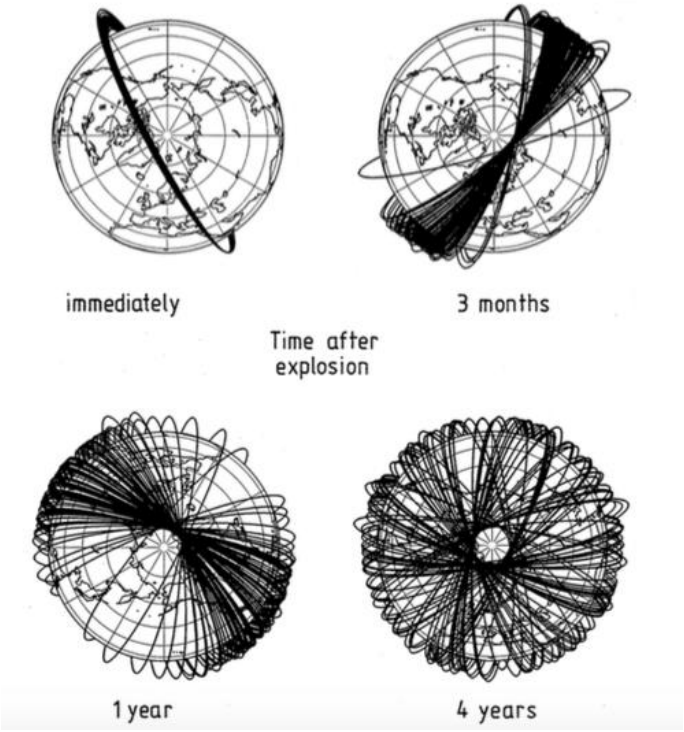


Figura 6 – Simulação da Propagação de Detritos Espaciais após Colisão.
Fonte: Rex, 1998[134]

De acordo com Rex (1998), os detritos gerados pela simulação podem levar até 50 anos para descaírem se localizados em órbitas de até 800 km da superfície da Terra. Acima disso, os detritos podem durar séculos, milênios ou permanecer no espaço para sempre, dado que não há força gravitacional que os atraia de volta à Terra[135]. Além da presença dos detritos no espaço, com potencial para colisão, as interferências de radiofrequência ou a interferência a observação espacial de uma maneira geral, compõem o quadro do impacto ambiental causado por objetos espaciais[136].

Tais observações não estão limitadas aos grandes satélites. Pequenos satélites, em que pese sua massa ou dimensão, comportam-se da mesma maneira no ambiente espacial. Contudo, os satélites de baixa complexidade são, atualmente,

[134] REX, Dietrich. ***Will space run out of space? The orbital debris problem and its mitigation***. Space *Policy*. Volume 14, Ed. 2, 1998. p. 96. DOI: <https://doi.org/10.1016/S0265-9646(98)00004-6>.

[135] Ibid**,** p. 97.

[136] U.S. CONGRESS, OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT. ***Orbiting Debris: A Space Environmental Problem***. *OTA-BP-ISC-72.* Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1990. p. 3.

alocados em órbita baixa e se beneficiam do arrasto atmosférico para se desintegrarem.

2.5 Teoria do Risco

O risco é um elemento presente no cotidiano de todo indivíduo, desde o momento de seu nascimento. Atividades humanas envolvem diferentes níveis de risco. A todo momento, são feitas escolhas que envolvem riscos e assume0se a responsabilidade pelas consequências dessas escolhas.

Recentemente, o Brasil foi acometido por grandes tragédias envolvendo o rompimento de barragens de mineração [137, 138]. A mineração é uma atividade considerada crítica. Sabe-se que há uma grande importância econômica atribuída ao setor. Contudo, as perdas de vidas humanas e o comprometimento da saúde ambiental das regiões afetadas no caso brasileiro clamam por uma reflexão, que é o cerne deste Capítulo. Por exemplo: o risco de um rompimento de barragem é provável? Se sim, quão provável? Ainda que a probabilidade seja baixa, caso uma falha ocorra, é possível detectá-la? Ao detectá-la, é possível tratá-la? Em não sendo possível tratá-la, qual a severidade do dano (perdas de vida, contaminação ambiental, danos materiais e imateriais, diretos e indiretos)? Esse métrica, que pode ser quantitativa e qualitativa resulta na Criticidade, ou Risco. Para que o cálculo seja fiel são necessários dados sistematizados e bem organizados.

Apesar dos projetos espaciais passarem por análises minuciosas nas fases de desenvolvimento, de execução e de operação, as variáveis espaciais são bastante complexas. Em um cenário de muitas incertezas, é preciso avaliar o maior número possível de falhas e suas consequências, bem como criar maneiras de detectá-las e

---

[137] LOPES, Luciano M. N. **O Rompimento da Barragem de Mariana e Seus Impactos Socioambientais**. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/sinapsemultipla/article/view/11377/9677>. Acesso em 12 fev. 2019.

[138] BBC NEWS BRASIL. **Brumadinho:** O que se sabe sobre o rompimento de barragem que matou ao menos 115 pessoas em MG**.** Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/brasil-47002609. Acesso em 12 fev. 2019**.**

trata-las a tempo de evitar o dano. Danos esses que podem muito onerosos ou até mesmo fatais, como no caso o acidente do ônibus espacial *Challenger*, em 1986[139].

No Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK), risco é definido como “um evento ou condição incerta que, se ocorrer, provocará um efeito positivo ou negativo em um ou mais objetivos do projeto tais como escopo, cronograma, custo e qualidade”[140]. Um pouco diferentemente, INCOSE (2001, p. 216 *apud* Conrow, 2003, p. 435) estabelece que o risco é um problema potencial, algo a ser evitado por ter uma consequência negativa, ao passo que oportunidade é um meio para se lograr consequências desejadas[141].

A probabilidade de ocorrência de acidentes no espaço pode ser baixa. Todavia, quando um acidente espacial ocorre, a severidade de suas consequências é significativa, pode ser dispendiosa e, em alguns casos, trazer danos irreversíveis. Essa peculiaridade coloca as realizações espaciais no rol das atividades consideradas “ultra-perigosas”.

Rabello (2017) afirma que o desenvolvimento de projetos de sistemas espaciais, em geral, possui quatro características comuns: (1) alto custo, (2) aplicação de tecnologias atuais, (3) ambiente específico de operação, e (4) alta confiabilidade[142].

Como mencionado anteriormente, o desenvolvimento e a produção de satélites de baixa complexidade não necessariamente compreendem um alto custo se comparado aos de um satélite tradicional. A operação de um satélite de baixa complexidade também se mostra menos problemática. Nada obstante, a tecnologia

---

[139] NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA). ***Chapters III and IV of "Report of the Presidential Commission on the Space Shuttle Challenger Accident***”. U.S. Government Printing Office: 1986 0-157-336. Disponível em: <https://er.jsc.nasa.gov/seh/explode.html>. Acesso em 12 fev. 2019.

[140] PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)**. 5 ed. 2013. p. 310.

[141] SYSTEMS ENGINEERING HANDBOOK v.3.2.2 – ***A guide for system life cycle processes and activities*.** San Diego, CA, 2011. p. 216.

[142] RABELLO, Ana Paula de Sá Santos. **Um Novo Processo para Melhorar a Dependabilidade de Sistemas Espaciais entre as Fases de Planejamento e Projeto Detalhado Incluindo Extensões do Diagrama de Markov (DMEP) e da FMECA (FMEP) a Projetos**. (Tese) Doutorado em Engenharia e Tecnologia Espaciais, São José dos Campos, INPE. Orientador: Marcelo Lopes de Oliveira e Souza. São José dos Campos, INPE, 2017, p. 190. Disponível em: <mtc-m21b.sid.inpe.br>. Acesso em 28 nov. 2018.

atual é um requisito importante, bem como a alta confiabilidade. Adicione-se a isso o cumprimento da legislação nacional e internacional sobre o assunto.

FMEA e FMECA (2018) asseguram que a Análise de Modos de Falha e seus Efeitos (FMEA, sigla em inglês para *Failure Mode and Effect Analysis*), e a Análise de Modos de Falha, seus Efeitos e Criticidade (FMECA, sigla em inglês para *Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*) são ferramentas utilizadas por programas espaciais e pela indústria há vários anos. A FMECA "tem como objetivo avaliar, de forma estatística, os efeitos das possíveis falhas: severidade, probabilidade de ocorrência, e criticidade**"** (RABELLO, 2017)[143], componentes importantes para a tomada de decisão. A eficiência do sistema requer que a análise seja feita desde o início da elaboração do projeto.

A Criticidade (C) de um evento, pela FMECA, é o produto da Severidade (S) de um evento multiplicada pela Probabilidade (P) de um evento. Tem-se, dessa maneira, a seguinte fórmula:

$$C = S \times P$$

Para compreensão da fórmula, conceitua-se que:

Severidade é a gravidade da falha que pode afetar um sistema como um todo, que pode ser medida em danos materiais: tempo, dinheiro, perda de vidas humanas, poluição ambiental etc. Para efeitos deste trabalho, serão consideradas principalmente: 1) a poluição perene e crescente de um recurso natural único – o espaço, que, como o alto mar e as regiões polares, é *res communis omnium;* 2) o prejuízo ou inutilização de um objeto útil em órbita (por interferência, contaminação, colisão ou outro tipo de dano); 3) o prejuízo ou inutilização de um nicho de órbita útil (por razões de segurança, interferência, poluição, dentre outras); 4) o prejuízo ou inutilização de uma órbita útil (por razões de segurança, interferência, poluição, dentre outras); 5) o prejuízo ou interferência em atividades no espaço e/ou no solo (por risco de reentrada, queda, impacto no solo, em seres humanos, suas instalações, seus tráfegos aéreo, marítimo, e até terrestre); 6) os consequentes prejuízos ou inutilizações às outras atividades (comunicação, sensoriamento, meteorologia, busca e salvamento, operações e manobras civis ou militares, dentre

[143] RABELLO, op. cit., p. 12. Disponível em: <mtc-m21b.sid.inpe.br>. Acesso em 02 fev. 2018.

outras) e até aos outros objetos que operam ou usam derivados do espaço cósmico (satélites, aviões, navios, frotas, carros, dentre outros).

Probabilidade refere-se à perspectiva de ocorrência da falha, da concretização do risco ou da ameaça. É o limite da frequência relativa de ocorrência na amostra quando esta se torna população. Ela vale de 0 a 1 ou de 0% a 100%

Rabello (2017)[144] propõe acrescentar à clássica fórmula da FMECA os fatores de Detectabilidade (D) e de Tratabilidade (T). A detectabilidade e, por vezes, a tratabilidade são críticas na área espacial, em especial no caso dos satélites de baixa complexidade. Sugere-se, assim, para a análise de risco dos satélites de baixa complexidade, a seguinte fórmula:

$$C = S \times P \times D \times T$$

Rabello (2017) define que:

Detectabilidade é a habilidade/capacidade de detectar uma ameaça/falha através da manipulação de informações disponíveis no projeto/sistema e sensíveis à ocorrência da ameaça/falha, sob condições determinadas e num intervalo de tempo determinado. No caso aleatório, ela seria medida por sua probabilidade de sucesso[145]. Ela pode valer de 0 a 1, ou de 0% a 100%, e pode receber valores qualitativos.

Neste trabalho, notou-se que a pequenez do objeto espacial em questão contribui para a Indetectabilidade do evento (falha). Portanto, esse fator não foi considerado na proposta apresentada no Capítulo 4. Contudo, é possível vislumbrar o uso desse fator em futuras análises, a partir de dados específicos de cada missão.

Tratabilidade é a habilidade/capacidade de tratar uma ameaça/falha através da manipulação de itens de ação/providências disponíveis no projeto/sistema para minorar/corrigir a ocorrência da ameaça/falha, sob condições determinadas e num intervalo de tempo determinado. No caso aleatório, ela seria medida por sua

[144] RABELLO, op. cit., p. 12. Disponível em: <mtc-m21b.sid.inpe.br>. Acesso em 02 fev. 2018.

[145] RABELLO, op. cit., p. 297. Disponível em: <mtc-m21b.sid.inpe.br>. Acesso em 02 fev. 2018.

probabilidade de sucesso[146]. Ela vale de 0 a 1, ou de 0% a 100%. E, assim como a Detectabilidade, pode receber valores qualitativos.

Neste trabalho, considerou-se que o fato de os PSBCs não terem controle contribui para a Intratabilidade de falhas. Portanto, esse fator também foi desconsiderado nas propostas do Capítulo 4.

[146] Ibid.

3 REVISÃO DA LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

3.1 Direito Comparado

Dolinger (2011) preconiza que a diversidade de sistemas jurídicos é “natural e necessária”:

Natural, porque a legislação de cada Estado deve constituir o reflexo exato das circunstâncias especiais de cada povo, de acordo com o estado atual de sua cultura e o nível de sua civilização. E necessária, porque o direito positivo é influenciado pelo processo, pela evolução da sociedade, e esta permanente variação contribui para a heterogeneidade das diferentes legislações[147].

Contudo, o autor entende que, na esfera internacional, uma uniformização de normas, razoavelmente aceita pelos Estados, é desejável, o que se dá por meio de tratados e convenções[148]. O Direito Comparado, nas palavras de Mattei (2009), tem o papel de explorar divergências e sinergias entre diferentes sistemas jurídicos, nacionais e internacionais. Para o autor, à época, o processo de globalização se apresentava como uma oportunidade revolucionária a esse ramo do Direito[149]. Em que pese o contexto geopolítico atual, problemas de ordem ambiental terão, na maior parte das vezes, consequências globais. Essa característica fundamental faz com que o Direito Comparado seja instrumental na busca por analogias entre o Direito Ambiental Internacional e o Direito Espacial.

Sendo o espaço exterior um bem comum da humanidade, sua legislação pode ser comparada à de outros espaços internacionais, como o alto mar, os fundos oceânicos e a Antártida, nos quais prevalece o instituto do patrimônio comum da Humanidade em detrimento da soberania estatal, bem como a desmilitarização e a desnuclearização dessas áreas. O Artigo 1º. do Tratado da Antártida, por exemplo, assinado em 1º. de dezembro de 1959, em Washington, EUA, apregoa que a Antártica “será utilizada somente para fins pacíficos. Serão proibidas, *inter alia*, quaisquer medidas de natureza militar, tais como o estabelecimento de bases e

[147] DOLINGER, Jacob. **Direito Internacional Privado**. 10a. Edição. Rio de Janeiro: Editora Forense: p. 164, 2011.

[148] Ibid., p. 169.

[149] MATTEI, Ugo. *An Opportunity not to be Missed. The Future of Comparative Law in the United States*. Em: MATTEI, Ugo; RUSKOLA, Teemu; GIDI, Antonio. ***Schlesinger’s Comparative Law***: Cases – Text – Materials. 7th Edition, Nova Iorque: Foundation Press: p. 6, 2009.

fortificações, a realização de manobras militares, assim como as experiências com quaisquer tipos de armas"[150]. O princípio da não-apropriação, presente no Artigo 2º. do Tratado do Espaço (1967), está incorporado no Tratado da Antártida (1959), como aponta Casella (2009): "Nenhum estado pode pretender exercer direitos soberanos, nem apropriar-se de qualquer parcela do continente antártico".[151]

A preocupação com a conservação desses ambientes considerados patrimônio da Humanidade se faz evidente em alguns de seus Tratados. Além do Artigo 9º. do Tratado da Antártida, em especial a alínea f, que menciona a preservação e a conservação dos recursos vivos locais, há outros instrumentos pertinentes à preservação como a Convenção sobre a Conservação dos Recursos Vivos Marinhos Antárticos, concluída em Camberra, Austrália, em 11 de setembro de 1980 e o Protocolo de Proteção Ambiental do Tratado da Antártida, assinado em 4 de outubro de 1991, em Madri, Espanha.

Na esfera do Direito Espacial, o método proposto pelo Direito Comparado apoiará a análise das diretrizes e normas internacionais para mitigação de detritos espaciais e a busca por boas práticas nas legislações espaciais nacionais.

3.2 Direito Ambiental Internacional

O esgotamento dos recursos naturais, dentre os quais os do espaço exterior, em particular as órbitas terrestres, caras às atividades espaciais, foram preocupações desde o início dos anos 1970. O Direito Ambiental desempenhou um papel fundamental na proteção do meio ambiente, haja vista importantes mudanças políticas quanto a problemas como a chuva ácida, a diminuição da camada de ozônio, as mudanças climáticas, o aquecimento global, dentre outros[152]. Araújo

---

[150] Tratato da Antártica (1959). Artigo 1º. A Antártida será utilizada somente para fins pacíficos. Serão proibidas, *inter alia*, quaisquer medidas de natureza militar, tais como o estabelecimento de bases e fortificações, a realização de manobras militares, assim como as experiências com quaisquer tipos de armas. GOVERNO FEDERAL. **Decreto no. 75.963, de 11 de julho de 1975**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1970-1979/D75963.htm>. Acesso em 12 fev. 2019.

[151] CASELLA, Paulo Borba. **Direito Internacional dos Espaços**. São Paulo: Atlas, 2009, p. 641.

[152] ARAÚJO, Gisele Ferreira. ***Strategies for Sustainability****: Scientific, Social and Legal Aspects – Global Context – Comparative View*. São Paulo: Editora Plêiade: p. 28-33, 2007.

(2007) defende que os problemas ambientais atuais são diferentes dos enfrentados nos idos 1970:

> (...) eles implicam maior confiança na perícia científica; as consequências de alguns problemas, notavelmente as mudanças climáticas, são latentes e altamente incertas; e muitos problemas são de escala transnacional ou global. Por sua vez, muitos dilemas ecológicos, como as emissões de gases de efeito estufa, só podem ser abordados de maneira eficaz, não por meio de soluções *end-of-pipe*, mas por meio de estratégias que visam fundamentalmente o crescimento econômico e os padrões de consumo de recursos (tradução nossa)[153].

A autora aponta algumas mudanças importantes no Direito Ambiental Internacional, que devem servir de orientação para as propostas de regulamentação de PSBCs. São elas[154]:

1. A alteração do enfoque de problema local para preocupação global.
2. A alteração de controle da poluição como fim (*end-of-pipe control*) para a prevenção integrada da poluição.
3. A tendência na busca de um embasamento científico.
4. A alteração do enfoque da visão da proteção ambiental como um jogo de ganha-perde (*zero-sum game*) para uma oportunidade de ganha-ganha.
5. A mudança de conceito de proteção ambiental para desenvolvimento sustentável.

É importante mencionar, em relação ao item 5 acima que, em conformidade com o Relatório Brundtland,[155] de 1987, o desenvolvimento sustentável é aquele que

---

[153] *"They entail greater reliance on scientific expertise; the consequences of some problems notably climate change, are latent and highly uncertain; and many problems are transnational or global scale. In turn, many ecological dilemmas such a as greenhouse gas emissions can only be effectively addressed, not through end-of-pipe solutions, but through strategies that fundamentally target economic growth and resource consumption patterns"*. Id., p. 34.

[154] Id., p. 35.

[155] "Em 1983, o Secretário-Geral da ONU convidou a médica Gro Harlem Brundtland, mestre em saúde pública e ex-Primeira Ministra da Noruega, para estabelecer e presidir a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Burtland foi uma escolha natural para este papel, à medida que sua visão da saúde ultrapassa as barreiras do mundo médico para os assuntos ambientais e de desenvolvimento humano. Em abril de 1987, a Comissão Brundtland, como ficou conhecida, publicou um relatório inovador, "Nosso Futuro Comum" – que traz o conceito de desenvolvimento sustentável para o discurso público". UNITED NATIONS (UN). **A ONU e o Meio Ambiente**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>. Acesso em 30 jul. 2018.

atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender suas próprias necessidades, aspirando, especialmente, atender às necessidades dos países pobres (atualmente, os países em desenvolvimento) e às limitações impostas pela tecnologia e pela organização social sobre a capacidade do ambiente de atender às necessidades presentes e futuras[156].

Os princípios centrais do Direito Ambiental Internacional, como elencados por Sampaio et. Ali (2003)[157], são:

1) o princípio da equidade intergeracional, pelo qual "[o] direito ao desenvolvimento deve ser exercido de modo a permitir que sejam atendidas equitativamente as necessidades de desenvolvimento e de meio ambiente das gerações presentes e futuras" (Princípio 3 da Declaração do Rio de 1992).

2) o princípio da precaução, que preconiza que "quando houver ameaça de danos graves ou irreversíveis, a ausência de certeza científica absoluta não será utilizada como razão para o adiamento de medidas economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental" (Princípio 15 da Declaração do Rio de 1992).

3) o princípio da prevenção, pelo qual "os Estados devem cooperar de forma efetiva para desestimular ou prevenir a realocação e transferência, para outros Estados, de atividades e substâncias que causem degradação ambiental grave ou que sejam prejudiciais à saúde humana" (Princípio 14 da Declaração do Rio de 1992).

4) o princípio da responsabilidade, pelo qual "[o]s Estados, de acordo com a Carta das Nações Unidas e com os princípios do direito internacional, têm o direito soberano de explorar seus próprios recursos segundo suas próprias políticas de meio ambiente e de desenvolvimento, e a responsabilidade de assegurar que atividades sob sua jurisdição ou seu controle não causem danos ao meio ambiente de outros Estados ou de áreas além dos limites da jurisdição nacional" (Princípio 2 da Declaração do Rio de 1992).

---

[156] UNITED NATIONS (UN). ***Our Common Future***. Disponível em: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>. Acesso em 19 jul. 2018.

[157] SAMPAIO, José Adércio Leite; WOLD, Chris; NARDY, Afrânio José Fonseca. **Princípios do Direito Ambiental**: Na Dimensão Internacional e Comparada. Belo Horizonte: Del Rey, 2003. p. 53.

5) o princípio da informação e da participação; que asseveram que, “[a] melhor maneira de tratar as questões ambientais é assegurar a participação, no nível apropriado, de todos os cidadãos interessados. No nível nacional, cada indivíduo terá acesso adequado às informações relativas ao meio ambiente de que disponham as autoridades públicas, inclusive informações acerca de materiais e atividades perigosas em suas comunidades, bem como a oportunidade de participar dos processos decisórios. Os Estados irão facilitar e estimular a conscientização e a participação popular, colocando as informações à disposição de todos. Será proporcionado o acesso efetivo a mecanismos judiciais e administrativos, inclusive no que se refere à compensação e reparação de danos” (Princípio 10 da Declaração do Rio de 1992).

Viikari (2008)[158] acrescenta:

6) o princípio do desenvolvimento sustentável, que está interligado ao princípio da equidade intergeracional, ou seja, o desenvolvimento econômico equilibrado à proteção ambiental, para que seja possível usufruir dos recursos naturais no presente e no futuro, para que as decisões levem em consideração os impactos sobre o meio ambiente.

7) o princípio da boa vizinhança ou *sic itere tuo ut alienum non laedas*, que significa: use sua propriedade de tal maneira que você não prejudique os outros. Esse princípio também está interligado ao princípio da responsabilidade.

8) o princípio da diligência devida, que também está relacionado ao princípio 2 da Declaração do Rio (1992), ou seja, os Estados têm a soberania de explorar os seus recursos desde que não causem danos além de suas fronteiras, o chamado dano transfronteiriço.

9) o princípio da responsabilidade comum mas diferenciada, presente no Princípio 7 da Declaração do Rio (1992), ou seja, considerando as diversas contribuições para a degradação do meio ambiente global, os Estados têm responsabilidades comuns, porém diferenciadas. Os países desenvolvidos reconhecem a responsabilidade que lhes cabe na busca internacional do desenvolvimento sustentável, tendo em vista as pressões exercidas por suas

[158] VIIKARI, Lotta. ***The Environmental Element in Space Law***: Assessing the Present and Charting the Future. Koninklijke Brill NV: Leiden/Boston, p. 127-190, 2008.

sociedades sobre o meio ambiente global e as tecnologias e recursos financeiros que controlam.

10) o princípio do poluidor pagador**,** que, segundo Viikari (2008) teve origem na Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), e significa que é do poluidor o ônus de arcar com os custos da atividade poluidora, bem como remediar seus impactos e controlá-la. A reparação deve restituir ao ambiente o seu estado prévio, caso a poluição não tivesse ocorrido. Se isso não for possível, faz-se necessária uma compensação pelo dano causado[159].

Tais princípios, próprios do Direito Ambiental Internacional, cunhados anos após a elaboração dos Tratados (*hard law*) do Direito Espacial são instrumentais ao desenvolvimento desse último e, como apontam Rei & Granziera (2015), "reforçam o papel do Direito para enfrentar a influência de interesses, quase como pré-requisito ético para se desenvolver uma nova compreensão de como trabalhar por um mundo sustentável"[160].

É possível observar a influência desses princípios nos instrumentos não-vinculantes (*soft law*) do Direito Espacial, como Declarações e Princípios, pós-Tratado da Lua, de 1979. A *soft law* desempenha um papel de destaque no desenvolvimento do Direito Ambiental Internacional. Não se deve entender por *soft law* instrumentos menos relevantes. Lamotte (2014) argumenta que a *soft law* fomenta regulamentações nacionais e orienta decisões judiciais, particularmente na área ambiental, em que a tomada de decisão muitas vezes não pode aguardar o processo moroso de consenso internacional[161]. Segundo Rei (2017): "o Direito Ambiental Internacional parece ser um ramo do Direito no qual o uso da chamada *soft law* se tornou legítimo e muito mais efetivo devido à dinâmica flexível e maleável desses instrumentos" (tradução nossa) [162]. E o autor corrobora que o Direito

---

[159] Ibid., p. 184-185.

[160] REI, Fernando; GRANZIERA, Maria Luiza Machado. Direito Ambiental Internacional: Novos Olhares para a Ciência do Direito. Em: GRANZIERA, Maria Luiza Machado; REI, Fernando. **Direito Ambiental Internacional: Avanços e Retrocessos. 40 Anos de Conferências das Nações Unidas**. São Paulo: Atlas, p. 152. 2015.

[161] LAMOTE, K. Russell. *Mechanims for Global Agreements*. Em: MARTELLA JR., Roger Romulus; GROSKO, J. Brett (Eds.). ***International Environmental Law***. Chicago: ABA, Section of Environment, Energy, and Resources, 2014, p. 966.

[162] "*The international environmental law seems to be a branch of law in which the use of the so-called soft law has become legitimate and much more effective owing to the flexibe and*

Ambiental Internacional possui uma faceta finalística, preocupada com o resultado. Esse viés finalístico está amparado na harmonização entre o Direito e o conhecimento científico e tecnológico[163].

Outros instrumentos do Direito Ambiental Internacional servirão de guia às propostas pretendidas por esta tese como as decisões da Conferência das Partes (CoPs, sigla em inglês para *Conference of the Parties*) da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, sigla em inglês para *United Nations Framework Convention on Climate Change*) e outros Acordos Multilaterais Ambientais (MEAs, sigla em inglês para *Multilateral Environmental Agreements*).

3.3 Revisão dos Tratados e Convenções Espaciais

Enquanto as atividades espaciais evoluíram a ponto de se pensar em turismo espacial e mineração de asteroides, o cerne do Direito Espacial, concebido durante os anos da Guerra Fria, restringe-se a cinco instrumentos principais e cinco declarações e princípios legais.

> Cada um dos tratados enfatiza a noção de que o espaço exterior, as atividades realizadas no espaço exterior e quaisquer benefícios que possam ser obtidos do espaço exterior devem ser dedicados a melhorar o bem-estar de todos os países e da Humanidade, com ênfase na promoção da cooperação internacional (UNOOSA, 2016)[164].

Os cinco tratados e convenções principais estão elencados na Tabela 11 abaixo:

---

malleable dynamics of these instruments". REI, Fernando. *International Environmental Law: Approaches Concerning the Influence of Science and Technology*. Em: REI, Fernando, GRANZIERA, Maria Luiza Machado. ***Global Environmental Issues**: Law and Science*. Santos: Editora Universitária Leopoldiana, 2017. p. 32.

[163] REI, Fernando. International Environmental Law: Approaches Concerning the Influence of Science and Technology. Em: REI, Fernando, GRANZIERA, Maria Luiza Machado. ***Global Environmental Issues**: Law and Science*. Santos: Editora Universitária Leopoldiana, 2017. p. 37.

[164] UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS (UNOOSA). ***Space Law Treaties and Principles***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties.html>. Acesso em 30 jan. 2018.

Tabela 11 – Status dos Principais Tratados e Convenções Espaciais.

INSTRUMENTO	DEPOSITÁRIOS	ABERTO PARA ASSINATURA	ENTRADA EM VIGOR	RATIFICA-ÇÕES	ASSINATU-RAS	DECLARAÇÕES DE ACEITAÇÃO DE PRINCÍPIOS E OBRIGAÇÕES	SITUAÇÃO NO BRASIL
Tratado do Espaço (Anexo 1), ou Tratado sobre os Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e no Uso do Espaço Cósmico, incluindo a Lua e Demais Corpos Celestes. Adotado pela Assembleia Geral da ONU por meio da Resolução 2222 (XXII), em 19 de dezembro de 1966.	Federação Russa, Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte e Estados Unidos da América.	27/1/1967	10/10/1967	107	23	0	Decreto nº 64.362, de 17 de abril de 1969.
Acordo de Salvamento, ou Acordo sobre Salvamento de Astronautas e Restituição de Astronautas de Objetos Lançados ao Espaço Cósmico. **Adotado pela Assembleia Geral da ONU por meio da Resolução 2345 (XXII), em 19 de dezembro de 1967.**	Federação Russa, Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte e Estados Unidos da América.	22 de abril de 1968	3 de dezembro de 1968.	96	23	2	Decreto nº 71.989, de 26 de março de 1973.
Convenção sobre Responsabilidade(Anexo 2), ou Convenção sobre Responsabilidade Internacional por Danos Causados por Objetos Espaciais. **Adotada pela Assembleia Geral da ONU por meio da Resolução 2777 (XXVI), em 29 de novembro de 1971**	Federação Russa, Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte e Estados Unidos da América.	29/3/1972	1/9/1972	95	19	3	Decreto nº 71.981, de 22 de março de 1973.
Convenção de Registro (Anexo 3), ou Convenção Relativa ao	Organização das Nações Unidas	14/1/1975	15/9/1976	67	3	3	Decreto no. 5.806, de 19 de junho de 2006.

Registro de Objetos Lançados no Espaço Cósmico. Adotada pela Assembleia Geral da ONU por meio da Resolução 3235 (XXIX), em 12 de novembro de 1974.							
Acordo da Lua, ou Acordo que Regula as Atividades dos Estados na Lua e em outros Corpos Celestes. Adotado pela Assembleia Geral da ONU por meio da Resolução 34/68, em 5 de dezembro de 1979.	Organização das Nações Unidas	18/12/1979	11/7/1984	18	4	0	Não é parte.

Fonte: UNOOSA (2018)[165].

As cinco declarações e os princípios jurídicos espaciais são: 1) Declaração de Princípios Legais, ou Declaração de Princípios Legais que Governam as Atividades dos Estados na Exploração e Usos do Espaço Exterior, Resolução da Assembleia Geral de 1962 (XVIII) de 13 de dezembro de 1963; 2) Princípios de Transmissão, ou Princípios que Governam o Uso por Estados de Satélites de Terra Artificial para Transmissão Internacional de Televisão Direta, Resolução 37/92 da Assembleia Geral de 10 de dezembro de 1982; 3) Princípios de Sensoriamento Remoto**,** ou Princípios Relativos a Sensoriamento Remoto da Terra e do Espaço Exterior, Resolução 41/65 da Assembleia Geral, de 3 de dezembro de 1986;4) Princípios das Fontes de Energia Nuclear, ou Princípios Relevantes para o Uso de Fontes de Energia Nuclear no Espaço Exterior, Resolução 47/68, de 14 de Dezembro de 1992, da Assembleia Geral, e, por fim, 5) Declaração de Benefícios, ou Declaração sobre Cooperação Internacional na Exploração e Uso do Espaço Exterior em Benefício e no Interesse de Todos os Estados, Tendo em Conta as Necessidades dos Países

[165] UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS (UNOOSA). ***Status of International Agreements relating to activities in outer space as at 1 January 2017***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/treatystatus/AC105_C2_2017_CRP07E.pdf>. Acesso em 30 abr. 2018.

em Desenvolvimento, Resolução 51/122 da Assembleia Geral, de 13 de dezembro de 1996[166].

A legislação brasileira também é composta pela Lei no. 8.854, de 10 de fevereiro de 1994, que estabelece a criação da AEB; pela Resolução n. 51/CSP/AEB, de 26 de janeiro de 2001[167], sobre concessão, fiscalização e controle de licença relativa às atividades de lançamento comercial a partir do território brasileiro; pela Portaria n. 5, de 21 de fevereiro de 2002, que aprova o Regulamento sobre procedimentos de autorização para a operação de lançamento espacial no território brasileiro e estabelece que a Diretoria de Transporte Espacial e Licenciamento poderá baixar Instruções Complementares visando à execução dos procedimentos de autorização para operação de lançamento espacial no território brasileiro; pela Portaria n. 160, de 16 de setembro de 2009, que aprova a Instrução Normativa sobre procedimentos e atribuições aplicáveis ao Operador da Segurança do Centro (OSC) e ao Organismo de Certificação Espacial (OCE) para execução da avaliação da conformidade pertinente ao Procedimento Integrado de Certificação e Submissão na emissão de Licença e Autorização para lançamento Espacial em território brasileiro; pela Portaria n. 120, de 26 de agosto de 2014[168], que aprova o regulamento sobre procedimentos e definição de requisitos necessários ao requerimento, avaliação, expedição, controle, acompanhamento e fiscalização de licença para execução de atividades espaciais de lançamento no território brasileiro. Há ainda a Portaria nº 96, de 30 de novembro de 2011, que trata especificamente do registro nacional de objetos espaciais, atribuição da AEB.

No que tange aos principais instrumentos do Direito Espacial, aplicáveis às atividades concernentes aos satélites de baixa complexidade, serão analisados o

---

[166] UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS (UNOOSA). ***Space Law Treaties and Principles***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties.html>. Acesso em 14 mar 2018.

[167] SILVA, Wálteno Marques da; ANJOS SOBRINHO, Antonio Temóteo dos; VEIGA, Altair Stemler da; SILVA, Gustavo Henrique Trindade da. **A Agência Espacial Brasileira e o Ordenamento Jurídico Nacional das Atividades Espaciais**. Revista Brasileira de Direito Espacial. Disponível em: <http://www.sbda.org.br/revista/Anterior/1721.htm>. Acesso em 01 nov. 2016.

[168] DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO (DOU). **Portaria nº 120, de 26 de agosto de 2014**. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=7&data=27/08/2014>. Acesso em 01 nov. 2016.

Tratado do Espaço, a Convenção sobre Responsabilidade e a Convenção de Registro.

3.3.1 O Tratado do Espaço

O Tratado de Espaço estabelece os princípios que regem as atividades espaciais e, segundo Gerhard (2009), foi um dos primeiros tratados internacionais a considerar as organizações internacionais em seu escopo[169].

Basicamente, o instrumento reconhece os benefícios possíveis da atividade espacial para a Humanidade, define que o espaço deve ser utilizado somente para fins pacíficos, que os benefícios e o acesso ao espaço são direito de toda a Humanidade, independentemente do grau de seu desenvolvimento econômico e científico, que o espaço e os corpos celestes não podem ser objeto de apropriação nacional por proclamação de soberania, por uso, por ocupação ou qualquer outro meio, dentre outros.

Destacam-se para o objeto deste trabalho, os Artigos 6º.[170] e 7º.[171], que tratam da responsabilidade internacional pelas atividades espaciais e pelos eventuais

---

[169] GERHARD, Michael. *Article VI*. Em: Hobe, Stephan; SCHMIDT-Tedd, Bernhard, SCHROGL, Kai-Uwe (eds.), ***Cologne Commentary on Space Law*.** Cologne, Heymanns, v. I, p. 106, 2009.

[170] Tratado do Espaço. Artigo 6º. – Os Estados-Partes do Tratado têm a responsabilidade internacional das atividades nacionais realizadas no espaço cósmico, inclusive na Lua e demais corpos celestes, quer sejam elas exercidas por organismos governamentais ou por entidades não- governamentais, e de velar para que as atividades nacionais sejam efetuadas de acordo com as disposições anunciadas no presente Tratado. As atividades das entidades não-governamentais no espaço cósmico, inclusive na Lua e demais corpos celestes, devem ser objeto de uma autorização e de uma vigilância contínua pelo competente Estado-Parte do Tratado. Em caso de atividades realizadas por uma organização internacional no espaço cósmico, inclusive na Lua e demais corpos celestes, a responsabilidade no que se refere às disposições do presente Tratado caberá a esta organização internacional e aos Estados- Partes do Tratado que fazem parte da referida organização.

[171] Tratado do Espaço. Artigo 7º. – Todo Estado-Parte do Tratado que proceda ou mande proceder ao lançamento de um objeto ao espaço cósmico, inclusive à Lua e demais corpos celestes, e qualquer Estado-Parte, cujo território ou instalações servirem ao lançamento de um objeto, será responsável do ponto de vista internacional pelos danos causados a outro Estado-Parte do Tratado ou a suas pessoas naturais pelo referido objeto ou por seus elementos constitutivos, sobre a Terra, no espaço cósmico ou no espaço aéreo, inclusive na Lua e demais corpos celestes.

danos oriundos dessas atividades; o Artigo 8º.[172], que se refere ao registro de objetos espaciais; e o Artigo 9º.[173], uma das raras disposições dos cinco principais tratados e convenções do Direito Espacial a considerar a contaminação do ambiente espacial.

Os Artigos 6º. e 7º. do Tratado do Espaço trazem o conceito de responsabilidade, instrumental para as relações internacionais e para o Direito Internacional Público. Dada a sua complexidade e importância, a responsabilidade pelas atividades espaciais mereceu negociação de um acordo específico, que será explorado no capítulo seguinte. Cumpre apenas ressaltar a existência de uma diferença significativa entre o conceito de responsabilidade contido no Artigo 6º. daquele previsto pelo Artigo 7º. O primeiro refere-se às atividades realizadas no espaço, o segundo refere-se aos eventuais danos causados por objetos espaciais. Em ambos os casos, destaca-se o papel preponderante do Estado em autorizar e

[172] Tratado do Espaço. Artigo 8º. – O Estado-Parte do Tratado em cujo registro figure o objeto lançado ao espaço cósmico conservará sob sua jurisdição e controle o referido objeto e todo o pessoal do mesmo objeto, enquanto se encontrarem no espaço cósmico ou em um corpo celeste. Os direitos de propriedade sobre os objetos lançados no espaço cósmico, inclusive os objetos levados ou construídos num corpo celeste, assim como seus elementos constitutivos, permanecerão inalteráveis enquanto estes objetos ou elementos se encontrarem no espaço cósmico ou em um corpo celeste e durante seu retorno à Terra. Tais objetos ou elementos constitutivos de objetos encontrados além dos limites do Estado-Parte do Tratado em cujo registro estão inscritos deverão ser restituídos a este Estado, devendo este fornecer, sob solicitação os dados de identificação antes da restituição.

[173] Tratado do Espaço. Artigo 9º. – No que concerne à exploração e ao uso do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, os Estados-Partes do Tratado deverão fundamentar-se sobre os princípios da cooperação e de assistência mútua e exercerão as suas atividades no espaço cósmico, inclusive na Lua e demais corpos celestes, levando devidamente em conta os interesses correspondentes dos demais Estados-Partes do Tratado. Os Estados-Partes do Tratado farão o estudo do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, e procederão à exploração de maneira a evitar os efeitos prejudiciais de sua contaminação, assim como as modificações nocivas no meio ambiente da Terra, resultantes da introdução de substâncias extraterrestres, e, quando necessário, tomarão as medidas apropriadas para este fim. Se um Estado-Parte do Tratado tem razões para crer que uma atividade ou experiência realizada por ele mesmo ou por seus nacionais no espaço cósmico, inclusive na Lua e demais corpos celestes, criaria um obstáculo capaz de prejudicar as atividades dos demais Estados-Partes do Tratado em matéria de exploração e utilização pacífica do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, deverá fazer as consultas internacionais adequadas antes de empreender a referida atividade ou experiência. Qualquer Estado-Parte do Tratado que tenha razões para crer que uma experiência ou atividade realizada por outro Estado-Parte do Tratado no espaço cósmico, inclusive na Lua e demais corpos celestes, criaria um obstáculo capaz de prejudicar as atividades exercidas em matéria de exploração e utilização pacífica do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, poderá solicitar a realização de consultas relativas à referida atividade ou experiência.

monitorar tal atividade e em garantir que seja executada em conformidade com as provisões do instrumento, posto que responderá caso seja governamental ou mesmo não-governamental.

O termo “Estado-parte apropriado ou competente” (no texto em inglês: *appropriate State-party*), contido na segunda frase do Artigo 6º. do Tratado do Espaço, confere um certo grau de incerteza quanto à responsabilidade internacional por atividades conduzidas por entidades não–governamentais. Na opinião de Gerhard (2009)[174], observando que é atribuição do Estado autorizar e supervisionar as atividades nacionais, resta claro que é essa a entidade, ou seja, é esse o Estado apropriado ou competente responsável pelas atividades privadas sob sua jurisdição, em que pese o termo “Estado apropriado ou competente” não ser um termo legalmente bem estabelecido. Essa ausência de clareza não ocorre no Artigo 7º., em que o termo utilizado é **“**Estado Lançador**”**, legalmente bem definido e posteriormente invocado na Convenção sobre Responsabilidade. Por isso, não há dúvidas de que o ente a ser responsabilizado em caso de dano causado por objeto espacial, de acordo com o Artigo 7º, é o Estado Lançador.

Não são explicitamente citadas instituições privadas no papel de sujeito das atividades espaciais no texto do Artigo 6º. do Tratado, que estabelece responsabilidade dos Estados por atividades espaciais nacionais, inclusive não-governamentais. Segundo Gerhard (2009)[175], os Estados Unidos já tinham planos de atuar comercialmente, e encontraram resistência da então União Soviética, que defendia a ideia de que atividades espaciais deveriam ser exclusividade dos Estados. Atualmente, as empresas privadas são atores cada vez mais atuantes no setor espacial. A saída encontrada ao impasse de 1962 é o texto contido no Tratado do Espaço, em que o Estado é claramente responsável pelas atividades nacionais realizadas no espaço. Essa abrangência torna as atividades empresariais nacionais e os potenciais danos causados por ela objeto de responsabilidade estatal.

---

[174] GERHARD, Michael. *Article VI*. Em: HOBE, Stephan; SCHMIDT-TEDD, Bernhard; SCHROGL, Kai-Uwe (eds.), ***Cologne Commentary on Space Law***. *v. I*, Cologne, Heymanns, 2009. p. 111.

[175] GERHARD, Michael. *Article VI*. Em: Hobe, Stephan; SCHMIDT-Tedd, Bernhard, SCHROGL, Kai-Uwe (eds.). ***Cologne Commentary on Space Law*.** Cologne, Heymanns, v. I, p. 105, 2009.

No Artigo 7º., as empresas (pessoas jurídicas) bem como as pessoas físicas são citadas como potenciais vítimas por danos causados por objetos espaciais. Estranhamente, a expressão **"**pessoa jurídica**"** não aparece no Decreto n. 64.362, de 17 de abril de 1969, em que o Tratado do Espaço é incorporado ao ordenamento jurídico brasileiro. As empresas, portanto, pelo texto do Tratado, não figuram entre os sujeitos da atividade espacial. Mas não há o que se discutir em relação à responsabilidade pelos danos causados por um objeto espacial. O Artigo 7º. deixa patente a responsabilidade a cargo do "Estado Lançador".

Retomando o Decreto brasileiro n. 64.362, o verbo **"***assure***"**, presente na primeira frase do Artigo 6º., foi traduzido da língua inglesa para a língua portuguesa como **"**velar**"**, ou seja, os "Estados-Partes do Tratado têm a responsabilidade internacional das atividades nacionais realizadas no espaço cósmico, inclusive na Lua e demais corpos celestes, quer sejam elas exercidas por organismos governamentais ou por entidades não- governamentais, e de velar para que as atividades nacionais sejam efetuadas de acordo com as disposições anunciadas no presente Tratado". "*Assure"*, de acordo com o dicionário Cambridge, quer dizer "assegurar, garantir" na língua portuguesa [176] . Enquanto "velar", conforme o Dicionário Michaelis, significa "estar de guarda ou de sentinela; vigiar; resguardar contra qualquer tipo de perigo; cuidar, proteger"[177]. Velar parece ser um termo muito brando quando comparado ao texto oficial na língua inglesa, o que permite um entendimento incorreto e superficial da lei. Vale lembrar que a língua portuguesa não é um dos idiomas oficiais da ONU. Em conformidade com o Artigo 33 do da Convenção de Viena de Direito dos Tratados, "quando um tratado foi autenticado em dois ou mais idiomas, o texto é igualmente oficial em cada idioma, a menos que o tratado preveja ou as partes concordem que, em caso de divergência, um texto específico prevalecerá"[178]. O Tratado do Espaço é um instrumento oficial somente nas línguas inglesa, russa, francesa, espanhola e chinesa.

---

[176] DICIONÁRIO CAMBRIDGE. ***Assure***. Disponível em: <https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/ingles-portugues/assure>. Acesso em 23 abr. 2018.

[177] DICIONÁRIO MICHAELIS. **Velar**. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/palavra/lapRK/velar-2/>. Acesso em 23 abr. 2018.

[178] UNITED NATIONS (UN). ***Vienna Convention on the Law of the Treaties***. Disponível em: <https://treaties.un.org/doc/publication/unts/volume%201155/volume-1155-i-18232-english.pdf>. Acesso em 23 abr. 2018.

3.3.2 A Convenção sobre Responsabilidade

Shaw (2008) adverte que a responsabilidade internacional é estabelecida sempre que um Estado pratica um ato ilícito contra outro[179]. Em 2001, a Comissão de Direito Internacional submeteu à Assembleia Geral da ONU um conjunto de normas destinadas a reger a Responsabilidade Internacional dos Estados por Atos Internacionalmente Ilícitos (ARSIWA, sigla em inglês para *Articles on Responsibility of States for Internationally Wrongful Acts*)[180]. O Artigo 1º. do ARSIWA reza que um ato ilícito consiste em uma ou mais ações ou omissões ou uma combinação de ambas em relação a outro. Para que o ato ilícito exista é preciso haver, primeiramente, uma obrigação que se diz ter sido violada, bem como nexo causal entre o ato e o Estado a ser responsabilizado.

Em consonância com o Artigo 30 do ARSIWA, quando um ato ilícito ocorre e, portanto, há uma violação de uma obrigação internacional, duas outras obrigações emergem. A primeira é a de cessar o ato, caso esteja em andamento, e oferecer garantias adequadas de não o repetir. A segunda consequência jurídica é a obrigação de reparação integral pelo dano, conforme Artigo 31. A reparação pode se dar por restituição integral, *restitutio in integrum,* inclusive na forma monetária (Artigo 31 do ARSIWA) ou satisfação, que inclui o reconhecimento da violação, a expressão de arrependimento, o pedido formal de desculpas (Artigo 37 do ARSIWA).

Não obstante, o uso e o acesso ao espaço são concedidos desde que realizados em conformidade com os princípios e as provisões dos Tratados Espaciais, autorizados e constantemente monitorados pelo Estado-parte apropriado ou competente. Atividades espaciais com fins pacíficos não constituem práticas ilícitas; ainda assim, elas são tidas como ultra-perigosas. James (1949) classifica uma atividade como ultra-perigosa se: 1) ela envolve necessariamente um risco de dano grave à pessoa, terra ou bens móveis de outros que não podem ser eliminados

---

[179] SHAW, Michael N. ***International Law***. 6th Edition, Cambridge, Inglaterra, 2008, p.778.

[180] UNITED NATIONS (UN). ***Draft Articles on Responsibility of States for Internationally Wrongful Acts, with Commentaries***. Disponível em: <http://legal.un.org/ilc/texts/instruments/english/commentaries/9_6_2001.pdf>. Acesso em 23 abr. 2018.

pelo exercício de maior cuidado, e (b) se não é uma questão de uso comum[181]. Os riscos advindos das empreitadas espaciais são muito severos e ainda que acidentes causados por objetos espaciais não sejam recorrentes, são pouco detectáveis e quase sempre irreversíveis. Porém, os benefícios colhidos a partir desses esforços são tão significativos que os Estados respectivos aceitam o risco.

Assim, o Direito Espacial incorpora sistema especial de responsabilidade por atos lícitos, porém perigosos, como preconiza Bittencourt Neto (2011):

> Ao configurar regime especial de responsabilidade, diferente daquele, decorrente do descumprimento de obrigações internacionais (responsabilidade internacional por atos ilícitos), tais acordos contribuíram para assegurar direito à reparação de terceiros lesados por atividades de alto risco, assumidas ou permitidas pelos Estados, por conta de interesse estratégico e/ou econômico[182].

Os trabalhos preparatórios referentes à Convenção sobre Responsabilidade indicam que suas disposições fundamentais funcionaram como uma espécie de moeda de troca entre os únicos Estados capazes de realizar atividades espaciais na época e o resto do mundo, que se preocupava com os eventuais danos causados por acidentes causados em razão dessas atividades[183]. Em tal medida que o preâmbulo da Convenção reconhece que, apesar de todas as medidas de precaução devidas pelos Estados, danos eventualmente acontecerão. E que, por este motivo, regras e procedimentos eficientes são necessários para prover a pronta e a completa compensação às vítimas de tais danos.

Destarte, para que os EUA e a URSS pudessem exercer suas atividades espaciais, a Convenção foi a saída encontrada para reconhecê-las universalmente à medida que oferecia garantias de responsabilização e compensação expedita e justa às vítimas (terceiros).

---

[181] JAMES, Robert W. ***Absolute Liability for Ultrahazardous Activities:*** *An Appraisal of the Restatement Doctrine*. 37 Cal. L. Rev. 269 (1949). Disponível em: <http://scholarship.law.berkeley.edu/californialawreview/vol37/iss2/5>. Acesso em 25 abr. 2018.

[182] BITTENCOURT NETO, Olavo de Oliveira. **Direito Espacial Contemporâneo**: Responsabilidade Internacional. Curitiba: Juruá, 2001. p. 61.

[183] SMITH, Lesley Jane; KERREST, Armel. *Historical Backgroung and Context*. Em: HOBE, Stephan; SCHMIDT-TEDD, Bernhard; SCHROGL, Kai-Uwe (eds.). ***Cologne Commentary on Space Law***, *v. II,* Cologne, Heymanns, 2013. pp. 94-95.

A Convenção consagra ideias preanunciadas no Tratado do Espaço, em especial nos Artigos 6º. e 7º., que discorrem sobre responsabilidade internacional. A Convenção organiza a definição de dano, de lançamento, de Estado Lançador e de objeto espacial – em que pese a ausência de precisão de algumas dessas definições – e estabelece um duplo sistema de responsabilidade baseado no local em que o dano ocorreu. Ademais, estabelece mecanismos de acionamento do instrumento.

De acordo com o Artigo 1º. (a) da Convenção, dano compreende "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". Conforme discutido em capítulo anterior, o dano ao meio ambiente espacial, inerente à exploração e ao uso do espaço, foi considerado de maneira sutil pelo Artigo 9º. do Tratado do Espaço, que menciona que os "Estados-Partes do Tratado farão o estudo do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, e procederão à exploração de maneira a evitar os efeitos prejudiciais de sua contaminação, assim como as modificações nocivas no meio ambiente da Terra, resultantes da introdução de substâncias extraterrestres, e, quando necessário, tomarão as medidas apropriadas para este fim".

A preocupação em relação aos detritos espaciais, objetos não funcionais ou até mesmo seus fragmentos, passou a se fazer presente nas discussões técnicas e jurídicas somente décadas depois da adoção da Convenção sobre Responsabilidade. Ainda que o problema não tenha sido explicitamente apontado no texto da Convenção, após anos de discussões e resoluções sobre o tema é indiscutível que os objetos espaciais não funcionais ou os fragmentos de objetos espaciais representam risco significativo e não podem ser desprezados na aplicação das provisões desta Convenção.

Danos ao meio ambiente, incluindo danos nucleares, devem ser incluídos no escopo da Convenção, como defende Hurwitz (1992): "é ilógico presumir que uma Convenção voltada para a vítima não iria proteger potenciais vítimas do maior dano que ela pode enfrentar. (...) [D]ano nuclear não é apenas direto, mas também

indireto" (tradução nossa)[184]. O autor cita o Caso *Trail Smelter* como exemplo de decisão a favor de danos indiretos advindos da poluição ambiental, por dióxido de enxofre, não apenas à atmosfera e ao solo. A decisão arbitral reconheceu que "danos especiais aconteceram, para os quais a indenização deve ser concedida em razão do comprometimento do conteúdo do solo por meio do aumento da acidez causada por fumigações de dióxido de enxofre que atuam diretamente no solo ou indiretamente através do aumento do teor de enxofre dos córregos e outras águas" (tradução nossa)[185].

Outrossim, danos diretos ou indiretos são de responsabilidade de um único ente, o Estado Lançador, condição perene de um Estado: (i) que lança ou procura o lançamento de um objeto espacial; (ii) de cujo território ou de cujas instalações é lançado um objeto espacial (Artigo 1 (c) da Convenção sobre Responsabilidade). Alguns Estados, cujas instituições produzem satélites de baixa complexidade, não se consideram Estados Lançadores porque, em geral, tais objetos pegam carona em lançamentos de cargas úteis de outros Estados. Com base na ausência de definição precisa do termo "procurar lançamento", alegam que não se enquadram em nenhuma categoria de Estado Lançador, nos termos da Convenção. Esse é o caso do Cubesat Triton, da empresa *Innovative Solutions in Space* (ISIS), como relatou Palkovitz (2016):

> (...) ficou claro que os Países Baixos aceitaram o status de Estado competente, que seria responsável pela atividade, mas rejeitaram o status de Estado Lançador. A razão derivou da interpretação da definição do termo "Estado Lançador". O governo estava convencido de que, neste caso, o Estado não satisfazia nenhum dos critérios necessários para estabelecer uma ligação entre o potencial dano e o Estado responsável pela compensação do dano.
>
> Lembrando o método de lançamento de pequenos satélites como cargas secundárias em um veículo de lançamento estrangeiro, lançado de um território estrangeiro neste caso, a situação do governo holandês se torna clara. Os Países Baixos não lançaram o pequeno

[184] "(...) *nuclear damage is not only 'direct', but also 'indirect*'". HURWITZ, Bruce A. ***State Liability for Outer Space Activities: in Accordance with the 1972 Convention on International Liability for Damage Caused by Space Objects***. Dordrecht, Holland, Kluwer Academic Publishers, 1992, p. 18.

[185] "*special damage has occurred for which indemnity should be awarded by reason of impairment of the soil contents through increased acidity caused by sulphur dioxide fumigations acting directly on the soil or indirectly through increased sulphur content of the streams and other waters"*. UNITED NATIONS (UN). ***Trail Smelter Case (United States, Canada)***. Disponível em: <http://legal.un.org/riaa/cases/vol_III/1905-1982.pdf>. Acesso em on 27 abr. 2018.

> satélite, nem do seu território ou instalação, nem de qualquer outro atributo. O termo 'promove o lançamento' permanece aberto para interpretação neste caso (tradução)[186].

A imprecisão do termo encontra cumplicidade no Decreto n. 71.981, de 22 de março de 1973, que promulgou a Convenção sobre Responsabilidade no Brasil, na qual o termo **"**procure**"** foi traduzido, de forma questionável, como "promover". Pelo dicionário Cambridge, "*procure*" quer diz "obter, conseguir"[187]. O dicionário Michaelis fornece uma tradução bem próxima do verbo na língua inglesa: "procurar"[188]. "Promover", segundo o Dicionário Michaelis pode significar "dar impulso a, elevar a cargo ou posição superior, fazer requerimento, realizar uma promoção de certo produto etc."[189]. Dada a ausência de uma definição consensual no Direito Espacial, sugere-se a revisão da tradução sob pena de agravar os conflitos de interpretação da lei.

O Artigo 1 (d) da Convenção sobre Responsabilidade, curiosamente, não define o termo "objeto espacial", mas enuncia que "inclui peças, componentes de um objeto espacial, e também o seu veículo de lançamento e peças do mesmo". Por conta dessa lacuna, pode-se argumentar que pedaços muito pequenos de satélites não entrariam no escopo do termo "objeto espacial". Apesar de contestável, o fato é

---

[186] "(...) *it became clear that the Netherlands accepted the status of the appropriate state that would be responsible for the activity, but it rejected the status of a launching state. The reason derived from the interpretation of the definition of the term 'launching state'. The government was convinced that in this case, the state did not meet any of the criteria necessary to establish a link between the potential damage and the state liable to compensate for it. Recalling the launch method of small satellites as secondary payloads on a foreign launch vehicle, launched from a foreign territory in this case, the Dutch government's predicament becomes clear. The Netherlands did not launch the small satellite, neither from its territory or facility, nor by any other attribute. The term 'procured the launch' remains open for interpretation in this case* (…)". PALKOVITZ, Neta. *Small Satellites*: Innovative Activities, Traditional Laws, and the Industry Perspective. Em: MARBOE, Irmgard (Ed.). ***Small satellites:*** *regulatory challenges and chances*. Brill Nijhof: Leiden/Boston, 2016. p. 53.

[187] DICIONÁRIO CAMBRIDGE. ***Procure***. Disponível em: <https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/ingles-portugues/procure>. Acesso em 26 abr. 2018.

[188] DICIONÁRIO MICHAELIS. ***Procure***. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/moderno-ingles/busca/ingles-portugues-moderno/procure/>. Acesso em 26 abr. 2018.

[189] DICIONÁRIO MICHAELIS. **Promover**. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/promover/>. Acesso em 26 abr. 2018.

que tais objetos muito pequenos são de difícil monitoramento, quiçá identificação do Estado Lançador. Cumpre, aqui, destacar o duplo sistema de responsabilidade assentado pela Convenção sobre Responsabilidade: a responsabilidade absoluta ou objetiva e a responsabilidade relativa ou subjetiva, ambas fundamentadas no local de ocorrência do dano.

Como brevemente citado no capítulo anterior, o Tratado do Espaço estabelece que o Estado é responsável pelas atividades espaciais sob sua jurisdição (Artigo 6º.) e pelos danos causados por seu objeto espacial (Artigo 7º.). Na língua inglesa, o conceito de“ responsabilidade” divide-se em duas acepções: *responsibility* (presente no Artigo 6º.) e *liability* (presente no Artigo 7º.). Em outros idiomas, inclusive na língua portuguesa, chinesa e francesa, só há uma palavra e um conceito entrelaçados. Apesar desse desarranjo semântico, os dois tipos de reponsabilidade estão bem diferenciados nos Artigos 6º. e 7º. do Tratado do Espaço, sendo o último (*liability*) a pedra fundamental da Convenção sobre Responsabilidade.

O Artigo 2º. da Convenção sobre Responsabilidade preconiza que “um Estado lançador será responsável absoluto pelo pagamento de indenização por danos causados por seu objetos espaciais na superfície da Terra ou a aeronaves em voo” (responsabilidade objetiva), ao passo que o Artigo 3º. da referida Convenção prescreve que “na eventualidade de danos causados em local fora da superfície da Terra a um objeto espacial de um Estado lançador ou a pessoa ou propriedades a bordo de tal objeto espacial por um objeto espacial de outro Estado Lançador só terá esse último responsabilidade se o dano decorrer de culpa sua, ou de culpa de pessoas pelas quais seja responsável” (responsabilidade subjetiva).

A responsabilidade absoluta requer apenas o estabelecimento do nexo causal entre o dano e o objeto espacial. Como nota Bittencourt Neto (2011), a fase de lançamento “é a mais crítica do setor espacial (...) seja por explosão dos foguetes, seja por incapacidade de o objeto espacial atingir a órbita da Terra” [190]. Em contrapartida, a responsabilidade subjetiva, quando o dano ocorre em local fora da superfície da Terra, requer a prova de culpa do agente, algo bastante complexo tecnicamente, dependendo do estado do objeto que ocasionou o dano (capacidade de monitoramento, de identificação, dentre outros). O advento dos pequenos satélites contribui para o incremento de objetos espaciais nas LEO, já bastante

[190] BITTENCOURT NETO, Olavo de Oliveira. **Direito Espacial Contemporâneo**: Responsabilidade Internacional. Curitiba: Juruá, 2001. p. 82.

ocupada. O aumento da população de objetos intensifica a probabilidade do risco de dano (por colisão, por interferência, dentre outros). Nem a Convenção sobre Responsabilidade, tampouco o Tratado do Espaço, fazem distinção entre tamanhos de objetos espaciais. As provisões são, portanto, aplicáveis aos satélites de baixa complexidade, quer sejam eles fabricados por grandes agências espaciais, quer sejam produzidos por escolas, ou universidades.

Reza o Artigo 31 da Convenção de Viena sobre o Direito dos Tratados que "um tratado deve ser interpretado de boa fé de acordo com o significado a ser dado aos termos do tratado em seu contexto e à luz de seus objeto e propósito"[191]. Por esse motivo, Kerrest & Smith (2013) defendem que não há motivos para uma interpretação restrita da Convenção sobre Responsabilidade: "uma interpretação ampla parece estar em consonância com o propósito e objetivo de criar uma medida eficaz para garantir a compensação para a vítima de atividades de alto risco no espaço exterior" (tradução nossa)[192]. E isso vale para todos os tipos e tamanhos de satélites.

3.3.3 A Convenção de Registro

Em 2018, a Convenção de Registro completou 52 anos desde sua entrada em vigor. Tal fato foi comemorado durante a 57ª. Reunião do Subcomitê Jurídico do COPUOS. Apesar disso, a Convenção de Registro possui bem menos adeptos (são 67 ratificações) do que o Tratado do Espaço (107), o Acordo de Salvamento (96) ou a Convenção sobre Responsabilidade (95). A explicação pode residir no fato de que, para os Estados que ainda não possuem programa espacial, a ratificação do instrumento, em razão de seu propósito e de sua especificidade, aparentemente não seja considerada imperativa. O mesmo não se revela verdadeiro em relação aos outros tratados acima comparados, que são bem mais abrangentes e dizem respeito até mesmo aqueles que ainda não ingressaram no setor espacial.

---

[191] UNITED NATIONS (UN). ***Viena Convention on the Law of Treaties***. Disponível em: <http://legal.un.org/ilc/texts/instruments/english/conventions/1_1_1969.pdf>. Acesso em 26 abr. 2018.

[192] "(...) *a broad interpretation appears to be in line with the purpose and objective of creating an effective measurement of ensuring compensantion for victims of high-risk activities in outer space*". SMITH, Lesley Jane; KERREST, Armel. *Article I (Definition LIAB)*. Em: HOBE, Stephan; SCHMIDT-TEDD, Bernhard; SCHROGL, Kai-Uwe (eds.). ***Cologne Commentary on Space Law***, *v. II,* Cologne, Heymanns, 2013. p. 111.

A Convenção foi elaborada com o propósito de facilitar o monitoramento de objetos espaciais, de fornecer meios de notificar um Estado Lançador em caso de risco iminente, de problemas de interferência, de apoiar atividades de gerenciamento do tráfego no espaço, mas, principalmente, de garantir o uso do espaço exterior somente para fins pacíficos[193], já que além de informações técnicas, o Estado Lançador parte da Convenção deve informar a finalidade de tal objeto, como exige o Artigo 4º. (e). Schmidt-Tedd (2013) menciona, inclusive, a aspiração da Convenção, em seu preâmbulo, de transformar o sistema voluntário de notificação aludido pelo Tratado do Espaço em um sistema de registro praticamente compulsório[194].

O Índice Online de Objetos Lançados no Espaço Exterior mantido pelo UNOOSA aponta para o registro de 8.451 objetos espaciais lançados desde 1957. Desses objetos, 908 não foram registrados no UNOOSA pelo Estado Lançador, conforme a Convenção de Registro pretende. Em 2019, foram inseridos no referido índice 19 novos objetos espaciais, dos quais nenhum foi oficialmente registrado pelo respectivo Estado Lançador até fevereiro de 2019. Em 2018, foram lançados 426 objetos espaciais, apenas 73 foram oficialmente registrados, segundo dados colhidos em fevereiro de 2019. Em 2017, foram catalogados pelo UNOOSA 453 objetos espaciais, sendo a maior parte (245) não registrada pelo respectivo Estado Lançador. Em 2016, a situação era a oposta. Dos 222 objetos espaciais catalogados naquele ano, somente 50 não foram devidamente registrados[195].

A tendência observada nos últimos dois anos, em que menos objetos foram registrados, merece investigação. Poderia este episódio residir no incremento dos lançamentos de pequenos satélites e/ou do ingresso de novos atores no cenário espacial? Fato é que o não cumprimento dos dispositivos da Convenção acarreta graves problemas jurídicos, dentre eles o desconhecimento pela comunidade internacional da finalidade do objeto em questão, o que coloca em risco o princípio

---

[193] SCHMIDT-TEDD, Bernhard; TENNEN, Leslie. *Historical Background and Context*. Em: HOBE, Stephan; SCHMIDT-TEDD, Bernhard; SCHROGL, Kai-Uwe (eds.). ***Cologne Commentary on Space Law***, Cologne, Heymanns, v. II,p. 234/235, 2013.

[194] SCHMIDT-TEDD, Bernhard. *Preamble REG*. Em HOBE, Stephan; SCHMIDT-TEDD, Bernhard; SCHROGl, Kai-Uwe (eds.). ***Cologne Commentary on Space Law***. Cologne, Heymanns, v. II, p. 242, 2013.

[195] UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS (UNOOSA). ***Online Index of Objects Launched into Outer Space***. Disponível em: http://www.unoosa.org/oosa/osoindex/search-ng.jspx?lf_id=>. Acesso em 12 fev. 2018.

fundamental do Direito Espacial, que é uso do espaço para fins exclusivamente de paz.

Similarmente à Convenção sobre Responsabilidade, a Convenção de Registro esclarece que o termo “objeto espacial inclui as partes componentes de um objeto espacial, bem como seu veículo propulsor e respectivas partes”, Artigo 1º. (b). A aplicação das disposições da Convenção é incontestavelmente apropriada ao registro dos satélites de baixa complexidade pelos Estados Lançadores parte do acordo, ainda que sejam de propriedade privada. Nota-se que esta não tem sido a prática de alguns Estados, como o Brasil. Dos 27 objetos espaciais catalogados como sendo de responsabilidade do Brasil, 8 não foram registrados nos termos da Convenção de Registro. Interessantemente, estão na lista dos não registrados devidamente os satélites de baixa complexidade brasileiros como o Tancredo-1, o SERPENS, o NanosatC-Br1 e o satélite Dove, o 17º da série Oscar[196].

Além dos objetivos do registro para fins de segurança e para uma certa organização do tráfego espacial, vale ressaltar questões de jurisdição e controle desse objeto. O Artigo 8º. do Tratado do Espaço prescreve que:

> O Estado-Parte do Tratado em cujo registro figure o objeto lançado ao espaço cósmico conservará sob sua jurisdição e controle o referido objeto e todo o pessoal do mesmo objeto, enquanto se encontrarem no espaço cósmico ou em um corpo celeste. Os direitos de propriedade sobre os objetos lançados no espaço cósmico, inclusive os objetos levados ou construídos num corpo celeste, assim como seus elementos constitutivos, permanecerão inalteráveis enquanto estes objetos ou elementos se encontrarem no espaço cósmico ou em um corpo celeste e durante seu retorno à Terra. Tais objetos ou elementos constitutivos de objetos encontrados além dos limites do Estado-Parte do Tratado em cujo registro estão inscritos deverão ser restituídos a este Estado, devendo este fornecer, sob solicitação os dados de identificação antes da restituição.

A Convenção de Registro invoca tal dispositivo em seu Artigo 2º., em que reza que “[q]uando houver dois ou mais Estados lançadores relacionados com qualquer

[196] UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS (UNOOSA). ***Online Index of Objects Launched into Outer Space***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/oosa/osoindex/search-ng.jspx?lf_id=#?c=%7B%22filters%22:%5B%7B%22fieldName%22:%22en%23object.launch.stateOrganization_s%22,%22value%22:%22Brazil%22%7D,%7B%22fieldName%22:%22en%23object.unRegistration.unRegistered_s1%22,%22value%22:%22No%22%7D%5D,%22sortings%22:%5B%7B%22fieldName%22:%22object.launch.dateOfLaunch_s1%22,%22dir%22:%22desc%22%7D%5D,%22match%22:null%7D>. Acesso em 30 abr. 2017.

objeto espacial, eles decidirão, em conjunto, qual deles registrará o objeto (...) sem prejuízo dos acordos concluídos ou a serem concluídos entre Estados lançadores sobre a jurisdição e o controle do objeto espacial e qualquer de seus tripulantes". Portanto, um objeto espacial sem registro apropriado é um objeto sem jurisdição. Com os avanços tecnológicos em que se pretende, futuramente, recolher detritos espaciais, dentre eles objetos sem função ou fragmentados, a jurisdição terá um valor significativo.

3.4 Regulamentação Internacional para Mitigação do Impacto da Poluição Ambiental no Espaço Causada pelas Atividades Humanas

Os tratados de Direito Espacial não se mostram satisfatórios para resolver a questão da poluição do ambiente espacial, que representa uma ameaça à sustentabilidade das atividades espaciais. A justificativa para isso reside no fato de que tais instrumentos foram elaborados em uma época em que as discussões ambientais ainda eram incipientes e, no caso do ambiente espacial, não mereciam a devida atenção. O mais recente instrumento convencional, o Tratado da Lua, foi adotado no ano de 1979, ou seja, sete anos após a notória Convenção de Estocolmo sobre o Meio Ambiente Humano.

Desse modo, pretende-se investigar outras ações, regulamentações e diretrizes que possam atacar o problema ambiental causado no espaço com o objetivo de fundamentar as perspectivas regulatórias brasileiras e internacionais, em especial propostas para lidar com as atividades espaciais a partir de PSBCs.

3.4.1 Diretrizes sobre Mitigação de Detritos Espaciais do COPUOS (*COPUOS Space Debris Mitigation Guidelines*)

Nesse sentido, em 2010, o COPUOS publicou as diretrizes para mitigação de detritos espaciais, sob o título de *Space Debris Mitigation Guidelines*. Essas normas, apesar de voluntárias, são um esforço de especialistas, que dão conta do problema dos detritos espaciais e convidam os Estados-membros a incorporarem tais medidas em seus respectivos ordenamentos jurídicos, de forma voluntária.

> Os Estados-Membros e as organizações internacionais devem tomar voluntariamente medidas, por meio de mecanismos nacionais ou dos seus próprios mecanismos aplicáveis, para garantir que estas diretrizes sejam

> implementadas, na medida do possível, através de práticas e procedimentos de redução de detritos espaciais[197].

O documento reforça não apenas o risco de colisão no espaço mas, também, o de acidentes causados na Terra, caso um objeto sobreviva à reentrada na atmosfera, e invoca o Princípio da Responsabilidade Intergeracional, ou seja, a responsabilidade de conservar o meio ambiente sadio para as presentes e futuras gerações.

Em suma, as medidas contemplam as seguintes providências:

i. limitar a liberação de detritos durante operações normais;
ii. minimizar o potencial de fracionamentos durante fases operacionais;
iii. limitar o potencial de colisões acidentais em órbita;
iv. evitar destruição intencional de objetos espaciais e outras atividades prejudiciais;
v. minimizar o potencial de fracionamentos após a conclusão de missões, resultantes de energia armazenada; e
vi. limitar a presença a longo termo de objetos espaciais e estágios de veículos lançadores em órbita baixa após o final das respectivas missões.

3.4.2 Diretrizes para Mitigação de Detritos Espaciais do IADC *(IADC Space Debris Mitigation Guidelines*)

O Comitê Interagências de Coordenação de Detritos Espaciais (IADC, siglas em inglês para *Inter-Agency Space Debris Coordination Committee*) é o fórum de discussão de assuntos relacionados a detritos espaciais produzidos pelo ser humano ou naturais. Compõe-se pelas principais agências espaciais do mundo e coordenou esforços com vistas a produzir um documento, publicado em 2007, para servir de guia para a mitigação dos detritos espaciais na fase de projeto e construção de um objeto espacial. Para tanto, o Comitê baseou-se em documentos e relatórios como as Práticas Padronizadas para Mitigação de Detritos Orbitais do governo dos EUA (*U.S. Government Orbital Debris Mitigation Standard Practices*, de dezembro de 2000), a Coletânea de Padrões, Métodos e Procedimentos

[197] UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS (UNOOSA). ***Space Debris Mitigation Guidelines of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/pdf/publications/st_space_49E.pdf>. Acesso em 02 dez. 2016.

relacionados a Detritos Espaciais do *Centre National d'Études Spatiales* (CNES), da agência espacial francesa (*CNES Standards Collection, Method and Procedure Space Debris – Safety Requirements*, de abril de 1999), o Manual de Mitigação de Detritos Espaciais da ESA (*ESA Space Debris Mitigation Handbook*), dentre outros[198].

Não obstante as especificidades de cada documento, as diretrizes do IADC reconhecem o desejo comum de todos de evitar fragmentações, colisões e, em especial, preservar o ambiente espacial para as futuras gerações[199].

Para efeitos do documento, o IADC qualifica os detritos espaciais como "todos os objetos feitos pelo ser humano, incluindo fragmentos e elementos dos mesmos, na órbita da Terra ou reingressando na atmosfera, que não são funcionais" (tradução nossa)[200]. O instrumento também define as órbitas e as regiões protegidas, como demonstrado na Figura 7 a seguir. Nas zonas A e B, destacadas em amarelo, a geração de detritos espaciais deve ser particularmente evitada.

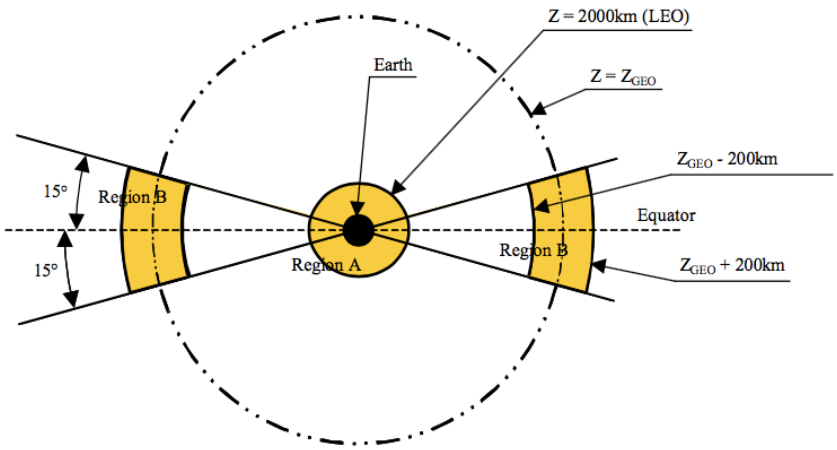


Figura 7 – Zonas Protegidas.
Fonte: IADC (2018)[201].

[198] INTER-AGENCY SPACE DEBRIS COORDINATION COMMITTEE (IADC). ***IADC Space Debris Mitigation Guidelines*. Disponível em:** <http://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/sd/IADC-2002-01-IADC-Space_Debris-Guidelines-Revision1.pdf>. Acesso em 06 mai. 2018.

[199] Ibid.

[200] "*Space debris are all man made objects including fragments and elements thereof, in Earth orbit or re-entering theatmosphere, that are non functional*". Ibid.

[201] Ibid.

Para a proteção do ambiente espacial e para a proteção dos objetos espaciais e da vida dos astronautas a bordo de naves espaciais, as Diretrizes do IADC recomendam que, em cada missão espacial, sejam providenciados:

i. Um plano de gestão das atividades de mitigação de detritos espaciais.

ii. Um plano para a avaliação e mitigação de riscos relacionados a detritos espaciais, incluindo normas aplicáveis.

iii. Medidas que minimizem o perigo relacionado a avarias com potencial para gerar detritos espaciais.

iv. Um plano para o descarte do veículo espacial e/ou estágios orbitais no final da missão.

v. Uma justificativa da escolha e seleção de tais planos quando há mais de uma possibilidade.

vi. A Matriz de conformidade que aborda as recomendações destas Diretrizes.

Como medidas de mitigação de detritos espaciais, estão previstas: a limitação dos detritos espaciais liberados durante a fase normal de operação de dado objeto espacial; a redução no potencial de fragmentação do objeto em órbita e pós-operação; a redução no potencial de explosão em decorrência de energia remanescente pós-operação (como combustíveis e baterias). Deve-se também evitar a destruição intencional ou outras atividades prejudiciais ao meio ambiente espacial e aos objetos em operação. O documento traz recomendações sobre atitudes que devem ser tomadas ao final da vida útil do objeto espacial, distinguindo entre as ações a serem executadas nas LEO e na GEO, quer seja para reposição na órbita cemitério, quer seja para reentrada na atmosfera.

Apesar do caráter voluntário das Diretrizes do IADC, é notável a aceitação delas pela comunidade internacional, bem como a incorporação dessas regras em documentos específicos de cada agência espacial, o que as torna de particular relevância.

3.4.3 Código de Conduta Europeu para Mitigação de Detritos Espaciais

O Código de Conduta Europeu para Mitigação de Detritos Espaciais é um compilado de boas práticas das agências espaciais europeias com o objetivo de minimizar o impacto da poluição em órbita da Terra. Seu texto, emitido em 2004, está alinhado às Diretrizes do IADC e da ONU sobre o tema[202]. Ele invoca em especial o Artigo 9º. do Tratado do Espaço[203], o princípio do acesso ao espaço por toda a Humanidade, e a Convenção de Reponsabilidade. Os principais objetivos do Código são:

i. prevenção de fragmentações e colisões em órbita.

ii. remoção e subsequente descarte de naves espaciais e estágios orbitais que atingiram o fim das operações da missão nas regiões orbitais úteis e densamente populosas.

iii. limitação de objetos liberados durante operações normais.

No documento, não há provisões específicas para PSBCs. Presume-se que as mesmas regras seriam aplicáveis aos PSBCs, uma vez que, conforme ESA (2018, "[p]retende-se que (...) seja aplicado a todos os sistemas espaciais[204] orbitando ou destinados à órbita da Terra, incluindo veículos de lançamento e seus componentes (por exemplo, estágio, adaptador para o lançamento de múltiplas cargas úteis)"[205]. Dentre as diretrizes estão medidas de gerenciamento, de

---

[202] EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA). ***Mitigation Space Debris Generation***. Disponível em: <http://www.esa.int/Our_Activities/Operations/Space_Debris/Mitigating_space_debris_generation>. Acesso em 16 abr. 2018.

[203] (...) Os Estados-Partes do Tratado farão o estudo do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, e procederão à exploração de maneira a evitar os efeitos prejudiciais de sua contaminação, assim como as modificações nocivas no meio ambiente da Terra, resultantes da introdução de substâncias extraterrestres, e, quando necessário, tomarão as medidas apropriadas para este fim (...).

[204] "Espaçonave, veículo de lançamento e fase orbital do veículo de lançamento são definidos como sistemas espaciais dentro deste documento". EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA). ***European Code of Conduct for Space Debris Mitigation***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/sd/2004-B5-10.pdf>. Acesso em 16 abr. 2018.

[205] "*It is intended that this Code of Conduct be applied to all space systems orbiting, or intended for orbiting, the Earth including launch vehicles and their components (for example, stage, adapter for the launch of multiple payloads)"*. EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA). ***European Code of Conduct for Space Debris Mitigation***. Disponível em:

concepção e de operação, todas com vistas a reduzir a poluição do ambiente espacial, em especial as órbitas chamadas “zonas de proteção”, ou seja as LEO e a GEO.

Apesar do caráter não vinculante do Código, ele é aplicado pela ESA, pelas agências europeias e seus contratantes, é recomendado para projetos espaciais europeus ainda que esses sejam conduzidos fora da Europa. Essa amarração acaba tornando-o praticamente obrigatório para quaisquer Estados que queiram cooperar nessa área com a Europa.

3.4.4 Política de Mitigação de Detritos Espaciais da ESA para Projetos da Agência (*ESA Space Debris Mitigation Policy for Agency Projects*)

A primeira versão da Política de Mitigação de Detritos Espaciais da ESA para Projetos da Agência foi estabelecida em 2008. Em 2014, ela foi reeditada de modo a adotar os Requisitos para Mitigação de Detritos Espaciais da Organização Internacional para Padronização (ISO 24113:2011) e a norma ECSS-U-AS-10C, advinda do sistema de padronização espacial europeu, denominado ECSS (*European Cooperation for Space Standardization*), esta última define os requisitos técnicos de mitigação de detritos espaciais[206].

A política ainda cita o fator “risco” como preponderante na análise dos projetos, quer seja para aqueles projetos já iniciados antes da entrada em vigor do instrumento, quer seja para os futuros projetos:

i. Para os Sistemas Espaciais da ESA para os quais a Revisão dos Requisitos do Sistema foi iniciada no momento da entrada em vigor desta Instrução, a minimização do risco de acidentes deve ser implementada com base no melhor esforço e documentada no Relatório de Mitigação de Detritos Espaciais.

<http://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/sd/2004-B5-10.pdf>. Acesso em 16 abr. 2018.

[206] INTER-AGENCY SPACE DEBRIS COORDINATION COMMITTEE (IADC**).** ***ESA Space Debris Mitigation Compliance Verification Guidelines***. Disponível em:

<https://www.iadc-online.org/References/Docu/ESSB-HB-U-002-Issue1(19February2015).pdf>. Acesso em 16 abr. 2018.

ii. Para os Sistemas Espaciais da ESA para os quais a Revisão dos Requisitos do Sistema ainda não foi iniciada no momento da entrada em vigor desta Instrução, o risco de acidentes não deve exceder 1 em 10.000 para qualquer evento de reentrada (controlado ou não controlado). Se o risco de acidente previsto para uma reentrada não controlada ultrapassar esse valor, uma reentrada não controlada não é permitida e uma reentrada controlada direcionada deve ser realizada para não exceder um nível de risco de 1 em 10.000.

Da mesma maneira que o Código de Conduta Europeu, a aplicação da Política deve abranger os sistemas espaciais da ESA, bem como a operação deles, sob responsabilidade da Agência e, em caso de contratação de serviços de lançamento, aconselha-se a utilização de lançadores que cumpram os requisitos técnicos de mitigação de detritos espaciais da norma[207]. A definição de sistemas espaciais pelo Instrumento inclui lançadores, satélites, veículos habitados ou robôs. Não há distinção por tipos satélites. Por esse motivo, subentende-se que a política se aplica também aos PSBCs. As análises técnicas e a documentação necessária à demonstração de conformidade com a Política da ESA foi publicada em 2015, no documento intitulado “Diretrizes sobre a Verificação da Conformidade da Mitigação de Detritos Espaciais”, sob a referência ESSB-HB-U-002[208]. As diretrizes estão contidas em uma espécie de manual de conformidade com a política de mitigação de detritos espaciais da ESA, cujo objetivo é:

i. Evitar o crescimento descontrolado de naves espaciais abandonadas e estágios de veículos lançadores, especialmente para preservar as regiões protegidas das LEO e da GEO.

ii. Impedir a geração de detritos como resultado da liberação intencional de objetos relacionados à missão ou fragmentação de sistemas espaciais.

iii. Evitar fragmentações acidentais como resultado de explosões de componentes que carreguem energia a bordo de sistemas espaciais.

---

[207] Ibid.

[208] INTER-AGENCY SPACE DEBRIS COORDINATION COMMITTEE (IADC**).** ***ESA Space Debris Mitigation Compliance Verification Guidelines***. Disponível em:

<https://www.iadc-online.org/References/Docu/ESSB-HB-U-002-Issue1(19February2015).pdf>. Acesso em 16 abr. 2018.

iv. Evitar colisões orbitais realizando manobras de prevenção de colisão e manobras de descarte para limitar a presença, a longo prazo, de sistemas espaciais não operacionais nas Regiões Protegidas.

v. Reduzir o risco de acidentes devido à reentrada controlada ou descontrolada de sistemas espaciais.

O manual prescreve os requisitos, as informações básicas e a justificativa para a adoção de tais requisitos, os métodos para avaliação da conformidade – baseada na análise FMECA – e as medidas para mitigação de detritos espaciais. Além de referências à norma ECSS-U-AS-10C, o documento traz as orientações da ISO 24113 comentada a seguir.

3.4.5 Requisitos para Mitigação de Detritos Espaciais da Organização Internacional Para Padronização (ISO 24113:2011)

A norma ISO 24113:2011 reconhece o problema e o risco que a poluição do ambiente espacial representa para a sustentabilidade das atividades espaciais. Seu objetivo principal é transformar diretrizes de mitigação de detritos espaciais em práticas de engenharia.

As práticas de alguns Estados na implementação de regulamentações nacionais também são assentidas pela norma como meio de fortalecer os tratados e convenções da ONU. Recomendações da ITU, diretrizes do IADC e da ONU para mitigação de detritos espaciais, bem como o Tratado do Espaço e a Resolução da Assembleia Geral da ONU sobre a Aplicação do Conceito de “Estado Lançador” (Resolução A/RES/59/115) são referenciadas.

Em seu escopo, a norma ISO 24113:2011 limita a sua aplicabilidade a objetos não tripulados, o que, a norma ECSS-U-AS-10C, citada previamente, fez questão de corrigir. Na norma europeia, a palavra “não tripulada” foi deletada de seu escopo de modo a abranger “todos os elementos de sistemas lançados ou que passem pelo espaço próximo à Terra, incluindo os estágios de veículos lançadores, espaçonaves

em operação e quaisquer objetos liberados como parte de operações normais ou ações de descarte" (tradução nossa)[209].

Embora normas técnicas ISO sejam de aplicação voluntária, a adoção delas por parte de um ator espacial importante como a ESA contribui para o estabelecimento de padrão global no que se refere à mitigação de detritos espaciais.

3.4.6 Recomendação da ITU (ITU-R S.1003.2) sobre Proteção Ambiental da Órbita Geoestacionária

A ITU é o braço da ONU responsável por coordenar a alocação de rádio frequência e o uso da órbita geoestacionária, recurso espacial finito e fundamental para atividades de telecomunicação via satélite. Diferentemente das LEO, na GEO o monitoramento dos objetos espaciais é bem mais reduzido. Segundo a recomendação ITU-R S.1003.2:

> A menor dimensão de um objeto detectável e rastreável (sob as melhores condições) na Órbita Geoestacionária atualmente é ligeiramente menor que 1 m; em comparação, na órbita baixa da Terra, a população de objetos com dimensões acima de 30 cm é deterministicamente conhecida e catalogada, e a população de objetos com dimensões de até 5 mm é estatisticamente caracterizada quanto à altitude e inclinação (tradução nossa)[210].

Por esse motivo também, o uso sustentável dessa órbita é vital para a continuidade das atividades espaciais. Nesse sentido, em 2010, o setor de radiocomunicação recomendou que:

---

[209] "(*...) all elements of systems launched into or passing through near-Earth space, including launch vehicle orbital stages, operating spacecraft, and any objects released as part of normal operations or disposal actions*". EUROPEAN COOPERATION FOR SPACE STANDARDIZATION (ECSS). ***ECSS-U-AS-10C – Adoption Notice of ISO 24113***: Space systems – Space debris mitigation requirements. ECSS Secretariat ESA-ESTEC Requirements & Standards Division Noordwijk, The Netherlands.

[210] "*The smallest dimension of an object detectable and trackable (under best conditions) in the GSO at present is slightly less than 1 m; by comparison, in low-Earth orbit the population of objects having dimensions above 30 cm is deterministically known and catalogued, and the population of objects having dimensions down to 5 mm is statistically characterized as to altitude and inclination"*. INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION (ITU). ***Recommendation ITU-R S.1003-2****. Environmental protection of the geostationary-satellite orbit.* Disponível em: <https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/s/R-REC-S.1003-2-201012-I!!MSW-E.docx>. Acesso em 01 mai. 2018.

i. Deve ser liberado o mínimo possível de detritos na região geoestacionária durante a colocação de um satélite em órbita;
ii. Todo esforço deve ser feito para encurtar a vida útil dos detritos em órbitas de transferência elíptica com o apogeu próximo ou na altitude da órbita geoestacionária;
iii. Um satélite geoestacionário, no final de sua vida, deve ser removido da GEO antes do esgotamento completo de seu propulsor, de tal forma que sob a influência de forças perturbadoras em sua trajetória, ele subsequentemente permaneça em uma órbita com um perigeu não inferior a 200 km acima da altitude geoestacionária;
iv. A transferência para a órbita-cemitério[211] (*graveyard orbit*) deve ser realizada com cuidado especial, a fim de evitar a interferência de radiofrequência nos satélites operacionais[212].

De acordo com a norma em pauta, atualmente, é inviável retirar um satélite não-operacional da GEO como brevemente será factível nas LEO. Por esse motivo, a recomendação é de reservar parte suficiente de combustível para manobrar o satélite para fora da GEO quando este encerrar sua vida em operação. É solicitado que o objeto espacial seja alocado em uma órbita mais alta que a GEO, e não mais baixa, a fim de reduzir o risco de colisão na trajetória de satélites a serem dispensados na GEO. A reserva de combustível, idealmente, também deve acontecer com a finalidade de "dar conta do efeito das imprecisões da determinação orbital e possíveis erros de execução"[213]. A ITU é uma das poucas instituições a

---

[211] De acordo com a ITU-R S.1003.2, o "*requisito mínimo de altitude acima da GEO para garantir que o satélite, após o descarte do fim de vida útil, não retorne à zona protegida da GEO, que se estende por 200 km acima da altitude geoestacionária, é:*

ΔH> 235 + 1 000 Cr A / M (4) para excentricidades <0,003.

Altitudes de perigeu de órbita de descarte mais baixas, que ainda evitarão a região de GSO por pelo menos 100 anos, são algumas vezes possíveis quando o plano orbital e a linha de apsides estão alinhados favoravelmente".

[212] INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION (ITU). ***Recommendation ITU-R S.1003-2***. Environmental protection of the geostationary-satellite orbit. Disponível em: <https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/s/R-REC-S.1003-2-201012-I!!MSW-E.docx>. Acesso em 01 mai. 2018.

[213] "(…) *a fuel margin be added to the budget in order to account for the effect of orbital determination inaccuracies and possible execution errors*". Ibid.

publicar normas específicas para pequenos satélites. A matéria será apreciada na seção 3.6.2.

3.5 Regulamentações Nacionais para Mitigação do Impacto da Poluição Ambiental no Espaço Causada pelas Atividades Humanas

Uma variedade de países possui legislação espacial nacional que, em geral, incorporam disposições dos principais tratados de Direito Espacial a seus ordenamentos jurídicos. Na página do UNOOSA na internet é possível consultar tais legislações, muitas delas em sua língua de origem[214]. No entanto, para os objetivos deste trabalho, cumpre destacar legislações cuja finalidade situa-se na preservação do ambiente espacial que garantirá a sustentabilidade das atividades espaciais para a presente e para as futuras gerações.

3.5.1 Áustria

A Áustria possui duas normatizações principais relacionadas a atividades espaciais: a autorização de atividades espaciais e o estabelecimento de um registro espacial nacional (Lei Austríaca do Espaço); e a Regulamentação do Ministro Federal dos Transportes, Inovação e Tecnologia na Implementação da Lei Federal de Autorização de Atividades Espaciais e Criação de um Registo Nacional do Espaço (Regulamentação Espacial BGBl. II No. 36/2015, conhecida como *Austrian Outer Space Act*). Na primeira, destaca-se o requisito do operador prezar pela mitigação de detritos espaciais "de acordo com o estado da arte e na devida consideração das diretrizes internacionalmente reconhecidas para a mitigação de detritos espaciais. Especialmente, devem ser tomadas medidas que limitam os detritos liberados durante as operações normais" (§5º., *Austrian Outer Space Act,* tradução nossa)[215]. Tal medida é condição *sine qua non* para o processo de autorização de lançamento de objeto espacial naquele país.

---

[214] UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS (UNOOSA). ***National Space Law Collection***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/nationalspacelaw/index.html>. Acesso em 01 mai. 2018.

[215] "*The operator has to make provision for the mitigation of space debris in accordance with the state of the art and in due consideration of the internationally recognised guidelines for*

> Particular ênfase foi dada à mitigação de detritos espaciais. Os pequenos satélites são uma opção muito atraente para os novos atores espaciais [*newcomers*], pois estão se tornando tecnicamente mais acessíveis e mais baratos. No entanto, a responsabilidade dos Estados a este respeito é mais pertinente do que nunca. Os Estados têm o dever de evitar que os projetos de pequenos satélites, louváveis e bem-vindos, não prejudiquem as atividades espaciais caras e de grande porte que são de vital interesse para a população mundial em geral (tradução nossa)[216].

No que se refere ao registro dos objetos espaciais, segundo a lei austríaca, ressalta-se a exigência de informar o fabricante, o proprietário e o operador de tal objeto. Isso facilita a identificação dos responsáveis em caso de adversidades, e tem um valor expressivo na condução de atividades realizadas por meio de PSBCs, cujos fabricantes muitas vezes são escolas, universidades, *start-ups*, dentre outros. A legislação austríaca prevê sanção ao descumpridor dos dispositivos da lei, conforme § 14:

> Toda pessoa que infringir as disposições da presente Lei Federal ou as respectivas portarias, comete uma infração administrativa e será multada em até € 100.000, a menos que a ação represente um delito passível de competência dos tribunais. Qualquer pessoa que exerça uma atividade espacial sem a autorização prevista nos § 3 e 7, será multada no mínimo em € 20.000[217] (tradução nossa).

---

the mitigation of space debris. Especially measures limiting debris released during normal operations have to be taken". UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS (UNOOSA). ***Austrian Federal Law on the Authorisation of Space Activities and the Establishment of a National Space Registry*** (*Austrian Outer Space Act, adopted by the National Council on 6 December 2011, entered into Force on 28 December 2011*). Disponível em: <http://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/national/austria/austrian-outer-space-actE.pdf>. Acesso em 01 mai. 2018.

[216] "*Particular emphasis has been put on the mitigation of space debris. Small satellites are a very attractive option for newcomers as they are becoming technically more accessible and cheaper. Nevertheless, the responsibility of the States in this respect is more pertinent than ever before. States have the duty to avoid that small satellite projects, as laudable and welcome they are, do not harm large and expensive space activities which are of vital interest to the world population at large*". EUROPEAN CENTRE FOR SPACE LAW (ECSL). ***Austrian Outer Space Act entered into Force***. Disponível em: <https://www.spacelaw.at/austrian-outer-space-act/>. Acesso em 01 mai. 2018.

[217] "*Everyone who infringes provisions of the present Federal Law or the respective ordinances, commits an administrative offence and will be fined up to € 100 000, unless the action represents a criminal offence falling within the competence of the courts. Everyone who carries out a space activity without the authorisation provided for in § 3 and § 7 will be fined minimum € 20 000*". Ibid.

A necessidade de contratação de seguro por parte dos operadores também é de substancial importância.

3.5.2 Bélgica

A Lei belga de 17 de setembro de 2005 sobre as atividades de Lançamento, Operação de Voo ou Orientação de Objetos Espaciais foi revisada pela Lei de 1º de dezembro 2013 (B.O.J., de 15 de janeiro de 2014). “A revisão permitiu circunscrever melhor o escopo da lei, fornecendo uma definição mais precisa das noções de objeto espacial, de operador, inclusive no caso específico de objetos espaciais não manobráveis” (tradução nossa)[218]. A menção à proteção do ambiente espacial em diversos de seus dispositivos é elemento notável do especificado instrumento.

Para os procedimentos de autorização, ela exige um estudo de impacto ambiental, que será avaliado por um ou mais peritos designados pelo Ministro competente, em diferentes etapas da atividade espacial: inicial (antes do objeto ser lançado), intermediária (após o lançamento do objeto) e final (quando o objeto retorna à atmosfera terrestre), Art. 8º.§ 1 a 5[219].

No que se refere a satélites de baixa complexidade, distingue-se o Art. 3º. (2), que prevê que “no caso de um objeto espacial cujo voo não pode ser operado ou que não pode ser guiado uma vez posicionado em órbita, o operador é considerado a pessoa que ordenou o lançamento à órbita do objeto espacial” (tradução nossa)[220]. Em caso de dano causado pelo objeto espacial, o Art. 15 na referida lei reza que “[q]uando o Estado belga é responsável, em conformidade com o artigo VII do Tratado do Espaço, as disposições da Convenção sobre Responsabilidade Civil

---

[218] “*The revision allowed to better circumscribe the scope of the law by providing a more precise definition of the notions of space object, of operator including in the specific case of non-maneuverable space objects*”. BELGIUM AIR AND SPACE POLICY (BELSPO). ***The Belgian Space Law***. Disponível em: <http://www.belspo.be/belspo/space/belaw_en.stm>. Acesso em 01 mai. 2018.

[219] UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIS (UNOOSA). ***Law of 17 September 2005 on the Activities of Launching, Flight Operation or Guidance of Space Objects***. Disponível em: <http://www.belspo.be/belspo/space/doc/beLaw/Loi_en.pdf>. Acesso em 01 mai. 2018.

[220] “*In the case of a space object whose flight cannot be operated or which cannot be guided once it has been positioned in orbit, the operator is deemed to be the person who has ordered the delivery in orbit of the space object*”. Ibid.

Internacional ou as disposições desta lei, para reparação, [ele, Estado] terá o direito de instaurar um pedido reconvencional contra o operador envolvido até o montante da indenização determinada de acordo com os §2º. e §3º."(tradução nossa)[221]. Tal garantia da lei é benéfica aos satélites de baixa complexidade, cujos danos advindos da atividade espacial podem comprometer a continuidade de suas atividades.

3.5.3 Cazaquistão

O Cazaquistão possui um dos maiores, se não o maior Centro de Lançamento de foguetes espaciais do mundo. O primeiro ser humano a viajar para o espaço, o soviético Yuri Gagarin, decolou na espaçonave Vostok 1, a partir do Cosmódromo cazaque, no ano de 1961[222]. Apesar disso, a Lei da República do Cazaquistão sobre Atividades Espaciais (*Law of the Republic of Kazakhstan on Space Activities*) foi publicada somente em 6 de janeiro de 2012[223]. Isso pode demonstrar o interesse daquele país em firmar acordos bilaterais e multilaterais para uso do Cosmódromo de Baikonur com Estados além da Federação Russa, que utiliza o complexo por meio do Tratado de Arrendamento.

Dentre os princípios de implementação da lei encontra-se a compensação por dano ambiental e a obediência a requisitos ecológicos. O capítulo 5, que trata de segurança das atividades espaciais, menciona que as atividades espaciais devem ser conduzidas com vias à proteção da saúde das pessoas, do meio ambiente, da propriedade de pessoas físicas e jurídicas (Artigo 27, 1). O Artigo 29 da referida lei é dedicado ao controle ecológico do meio ambiente e da saúde da população que reside nos arredores do Centro de Lançamento. Não há menção à proteção do ambiente espacial ou qualquer requisito de mitigação de detritos espaciais que

---

[221] Art. 15. §1 – "*When the Belgian State is liable, pursuant to Article VII of the Outer Space Treaty, the provisions of the Convention on International Space Liability or the provisions of this law, for reparation, it shall have the right to institute a counterclaim against the operator(s) involved up to the amount of the compensation determined in accordance with §2 and §3*". Ibid.

[222] KAZCOSMOS. ***Astronauts of Kazakhistan***. Disponível em: <https://kazcosmos.gov.kz/en/content/astronauts-kazakhstan>. Acesso em 30 jul. 2018.

[223] UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIS (UNOOSA). ***Law of the Republic of Kazakhstan on Space Activities***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/national/kazakhstan/528-IV_2012-01-06E.pdf>. Acesso em 02 mai. 2018.

possam advir das atividades realizadas a partir de seu território. De toda forma é a assunção de um cumprimento da legislação nacional sobre as matérias que não deve ser ignorada.

Em artigo publicado em 2015, Musinovich et al. concluem que há outros passos que devem ser dados na melhoria da lei nacional cazaque e requer especial atenção ao tema da delimitação do espaço, que há décadas é debatido no âmbito internacional e até hoje não encontra consenso[224]. O Cazaquistão é parte dos tratados espaciais fundamentais.

3.5.4 Holanda

A Holanda possui ao menos seis legislações nacionais do setor espacial. As Regras sobre Atividades Espaciais e o Estabelecimento de um Registro de Objetos Espaciais (Lei das Atividades Espaciais, *Space Activities Act*), de 13 de junho de 2006, se aplica a atividades realizadas dentro e fora do país, em ou a partir de uma nave ou aeronave holandesa[225]. O procedimento para licença para conduzir atividades espaciais pressupõe:

i. a segurança de pessoas e bens;
ii. a proteção do meio ambiente no espaço exterior;
iii. a segurança financeira;
iv. a proteção da ordem pública;
v. a segurança do Estado;
vi. o cumprimento das obrigações internacionais do Estado.

Para que uma licença seja emitida, o solicitante deve garantir a cobertura máxima possível para a responsabilidade decorrente das atividades espaciais para

---

[224] MUSINOVICH, Abaideldinov Yerbol; ZHUMAGAZIYEVNA, Kulikpayeva Mira; ANUARBEKOVNA, Shakhmova Aigul. ***National Law of the Republic of Kazakhstan and International Outer Space Law***. Mediterranean Journal of Social Sciences. Vol 6 No 6., Rome, nov. 2015. p. 234. Disponível em: <http://www.mcser.org/journal/index.php/mjss/article/viewFile/7935/7600>. Acesso em 02 mai. 2018.

[225] UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIS (UNOOSA). ***Rules Concerning Space Activities and the Establishment of a Registry of Space Objects*** *(Space Activities Act*). Disponível em: <http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/nationalspacelaw/netherlands/space_activities_actE.html>. Acesso em 02 mai. 2018.

as quais a licença é solicitada (Seção 3, 4). A Seção 6 reza que se qualquer um dos itens elencados acima não for atendido, por exemplo, quanto à proteção do ambiente espacial, a licença pode não ser concedida ou pode ser revogada (Seção 7)[226].

Em caso de dano, o Estado holandês reserva-se o direito de reparação, conforme especificado na Subseção 1, contra o titular da licença até o valor da soma segurada, conforme especificado na Seção 3, subseção 4[227].

---

[226] *"Rules Concerning Space Activities and the Establishment of a Registry of Space Objects (Space Activities Act) – § 1. Licence for space activities Section 3*

1. It is prohibited to perform space activities as referred to in Section 2 without a licence issued for this purpose by Our Minister.

2. Subsection 1 is not applicable to space activities that are performed under the responsibility of one or more of Our Ministers.

3. Regulations and restrictions can be attached to the licence for the following purposes:

a. the safety of persons and goods;

b. protection of the environment in outer space;

c. financial security;

d. protection of public order;

e. security of the State;

f. fulfilment of the international obligations of the State.

4. The licence is issued on the condition that the prospective holder shall have and maintain what Our Minister considers to be the maximum possible cover for the liability arising from the space activities for which a licence is requested. Account is taken here of what can reasonably be covered by insurance.

5. A time limit can be attached to the licence within which the licence-holder must begin the space activities.

6. The licence is issued for the duration of the space activities.

7. Further rules can be imposed by Ministerial Order in order to implement the provisions of subsection 4. § 2. Licence application Section 4

1. The licence application shall be submitted to Our Minister.
2. Further rules can be imposed by Ministerial Order with regard to the way in which the application takes place and the information and documents that are furnished by the applicant.

3. In addition, requirements can be imposed by Ministerial Order which the applicant must fulfil in order to be eligible for a licence. These requirements may relate to:

a. the applicant's knowledge and experience;

b. authorization for the use of frequency space."

[227] Ibid.

O Decreto de 13 de novembro de 2007 sobre regras relativas ao registo de informação relativa a objetos espaciais (Decreto sobre o Registo de Objetos Espaciais) dá continuidade à Lei das Atividades Espaciais e divide o procedimento de registro em duas partes: uma parte está relacionada ao compromisso internacional assumido junto às Nações Unidas, em que a Holanda é o país de registro de determinado objeto espacial conforme Artigo 1 (c) da Convenção de Registro, e a outra parte refere-se às informações relativas a objetos espaciais que contenham ligação com as atividades espaciais referidas na Seção 2, da Lei das Atividades Espaciais daquele país[228] (tradução nossa):

1. Esta Lei aplica-se a atividades espaciais realizadas dentro ou fora da Holanda, ou de ou para um navio holandês ou aeronave holandesa.

2. Por despacho do Conselho, esta lei também pode ser declarada total ou parcialmente aplicável a:

a. atividades espaciais designadas que são executadas por pessoa física ou jurídica holandesa no ou a partir do território de um Estado que não seja parte no Tratado do Espaço Exterior ou em ou de um navio ou aeronave que esteja sob a jurisdição de um Estado que não seja parte ao Tratado do Espaço Exterior;

b. a organização de atividades no espaço exterior por uma pessoa física ou jurídica de dentro dos Países Baixos.

Contudo, como observa Masson-Zwaan (2017), a Holanda não se considera Estados Lançador, nos termos do Artigo 1º. (a) da Convenção sobre Responsabilidade, por satélites de empresas privadas holandesas lançados a partir

---

[228] *"Rules Concerning Space Activities and the Establishment of a Registry of Space Objects (Space Activities Act)* – Section 2
1. This Act applies to space activities that are performed in or from within the Netherlands or else on or from a Dutch ship or Dutch aircraft.
2. By Order in Council this Act can also be declared wholly or partly applicable to:
a. designated space activities that are performed by a Dutch natural or juridical person on or from the territory of a State that is not party to the Outer Space Treaty or on or from a ship or aircraft that falls under the jurisdiction of a State that is not party to the Outer Space Treaty;
b. the organization of outer-space activities by a natural or juridical person from within the Netherlands".

de bases estrangeiras. O Estado não refuta, no entanto, a sua imputabilidade (*responsibility*) pelas referidas atividades espaciais[229].

Em 2015, o escopo da referida Lei foi estendido de modo a abranger os satélites não-guiados, característica comum aos PSBCs. De acordo com o Despacho do Ministro dos Assuntos Econômicos daquele país, no. WJZ / 15055654, datado de 26 de junho de 2015, os satélites não guiados passariam a requerer licença, seguro e registro[230]. O Decreto de 19 de janeiro de 2015, que amplia o escopo da Lei de Atividades Espaciais para incluir o controle de satélites não guiados (Decreto de Satélites Não-Guiados), reconhece a tendência mundial no lançamento de PSBCs e, principalmente, conclui que eles não representam risco menor do que os satélites de grande porte[231]. Uma das inovações do Decreto é exigir, na solicitação da licença, uma análise de risco que indique que medidas de gestão foram tomadas para salvaguardar a continuidade das atividades espaciais. Em relação ao registro, não é feita distinção entre objetos guiados e não-guiados. Um formulário de registro também deve ser preenchido na Agência de Radiocomunicações holandesa[232].

3.5.5 África do Sul

A Política Espacial Sul-Africana, publicada em 2008, não faz menção aos PSBCs, mas sim ao uso sustentável do espaço exterior. Em diversos pontos do documento é enfatizado o comprometimento daquele país em fazer uso responsável do espaço e assegurar que as atividades, tanto do setor público quanto do setor

---

[229] MASSON-ZWANN, Tanja. *Registration of Small Satellites and the Case of the Netherlands*. Em: MARBOE, Irmgard (Ed.). ***Small Satellites:*** Regulatory Challenges and Chances. Brill Nijhof: Leiden/Boston, 2016. p. 190.

[230] UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIS (UNOOSA). ***Order by the Minister of Economic Affairs of 26 June 2015, no. WJZ/15055654, amending the Space Activities Licence Application and Registration Order, in connection with changes to the application form***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/national/Netherlands_BZ116174B.pdf>. Acesso em 02 mai. 2018.

[231] UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIS (UNOOSA). ***Decree of 19 January 2015 expanding the scope of the Space Activities Act to include the control of unguided satellites*** (Unguided Satellites Decree). Disponível em: <http://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/national/Netherlands_BZ116174A.pdf>. Acesso em 02 mai. 2018.

[232] Ibid.

privado, sejam conduzidas em conformidade com a legislação nacional e com as melhores práticas internacionais relevantes[233].

3.5.6 Reino Unido

A partir da literatura acessada, entende-se que o Ato do Espaço Exterior do Reino Unido refere-se ao licenciamento para lançamento e operação de objetos espaciais e ao exercício de outras atividades no espaço exterior. A licença é concedida se a atividade não representar risco à saúde pública, à segurança de pessoas propriedades, se respeitar o comprimisso internacional daquele país. Uma licença pode requerer condições especiais de operação, que leve em conta, por exemplo, evitar a contaminação do espaço exterior ou mudanças que prejudiquem o ambiente da Terra[234].

Em fevereiro de 2018, o Reino Unido publicou *The Space Industry Bill* 2017-2019, que "pretende criar um marco regulatório para a expansão atividades espaciais comerciais e o desenvolvimento de um porto espacial no Reino Unido[235]". O documento considera um sistema de licenciamento mais expedito para pequenos e nanossatélites, uma vez que a atual regulamentação daquele país coloca esses objetos no mesmo patamar de grandes satélites, ou seja, cada pequeno e/ou nanossatéite que compõe um constelação precisa ser licenciado e segurado individualmente. Segundo o projeto de lei, "satélites pequenos têm menor risco associado ao seu lançamento do que em comparação com satélites geoestacionários"[236].

---

[233] Ibid.

[234] THE GOVERNMENT OF THE UNITED KINGDOM. ***Outer Space Act 1986***. Disponível em: http://www.legislation.gov.uk/ukpga/1986/38/pdfs/ukpga_19860038_en.pdf. Acesso em 26 de fevereiro de 2019.

[235] "*... intends to create a regulatory framework for the expansion of commercial space activities and the development of a UK space port*". HOUSE OF COMMONS LIBRARY. ***The Space Industry Bill 2017-2019***. Disponível em: file:///Users/marcia/Downloads/CBP-8197%20(3).pdf. Acesso em 20 de março de 2019.

[236] "*Small satellites are considered to have significantly lower risk associated with their launch than compared to large geostationary satellites*". Ibid.

3.6 Recomendações Específicas para Pequenos Satélites

Pequenos satélites certamente estão abarcados pelos principais instrumentos do Direito Espacial. Contudo, regulamentações específicas, como a holandesa, são desejáveis, principalmente nos casos em que esses satélites possuem tecnologia menos avançada, com pouca ou nenhuma capacidade de manobra, de monitoramento, ou de controle, ou quando a instituição envolvida no lançamento é uma escola, uma universidade, uma *start-up* etc. Já há algum encaminhamento nesse sentido.

3.6.1 Recomendações do JSpOC para Operações de Cubesats Otimizadas (*JSpOC Recommendations for Optimal CubeSat Operations*)

Em 2013, o Centro de Operações Espaciais Conjunta (JSpOC, na sigla em inglês para *Joint Space Operations Center)* e o Comando Conjunto de Componentes Funcionais para o Espaço (JFCC SPACE, sigla em inglês para *Joint Functional Component Command for SPACE*), ambos responsáveis por detectar, rastrear e identificar todos os objetos artificiais na órbita da Terra, receberam a tarefa desafiadora de acompanhar duas missões que colocariam em órbita cerca 58 cubesats de diferentes donos e operadores espaciais, tais como governos, academia, instituições públicas e privadas[237].

Após deliberações com esses donos e operações, o JSpOC elaborou uma lista de requisitos para as fases de projeto, pré-lançamento, lançamento e pós-lançamento desse tipo de pequeno satélite. Dentre os requisitos, recomenda-se que os donos e operadores considerem[238]:

i. A existência de algum tipo de marcação do objeto espacial, que facilite a sua identificação.
ii. Um dispositivo que dê ao operador algum poder de manobra.
iii. Que o satélite seja projetado de modo a reentrar na atmosfera de modo controlado.

---

[237] UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS (UNOOSA). ***JSpOC Recommendations for Optimal CubeSat Operations***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/documents/pdf/psa/bsti/LaunchOpps/Recommendations_Optimal_Cubesat_Operations_V2.pdf>. Acesso em 06 mai. 2018.

[238] Ibid.

iv. Que a vida operacional do satélite seja equivalente a 2/3 de sua vida orbital.
v. Que a alocação do objeto não coloque em risco a ISS ou a vida de astronautas.
vi. Que os satélites sejam alocados em órbitas de alta inclinação. Inclusive, o JSpOC se coloca à disposição, se consultado antecipadamente, a revisar o plano de lançamento de modo a garantir a cobertura máxima do sensor para otimizar o rastreamento e a identificação, bem como a segurança do voo espacial.
vii. O preenchimento do formulário R-15, disponível no site do Comando, de 10 a 30 dias antes do lançamento do satélite.

O documento parte da premissa de que o sucesso da missão e a otimização do apoio a ser fornecido pelo JSpOC no cumprimento de sua missão dependem fundamentalmente da informação correta e honesta prestada pelos donos e operadores de satélites. Cabe a cada Estado parte do Tratado do Espaço, em especial da Convenção de Registro, zelar, monitorar, supervisionar as suas atividades espaciais.

3.6.2 Orientação sobre o Registro de Objetos Espaciais e o Gerenciamento de Frequências para Satélites Pequenos e Muito Pequenos da ITU (*ITU Guidance on Space Object Registration and Frequency Management for Small and Very Small Satellites)*

Preocupada com a proliferação de satélites pequenos, particularmente com a não observância dos dispositivos pertencentes aos tratados e convenções do Direito Espacial, a ITU publicou, em 2015, um documento de Orientação sobre o Registro de Objetos Espaciais e o Gerenciamento de Frequências para Satélites Pequenos e Muito Pequenos. Neste documento, é ressaltada a importância da legislação internacional vigente que requer a notificação e o registro das radiofrequências utilizadas por um satélite na ITU, independentemente de seu tamanho ou massa, a consideração de medidas de mitigação de detritos espaciais no projeto e na operação de um satélite, bem como o registro de um satélite junto ao Escritório da ONU[239].

[239] UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS (UNOOSA). ***Guidance on Space Object Registration and Frequency Management for Small and Very Small***

O documento relembra que só deve haver um único Estado de Registro para cada objeto espacial e que informações de registro enviadas diretamente à ONU por agências nacionais, empresas privadas, instituições acadêmicas ou indivíduos não são consideradas submissões válidas. “Apenas informações fornecidas por meio de missões diplomáticas credenciadas junto às Nações Unidas serão consideradas registros válidos de submissões” (tradução nossa)[240].

A ITU coordena o *Master International Frequency Register* (MIFR), “um dos pilares da estrutura regulatória do rádio internacional” (tradução nossa)[241]. Ela requer que, antes de selecionar uma frequência para qualquer novo usuário, o MIFR seja consultado. Isso demonstra a importância da notificação e registro por parte dos governos, “especialmente no que diz respeito às atribuições de frequências que têm implicações internacionais”[242] (tradução nossa). Tal recomendação é absolutamente válida para os PSBCs.

Por fim, o documento requer que seja designado um operador responsável por cada pequeno objeto a ser lançado, de modo a garantir que, em caso de interferência prejudicial a outros satélites, este possa ser consultado e a interferência imediatamente cessada.

Para concluir o Capítulo 3 desta tese, e a título de ilustração, a Tabela 12 resume e divide os tratados internacionais de outras resoluções e instrumentos pertinentes.

Tabela 12– Direito Espacial (*Hard Law - Soft Law*).

VINCULANTES	NÃO VINCULANTES

Satellites. Disponível em: <http://www.unoosa.org/pdf/limited/c2/AC105_C2_2015_CRP17E.pdf>. Acesso em 06 mai. 2018.

[240] “*Only information provided through Diplomatic Missions accredited to the United Nations will be considered valid registration submissions*”. Ibid.

[241] “(...) *one of the pillars of the international radio regulatory framework*”. Ibid.

[242] “(...) *especially in respect to those frequency assignments that have international implications.* Ibid.

Tratado do Espaço (1967)	Código de Conduta Europeu para Mitigação de Detritos Espaciais (2004)
Acordo sobre Salvamento (1968)	Diretrizes para Mitigação de Detritos Espaciais do IADC (IADC Space Debris Mitigation Guidelines) (2007)
Convenção sobre Responsabilidade (1972)	Política de Mitigação de Detritos Espaciais da ESA para Projetos da Agência (2008)
Convenção sobre Registro (1974)	Diretrizes sobre Mitigação de Detritos Espaciais do COPUOS (2010)
Acordo da Lua (1979)	Recomendação da ITU (ITU-R S.1003.2) sobre Proteção Ambiental da Órbita Geoestacionária (2010)
Legislações Nacionais (Vinculantes Apenas em Seus Estados de Origem)	Requisitos para Mitigação de Detritos Espaciais da Organização Internacional Para Padronização (ISO 24113:2011)
	Outras Diretrizes, Normas e Recomendações

4 PROPOSTAS REGULATÓRIAS E SUAS DEFESAS

Com base no exposto e argumentado nos Capítulos anteriores, apresentam-se a seguir algumas propostas para salvaguardar atores espaciais e mitigar impactos ambientais no espaço exterior de PSBCs como parte de um regime internacional.

As propostas para o Direito Espacial foram inspiradas em Princípios do Direito Ambiental Internacional. De acordo com o Artigo 38 da Corte Internacional de Justiça, princípios "reconhecidos pelas nações civilizadas" são fontes de Direito Internacional fidegnas e aplicáveis em casos de litígios, mas:

> (...) princípios tendem a ser vagos, permitindo uma série de interpretações. O status, o conteúdo e os efeitos dos princípios podem variar de acordo com o contexto geográfico e o tipo de atividades, por exemplo. Portanto, a aplicação de um certo princípio a uma certa situação deve ser considerada caso a caso. A ambiguidade típica no status legal e no conteúdo dos princípios internacionais obviamente impacta sua utilidade em litígios, em particular. No entanto, embora a invocação de tais princípios gerais tenha frequentemente se mostrado altamente complicada, eles podem pelo menos servir como último recurso nos casos em que a atuação de normas mais específicas seja uma questão para o futuro, como na regulação da poluição espacial. Além disso, os princípios influenciam a política de direito ambiental, oferecem orientações importantes na interpretação das regras existentes e servem como ponto de partida para o desenvolvimento adicional da lei. Princípios desempenham um papel proeminente na lei ambiental - provavelmente mais do que em qualquer outro campo da lei (tradução nossa)[243].

Considerando o papel de destaque dos Princípios do Direito Ambiental Internacional elencados na Seção 3.2 deste trabalho, eles estarão presentes nas propostas a seguir, conforme mostrado na Tabela 13.

---

[243] "(...) *principles tend to be vague, allowing for a number of interpretations. The status, content and effects of principles may vary according to geographical context and type of activities, for instance. Hence, the application of a certain principle to a certain situation must be considered on a case-by-case basis. The typical ambiguity in the legal status and content of international principles obviously impacts their usefulness in ligation in particular. However, even though invoking such general principles has often proven highly complicated, they may at least serve as a last resort in cases where the enactment of more specific norms is a question for the future, as in the regulation of space pollution. Moreover, principles influence environmental law policy, offer important guidance in interpreting the existing rules and serve as starting point for developing the law further. Principles play a prominent role in environmental law - probably more so than in any other field of law*". VIIKARI, Lotta. ***The Environmental Element in Space*** **Law**: Assessing the Present and Charting the Future. Koninklijke Brill NV: Leiden/Boston, 2008. p. 127-128.

Tabela 13 – Propostas Regulatórias e Princípios do Direito Ambiental Internacional.

Proposta	Princípio do Desenvolvimento Sustentável e da Responsabilidade Intergeracional	Princípio da Boa Vizinhança e da Diligência Devida	Princípio da Precaução e da Prevenção	Princípio da Responsabilidade Comum, porém Diferenciada	Princípio da Informação e da Participação	Princípio do Poluidor Pagador
4.1 Proposta Regulatória Internacional para PSBCs	X	X	X		X	
4.2 Proposta Regulatória Nacional para PSBCs	X	X	X		X	
4.3 Unificação da Caracterização de PSBCs	X			X		
4.4 Classificação de PSBCs pelos Níveis de Risco/Criticidade de seus Impactos Ambientais no Espaço Exterior	X		X	X		
4.5 Mapeamento dos PSBCs	X	X	X			
4.6 Criação de Uma Comissão para avaliar os PSBCs	X	X	X		X	
4.7 Definição de órbitas ou trajetórias preferenciais ou exclusivas para PSBCs	X	X	X			
4.8 Consideração das Faixas de Frequências estipuladas pela ITU.	X	X			X	
4.9 Acompanhamento de PSBCs via “sinalizadores”	X	X	X		X	
4.10 Simplificação de Registro de PSBCs	X				X	
4.11 Criação de um banco de dados de PSBCs	X				X	
4.12 Criação de um fundo para PSBCs	X			X		X

Vale notar que todas as propostas estão ancoradas no princípio fundamental do Direito Ambiental Internacional que é o do Desenvolvimento Sustentável, na medida em que sua grande finalidade é tornar a atividade realizada por meio dos PSBCs mais sustentável e permitir o uso dos recursos limitados do espaço exterior por presentes e futuras gerações. Vejamos pois, as propostas.

4.1 Proposta Regulatória Internacional para PSBCs

Verifica-se a necessidade de reconhecimento e tratamento do problema e solução formulados na Seção 1.1 (segundo as propostas de 4.3 a 4.12), via

regulamentação internacional específica para pequenos satélites. Este é o primeiro passo para uma ação eficaz.

Como ocorreu na discussão sobre detritos espaciais, é natural encontrar certa resistência a novas regras, por assim dizer. Ainda assim, o trabalho de conscientização para o problema é vital à sustentabilidade das atividades espaciais e ao Estado-lançador. Tendo em mente os Princípios do Direito Ambiental Internacional (desenvolvimento sustentável e da responsabilidade intergeracional, da boa vizinhança e da diligência devida, da precaução e da prevenção), as propostas e o uso, da Teoria do Risco apresentadas neste trabalho desempenham uma função primordial.

Adicione-se a isso o fato de que, ao permitir o lançamento dos PSBCs, o Estado-lançador assume um compromisso internacional de responder em caso de danos a terceiros; e ele o faz muitas vezes sem cautela, como a contratação de um seguro, por exemplo. Como pôde ser observado durante a 57ª reunião do Subcomitê Jurídico do COPUOS, realizada em 2018, poucos países relataram suas práticas relacionadas a pequenos satélites e alguns, como o Brasil, só reportaram registrar seus pequenos objetos espaciais. Mas esta prática não pode ser comprovada em consulta à página do UNOOSA até 12 de fevereiro de 2019. O registro não implica diretamente responsabilidade, mas jurisdição e controle de um objeto espacial. Ao não registrá-lo, o Estado Parte da Convenção sobre Registro (1975) incorre em não cumprimento do Artigo 2º., pelo qual o Estado Lançador deverá manter um registro nacional, e do Artigo 4º, pelo qual o Estado de Registro deverá fornecer ao Secretário-Geral da ONU informações específicas sobre o seu objeto. Mas, uma lacuna importante pode ser encontrada nesse Artigo 4º: segundo a provisão, o fornecimento das informações à ONU pelo Estado de registro deverá se dar no prazo mais breve possível. Tal relativização permite o descumprimento por parte do Estado de Registro, sem prejuízo algum a ele.

Tanto o Tratado do Espaço (1967) quanto a Convenção sobre Responsabilidade (1972) ou a Convenção sobre Registro (1975) não fazem distinção em relação ao tamanho do objeto; ou seja, todos se aplicam aos PSBCs, apesar da brevidade de suas missões.

As informações sobre o objeto espacial a serem fornecidas pelo Estado de Registro, conforme o Artigo 4º da Convenção sobre Registro (1975), são

relativamente simples: nome do Estado ou Estados Lançadores, designação do objeto espacial ou número de registro, data e território ou local de lançamento, parâmetros orbitais básicos (período nodal), inclinação, apogeu, perigeu) e função geral do objeto. Fornecer tais informações significa aplicar o Princípio da Informação, relevante para a segurança do setor espacial.

Contudo, a questão mais preocupante, no caso dos PSBCs, é, sem dúvida, quanto à responsabilidade. Regras mais flexíveis para esse tipo de objeto poderiam, em tese, estimular a cadeia produtiva na medida em que fornecem mais segurança aos Estados e aos seus operadores. Outros nichos de mercado poderiam igualmente se beneficiar da novidade, como o mercado de seguros, que é bastante raro em países em desenvolvimento, se não inexistente.

A negociação via abordagem *top-down*, que se inicie com uma regulamentação internacional, naturalmente por meio do COPUOS ou de outra organização internacional como a ITU, e, posteriormente, que incentive regulamentações nacionais, pode se arrastar por muitas décadas. Como a história da exploração espacial demonstrou, para negociações *top-down,* é preciso um *momentum*. Isso ocorreu, por exemplo, nas tratativas que culminaram no Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio, de 1987, que estabeleceu metas de eliminação dessas (Substâncias Destruidoras da Camada de Ozônio - SDOs), como o clorofluorcarbono (CFH), até sua total eliminação. O Protocolo é um modelo de cooperação bem-sucedida, no sentido de que foi ratificado por todos os países do mundo. A participação dos atores não estatais é fundamental nesse processo, como preconiza o Princípio da Participação.

As sugestões apresentadas nas seções seguintes podem servir de referência a uma regulamentação internacional eficaz.

4.2 Proposta Regulatória Nacional para PSBCs

Verifica-se a necessidade de reconhecimento e tratamento do problema e solução formulados na Seção 1.1 (segundo as propostas de 4.3 a 4.12) por meio de regulamentação nacional específica para PSBCs. Este é outro caminho possível para uma ação eficaz.

Os Artigos 6o. e 7o. do Tratado do Espaço tratam da responsabilidade internacional dos Estados pelas atividades espaciais conduzidas por organizações governamentais e não governamentais. A segunda frase do Artigo 6º. versa que as atividades de entidades não governamentais requerem autorização e supervisão contínua do "apropriado" Estado-parte do Tratado (*appropriate State Party to the Treaty*). Conforme Gerhard (2009), entidades não-governamentais não estão diretamente vinculadas ao Tratado. Contudo, o histórico de elaboração do Tratado, ou os seus *travaux préparatoires,* denotam que, nesse caso, o Estado responsável é também a entidade que autoriza e monitora as atividades de suas organizações governamentais ou não, ou seja, o Estado Lançador [244] . Instituições não-governamentais são entidades frequentes no ramo dos Pequenos Satélites de Baixa Complexidade. Apesar de não estarem vinculadas ao Tratado do Espaço, seus Estados são responsáveis por suas atividades. Eles devem autorizá-las e supervisioná-las continuamente. Por essa razão, é importante haver uma regulamentação nacional dos Pequenos Satélites de Baixa Complexidade ainda que, na esfera internacional, o Direito Espacial mantenha seu *status quo*.

Palkovitz (2016)[245] argumenta que o lançamento de PSBCs permite a seguinte interpretação: uma vez que, em geral, esses objetos são lançados "de carona" em veículos lançadores de objetos maiores, e a ausência de uma definição precisa do termo "procura lançamento", o Estado a cuja nacionalidade pertença determinado Pequeno Satélite de Baixa Complexidade pode entender que ele não se encaixa em nenhuma das categorias previstas no Tratado do Espaço ou na Convenção sobre Reponsabilidade. A autora cita alguns casos em que essa interpretação se deu: o CubeSat Triton-1, da empresa ISIS, com sede na Holanda. De toda sorte, interpretações como a da Holanda não são senso comum. O Estado Lançador está definido no Artigo 7º. no Tratado do Espaço, que inclui aquele que lança, procura o lançamento, de cujo território ou de cujas instalações um objeto é lançado (o que

---

[244] GERHARD, Michael. *Article VI*. Em: HOBE, Stephan; SCHMIDT-Tedd, Bernhard, SCHROGL, Kai-Uwe (eds.), ***Cologne Commentary on Space Law*.** Cologne, Heymanns, v. I, p. 110-112, 2009.

[245] PALKOVITZ, Neta. *Small Satellites: Innovative Activities, Traditional Laws, and the Industry Perspective*. Em: MARBOE, Irmgard (Ed.). ***Small Satellites: Regulatory Challenges and Chances***. Brill Nijhof: Leiden/Boston, p. 53-54, 2016.

inclui tentativas de lançamento). Portanto, há um fundamento para se crer que a Holanda, nesse caso, seria o Estado Lançador do CubeSat Triton-1, apesar da imprecisão do termo “procurar”.

Outro exemplo da importância da regulamentação nacional aconteceu no início de 2018, envolvendo os EUA, uma *start-up* norte americana e a Índia. Após reprovação pela Comissão Federal de Comunicações (FCC, sigla em Inglês para *Federal Communications Comisssion*), entidade responsável por esse tipo de autorização pelos EUA, a *start-up* americana *Swarm Technologies*, do Vale do Silício, decidiu procurar o lançamento de seus quatro pequenos satélites denomidados Space BEEs (*Basic Eletronic Elements*) na índia. A bordo do foguete *Polar Satellite Launch Vehicle,* os Space BEEs 1, 2, 3 e 4, e outros 16 satélites foram lançados pela Organização Indiana de Pesquisa Espacial (ISRO, sigla em Inglês para *Indian Space Research Organisation*) em 12 de janeiro de 2018. Segundo a base de dados do UNOOSA, nenhum desses objetos foi registrado oficialmente na ONU. Uma das preocupações da FCC que motivou a reprovação dos Space BEEs era quanto ao tamanho dos satélites, a saber: cubesats de 0,25 U (10 cm X 10 cm X 2,8 cm). Por si só eles já seriam considerados detritos espaciais difíceis de serem monitorados e com potencial para colisões[246]. Tal manobra operada pela *Swarm Technologies* deixa os EUA em uma situação difícil, pois, embora os satélites não tenham sido autorizados ou lançados pelo país norte-americano, a empresa é sabidamente americana, o que torna os EUA, automaticamente, um de seus Estados Lançadores e, portanto, responsável pelos objetos em caso de danos a terceiros.

Em favor de uma regulamentação nacional, apresenta-se a negociação via abordagem *bottom-up*, qual seja, iniciando com uma regulamentação nacional, que não fira os princípios gerais do Direito Espacial, cimentada em Princípios do Direito Ambiental Internacional (desenvolvimento sustentável e responsabilidade intergeracional, boa vizinhança e diligência devida, precaução e prevenção, informação e participação) e que ofereça aos Estados e às entidades participantes a

[246] IEEE Spectrum. ***FCC Accuses Stealthy Startup of Launching Rogue Satellites***. Disponível em: <https://spectrum.ieee.org/tech-talk/aerospace/satellites/fcc-accuses-stealthy-startup-of-launching-rogue-satellites>. Acesso em 19 dez. 2018.

segurança para continuar operando e usufruindo das benesses da exploração espacial.

As sugestões apresentadas nas seções seguintes podem servir de referência a uma regulamentação nacional eficaz.

4.3 Unificação da Caracterização de PSBCs

A unificação da caracterização de PSBCs também compõe um cenário favorável à legislação espacial eficaz, já que não há consenso sobre tal caracterização e, para o Direito Espacial, todo tipo de satélite é um objeto espacial.

Nos capítulos anteriores, especialmente no Capítulo 2, foram relatadas caracterizações da literatura para pequenos satélites. Observou-se que estas medidas (em geral massa e tamanho) não satisfazem os critérios preponderantes dos PSBCs. Para que haja uma regulamentação eficaz é necessário compreender que os PSBCs não se comportam no espaço da mesma maneira que os PSACs, que possuem tecnologias mais avançadas, capacidade de controle e manobra, por exemplo, e, por esses motivos, merecem tratamentos jurídicos distintos. Seria uma espécie de aplicação do princípio da responsabilidade comum, porém diferenciada partindo da premissa do avanço tecnológico e não dos Estados.

Considerando que não há um consenso sobre o que é um pequeno satélite, e que não há na literatura pesquisada uma diferenciação entre PSACs e PSBCs, entende-se que a caracterização proposta por Bearden (2000/2001) parece ser a mais adequada até o momento, ao considerar aspectos técnicos mais detalhados, que influenciam esses tipos de missões.

Com base no exposto na Seção 2.1, tanto para uma regulamentação internacional quando para uma regulamentação nacional, propõe-se unificar a caracterização dos PSBCs, que leve em consideração a caracterização de Bearden (2000/2001) repetida a seguir, amparadas em Princípios do Direito Ambiental Internacional (desenvolvimento sustentável e responsabilidade intergeracional, com as seguintes características:

i. Carga útil de ~ 5 a 10 kg,
ii. Um instrumento de carga útil,

iii. Estabilizado por rotação ou gradiente de gravidade,
iv. Células solares fixas ao corpo (arsenieto de silício ou gálio),
v. Vida útil curta (~ 6 a 12 meses),
vi. Projeto de sequência única,
vii. Estruturas de alumínio,
viii. Precisão de apontamento grosseira (~ 1 a 5 graus),
ix. Sem propulsão ou sistema de gás frio,
x. Comunicação de baixa frequência,
xi. Antenas de baixo ganho em hélice ou trama simples,
xii. Enlace de descida de baixa taxa de dados (~ 1 a 10 kilobits por segundo),
xiii. Requisitos de baixa potência (~ 50 a 100 Watt),
xiv. Nenhum mecanismo implantado ou articulado,
xv. Pouco ou nenhum armazenamento de dados,
xvi. Nenhum processamento a bordo (*bent pipe*),
xvii. Revestimento térmico passivo, usando revestimentos, isolamento etc.

Essas características podem ser revisitadas e revistas conforme o desempenho da aplicação da regulamentação e conforme se der a evolução tecnológica. Nesse sentindo, a *Soft Law* se apresenta como um instrumento muito mais eficiente por ser dinâmica e permitir tais revisões e emendas. Uma característica que pode ser incorporado à caracterização de Bearden (2000/2001) para evitar a longa permanência dos PSBCs é a faixa de órbitas, conforme defendido na Proposta 4.7 (Definição de órbitas ou trajetórias preferenciais ou exclusivas para PSBCs).

4.4 Classificação de PSBCs pelos Níveis de Risco/Criticidade de seus Impactos Ambientais no Espaço Exterior

No Capítulo 3, foram apresentadas as ferramentas FMEA e FMECA, utilizadas pela Engenharia, para análise de modos de falha e seus efeitos (no caso da FMEA) e de modos de falha, seus efeitos e sua criticidade (no caso da FMECA). A FMEA é uma ferramenta de análise qualitativa, cujo sucesso depende da qualidade dos dados adquiridos e da eficácia na identificação, comunicação e tratamento da falha

(RABELLO, 2017)[247]. Já a FMECA é composta por dados qualitativos mas, também, por dados quantitativos. Em um universo em que dados são escassos, como no caso dos PSBCs, a classificação desses objetos por níveis de risco/criticidade dependerá de terminologias que exprimam (palavras) ou ilustrem (cores ou figuras) faixas de números.

A terminologia deve exprimir e ter compromisso com o conhecimento sobre a variedade das ocorrências (possibilidades) de um evento incerto (aleatório), os níveis de certeza destas ocorrências (probabilidades) e as consequências destas ocorrências (severidade). Daí emergem: o conceito de Risco da ocorrência de um evento incerto; e sua medida, a Criticidade (C), ser igual ao produto da Probabilidade (P) e da Severidade (S); i.e., C = P x S. Baseados nisto, propõe-se, a seguir, caracterizar os PSBCs pelos níveis de risco/criticidade de seus impactos ambientais no espaço exterior.

O conceito de Risco e sua medida, a Criticidade, fundamentarão as propostas regulatórias deste trabalho; mas isto, idealmente, exige representações quantitativas dos conhecimentos sobre P, S e C, pois um evento incerto possui uma variedade de ocorrências (possibilidades), níveis variados de certeza (probabilidades) e de consequências (severidades). Quando os dados que contribuem para a verificação das possibilidades, probabilidades e severidades, científicas ou jurídicas, são escassos ou pouco conhecidos, como no caso dos PSBCs, recorre-se a representações semi-quantitativas dos conhecimentos (por palavras, cores e letras, correspondentes a níveis numéricos e/ou faixas de números) sobre P, S e C, como será feito a seguir. Isto ocorre em outras áreas, inclusive ambientais, a saber:

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, sigla em Inglês para *Intergovernmental Panel on Climate Change*) adota um sistema semi-quantitavivo para avaliar as (7) Probabilidades de Ocorrência de um Evento Natural, mostradas na Tabela 14:

> A probabilidade pode ser baseada em análise quantitativa ou na elicitação de pontos de vista de especialistas. A faixa central desta escala não deve ser usada para expressar uma falta de conhecimento (...). Há evidências de que os leitores podem ajustar sua interpretação

[247] RABELLO, op. cit., p. 30. Disponível em: <mtc-m21b.sid.inpe.br>. Acesso em 02 fev. 2018.

dessa linguagem de probabilidade de acordo com a magnitude das consequências potenciais percebidas[248].

Tabela 14 – Probabilidades de Ocorrência de um Evento Natural.

Nível	Terminologia	Probabilidade Bayesiana de Ocorrência/Resultado
7	Praticamente certo (*virtually certain*)	> 99% de probabilidade de ocorrência
6	Muito provável (*very likely*)	> 90% de probabilidade
5	Provável (*likely*)	> 66% de probabilidade
4	Tão provável quanto improvável (*About as likely as not*)	33 – 66% de probabilidade
3	Improvável (*unlikely*)	< 33%
2	Muito improvável (*very unlikely*)	< 10% de probabilidade
1	Excepcionalmente improvável (*exceptionally unlikely*)	< 1% de probabilidade

Fonte: IPCC (2018). Tradução nossa.

Já as três Fontes de Incerteza e Níveis de Confiança do IPCC sobre os Modelos Climáticos Acoplados[249] são divididas como demonstra a Tabela 15:

[248] "*Likelihood may be based on quantitative analysis or an elicitation of expert views. The central range of this scale should not be used to express a lack of knowledge (...).There is evidence that readers may adjust their interpretation of this likelihoodlanguage according to the magnitude of perceived potential consequences*". INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC*).* ***Guidance Notes for Lead Authors of the IPCC Fourth Assessment Report on Addressing Uncertainties***. Disponível em: <http://www.ipcc-wg2.awi.de/guidancepaper/uncertainty-guidance-note.pdf>. Acesso em 12 mar 2018.

[249] INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). ***Reports – Assessment Reports***. *Working Group I: The Scientific Basis. Sources of Uncertainty and Levels of Confidence in Coupled Models*. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg1/336.htm>. Acesso em 12 mar 2018.

Tabela 15 – Níveis de Confiança do IPCC sobre Modelos Climáticos.

Nível	Classificação	Descrição
3	**Bem estabelecido**	Quase todos os modelos se comportam da mesma maneira; as observações são consistentes com quase todos os modelos; experimentos sistemáticos realizados com muitos modelos suportam a descoberta.
2	**Evoluindo**	Alguns modelos suportam a descoberta; diferentes modelos representam diferentes aspectos das observações; diferentes aspectos dos processos-chave podem ser invocados para suportar a descoberta; experiências limitadas com alguns modelos suportam a descoberta; as parametrizações que suportam o achado estão incompletamente testadas;
1	**Especulativo**	Ideia conceitualmente plausível que só foi tentada em um modelo ou tem incertezas muito grandes associadas a ele.

Fonte: Adaptada de IPCC (2018). Tradução nossa.

Na literatura jurídica americana, Weiss (2003) propõe[250] uma escala semi-quantitativa com níveis de certeza tendo como pano de fundo asserções científicas mundialmente conhecidas. A proposta complementa a inferência estatística Bayesiana, muito utilizada em mudanças climáticas, aquecimento global etc. Os termos escolhidos para compor a escala advêm dos Direitos Penal, Civil e Administrativo dos EUA, exceto pelo termo “acima de qualquer dúvida”. Como indica o autor, “no Direito, nenhuma testemunha pode estar absolutamente certa. Na ciência, qualquer teoria pode em princípio ser refutada. (...). [T]al padrão não é reconhecido pelo Direito americano e de fato chega perigosamente perto do requisito de certeza absoluta” (tradução nossa)[251].

[250] WEISS, Charles. *Expressing Scientific Uncertainty*. ***Law, Probability and Risk***. Vol. 2. 2003. p. 26.

[251] “*In law, no witness can be absolutely certain. In science, any theory can in principle be disproved (...). such a standard is not recognized by US law and indeed comes perilously close to the requirement of absolute certainty*”. *Ibid*. p. 34.

Uma alternativa plausível é a proposta de Weiss (2003), Tabela 16, que é análoga à escala Richter, que mede quantitativamente a força dos terremotos. Naquela, os (11) Níveis de Certeza Relacionando Critérios Legais e Científicos, mostrados na Tabela 16, são elencados de 0 a 10, em que 10 é o ponto mais elevado, em que a certeza está próxima da verdade absoluta. Exemplos disso são a Lei da Gravidade e a Teoria da Relatividade. Nesses casos, como observa Weiss, "um indivíduo não hesitaria em confiar e agir"[252]. O nível 0 representa um padrão impossível de ser acreditado, ou seja, aquilo em que não há quaisquer comprovações científicas ou cujas demonstrações vão contra leis consagradas, como a leis da Física.

O autor observa que a escala não elimina possíveis ambiguidades ou desacordos entre os diversos níveis de certeza, porém, ao colocá-las dessa maneira, a identificação e gradação semi-quantitativa das incertezas se torna mais clara e mais próxima da fidelidade. Além disso, a escala auxilia na tomada de decisão.

Tabela 16 – Níveis de Certeza, Relacionando Critérios Legais e Científicos.

Nível	**Padrões Legais de Prova**	**Níveis científicos informais de certeza**	**Asserções Científicas (Opinião Subjetiva do Autor)**
10	Além de qualquer dúvida (*Beyond any doubt*).	Teoria fundamental na conclusão do experimento que explica uma grande variedade de observações, dentro de limites de validação bem compreendidos.	A Lei da Gravidade; Equações do Eletromagnetismo de Maxwell; Teoria da Relatividade; Teoria da Evolução; Eletrodinâmica Quântica; Placas Tectônicas.
9	Além de uma certeza razoável (*Beyond a reasonable doubt*).	Rigorosamente provado, Experimentação(ões) crítica(s) dá(ão) resultado claro e inequívoco, excluindo-se explicações alternativas.	O CFC causa o buraco no ozônio estratosférico; O fumo e o amianto causam câncer; A exposição ao DDT leva ao afinamento da casca do ovo de pássaros; Inicialmente, a atmosfera terrestre não continha oxigênio; A AIDS é causada pelo vírus

[252] WEISS, *op. cit.*, p. 31.

			HIV.
8	Evidência clara e convincente (*Clear and convincing evidence*).	Substancialmente provado. Alguns detalhes ainda precisam ser trabalhados. Razoavelmente certo.	Os dinossauros foram extintos por causa do impacto de um grande meteoro ou cometa; O aleitamento materno melhora o sistema imunológico da criança; O crescimento de plâncton no Pacífico equatorial é limitado pela disponibilidade de ferro; O fósforo contido em detergentes nos EUA causa a eutrofização dos lagos.
7	Clara demonstração (*clear showing*).	Muito provável.	Metade de todas as moléculas no espaço interestelar, exceto o H_2, é orgânica; Os estoques de bacalhau no Grand Banks diminuíram por conta da sobrepesca; Os mexilhões-zebra prosperaram nos EUA porque não tinham predadores naturais.
6	Evidência substancial e crível (*substantial and cedible evidence*).	Provável. Evidência aponta nessa direção, mas não é totalmente provado.	Os neutrinos têm massa em repouso diferente de zero; Os ácaros causam asma.
5	Preponderância de evidência (*preponderance of evidence*).	Mais provável que não provável. Se eu tivesse que escolher, parece mais provável que seja verdadeiro que não verdadeiro.	Houve água líquida na superfície de Marte em algum momento nos últimos 100 milhões de anos; O aumento recente nos níveis de raios ultravioleta no solo aumentou as taxas de câncer de pele.
4	Claros indícios (*clear indication*).	Atrativo, mas não provado. Há acúmulo de evidências nessa direção.	Cerca de metade de todas as estrelas tem ao menos um planeta.
3	Causa provável: motivos razoáveis para acreditar. (*probable cause: reasonable grounds for belief*).	Hipóteses plausíveis, apoiadas em alguma evidência.	As emissões de SO_2 por usinas de energia são a principal causa de dano às árvores na Europa; O aquecimento global levará a expansão de doenças tropicais.
2	Motivos razoáveis e argumentáveis para	Possível, vale a pena	Os produtos químicos sintéticos causaram a

	suspeitar (*reasonable, articulable grounds for suspicion*).	investigar.	diminuição da quantidade de esperma humano; Os vestígios de mercúrio em vacinas infantis levaram ao aumento nas taxas de autismo.
1	Sem motivos razoáveis para suspeitar (*no reasonable grounds for suspicion*).	Improvável: evidências disponíveis são contrárias, ou violam paradigmas existentes, mas não totalmente descartado.	As reações nucleares podem ser iniciadas por meios eletroquímicos (fusão a frio); Os telefones celulares ou a energia de alta tensão podem causar câncer.
0	Impossível (*impossible*).	Contra as leis conhecidas da física de outras ciências.	Máquinas de movimento perpétuo; Os traços adquiridos durante a vida de um indivíduo a partir de fatores ambientais são passados geneticamente para a próxima geração.

Fonte: WEISS (2003). Tradução nossa.

A Agência Federal de Aviação (FAA, sigla em Inglês para *Federal Aviation Administration*), as demais agências similares e toda a indústria aeronáutica, também adota um sistema semi-quantitativo para avaliar as (5) Criticidades de um acidente aéreo em função da probabilidade de ocorrência e da severidade dos danos, conforme a Prática Recomendada Aeroespacial Diretrizes e Métodos para Conduzir o Processo de Avaliação de Apreciação de Segurança em Sistemas e Equipamentos Aerotransportados. SAE-ARP 4761[253], mostradas na Tabela 17:

Tabela 17 – Criticidades de um Acidente Aéreo em Função da Probabilidade de Ocorrência e da Severidade dos Danos.

Nível de Garantia do Desenvolvimento (CRITICIDADE)	Probabilidade Máxima por Hora de Voo (PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA)	Classificação do Perigo (SEVERIDADE DE DANOS)
A	Extremamente Improvável 10^{-9}	Catastrófico (Todas as condições de falha que impedem a continuidade do voo seguro)

[253] SAE INTERNATIONAL. ***Guidelines and methods for conducting the safety assessment process on civil airborne systems and equipment ARP4761.*** 01 dez 1996. Disponível em: <https://www.sae.org/standards/content/arp4761/>. Acesso em 03 fev 2019.

B	Extremamente Remota 10^{-7}	Perigoso (Grande redução nas margens de segurança ou nas capacidades funcionais)
C	Remota 10^{-5}	Grande (Redução significativa das margens de segurança ou nas capacidades funcionais)
D	Razoavelmente Provável 10^{-3}	Pequeno (Ligeira redução nas margens de segurança) - Leve aumento da carga de trabalho da tripulação; - Algum inconveniente aos ocupantes/tripulantes.
E	Frequente --	Sem Efeito

Fonte: SAE *International* (1996). Adaptação e tradução nossas.

Nas análises de Confiabilidade (Predição de Confiabilidade, Redução de Esforços (*Derating*) e FMEA/FMECA de partes Elétricas, Eletrônicas e Eletromecânicas de Satélites, o INPE adota a classificação qualititiva, para avaliar a probabilidade de ocorrência de uma falha como demonstrado na Tabela 18[254]. Esses valores podem variar conforme as necessidades do projeto em desenvolvimento, como descrito em INPE (2017).

Tabela 18 - Classificação Qualitativa da Probabilidade de Ocorrência de uma Falha.

Classificação da Probabilidade de Ocorrência	Níveis (abordagem qualitativa)
Frequente: uma alta probabilidade de ocorrência durante o período de tempo de funcionamento do item.	A
Razoavelmente Provável: uma moderada probabilidade de ocorrência durante o período de tempo de funcionamento do item.	B
Ocasional: uma probabilidade ocasional de ocorrência durante o período de tempo de funcionamento do item.	C

[254] INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Guia de Elaboração das Análises de Confiabilidade (Predição de Confiabilidade, Redução de Esforços (Derating)) e FMEA/FMECA de partes Elétricas, Eletrônicas e Eletromecânicas para os satélites do INPE** – SESEQ-Q-HBK-00047. Versão 1. 20 dez. 2017. p. 40-41.

Remoto: uma improvável probabilidade de ocorrência durante o período de tempo de funcionamento do item.	D
Extremamente Improvável: uma falha na qual sua probabilidade de ocorrência é essencialmente zero durante o período de tempo de funcionamento do item.	E

Fonte: INPE (2017).

A mesma referência[255] classifica a severidade e seus efeitos em níveis, como apresentado na Tabela 19. Esses valores podem variar conforme as necessidades do projeto em desenvolvimento, como descrito em INPE (2017).

Tabela 19 - Níveis de Severidade e Seus Efeitos

Categoria de Severidade	Nível de Severidade	Efeitos para a Dependabilidade (como especificado em ECSS-Q-ST-30)
Catastrófico	I	Propagação da falha
Crítica	II	Perda da missão
Maior	III	Degradação maior da missão
Menor ou Negligenciável	IV	Degradação menor da missão ou qualquer outro efeito

Fonte: INPE (2017).

A Tabela 20 demonstra o valor e o amparo jurídico ou técnico aplicado a cada elemento da fórmula para a caracterização dos PSBCs pelos níveis de risco/criticidade de seus impactos ambientais no espaço exterior, considerando somente dois fatores (P e S). Nela, as faixas de números estão expressas por palavras (baixa, média, alta), por cores (verde, amarela e vermelha) e pela figura de um cubesat com o lado P ou S pintado em verde, amarelo ou vermelho conforme o nível de criticidade (baixa, média, alta). Por ser brasileiro, elegemos uma figura do OSCAR-17 para a ilustração dessa representação de cores. O amparo jurídico ou

[255] Ibid. p. 40.

técnico para cada nível de Probabilidade (P) advém das Tabelas 14 e 15 do IPCC (2018), da Tabela 16 proposta por Weiss (2003), da Tabela 17 proposta pela FAA (SAE, 1996) e Tabela 18 proposta por INPE (2017). Os níveis de Severidade (S) foram extraídos da Tabela 17 proposta pela FAA (SAE, 1996) e da Tabela 19 proposta pelo INPE (2017).

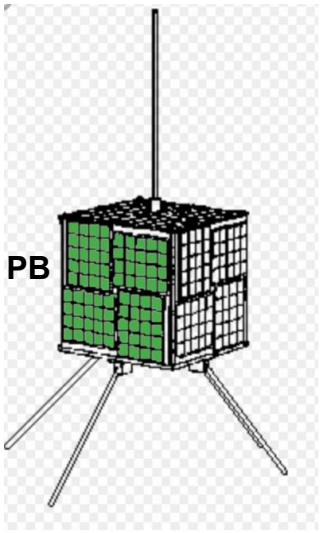
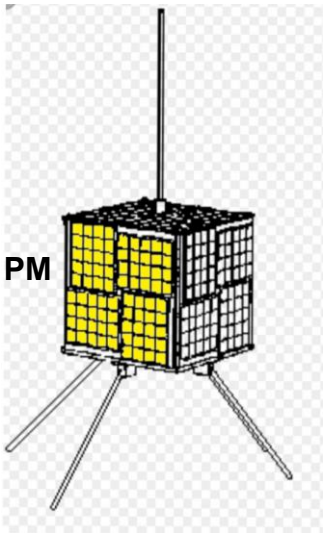
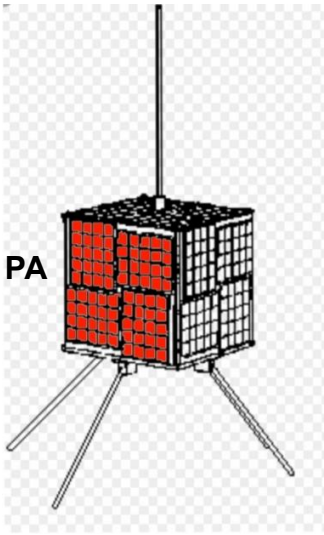
Tabela 20 – Descrição dos Fatores, Seus Valores ou Descrições, e os Amparos Jurídicos ou Técnicos.

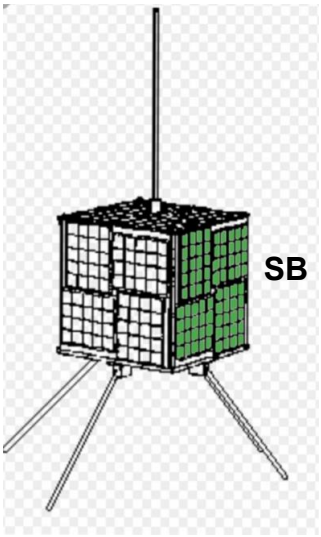
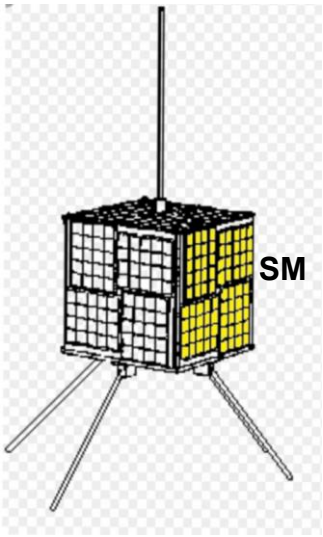
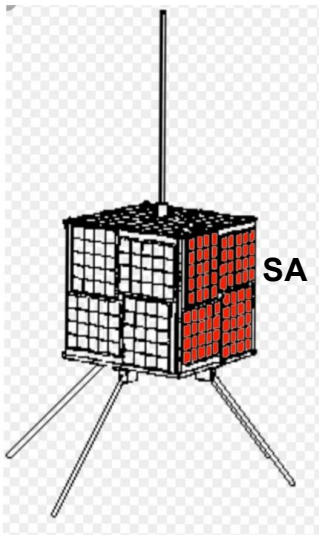
ITEM	**VALOR/DESCRIÇÃO**	**AMPARO JURÍDICO OU TÉCNICO**
P (Probabilidade de Ocorrência)	0 a 100% P. ex.: 0 – 1/3 (baixa/verde); 1/3 – 2/3 (média/amarela); 2/3 – 3/3 (alta/vermelha)	Tabelas 14, 15,16, 17 e 18
S (Severidade do Dano, Dano a tempo, dinheiro, ambiente, vidas humanas etc.	Baixa (verde), Média (amarela), Alta (vermelha).	Tabela 17 e 19

Considerando especialmente o Princípio da Precaução, em que a incerteza científica não deve ser utilizada como justificativa para a inação, e outros Princípios do Direito Ambiental Internacional (desenvolvimento sustentável, responsabilidade intergeracional e prevenção), com base nas Tabelas 14 e 15 do IPCC (2018), na Tabela 16 proposta por Weiss (2003), na Tabela 17 proposta pela FAA (SAE, 1996) e nas Tabelas 18 e 19 propostas pelo INPE (2017), propõe-se:

1) A curto prazo, adotar e estimar, primeiramente, semi-quantitativamente os 3 Níveis (baixa/verde, média/amarelo, alta/vermelho) dos 2 Fatores (P e S) de Criticidade/Risco propostos por Rabello (2017), a partir dos: níveis de probabilidade de ocorrência e de confiança propostos pelo IPCC (2018) nas Tabelas 14 e 15; níveis de certezas propostos por Weiss (2003) na Tabela 16; e níveis de probabilidade de ocorrência e de severidade dos danos propostos pela FAA (SAE, 1996) na Tabela 17 e pelo INPE (2017) nas Tabelas 18 e 19; como mostrados na Tabela 21:

Tabela 21 – 3 Níveis (baixo/verde, médio/amarelo, alto/vermelho) dos 2 Fatores (P e S) para Classificação dos PSBCs pelos Níveis de Risco/Criticidade de seus Impactos Ambientais no Espaço Exterior

PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA BAIXA (PB)	**PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA MÉDIA (PM)**	**PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA ALTA (PA)**
P. ex.: 0 – 1/3 (verde) Níveis 1-3 da Tabela 14 Nível 1 da Tabela 15 Níveis 0-3 da Tabela 16 Níveis A e B da Tabela 17 Níveis D e E da Tabela 18  **PB**	P. ex.: 1/3 – 2/3 (amarela) Nível 4 da Tabela 14 Nível 2 da Tabela 15 Níveis 4-7 da Tabela 16 Nível C da Tabela 17 Nível C da Tabela 18  **PM**	P. ex.: 2/3 – 3/3 (vermelha) Níveis 5-7 da Tabela 14 Nível 3 da Tabela 15 Níveis 8-10 da Tabela 16 Níveis D e E da Tabela 17 Nível A e B da Tabela 18  **PA**

SEVERIDADE DO IMPACTO BAIXA (SB)	SEVERIDADE DO IMPACTO MÉDIA (SM)	SEVERIDADE DO IMPACTO ALTA (SA)
Danos baixos Níveis D e E da Tabela 17 Nível IV da Tabela 19 	Danos médios Níveis C da Tabela 17 Nível III da Tabela 19 	Danos altos Níveis A e B da Tabela 17 Níveis I e II da Tabela 19 

2) Adotar as 9 combinações de cores propostas por Rabello (2017), e mostradas na Figura 8, dos Fatores da Tabela 21 para estimar os 3 Níveis (verde, amarelo, vermelho) da Criticidade da Tabela 22; ou convencionar suas combinações. Nota-se que há somente uma possibilidade na cor verde, em que P e S são baixas. Essa definição encontra-se fundamentada no Princípio da Responsabilidade de Hans Jonas e no Princípio da Precaução, do Direito Ambiental Internacional.

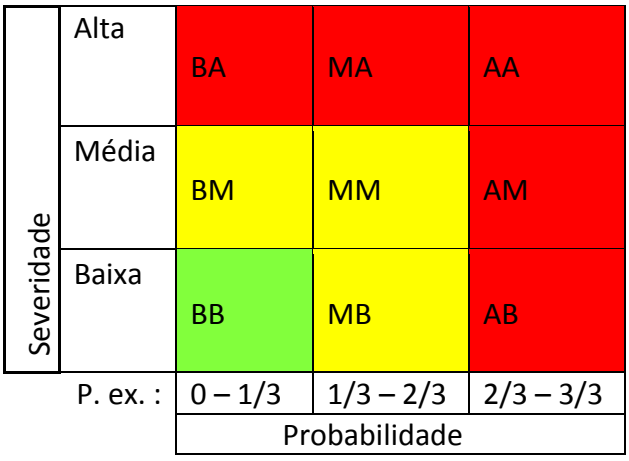


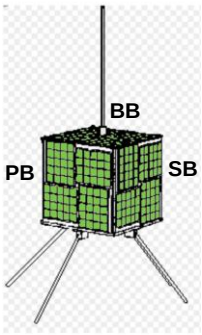
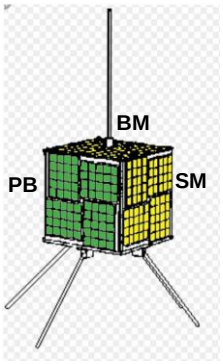
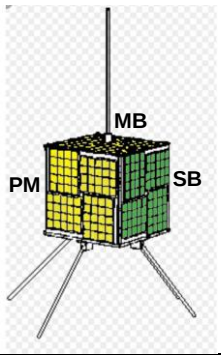
Figura 8 – 9 Combinações dos Fatores de Probabilidade de Ocorrência e Severidade do Impacto em 3 Níveis de Risco/Criticidade dos Impactos Ambientais no Espaço Exterior para Classificar os PSBCs.

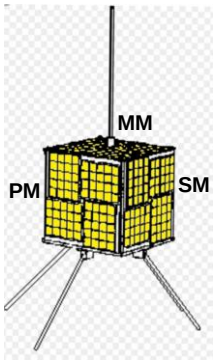
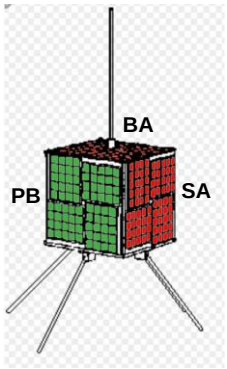
3) Adotar e estimar semi-quantitativamente a Classificação dos PSBCs em 3 Níveis de Risco/Criticidade, conforme Rabello (2017), e seu tratamento por expressões convencionadas na Tabela 21. O resultado está apresentado na Tabela 22, em que, vale ressaltar, podem haver variações na medida em que o acesso sistematizado e organizado a dados sobre PSBCs sejam viáveis. O modelo a seguir é meramente ilustrativo sobre como funcionaria o sistema de cores baseado na Teoria do Risco.

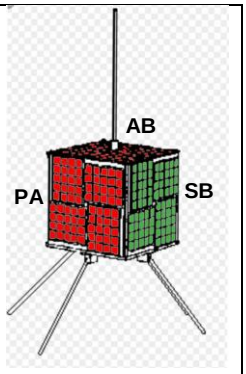
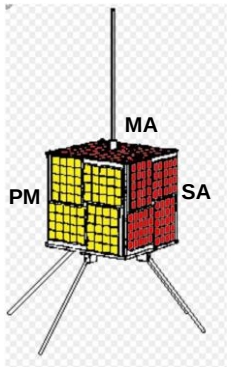
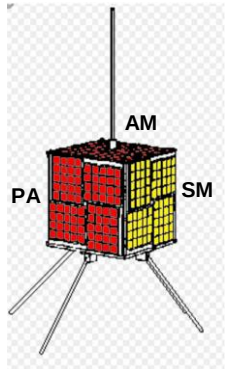
Cumpre evidenciar que a construção da Tabela 22 se deu a partir do seguinte raciocínio: a multiplicação dos fatores de risco P e S (1ª. e 2ª. colunas) resultam em C (com nomenclaturas e cores constantes da 3ª. coluna). Para cada elemento (P e S) foram atribuídos valores (frações, níveis e descrição de requisitos circunstanciais, que podem e devem ser elaborados e aprimorados com o tempo). Os níveis estão fundamentados nas Tabelas 14, 15, 16, 17, 18 e 19, conforme descrito em cada coluna, que são referências internacionais no tratamento desse tipo de incerteza, cada qual em seu domínio: IPCC (Mudanças Climáticas), Weiss (Corte Americana de Justiça), FAA (Aviação) e INPE (Espacial).

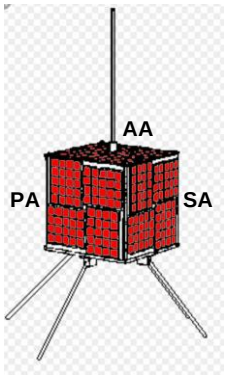
A lateral esquerda da figura do OSCAR-17, presente na coluna C, que ilustra o nível de Criticidade, foi pintada conforme P (baixa, média ou alta). A lateral direita do mesmo cubesat foi pintada conforme S (baixa, média ou alta). E o topo do cubesat foi pintado conforme a combinação dos fatores demonstrados na Figura 8.

Tabela 22 – Classificação dos PSBCs pelos Níveis de Risco/Criticidade de seus Impactos Ambientais no Espaço Exterior.

P	S	C
Baixa p. ex.: 0 – 1/3 (verde) Níveis 1-3 da Tabela 14 Nível 1 da Tabela 15 Níveis 0-3 da Tabela 16 Níveis A e B da Tabela 17 Níveis D e E da Tabela 18 p. ex.: - o objeto nunca se envolveu em situação de risco; - em razão de suas características externas, como a alocação orbital distinta ou distante de outros objetos, espera-se que o objeto não se envolva em situação de risco; - o objeto tem vida útil curta e permanência curta no espaço exterior, por ter sido colocado a uma altitude ≤ 599 km, espera-se que ele decaia em pouco tempo e deixe de representar um risco.	**Baixa** Danos baixos Níveis D e E da Tabela 17 Nível IV da Tabela 19 p. ex.: - em razão de suas características internas, como pequena massa e/ou ausência de substâncias nocivas (componentes da bateria, componentes nucleares), o dano que o objeto pode causar é sem efeito; - O Estado Lançador é parte do Tratado do Espaço, da Convenção sobre Responsabilidade, da Convenção sobre Registro e segue alguma diretriz de mitigação de detritos espaciais; - O Estado Lançador (ou instituição que ele representa) é capaz de contratar seguro.	**Baixa/Baixa** **BB** 
Baixa p. ex.: 0 – 1/3 (verde) Níveis 1-3 da Tabela 14 Nível 1 da Tabela 15 Níveis 0-3 da Tabela 16 Níveis A e B da Tabela 17 Níveis D e E da Tabela 18 p. ex.: - o objeto nunca se envolveu em situação de risco; - em razão de suas características externas, como a alocação orbital distinta ou distante de outros objetos, espera-se que o objeto não se envolva em situação de risco; - o objeto tem vida útil curta e permanência curta no espaço exterior, por ter sido colocado a uma altitude ≤ 599 km, espera-se que ele decaia em pouco tempo e deixe de representar um risco.	**Média** Danos médios Níveis C da Tabela 17 Nível III da Tabela 19 p. ex.: - em razão de suas características internas, como massa média e/ou ausência de substâncias nocivas (componentes da bateria, componentes nucleares), o dano que o objeto pode causar é pequeno (leve redução na margem de segurança sem danos a outros objetos); - O Estado Lançador é parte do Tratado do Espaço, da Convenção sobre Responsabilidade, da Convenção sobre Registro e segue alguma diretriz de mitigação de detritos espaciais; - O Estado Lançador (ou instituição que ele representa) não é capaz de contratar seguro.	**Baixa/** **Média** **BM** 
Média p. ex.: 1/3 – 2/3 (amarela) Nível 4 da Tabela 14 Nível 2 da Tabela 15 Níveis 4-7 da Tabela 16 Nível C da Tabela 17 Nível C da Tabela 18 p. ex.: - o objeto nunca se envolveu em situação de risco; mas - em razão de suas características externas, como a alocação orbital semelhante a de outros objetos (p.ex.: ISS), existe uma razoável probabilidade dele se envolver em situação de risco; e/ou	**Baixa** Danos baixos Níveis D e E da Tabela 17 Nível IV da Tabela 19 p. ex.: - em razão de suas características internas, como pequena massa e/ou ausência de substâncias nocivas (componentes da bateria, componentes nucleares), o dano que o objeto pode causar é sem efeito; - O Estado Lançador é parte do Tratado do	**Média/** **Baixa** **MB** 

- o objeto tem vida útil curta e permanência longa no espaço exterior, por ter sido colocado a uma altitude entre 600 a 899 km, espera-se que ele não decaia em pouco tempo e, portanto, representa um risco.	Espaço, da Convenção sobre Responsabilidade, da Convenção sobre Registro e segue alguma diretriz de mitigação de detritos espaciais; - O Estado Lançador (ou instituição que ele representa) é capaz de contratar seguro.	
Média p. ex.: 1/3 – 2/3 (amarela) Nível 4 da Tabela 14 Nível 2 da Tabela 15 Níveis 4-7 da Tabela 16 Nível C da Tabela 17 Nível C da Tabela 18 p. ex.: - o objeto nunca se envolveu em situação de risco; mas - em razão de suas características externas, como a alocação orbital semelhante a de outros objetos (p.ex.: ISS), existe uma razoável probabilidade dele se envolver em situação de risco; e/ou - o objeto tem vida útil curta e permanência longa no espaço exterior, por ter sido colocado a uma altitude entre 600 a 899 km, espera-se que ele não decaia em pouco tempo e, portanto, representa um risco.	**Média** Danos médios Níveis C da Tabela 17 Nível III da Tabela 19 p. ex.: - em razão de suas características internas, como massa média e/ou ausência de substâncias nocivas (componentes da bateria, componentes nucleares), o dano que o objeto pode causar é pequeno (leve redução na margem de segurança sem danos a outros objetos); - O Estado Lançador é parte do Tratado do Espaço, da Convenção sobre Responsabilidade, da Convenção sobre Registro e segue alguma diretriz de mitigação de detritos espaciais; - O Estado Lançador (ou instituição que ele representa) não é capaz de contratar seguro.	**Média/Média** **MM** 
Baixa p. ex.: 0 – 1/3 (verde) Níveis 1-3 da Tabela 14 Nível 1 da Tabela 15 Níveis 0-3 da Tabela 16 Níveis A e B da Tabela 17 Níveis D e E da Tabela 18 p. ex.: - o objeto nunca se envolveu em situação de risco; - em razão de suas características externas, como a alocação orbital distinta ou distante de outros objetos, espera-se que o objeto não se envolva em situação de risco; - o objeto tem vida útil curta e permanência curta no espaço exterior, por ter sido colocado a uma altitude ≤ 599 km, espera-se que ele decaia em pouco tempo e deixe de representar um risco.	**Alta** Danos altos Níveis A e B da Tabela 17 Níveis I e II da Tabela 19 p. ex.: - em razão de suas características internas, como massa grande e/ou substâncias nocivas (componentes da bateria, componentes nucleares), o dano que o objeto pode causar é grande, perigoso ou catastrófico (danos materiais e imateriais a outros objetos, risco de vida a astronautas, poluição ambiental importante, que compromete uma faixa de órbita, por exemplo); - O Estado é parte do Tratado do Espaço, da Convenção sobre Responsabilidade e/ou da Convenção sobre Registro. - O Estado não segue quaisquer diretrizes de mitigação de detritos espaciais; - O Estado Lançador (ou instituição que ele representa) não é capaz de contratar seguro.	**Baixa/ Alta** **BA** 
Alta p. ex.: 2/3 – 3/3 (vermelha) Níveis 5-7 da Tabela 14 Nível 3 da Tabela 15 Níveis 8-10 da Tabela 16 Níveis D e E da Tabela 17 Nível A e B da Tabela 18 p. ex.: - o objeto já se envolveu em situação de risco ou provocou dano a outro objeto espacial; ou - em razão de suas características externas, como a alocação orbital próxima a de outros objetos, existe	**Baixa** Danos baixos Níveis D e E da Tabela 17 Nível IV da Tabela 19 p. ex.: - em razão de suas características internas, como pequena massa e/ou ausência de substâncias nocivas (componentes da bateria, componentes nucleares), o dano que o objeto pode causar é sem efeito;	**Alta/ Baixa** **AB**

uma alta probabilidade dele se envolver em situação de risco; - o objeto tem vida útil curta e permanência longa no espaço exterior, por ter sido colocado a uma altitude ≥ 900 km, espera-se que ele nunca decaia e, portanto, representa um risco perene.	- O Estado Lançador é parte do Tratado do Espaço, da Convenção sobre Responsabilidade, da Convenção sobre Registro e segue alguma diretriz de mitigação de detritos espaciais; - O Estado Lançador (ou instituição que ele representa) é capaz de contratar seguro.	
Média p. ex.: 1/3 – 2/3 (amarela) Nível 4 da Tabela 14 Nível 2 da Tabela 15 Níveis 4-7 da Tabela 16 Nível C da Tabela 17 Nível C da Tabela 18 p. ex.: - o objeto nunca se envolveu em situação de risco; mas - em razão de suas características externas, como a alocação orbital semelhante a de outros objetos (p.ex.: ISS), existe uma razoável probabilidade dele se envolver em situação de risco; e/ou - o objeto tem vida útil curta e permanência longa no espaço exterior, por ter sido colocado a uma altitude entre 600 a 899 km, espera-se que ele não decaia em pouco tempo e, portanto, representa um risco.	**Alta** Danos altos Níveis A e B da Tabela 17 Níveis I e II da Tabela 19 p. ex.: - em razão de suas características internas, como massa grande e/ou substâncias nocivas (componentes da bateria, componentes nucleares), o dano que o objeto pode causar é grande, perigoso ou catastrófico (danos materiais e imateriais a outros objetos, risco de vida a astronautas, poluição ambiental importante, que compromete uma faixa de órbita, por exemplo); - O Estado é parte do Tratado do Espaço, da Convenção sobre Responsabilidade e/ou da Convenção sobre Registro; - O Estado não segue quaisquer diretrizes de mitigação de detritos espaciais; - O Estado Lançador (ou instituição que ele representa) não é capaz de contratar seguro.	**Média/ Alta** **MA** 
Alta p. ex.: 2/3 – 3/3 (vermelha) Níveis 5-7 da Tabela 14 Nível 3 da Tabela 15 Níveis 8-10 da Tabela 16 Níveis D e E da Tabela 17 Nível A e B da Tabela 18 p. ex.: - o objeto já se envolveu em situação de risco ou provocou dano a outro objeto espacial; ou - em razão de suas características externas, como a alocação orbital próxima a de outros objetos, existe uma alta probabilidade dele se envolver em situação de risco; - o objeto tem vida útil curta e permanência longa no espaço exterior, por ter sido colocado a uma altitude ≥ 900 km, espera-se que ele nunca decaia e, portanto, representa um risco perene.	**Média** Danos médios Níveis C da Tabela 17 Nível III da Tabela 19 p. ex.: - em razão de suas características internas, como massa média e/ou ausência de substâncias nocivas (componentes da bateria, componentes nucleares), o dano que o objeto pode causar é pequeno (leve redução na margem de segurança sem danos a outros objetos); - O Estado Lançador é parte do Tratado do Espaço, da Convenção sobre Responsabilidade, da Convenção sobre Registro e segue alguma diretriz de mitigação de detritos espaciais; - O Estado Lançador (ou instituição que ele representa) não é capaz de contratar seguro.	**Alta/ Média** **AM** 
Alta	**Alta**	**Alta/Alta** **AA**

p. ex.: 2/3 – 3/3 (vermelha) Níveis 5-7 da Tabela 14 Nível 3 da Tabela 15 Níveis 8-10 da Tabela 16 Níveis D e E da Tabela 17 Nível A e B da Tabela 18 p. ex.: - o objeto já se envolveu em situação de risco ou provocou dano a outro objeto espacial; ou - em razão de suas características externas, como a alocação orbital próxima a de outros objetos, existe uma alta probabilidade dele se envolver em situação de risco; - o objeto tem vida útil curta e permanência longa no espaço exterior, por ter sido colocado a uma altitude ≥ 900 km, espera-se que ele nunca decaia e, portanto, representa um risco perene.	Danos altos Níveis A e B da Tabela 17 Níveis I e II da Tabela 19 p. ex.: - em razão de suas características internas, como massa grande e/ou substâncias nocivas (componentes da bateria, componentes nucleares), o dano que o objeto pode causar é grande, perigoso ou catastrófico (danos materiais e imateriais a outros objetos, risco de vida a astronautas, poluição ambiental importante, que compromete uma faixa de órbita, por exemplo); - O Estado é parte do Tratado do Espaço, da Convenção sobre Responsabilidade e/ou da Convenção sobre Registro; - O Estado não segue quaisquer diretrizes de mitigação de detritos espaciais; - O Estado Lançador (ou instituição que ele representa) não é capaz de contratar seguro.	

Conforme mencionado, a Tabela 22 bem como a Figura 8 consideram apenas 2 fatores (P e S) e representam as incertezas em escala de cores cf. proposto por Ribeiro (2013)[256], e ampliado por Rabello (2017); e em expressões análogas às das Tabela 14, 15, 16, 17, 18 e 19.

Mais tarde, com base em dados e fatos acumulados, propõe-se:

4) A médio prazo, adotar e estimar quantitativamente as fórmulas da Criticidade Tradicional (2 fatores): C = P x S para classificar os PSBCs pelos níveis de risco/criticidade de seus impactos ambientais no espaço exterior.
5) A longo prazo, adotar e estimar quantitativamente as fórmulas da Criticidade Expandida (3 fatores), ou até da Criticidade Estendida (4 fatores), propostas por Rabello (2017), para classificar os PSBCs pelos níveis de risco/criticidade de seus impactos ambientais no espaço exterior.

   Criticidade Expandida: C = P x S x InD

   Criticidade Estendida: C = P x S x InD x InT

[256] RIBEIRO, Carlos Eduardo Viana. **Estudo sobre Algumas Causas da Indisponibilidade de Componentes e Serviços e seus Efeitos sobre o Ciclo de Vida de Um Projeto Aeroespacial**. (Dissertação) Mestrado em Engenharia e Tecnologia Espaciais, São José dos Campos, INPE. Orientador: Marcelo Lopes de Oliveira e Souza. São José dos Campos, INPE, 2013, p. 156. Disponível em: <http://mtc-m16d.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m19/2013/04.22.20.53/doc/publicacao.pdf> . Acesso em 28 nov. 2018.

Para esses aperfeiçoamentos são necessários dados abundantes e seguros.

4.5 Mapeamento dos PSBCs

O Capítulo anterior relacionou elementos que podem representar risco nas missões de PSBCs. Aspectos técnicos; como a duração da vida útil, a alocação orbital, a massa, a presença de substâncias nocivas; assim como aspectos jurídicos; como o compromisso às provisões do Tratado do Espaço (1967), da Convenção sobre Responsabilidade (1972), da Convenção sobre Registro (e a pouca ou nenhuma adesão a diretrizes e politicas de mitigação de detritos espaciais, ameaçam a sustentabilidade das atividades espaciais e vão contra Princípios do Direito Ambiental Internacional, como o desenvolvimento sustentável e a responsabilidade intergeracional.

Ponderados os princípios da boa vizinhança e da diligência devida, da precaução e da prevenção, a Tabela 22 (de 3 níveis de criticidade) pode ser utilizadas para mapear os PSBCs e, a partir desse mapeamento, propor medidas de aprimoramento e até rejeitar certas missões, como foi relatado no caso dos Space BEEs norte americanos. Uma das sugestões seria tornar obrigatória a contratação de seguro nos PSBCs classificados nas cores verde e amarela. Limitar, solicitar a revisão e/ou até mesmo rejeitar missões classificadas na cor vermelha. Para demonstração da aplicabilidade do mapeamento sugerido, no Capítulo 5 deste trabalho é apresentado o mapeamento de amostras da série OSCAR.

4.6 Criação de uma Comissão para avaliar os PSBCs

Sugere-se criar um Comissão para avaliar PSBCs com base na Teoria do Risco e na Caracterização proposta da Seção 4.3 e na Classificação proposta na Seção 4.4. No caso de uma regulamentação internacional, a Comissão seria permanente, designada pelo e subordinada ao COPUOS, composta por especialistas de áreas afins como Direito Ambiental Internacional, Direito Espacial, Mecânica Orbital e Teoria do Risco. No caso de uma regulamentação nacional, a Comissão seria permanente, designada pela e subordinada à Agência Espacial do país ou órgão competente, responsável pelo programa espacial daquele país. Em ambas sugestões, em benefício do princípio da informação e da participação, seria

desejável a participação de representantes das comunidades científica, tecnológica e privada.

A exemplo do IADC, a Comissão teria como propósito a troca de informações sobre atividades com o uso de PSBCs, a promoção da cooperação na pesquisa sobre detritos espaciais causados por esses objetos, a revisão da caracterização e classificação dos PSBCs por níveis de risco, conforme novos dados históricos fossem sendo obtidos, e a identificação de opções de aumento da confiabilidade desses objetos.

É válido lembrar da BSTI da ONU é uma iniciativa recente, cuja missão é melhorar o acesso a ferramentas de aplicação espacial para o desenvolvimento sustentável por meio da capacitação em tecnologia espacial básica. A BSTI poderia ser ampliada para abarcar objetivos mais ambiciosos e perenes como o de mapear os PSBCs, sugerir elementos para o seu mapeamento e medidas de mitigação de risco. Tais diretrizes seriam apoiadas pelos princípios do desenvolvimento sustentável e responsabilidade intergeracional, pelo princípio da boa vizinhança e da diligência devida, da precaução e da prevenção.

4.7 Definição de Faixas de Órbitas ou Trajetórias Preferenciais ou Exclusivas para PSBCs

No Capítulo 2 também foram tecidas considerações sobre o impacto que os PSBCs podem causar ao meio ambiente, contribuindo para a poluição de órbitas necessárias a atividades essenciais à operação, manutenção, e aperfeiçoamento da ISS e similares, sensoriamento remoto, meteorologia, dentre outros.

Enquanto se discute a necessidade de um amplo gerenciamento do tráfego espacial, atendendo aos princípios do desenvolvimento sustentável, da responsabilidade intergeracional, da boa vizinhança e da diligência devida, da prevenção e da precaução, é possível vislumbrar a alocação de algumas faixas de órbitas ou trajetórias para uso preferencial ou exclusivo pelos PSBCs, de modo que eles não perturbem os artefatos de alta tecnologia e na qual o arrasto atmosférico permita o decaimento em um determinado tempo (por exemplo, abaixo dos 600 km), que não comprometa o uso dos recursos espaciais.

Como mencionado anteriormente, sugere-se incorporar à caracterização de Bearden (2000/2001) a faixa de órbita limítrofe para a alocação de PSBCs, pois, dependendo da altitude, um objeto pode ser mais rapidamente desintegrado após cumprir sua missão devido ao arrasto atmosférico, o que contribui para a mitigação de detritos espaciais:

> O arrasto é uma força exercida sobre um objeto movendo-se através de um fluido e é orientado na direção do fluxo relativo do fluido. O arrasto atua oposto à direção do movimento e tende a desacelerar um objeto. Como exemplo, pense em correr contra um vento forte e sentir o arrasto empurrando você de volta na direção do fluxo relativo do fluido. Essa mesma força atua em espaçonaves e objetos voando no ambiente espacial. O arrasto tem um impacto significativo em espaçonaves nas órbitas baixas da Terra (LEO), geralmente definidas como órbitas abaixo de uma altitude de aproximadamente 2.000 km (1.200 mi). Embora a densidade do ar seja muito menor que a próxima à superfície da Terra, a resistência do ar nessas camadas da atmosfera onde os satélites em LEO viajam ainda é forte o suficiente para produzir arrasto e puxá-los para mais perto da Terra[257] (tradução nossa).

A Figura 9 revela que o arrasto atmosférico é muito mais atuante em órbitas abaixo de 600 km. Por esse motivo, considerando que PSBCs não possuem capacidade de controle ou manobra, considerando os princípios do desenvolvimento sustentável e da responsabilidade intergeracional, seria adequado que eles fossem alocados somente abaixo dessa altitude.

---

[257] "*Drag is a force exerted on an object moving through a fluid, and it is oriented in the direction of relative fluid flow. Drag acts opposite to the direction of motion and tends to slow an object. As an example, think of running against a high wind and feeling the drag pushing you back in the direction of relative fluid flow. This same force acts on spacecraft and objects flying in the space environment. Drag has a significant impact on spacecraft in low Earth orbit (LEO), generally defined as an orbit below an altitude of approximately 2,000 kilometers (1,200 mi). Although the air density is much lower than near the Earth's surface, the air resistance in those layers of the atmosphere where satellites in LEO travel is still strong enough to produce drag and pull them closer to the Earth".* NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA), SPACE WEATHER PREDICTION CENTER. ***Satellite Drag***. Disponível em: <https://www.swpc.noaa.gov/impacts/satellite-drag>. Acesso em 20 dez. 2018.

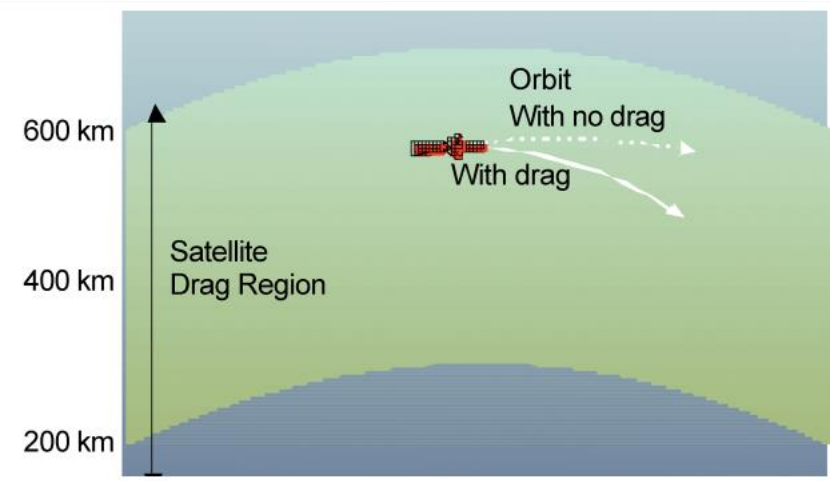


Figura 9 – Atuação do Arrasto Atmosférico Conforme a Altitude da Órbita Terrestre. Fonte: NOAA (2018).

Chandra & Thangavelautham (2018) defendem que, para que o arrasto atmosférico seja capaz de auxiliar no decomissionamento, a altitude do objeto deve ser de até 500 km:

> CubeSats em baixas altitudes terrestres encontram resistência aerodinâmica que leva ao decaimento orbital ao longo do tempo resultando em queima e descarte na atmosfera da Terra. Para altitudes acima de 500 km, no entanto, a densidade atmosférica reduz-se significativamente. Isso pode levar um CubeSat a permanecer em órbita além dos 25 anos, o atual limite obrigatório para a vida útil da órbita. Aumentar o arrasto encontrado pelos pequenos satélites é chave para reduzir suas vidas orbitais. Propulsores tem sido usados para fornecer desaceleração propulsiva. No caso do CubeSats, no entanto, incluir um sistema de propulsão e alocar um volume considerável de propelente pode não sempre ser prático (tradução nossa)[258].

[258] "*CubeSats in low earth altitudes encounter aerodynamic drag leading to orbital decay over time resulting in burn up and disposal in the Earth's atmosphere. For altitudes above 500 km, however, atmospheric density reduces significantly. This could lead a CubeSat to remain in orbit beyond 25 years, the current mandated limit for orbit lifetimes. Increasing encountered drag for small satellites is key to reducing their orbital lifetimes. Thrusters have been used to provide propulsive deceleration. In the case of CubeSats, however, including a propulsion system and allocating a considerable volume for propellant may not always be practical*". CHANDRA, Aman; THANGAVELAUTHAM, Jekanthan. ***De-orbiting Small Satellites Using Inflatables***. Em Advanced Maui Optical and Space Surveillance Technologies Conference (AMOS), 2018, Maui: Maui Economic Development Board, Inc., 2018. p. 2. Disponível em: <https://amostech.com/TechnicalPapers/2018/Poster/Chandra.pdf.> Acesso em 03 jan. 2019.

Além da definição da faixa de órbita, o gerenciamento de tráfego espacial, conhecido pela sigla STM (*Space Traffic Management*), é um componente relevante e tem sido pauta de debates em comunidades científicas e jurídicas mundo afora. A necessidade de um sistema seguro para o tráfego espacial não é uma demanda apenas para os PSBCs. Como observa Rendleman (2014), satélites complexos, grandes ou pequenos, pressupõem um investimento financeiro significativo. Um STM eficiente proporcionaria uma redução dos riscos. O autor prescreve um sistema amparado em três pilares: Conhecimento da Situação no Espaço (SSA, sigla em inglês para *Space Situational Awareness*), regulação e fiscalização e controle do tráfego[259]. Um SSA compreenderia o levantamento e o rastreamento de objetos na órbita terrestre, o monitoramento do Clima Espacial, a observação de objetos próximos à Terra, os chamados NEOs (sigla em inglês para *Near-Earth Objects*), que incluem os detritos naturais[260]. Contudo, como aponta von der Dunk (2006), um STM representa uma complexidade muito maior se comparado, por exemplo, ao Gerenciamento de Tráfego Aéreo. A começar pelo fato de que poucos países detêm a tecnologia para monitorar, gerar e publicar dados sobre a situação de objetos espaciais. O uso dual (civil e militar) de um objeto espacial também constitui um obstáculo importante no compartilhamento desse tipo de informação[261]. Porém, a determinação de uma faixa de órbitas (até 500 ou até 600 km de altitude) para satélites que não possuem capacidade de controle e manobra, como os PSBCs, já simbolizaria um pequeno passo na direção de um tráfego espacial mais seguro.

4.8 Consideração das Faixas de Frequências estipuladas pela ITU

A ITU foi criada em 1865 como *International Telegraph Union*. Seu nome atual foi estabelecido em 1932. Desde 1947, a União é braço da ONU para questões

---

[259] RENDLEMAN, James D. ***Space Traffic Management Options***. Em 57th Colloquium on the Law of Outer Space, 57, 2014, Toronto. Anais… Toronto: International Institute of Space Law, 2015. p. 110 – 114.

[260] EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA). ***Space Situation Awareness (SSA)***. Disponível em: <https://www.esa.int/Our_Activities/Operations/Space_Situational_Awareness/About_SSA>. Acesso em 21 dez. 2018.

[261] VON DER DUNK, Frans G. ***Space Traffic Management***: *A Challenge of Cosmic Proportions*. Proceedings of the International Institute of Space Law 2015, vol. 58 (2016), p. 391.

pertinentes a comunicações. Por ser uma organização de parceria público-privada desde sua concepção, pode-se argumentar que ela reitera o princípio da informação e da participação.

Atualmente, seu escopo de atuação abrange todo o setor de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), que vai da transmissão digital à Internet e das tecnologias móveis à TV 3D. Em 1963, foi realizada a primeira reunião voltada para atividades espaciais, a *Extraordinary Administrative Radio Conference*, também conhecida como *Space Conference*. O objetivo principal da Conferência, que contou com a participação de mais de 400 delegados, de 70 Estados-membros, era discutir a alocação de radiofrequências para atividades espaciais e revisar a Tabela de Alocação de Frequências.

O Artigo 1º. da Constituição e Convenção da ITU (1992) preconiza que a União terá por objeto "manter e ampliar a cooperação internacional entre todos os Membros da União para o aperfeiçoamento e emprego racional de todas as categorias de telecomunicações". Para tal efeito, e em particular, a União "efetuará a atribuição das bandas de frequências do espectro radioelétrico e a adjudicação de frequências radioelétricas, (...) a fim de evitar toda interferência prejudicial entre as estações de radiocomunicações dos diferentes países; coordenará os esforços para eliminar as interferências prejudiciais entre as estações de radiocomunicações dos diferentes países e otimizar a utilização do espectro de frequências radioelétricas da órbita dos satélites geoestacionários pelos serviços de radiocomunicações”[262].

Na utilização de bandas de frequências para as radiocomunicações, conforme prescreve o Artigo 44 da Constituição e Convenção da ITU (1992), os Membros terão em conta que as frequências (…) são recursos naturais limitados que devem ser utilizadas, de forma racional, eficaz e econômica, de conformidade com o estabelecido no Regulamento de Radiocomunicações, para permitir o acesso equitativo a esta órbita e a essas frequências aos diferentes países ou grupos de

[262] INTERNATIONAL TELECOMMUNICATIONS UNION (ITU). ***Constitution and Convention of the International Telecommunications Union***. Disponível em: <http://search.itu.int/history/HistoryDigitalCollectionDocLibrary/5.12.61.en.100.pdf>. Acesso em 05 jan. 2019.

países, tendo em conta as necessidades especiais dos países em desenvolvimento e a situação geográfica de determinados países[263].

Evidencia-se, por meio do Artigo 45 da mesma Constituição e Convenção (1992), que as estações, qualquer que seja sua finalidade, deverão ser instaladas e exploradas de maneira a não causar interferências prejudiciais às comunicações ou serviços radioelétricos de outros Estados-membros, das empresas de exploração reconhecidas ou daquelas outras devidamente autorizadas para realizar um serviço de radiocomunicação e devem funcionar em conformidade com as disposições do Regulamento de Radiocomunicações da ITU.

Esses dispositivos, constantes da Constituição e Convenção da ITU, corroboram princípios do Direito Ambiental Internacional, tais como o do desenvolvimento sustentável e da responsabilidade intergeracional e o da boa vizinhança e da diligência devida. Não obstante, o aumento rápido e exponencial de lançamentos de pequenos satélites ainda são um desafio a ser resolvido pela União. Não há, na Regulamentação da ITU sobre radiocomunicações, uma distinção entre satélites grandes ou pequenos, tampouco uma diferenciação entre os PSACs ou PSBCs. Para a Regulamentação, Seção VIII, no. 1.178 e 1.179, uma espaçonave é “um veículo fabricado pelo homem que se destina a ir além da grande porção de atmosfera da Terra” e um satélite é “um corpo que gira em torno de outro corpo de massa preponderante e que tem um movimento principal e permanentemente determinado pela força de atração daquele outro corpo”[264].

À exceção dessa definição, a ITU distingue satélites e sistemas geoestacionários, aqueles localizados na órbita geoestacionária, de satélites e sistemas não-geoestacionários. Os PSBCs pertencem, ao menos atualmente, à classe dos não-geoestacionários.

De acordo com o Guia sobre o Registro de Objetos Espaciais e o Gerenciamento de Frequências para Satélites Pequenos e Muito Pequenos,

[263] INTERNATIONAL TELECOMMUNICATIONS UNION (ITU). ***Constitution and Convention of the International Telecommunications Union***. Disponível em: <http://search.itu.int/history/HistoryDigitalCollectionDocLibrary/5.12.61.en.100.pdf>. Acesso em 05 jan. 2019.

[264] INTERNATIONAL TELECOMMUNICATIONS UNION (ITU). ***Radio Regulations: Articles***. Disponível em: <http://search.itu.int/history/HistoryDigitalCollectionDocLibrary/1.43.48.en.101.pdf>. Acesso em 5 jan. 2019.

publicado na reunião do Subcomitê Jurídico do COPUOS em parceria com a ITU, dentre os princípios reguladores e os procedimentos de coordenação aplicáveis a pequenos satélites estão a submissão da Publicação Antecipada de Informação (API, sigla em inglês para *Advance Publication Information*), Coordenação (quando necessária) e a Notificação e Registro no MIFR.

PSBCs não estão sujeitos à Coordenação e, atualmente, são alocados na faixa de frequências destinada a radioamadores. Porém, como observou Palkovitz (2016), o que se nota é que esta faixa tem sido utilizada por satélites de alta complexidade. Isso demanda maior gerenciamento, e possivelmente coordenação, de tal faixa de frequências por parte dos Estados-lançadores, operadores e ITU[265]. A vantagem da alocação na faixa de frequências para radioamadores reside no fator "tempo". Segundo a autora, o processo de alocação de frequências pode ser mais demorado do que o processo de desenvolvimento e construção de um Pequeno Satélite de Baixa Complexidade. Estima-se que o período entre a submissão da API e a autorização em si varia de 9 meses a 7 anos[266].

Além da complexidade das informações vinculadas ao tema de alocação de frequências, o desconhecimento e dificuldade em encontrar um passo-a-passo simples representa um entrave aos desenvolvedores de pequenos satélites. Um relatório sobre práticas e procedimentos atuais para notificar as redes espaciais atualmente aplicáveis a nanossatélites e picossatélites, que são apenas duas classes de pequenos satélites, conclui que é necessária maior familiaridade com as regras e procedimentos aplicáveis a esses objetos espaciais. Muitos deles estão realizando esse procedimento pela primeira vez[267]. A Tabela 23, extraída desse relatório, comprova que, ao menos para essas duas classes de pequenos satélites, o cumprimento dos requisitos de API e notificação não está sendo totalmente respeitado.

---

[265] PALKOVITZ, Neta. Small Satellites: Innovative Activities, Traditional Laws, and the Industry Perspective. Em: MARBOE, Irmgard (Ed*.). **Small satellites**: regulatory challenges and chances*. Brill Nijhof: Leiden/Boston, 2016. p. 65.

[266] INTERNATIONAL TELECOMMUNICATIONS UNION (ITU). ***Regulatory Procedures for Small Satellites***. Disponível em: <https://www.itu.int/en/ITU-R/space/Documents/RegulatoryProceduresSmallSats.pdf>. Acesso em 04 jan. 2019.

[267] INTERNATIONAL TELECOMMUNICATIONS UNION (ITU). ***Report ITU-R SA.2348-0. Current practice and procedures for notifying space networks currently applicable to nanosatellites and picosatellites***. Disponível em: <https://www.itu.int/en/ITU-R/space/Documents/R-REP-SA.2348-2015-PDF-E.pdf>. Acesso em 05 jan. 2019.

Tabela 23 – Número de Lançamentos de Nano e Picossatélites e o Cumprimento dos Procedimentos Exigidos pela ITU.

Nanosatellite and picosatellite launches and ITU filings

Year	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total
Launches	6	8	3	22	14	7	16	20	14	26	92	113	**341**
API	2	3	1	11	1	3	8	4	3	8	38	25	**107**
Notification	2	3	1	4	-	2	7	2	2	2	14	4	**43**

Fonte: ITU (2019)[268].

Para contemplar os princípios fundamentais do Direito Ambiental Internacional e aumentar a segurança nas atividades realizadas no espaço, sugere-se, primeiramente, que as informações sobre alocação de frequências sejam disponibilizadas de maneira mais didática, como em um manual (passo-a-passo), e que sejam definidas claramente as faixas de frequências em que os PSBCs podem atuar de maneira a não causar quaisquer interferências em atividades mais essenciais e caras aos Estados, em que pese a falta de radioprecisão desse tipo de objeto.

4.9 Acompanhamento de PSBCs (via sinal sonoro, como o bipe-bipe do *Sputnik*)

Apesar de pequeno, e pouco avançado tecnologicamente se comparado aos atuais satélites e sondas desenvolvidos mais recentemente pelas grandes agências espaciais, o Sputnik-1 possuía um dispositivo que facilitava a sua localização.

> O Sputnik 1 transmitiu um sinal de rádio (um sinal sonoro de bipe bipe) que podia ser captado por entusiastas do rádio amadores no solo. Isso permitiu que as pessoas o seguissem enquanto orbitava a Terra a cada 101,5 minutos. Os entusiastas do radioamador em todo o mundo sintonizaram-no para ouvi-lo anunciando sua presença, e

[268] INTERNATIONAL TELECOMMUNICATIONS UNION (ITU). ***Report ITU-R SA.2348-0. Current practice and procedures for notifying space networks currently applicable to nanosatellites and picosatellites***. Disponível em: <https://www.itu.int/en/ITU-R/space/Documents/R-REP-SA.2348-2015-PDF-E.pdf>. Acesso em 05 jan. 2019.

> aos olhos de seus criadores, anunciando a superioridade técnica da União Soviética (tradução nossa)[269].

Aproveitando esse conhecimento pouco custoso e complexo do início da era espacial, sugere-se que, uma vez que a rastreabilidade de objetos espaciais pequenos, em especial os menores que 10 cm, seja dificultosa, a obrigatoriedade de um sinal sonoro, uma espécie de identidade (ou "RG") única para cada PSBC, aumentaria a sua detectabilidade, contribuindo, assim, para atividades espaciais mais seguras. Tal proposta estaria respaldada por princípios como o do desenvolvimento sustentável e da responsabilidade intergeracional, da boa vizinhança e da devida diligência, da precaução e da prevenção. Uma vez detectado um objeto em rota de colisão, é possível tomar medidas para evitar um acidente. A disponibilização da localização do objeto via sinal sonoro favorece o princípio da informação e da participação. Obviamente, que o dispositivo só seria proveitoso durante a vida útil do objeto. Ou seja, com o objetivo de tornar as missões mais seguras, salvaguardando os Estados e os novos atores espaciais, e permitindo a sustentabilidade das atividades espaciais, é necessária a implementação das outras propostas.

4.10 Simplificação do Registro de PSBCs

Como se viu ao longo deste trabalho, umas das características principais das missões de PSBCs são custo baixo e, portanto, mais acessível a um número amplo de atores, e tempo de desenvolvimento mais reduzido na comparação a missões mais complexas. Contudo, uma vez que o Direito Espacial os enxerga como objetos espaciais, sujeitos às mesmas obrigações e direitos que qualquer outra missão, os procedimentos de registro passam a ser aplicáveis. Como regem os Artigos 2º. e 3º. da Convenção sobre Registro (1975), são necessários um registro nacional e um registro na ONU. O Artigo 3º. ainda preconiza que as informações do registro na ONU são de acesso completo e aberto. Tal medida está consonância com o

[269] "Sput*nik 1 transmitted a radio signal (a beep beep sound) which could be picked up by amateur radio enthusiasts on the ground. This enabled people to follow it as it orbited the Earth every 101.5 minutes. Amateur radio enthusiasts around the World tuned in to hear it announcing its presence, and in the eyes of its creators announcing the Soviet Union's technical superiority*". THE CURIOUS ASTRONOMER***. A "Beep Beep" that Shocked the World***. Disponível em: <https://thecuriousastronomer.wordpress.com/2012/10/07/a-beep-beep-that-shocked-the-world/>. Acesso em 05 jan. 2019.

princípio da informação e da participação referendados pelo Direito Ambiental Internacional.

O UNOOSA adverte que:

> O registro de objetos espaciais junto ao Secretariado-Geral só pode ser feito pelo Governo de um Estado de Registro por meio de Missões Permanentes acreditadas às Nações Unidas ou pela sede de uma organização intergovernamental internacional que tenha declarado a aceitação de direitos e obrigações sob a Convenção de Registro. Submissões diretas por agências espaciais nacionais, instituições acadêmicas e entidades privadas não são consideradas inscrições de registro válidas (tradução nossa)[270].

Conforme reza o Artigo 2º. da Convenção sobre Registro (1975), as informações solicitadas e as condições para o registro de objetos espaciais em diretório nacional são determinadas pelos países pertinentes. As informações solicitadas pela ONU estão claramente detalhadas no Artigo 3º. da mesma Convenção: nome do Estado ou Estados Lançadores; uma designação apropriada do objeto espacial ou seu número de registro; data e território ou local de lançamento; parâmetros orbitais básicos, incluindo: período nodal; inclinação; apogeu; e perigeu; e função geral do objeto espacial.

Apesar de aparentemente simples, observa-se que a prática do registro reduziu drasticamente nos últimos anos. Em 2010, 7% dos objetos lançados não eram devidamente registrados na ONU. Em 2014, essa porcentagem foi de 24%. Di Pippo (2016) aponta alguns fatores que podem ter promovido esse aumento[271]:

- O Estado não é parte da Convenção sobre Registro (1975);

---

[270] "*Registration of space objects with the Secretary-General can only be peformed by the Government of a State of registry through accredited Permanent Missions to the United Nations or by the headquarters of an international intergovernmental organization that has declared acceptance of rights and obligations under the Registration Convention. Direct submissions by national space agencies, academic institutions and private entities are not considered to be valid registration submissions".* UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS (UNOOSA). ***United Nations Register of Objects Launched into Outer Space. Resources and Reference Material for States & Organizations***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/oosa/en/spaceobjectregister/resources/index.html>. Acesso em 06 jan. 2019.

[271] DI PIPPO, Simonetta. ***Registration of Space Objects with the Secretary General***. 2016. 26 *slides*. Disponível em: <http://www.unoosa.org/documents/pdf/copuos/lsc/2016/symp-03.pdf>. Acesso em 06 jan. 2019.

- O Estado é parte da Convenção sobre Registro (1975), mas a regulamentação e/ou registro nacional não estão completos;
- O Estado é parte da Convenção sobre Registro (1975), mas a política nacional é apenas para registrar objetos espaciais;
- O Estado é parte da Convenção sobre Registro (1975), mas objeto espacial não foi “reivindicado” por um Estado lançador;
- Vários Estados lançadores envolvidos e não houve acordo quanto ao Estado de registro, como exige o Artigo 2º. da Convenção sobre Registro (1975);
- As atividades foram realizadas pelo setor privado sem regulamentação nacional, contrariando o Artigo 6º. do Tratado do Espaço (1967);
- O objeto foi lançado após a entrada em vigor da Convenção;
- As organizações intergovernamentais não preencheram critérios para declarar a aceitação de direitos e obrigações previstos no Artigo 7º. da Convenção sobre Registo; dentre outros.

Há também o fator “desconhecimento da legislação” por parte dos novos atores, o que não pode ser utilizado como justificativa *ad aeternum*. Cumpre ressaltar que a prática do registro pelos Estados-parte da Convenção é um dispositivo vinculante e desempenha um importante papel. O estudo da série OSCAR, por exemplo, indica que a prática do registro foi observada pela maioria dos Estados aplicáveis, mas não por todos eles. A redação do Artigo 4º. da Convenção sobre Registro, que diz que “cada Estado de registro deverá fornecer ao Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas, no mais breve prazo possível, as (...) informações sobre cada objeto espacial, inscrito em seu registro:” torna o prazo para o registro na ONU um tanto impreciso.

Deve-se ressaltar que sem a base de dados da UNOOSA e do NORAD, este trabalho não seria viável, esclarecendo a razão pela qual a transparência, conforme solicitado pela referida Convenção, bem como a atualização das informações quanto ao decomissionamento, decaimento, transferência para órbitas-cemitério, etc. são de extrema relevância para os estudos espaciais e para a segurança dessas atividades. A prática fomenta princípios como o do desenvolvimento sustentável e da responsabilidade intergeracional, da informação e da participação.

Informações mais rudimentares sobre os PSBCs (Estado ou Estados Lançadores; designação do objeto espacial; data e território; apogeu e perigeu; e função geral do objeto espacial) poderiam bastar para o Registro. Ademais, campanhas de capacitação para as comunidades iniciantes devem ser intensificadas, a exemplo do que faz a BSTI.

Por fim, como mencionado na Seção 4.8, o registro na ITU ainda é um desafio a essas missões. A elaboração de um manual didático é imprescindível.

4.11 Criação de um Banco de Dados de PSBCs

Com o objetivo de colaborar ainda mais na aplicação dos princípios do desenvolvimento sustentável e da responsabilidade intergeracional, bem como o princípio da informação e da participação, sugere-se a criação de um banco de dados de PSBCs, que servirá de subsídio para pesquisas como esta. O banco de dados, nacional ou internacional, poderia ser alimentado pelos próprios desenvolvedores dos pequenos satélites, sem prejuízo algum ao que recomenda a Convenção sobre Registro (1975).

Como pôde ser observado ao longo deste trabalho, há uma dificuldade em se encontrar dados para elaborar modelagens e simulações de cenários sobre o comportamento desses objetos no espaço. Além disso, há de se levar em conta o fato de que a intensificação do número de lançamentos desses pequenos satélites se deu nos últimos 10-15 anos. A organização desses dados fomentaria a produção do conhecimento nessa área para gerar soluções e medidas eficazes na proteção ambiental e na sustentabilidade das atividades espaciais. Figueiredo & Pereira (2016) explicam que:

> O conhecimento é um processo que precisa ser capturado, processado e reutilizado para criar novo conhecimento. Ele tem que ser criado, explorado e mantido de modo que possa ser usado como estratégia da organização (...). Gerir conhecimento é um assunto complexo, porque a informação está presente em uma grande variedade de dados. O conhecimento pode ser um fator crítico e estratégico e a chave para a competitividade e o sucesso em ambientes altamente dinâmicos, como o facilitador da solução de problemas (tradução nossa)[272].

[272] "*Knowledge is a process that has to be captured, processed and reused to create new knowledge. It has to be created, exploited and maintained so that it can be used as organization's strategy (...). Managing knowledge is a complex matter because*

A obtenção e a disponibilidade de dados em uma base de livre acesso, como a que se sugere, permitira cálculos estatísticos que iriam, por exemplo, aprimorar a tabela de risco sugerida nesta tese. Carpi & Egger (2019) argumentam que técnicas estatísticas não levam a conclusões absolutas. Contudo, a estatística, segundo os autores, dá uma pista quantitativa da probabilidade de ocorrência de determinado evento e possibilita a discussão acerca das incertezas encontradas[273]. O banco de dados propostos caminharia nessa direção.

4.12 Criação de um Fundo de Compensações por danos causados por PSBCs

Haja vista a rigidez da Convenção sobre Responsabilidade (1972) e o perfil dos desenvolvedores de PSBCs, a última proposta desta tese é a criação de um fundo de compensações por danos causados a terceiros por esses objetos, semelhante ao Fundo Internacional para Compensação por Danos por Poluição por Óleo. Para fomentar o princípio do desenvolvimento sustentável e da responsabilidade intergeracional, o fundo poderia ser extensível a danos ao ambiente espacial, ainda que não envolva terceiros, como ocorreu no caso FengYun 1C[274].

Conforme publica a Comissão Coordenadora dos Assuntos da Organização Marítima Internacional (CCA-IMO) do Brasil, o propósito da Convenção Internacional para o Estabelecimento de um Fundo para Compensação de Danos Causados por

---

information is present on a large variety of data. Knowledge can be a critical and strategic factor and the key to competitiveness and success in highly dynamic environments, such as problem – solving facilitator". FIGUEIREDO, M. S. N.; PEREIRA, Antonio. ***Managing Knowledge – The Importance of Databases in the Scientific Production***. Em: International Conference on Sustainable and Intelligent Manufacturing, 2016, Leiria. Anais... Leiria, 2016. p. 167. Disponível em: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2351978917306108?token=604FF02D8A9F534F2AEFA42BCF9995AE55EB2A9546F57AF1EE877742D5880CF9664895CCB32D07CC9194095D4961545B>. Acesso em 07 jan. 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.08.021.

[273] CARPI, Anthony; EGGER, Anne E. ***Process of Science:*** *Statistics in Science.* Disponível em: <https://www.visionlearning.com/en/library/Process-of-Science/49/Statistics-in-Science/155>. Acesso em 07 jan. 2019.

[274] Fengyun 1C era um satélite meteorológico chinês que, em 11 de janeiro de 2007, foi destruído, enquanto em órbita, pela própria China, utilizando uma arma antissatélite. A destruição contribuiu, significativamente, para o aumento da poluição espacial por detritos. ROYAL AERONAUTIC SOCIETY. ***Space debris: The legal issues***. Disponível em: <https://www.aerosociety.com/news/space-debris-the-legal-issues/>. Acesso em 08 jan. 2019.

Poluição por Óleo (1971) é complementar o pagamento dos danos causados de responsabilidade do armador[275]. Isso porque a Convenção Internacional sobre Responsabilidade Civil por Danos Causados por Poluição por Óleo, de 1969, ou Convenção de Bruxelas, já considerava a proposta de estabelecimento de um fundo internacional, "que estaria disponível para o duplo propósito de (...) aliviar o armador do ônus exigido pelos requisitos da nova convenção e (...) de prover compensação adicional às vítimas de danos causados pela poluição nos casos em que a compensação prevista pela Convenção de Acionabilidade Civil de 1969 fosse inadequada ou inatingível" (tradução nossa)[276].

A responsabilidade civil foi estendida para os proprietários da carga, passando estes a dividirem a responsabilidade com os armadores[277]. Na esfera espacial, as responsabilidades por compensação financeira por danos, exigida pela Convenção sobre Responsabilidade (1972), poderiam ser divididas entre Estados e as instituições privadas (*start-ups*, escolas e universidades privadas etc.). No caso de projetos envolvendo escolas públicas, a responsabilidade por compensação permaneceria do Estado apenas.

A gestão do fundo poderia ficar a cargo do UNOOSA, como o faz a IMO em relação ao Fundo Internacional para Compensação por Danos por Poluição por Óleo. O Fundo, no caso marítimo, é constituído pelas contribuições dos países recebedores de petróleo por mar, em função do volume dos recebimentos

---

[275] COMISSÃO COORDENADORA DOS ASSUNTOS DA ORGANIZAÇÃO MARÍTIMA INTERNACIONAL (CCA-IMO) DO BRASIL. ***International Convention on the Establishment of an International Fund for Compensation for Oil Pollution Damage (FUND)***. Disponível em: <https://www.ccaimo.mar.mil.br/codigos-e-convencoes/convencoes/fund>. Acesso em 08 jan. 2019.

[276] "*... which would be available for the dual purpose of (...) relieving the shipowner of the burden by the requirements of the new convention and (...) providing additional compensation to the victims of pollution damage in cases where compensation under the 1969 Civil Liability Convention was either inadequate or unobtainable*". INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). ***International Convention on the Establishment of an International Fund for Compensation for Oil Pollution Damage (FUND)*.** Disponível em: <http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-on-the-Establishment-of-an-International-Fund-for-Compensation-for-Oil-Pollution-Damage-(FUND).aspx>. Acesso em 08 jan. 2019.

[277] COMISSÃO COORDENADORA DOS ASSUNTOS DA ORGANIZAÇÃO MARÍTIMA INTERNACIONAL (CCA-IMO) DO BRASIL. ***International Convention on the Establishment of an International Fund for Compensation for Oil Pollution Damage (FUND)***. Disponível em: <https://www.ccaimo.mar.mil.br/codigos-e-convencoes/convencoes/fund>. Acesso em 08 jan. 2019.

realizados[278]. O mesmo balanço poderia ser estabelecido no caso do setor espacial, em um exercício do princípio da responsabilidade comum, porém diferenciada (países menos desenvolvidos poderiam contribuir com quantias menores), e do princípio do poluidor pagador, já que o risco é inerente às atividades espaciais.

Alternativamente, fundos de governos específicos poderiam ser considerados. O governo de Luxemburgo, por exemplo, anunciou, em setembro de 2018, a criação de sua agência espacial e o estabelecimento de um fundo próprio avaliado em Euro 100 milhões[279]. Apesar do escopo do fundo ser o financiamento de projetos inovadores da indústria e da academia espaciais daquele país[280], fundos como esse poderiam ser sugeridos como mecanismos de compartilhamento de benefícios entre países desenvolvidos e países em desenvolvimento e de cumprimento dos princípios já mencionados.

---

[278] INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). ***International Convention on the Establishment of an International Fund for Compensation for Oil Pollution Damage (FUND).*** Disponível em: <http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-on-the-Establishment-of-an-International-Fund-for-Compensation-for-Oil-Pollution-Damage-(FUND).aspx>. Acesso em 08 jan. 2019.

[279] SPACE NEWS. ***Luxembourg establishes space agency and new fund*.** Disponível em: <https://spacenews.com/luxembourg-establishes-space-agency-and-new-fund/>. Acesso em 08 jan. 2019.

[280] LUXEMBOURG SPACE AGENCY. ***Funding: Luxembourg's Financial Networks and Dedicated Funding Resources Foster the* Sustainable and Ongoing Growth and Development of the Country's Space Capabilities**. Disponível em: <https://space-agency.public.lu/en/funding.html>. Acesso em 08 jan. 2019.

5 DEMONSTRAÇÃO DA APLICABILIDADE POR MEIO DE ESTUDOS DE CASO

5.1 Um Caso Pioneiro: A Série OSCAR

O primeiro projeto de pequenos satélites data do início da Era Espacial. Intitulada série OSCAR (sigal do inglês *Orbitting Satellite Carrying Amateur Radio*, ou, Satélite Orbitante Carregando um Rádio Amador), ela colocou em órbita, em 12 de dezembro de 1961, o pequeno satélite Oscar-1 [281], apenas 4 anos após o lançamento do Sputnik-1. O objeto, medindo aproximadamente 30 cm X 25 cm X 12 cm e pesando cerca de 10 kg foi lançado “de carona” a uma faixa de órbitas baixas terrestres, a partir da base americana de Vandenberg, na Califórnia. Sua produção foi custeada por meio da parceria entre a OSCAR Inc. e o Departamento de Defesa e da Força Aérea dos Estados Unidos. O desenvolvimento do projeto, realizado por radioamadores, teve início em 1960[282].

O OSCAR-1 foi registrado no UNOOSA em carta remetida ao Diretor da Assembleia Geral da ONU em 7 de março de 1962[283], data posterior ao decaimento do objeto (em 31 de janeiro de 1962), com base na Seção B, Parágrafo 1º. da Resolução 1721 (XVI) que rezava que as Nações Unidas constituam um ponto focal para a cooperação internacional no uso pacífico do espaço cósmico e solicitava aos Estados que fornecessem prontamente informações sobre seus objetos em órbita para o registro de lançamentos [284]. Vale destacar que a Resolução é fruto de Assembleia realizada em 20 de dezembro de 1961.

Outros pequenos satélites da série OSCAR foram lançados de 1961 a 2018, conforme demonstrado no Apêndice A. Desses, 89 podem ser classificados como

---

[281] NASA SPACE SCIENCE DATA COORDINATED ARCHIVE. ***OSCAR 1***. Disponível em: <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraftDisplay.do?id=1961-034B>. Acesso em 19 fev. 2018.

[282] Ibid.

[283] UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS (UNOOSA). **A/AC. 105./INF.1**. Disponível em: <http://www.unoosa.org/documents/pdf/inf001E.pdf>. Acesso em 19 fev. 2018.

[284] UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS (UNOOSA). ***Resolution Adopted by the General Assembly 1721 (XVI) International co-operation in the peaceful uses of outer space***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/resolutions/res_16_1721.html>. Acesso em 19 fev. 2018.

microssatélites, ou seja, de até 100 kg, conforme prescreve a maior parte da literatura sobre o assunto.

O Brasil fez parte dessa série histórica, conforme relatado no Capítulo 1 deste trabalho. O OSCAR-17 brasileiro, demonstrado na Figura 14, possui características muito semelhantes às características dos cubesats atuais: formato em 8 Us, peso leve (13 kg), lançamento “de carona” com outras missões (inclusive de outros 5 pequenos satélites como ele), carga útil única e de baixa complexidade (radiotransmissor), atores não governamentais envolvidos na missão (uma pessoa física, o radioamador Júnior Torres de Castro).

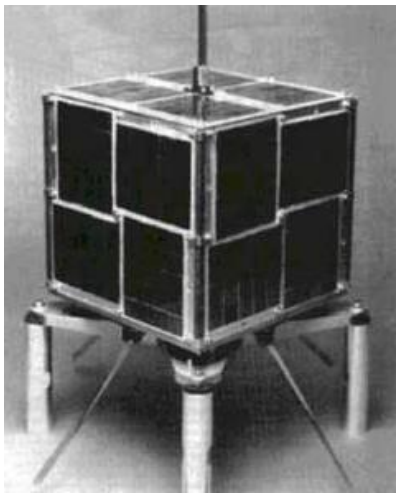


Figura 10 - DOVE/OSCAR-17[285].
Fonte: GUNTER’S SPACE PAGE (2018).

Incrivelmente, o OSCAR-17 funcionou por aproximadamente 8 anos e, até a conclusão desta tese, ainda não decaiu. Ele foi alocado em uma das órbitas mais preciosas para satélites de observação da Terra, a órbita Heliossíncrona. Essa permanência no espaço pode ser observada em outros satélites da série. Como resume a Tabela 24, dos 94 objetos catalogados em um dos dois índices (NORAD ou UNOOSA *Online Index*), somente 19 decaíram. Dos 19 decaimentos, apenas 3 ocorreram no prazo de, no máximo, dois meses (OSCAR-1, OSCAR-2 e OSCAR-34), que é o que se espera de um PSBC (decaimento em poucos meses) se colocado nas órbitas baixas, dadas as condições atmosféricas. Dentre os decaimentos, nenhum ocorreu em prazo maior do que 10 anos, 3 meses e 21 dias

[285] GUNTER’S SPACE PAGE. **DOVE (DOVE-OSCAR 17, DO 17)**. Disponível em: <https://space.skyrocket.de/doc_sdat/dove.htm>. Acesso em 14 dez. 2018.

(OSCAR-4). 75 satélites ainda estão em órbita, sendo que 28 desses estão em órbita por mais de 25 anos. A chamada “regra dos 25 anos” está presente nos instrumentos não-vinculantes mais relevantes em termos de mitigação de detritos espaciais, como as diretrizes do IADC e o Código de Conduta Europeu para Mitigação de Detritos Espaciais.

Tabela 24 – Série OSCAR em Números.

Descrição	Quantidade
Satélites Lançados	94
Microssatélites (até 100 kg)	89
Satélites em Órbita	75
Satélites Decaídos	19
Satélites em Órbita por mais de 25 Anos	28
Satélites oficialmente registrados no UNOOSA	71

A amostra que se apresenta foi escolhida pelos seguintes motivos: 1) é a primeira/mais antiga série de PSBCs que se tem notícia; 2) trata-se de um estudo de caso que contempla a participação brasileira; 3) a série encontra-se minimamente documentada; 4) o número de satélites é significativo. Trata-se, portanto, de uma amostra representativa. A Tabela 25, abaixo, apresenta os prós e contras da amostra elegida.

Tabela 25 – Prós e Contras da Amostra Escolhida neste Trabalho.

CONTRAS	PRÓS
____	Amostra representativa
Nem todos os satélites são PSBCs	Número (94) acima do limiar estatístico usual (36-49).
Nem todos os dados de todos os satélites estão disponíveis.	Dados elementares disponíveis na internet.
____	Há um histórico de dados elementares disponível na internet, mas poderia ser feita uma consulta oficial aos desenvolvedores, uma vez que se trata de uma amostra ao longo de várias décadas. É um laboratório vivo para inferir medidas, propor e testar providências.
____	Amostra composta por pequenos satélites, que foram pioneiros: são pequenos satélites em uma época em que só se produziam grandes satélites.

____	Amostra que contempla a participação do Brasil.

A conclusão é de que, embora os dados sobre a série encontrados na internet são apenas elementares[286], há mais justificativas a favor do que contra o uso dessa série para o teste da proposta de legislação, que será conseguido por meio de um *Gedankenexperiment*[287] parcial. *Gedankenexperiment* vem do idioma alemão e quer dizer "experimento de pensamento", é um “termo usado pelo físico nascido na Alemanha Albert Einstein para descrever sua abordagem única de usar experimentos conceituais em vez de reais na criação da teoria da relatividade” (tradução nossa)[288]. É parcial porque usa uma série OSCAR e seus dados reais.

As propostas mais relevantes para o teste são as apresentadas na seção 4.3 (da caracterização de PSBCs) e na seção 4.4 (da classificação de PSBCs em níveis de risco/criticidade de seus impactos ambientais no espaço exterior), conforme Rabello (2017), com base nas tabelas de probabilidades de ocorrência de um evento natural do IPCC (2018), na tabela de níveis de certeza utilizada pela Suprema Corte dos EUA, elaborada por Weiss (2003), na Tabela da FAA (SAE, 1996) e nas Tabelas do INPE (2017) e nos parâmetros definidos neste trabalho como fatores de risco para uma missão como a que é objeto desta tese (alocação orbital, vida útil, permanência no espaço exterior, proximidade a outros objetos espaciais, massa, existência de substâncias nocivas ao ambiente etc.).

As demais propostas são complementares às apresentadas nas seções 4.3 e 4.4 e devem ser apreciadas em um legislação nacional e/ou internacional como descritas detalhadamente no Capítulo 4 deste trabalho.

---

[286] A maior parte dos dados não foi obtida por meio dos canais oficiais do UNOOSA ou do NORAD. Eles foram coletados por meio de pesquisa em sites de busca, como Google, principalmente, na página Gunter’Space Page (https://space.skyrocket.de/) e N2YO.com (https://www.n2yo.com/satellite/?s=22077).

[287] BERNICKER, Brendan. ***Gedankenexperiment.*** Disponível em: <https://sites.psu.edu/bernickerpassionblog/2016/02/04/gedankenexperiment/>. Acesso em: 18 jul. 2018.

[288] *“... term used by German-born physicist Albert Einstein to describe his unique approach of using conceptual rather than actual experiments in creating the theory of relativity”.* ENCYCLOPEDIA BRITANNICA. ***Gedankenexperiment***. Disponível em: <https://www.britannica.com/science/Gedankenexperiment>. Acesso em 11 jan. 2019.

5.2 Gedankenexperiment da série OSCAR

Para o teste das propostas 4.3 e 4.4, primeiramente, a série OSCAR foi mapeada, pela Caracterização de Bearden (2000/2001), com a finalidade de se verificar quais satélites da série pertenciam à classe dos PSBCs conforme o autor especifica. O resultado desse mapeamento tentativo está tabelado no Apêndice B.

Há de se ressalvar que com dados precisos e/ou oficiais sobre os 94 satélites da série OSCAR, nas 17 características propostas por (2000/2001), o mapeamento seria mais fidedigno. O próprio autor reconhece que, para uma análise dessa magnitude é necessária uma base de dados extensiva, com informações sobre custo, informações técnicas e até programáticas[289]. Porém, tais dados oficiais não estão disponíveis publicamente, ou, ao menos, não são facilmente localizados. A título de exemplo do que se afirma, em algumas fontes de dados foram encontradas informações sobre a massa total do satélite, sendo impossível estimar com exatidão o peso da carga útil isoladamente, primeira característica da tabela de Bearden (2000/2001). Em relação ao tempo de vida útil do satélite, segunda característica da tabela de Bearden (2000/2001), algumas fontes informam o tempo em que o objeto esteve em operação, muitas vezes ultrapassando (e muito) o tempo projetado. Em raras oportunidades, fontes de dados continham a informação sobre o tempo de vida útil para o qual o satélite havia sido, de fato, projetado.

Pela ausência de dados e informações precisas, foi aplicado a este Capítulo o conceito de *Gedankenexperiment*, ou seja, um experimento de pensamento, realizado com dados mínimos e conhecimentos mais qualitativos do que quantitativos. A ausência e/ou disponibilidade de informações precisas e/ou oficiais corrobora a proposta apresentada na seção 4.11, de criação de um banco de dados de PSBCs.

Outro motivo pelo qual o *Gedankenexperiment* foi útil a essa etapa do trabalho foi o fato de que são satélites que já foram lançados, ou seja, a análise de risco feita nesta seção baseia-se em informações passadas, algumas de muitas décadas atrás,

---

[289] BEARDEN, David A. ***A Complexity-Based Risk Assessment of Low-Cost Planetary Missions: When is a Mission Too Fast and Too Cheap?*** Em: Fourth IAA International Conference on Low-Cost Planetary Missions, 2000, Laurel. Anais... Laurel: JHU/APL, 2-5 maio, 2000. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/d82e/71c8ab1c29a6177a326c5baaa09fe77a23d1.pdf>. Acesso em 11 jan. 2019.

em que a tecnologia era bastante diferente da atual, não em missões futuras, como pretende a proposta de análise de risco. Ou seja, o experimento só seria real se estivesse analisando missões futuras, com base no que se prevê, e não com base no que de fato ocorreu.

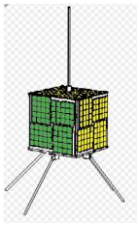
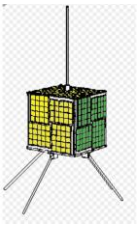
Para a aplicação da proposta da Seção 4.4, da série OSCAR foram selecionados os satélites:

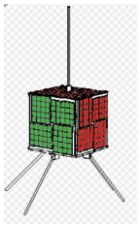
1) OSCAR-71, OSCAR-73, OSCAR-77 e OSCAR-78, pois continham o maior número de respostas “sim”, 16 ao todo, representada por “S” para as características da tabela de Bearden (2000/2001), vide Apêndice C;
2) OSCAR-17, pois era o único brasileiro;
3) OSCAR-5, OSCAR-9, OSCAR-33, OSCAR-43, OSCAR-47, OSCAR-68, pois preenchiam os critérios dos demais níveis de criticidade da Tabela 20, totalmente ou quase totalmente, que não foram ocupados pelos satélites com 16 “S” (item 1), nem pelo brasileiro (item 2).

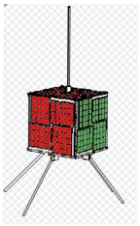
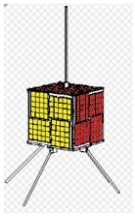
O resultado dessa classificação, que ilustra a aplicação da proposta contida na Seção 4.4, está demonstrado na Tabela 26. A classificação é sugestiva, uma vez que os requisitos de P e de S são exemplos e podem/devem ser refinados por meio da FMEA, a partir de dados confiáveis. O nível de Criticidade, dado pela aplicação da FMECA, é ilustrativo. A eficácia do resultado também dependerá de dados (abundantes e confiáveis). Considerando o princípio da razoabilidade, para cada PSBC mapeado foram eleitos os requisitos aplicáveis, marcados na Tabela 26 com um “X”. A partir daí, deu-se a classificação dos níveis de risco de seus impactos ambientais no espaço exterior.

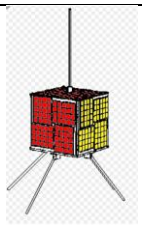
Tabela 26 – Classificação Alguns Satélites da Série OSCAR pelos Níveis de Risco/Criticidade de seus Impactos Ambientais no Espaço Exterior.

C	P	S	OSCAR
Baixa/Baixa BB 	**Baixa** p. ex.: 0 – 1/3 (verde) Níveis 1-3 da Tabela 14 Nível 1 da Tabela 15 Níveis 0-3 da Tabela 16 Níveis A e B da Tabela 17 Níveis D e E da Tabela 18 p. ex.: ( ) o objeto nunca se envolveu em	**Baixa** Danos baixos Níveis D e E da Tabela 17 Nível IV da Tabela 19 p. ex.: (X) em razão de suas	**OSCAR-77** 1,5 kg 10 cm x 10 cm x 10 cm 347 km (perigeu) 361 km (apogeu) Decaiu ~ 6 meses após o lançamento **OSCAR-78** 1 kg 10 cm x 10 cm x 10 cm

	situação de risco; (X) em razão de suas características externas, como a alocação orbital distinta ou distante de outros objetos, espera-se que o objeto não se envolva em situação de risco; (X) o objeto tem vida útil curta e permanência curta no espaço exterior, por ter sido colocado a uma altitude ≤ 599 km, espera-se que ele decaia em pouco tempo e deixe de representar um risco.	características internas, como pequena massa (p.ex.: até 10 kg e ou até 10 cm); e/ou ( ) ausência de substâncias nocivas (componentes da bateria, componentes nucleares), o dano que o objeto pode causar é sem efeito; (X) O Estado Lançador é parte do Tratado do Espaço, da Convenção sobre Responsabilidade, da Convenção sobre Registro; (X) O Estado Lançador segue alguma diretriz de mitigação de detritos espaciais; e ( ) é capaz de contratar seguro.	408 km (perigeu) 414 km (apogeu) Decaiu ~ 3 meses após o lançamento
Baixa/Média **BM** 	**Baixa** p. ex.: 0 – 1/3 (verde) Níveis 1-3 da Tabela 14 Nível 1 da Tabela 15 Níveis 0-3 da Tabela 16 Níveis A e B da Tabela 17 Níveis D e E da Tabela 18 p. ex.: ( ) o objeto nunca se envolveu em situação de risco; (X) em razão de suas características externas, como a alocação orbital distinta ou distante de outros objetos, espera-se que o objeto não se envolva em situação de risco; (X) o objeto tem vida útil curta e permanência curta no espaço exterior, por ter sido colocado a uma altitude ≤ 599 km, espera-se que ele decaia em pouco tempo e deixe de representar um risco.	**Média** Danos médios Níveis C da Tabela 17 Nível III da Tabela 19 p. ex.: ( ) em razão de suas características internas, como massa média (p. ex.: até 20 kg e de 11 a 21 cm); e/ou ( ) ausência de substâncias nocivas (componentes da bateria, componentes nucleares), o dano que o objeto pode causar é pequeno (leve redução na margem de segurança sem danos a outros objetos); (X) O Estado Lançador é parte do Tratado do Espaço, da Convenção sobre Responsabilidade, da Convenção sobre Registro; (X) O Estado Lançador segue alguma diretriz de mitigação de detritos espaciais; mas ( ) nem sempre é capaz de contratar seguro.	**OSCAR-9** 54 kg tamanho desconhecido 538 km (perigeu) 541 km (apogeu) Decaído em 1989, 8 anos após o lançamento Obs.: O OSCAR-9 não preenche o requisito de massa média (até 20kg) proposto para a "Severidade Média" e seu tamanho é desconhecido,. Por esse motivo, esse requisito não está selecionado na coluna "S". O OSCAR-9 é o único, até onde é possível identificar, da série OSCAR que preenche, minimamente, os requisitos para uma PSBC de "Criticidade Baixa/Média". Como mencionado, os requisitos merecem revisão e teste conforme dados (muitos e confiáveis) sejam obtidos.
Média/Baixa **MB** 	**Média** p. ex.: 1/3 – 2/3 (amarela) Nível 4 da Tabela 14 Nível 2 da Tabela 15 Níveis 4-7 da Tabela 16 Nível C da Tabela 17 Nível C da Tabela 18 p. ex.: ( ) o objeto nunca se envolveu em situação de risco; mas (X) em razão de suas características externas, como a alocação orbital semelhante a de outros objetos, existe uma razoável probabilidade dele se envolver em situação de risco; e/ou (X) o objeto tem vida útil curta e permanência longa no espaço exterior, por ter sido colocado a uma altitude entre 600 a 899 km, espera-se que ele não decaia em pouco	**Baixa** Danos baixos Níveis D e E da Tabela 17 Nível IV da Tabela 197 p. ex.: (X) em razão de suas características internas, como pequena massa (p.ex.: até 10 kg e ou até 10 cm); e/ou ( ) ausência de substâncias nocivas (componentes da bateria, componentes nucleares), o dano que o objeto pode causar é sem efeito; (X) O Estado Lançador é parte do Tratado do Espaço, da Convenção sobre Responsabilidade, da	**OSCAR-71** 1 kg 10 cm x 10 cm x 10 cm 457 km (perigeu) 815 km (apogeu Em órbita desde 2011 **OSCAR-73** 1 kg 10 cm x 10 cm x 10 cm 595 km (perigeu) 682 km (apogeu) Em órbita desde 2013

	tempo e, portanto, representa um risco.	Convenção sobre Registro; (X) O Estado Lançador segue alguma diretriz de mitigação de detritos espaciais; e ( ) é capaz de contratar seguro.	
Média/Média MM 	**Média** p. ex.: 1/3 – 2/3 (amarela) Nível 4 da Tabela 14 Nível 2 da Tabela 15 Níveis 4-7 da Tabela 16 Nível C da Tabela 17 Nível C da Tabela 18 p. ex.: ( ) o objeto nunca se envolveu em situação de risco; mas (X) em razão de suas características externas, como a alocação orbital semelhante a de outros objetos, existe uma razoável probabilidade dele se envolver em situação de risco; e/ou (X) o objeto tem vida útil curta e permanência longa no espaço exterior, por ter sido colocado a uma altitude entre 600 a 899 km, espera-se que ele não decaia em pouco tempo e, portanto, representa um risco.	**Média** Danos médios Níveis C da Tabela 17 Nível III da Tabela 19 p. ex.: (X) em razão de suas características internas, como massa média (p. ex.: até 20 kg e de 11 a 21 cm) (tamanho não identificado); e/ou ( ) ausência de substâncias nocivas (componentes da bateria, componentes nucleares), o dano que o objeto pode causar é pequeno (leve redução na margem de segurança sem danos a outros objetos); (X) O Estado Lançador é parte do Tratado do Espaço, da Convenção sobre Responsabilidade, da Convenção sobre Registro; (X) O Estado Lançador segue alguma diretriz de mitigação de detritos espaciais; mas ( ) nem sempre é capaz de contratar seguro.	**OSCAR-47** 12 kg tamanho não identificado 791km (perigeu) 805 km (apogeu) Em órbita desde 2002
Baixa/ Alta BA 	**Baixa** p. ex.: 0 – 1/3 (verde) Níveis 1-3 da Tabela 14 Nível 1 da Tabela 15 Níveis 0-3 da Tabela 16 Níveis A e B da Tabela 17 Níveis D e E da Tabela 18 p. ex.: ( ) o objeto nunca se envolveu em situação de risco; (X) em razão de suas características externas, como a alocação orbital distinta ou distante de outros objetos, espera-se que o objeto não se envolva em situação de risco; (X) o objeto tem vida útil curta e permanência curta no espaço exterior, por ter sido colocado a uma altitude ≤ 599 km, espera-se que ele decaia em pouco tempo e deixe de representar um risco.	**Alta** Danos altos Níveis A e B da Tabela 17 Níveis I e II da Tabela 19 p. ex.: (X) em razão de suas características internas, como massa maior (p. ex.: acima de 20 kg e acima de 22 cm); e/ou ( ) substâncias nocivas (componentes da bateria, componentes nucleares), o dano que o objeto pode causar é grande, perigoso ou catastrófico (danos materiais e imateriais a outros objetos, risco de vida a astronautas, poluição ambiental importante, que compromete uma faixa de órbita, por exemplo); (X) O Estado é parte do Tratado do Espaço, da Convenção sobre Responsabilidade e/ou da Convenção sobre Registro; ( ) O Estado Lançador não segue quaisquer diretrizes de mitigação de detritos espaciais; e ( ) não é capaz de contratar seguro.	**OSCAR-43*** 90 kg 90 cm (diâmetro) 467 km (perigeu) 474 km (apogeu) Decaiu ~ 1 ano e 4 meses após o lançamento *exceto pelo fatos dos EUA serem o Estado Lançador, ou seja, seguem diretrizes de mitigação de detritos espaciais, há possibilidade de contratarem seguro, por exemplo.

Alta/ Baixa **AB** 	**Alta** p. ex.: 2/3 – 3/3 (vermelha) Níveis 5-7 da Tabela 14 Nível 3 da Tabela 15 Níveis 8-10 da Tabela 16 Níveis D e E da Tabela 17 Nível A e B da Tabela 18 p. ex.: ( ) o objeto já se envolveu em situação de risco ou provocou dano a outro objeto espacial; ou ( ) em razão de suas características externas, como a alocação orbital próxima a de outros objetos, existe uma alta probabilidade dele se envolver em situação de risco; (X) o objeto tem vida útil curta e permanência longa no espaço exterior, por ter sido colocado a uma altitude ≥ 900 km, espera-se que ele nunca decaia e, portanto, representa um risco perene.	**Baixa** Danos baixos Níveis D e E da Tabela 17 Nível IV da Tabela 19 p. ex.: ( ) em razão de suas características internas, como pequena massa (p.ex.: até 10 kg e ou até 10 cm); e/ou ( ) ausência de substâncias nocivas (componentes da bateria, componentes nucleares), o dano que o objeto pode causar é sem efeito; (X) O Estado Lançador é parte do Tratado do Espaço, da Convenção sobre Responsabilidade, da Convenção sobre Registro; (X) O Estado Lançador segue alguma diretriz de mitigação de detritos espaciais; e ( ) é capaz de contratar seguro.	**OSCAR-5*** 17 kg 3 cm × 30 cm × 15 cm 1.440, 7 km (perigeu) 1.484,4 km (apogeu) Em órbita desde 1971 * exceto pelo tamanho
Média/ Alta **MA** 	**Média** p. ex.: 1/3 – 2/3 (amarela) Nível 4 da Tabela 14 Nível 2 da Tabela 15 Níveis 4-7 da Tabela 16 Nível C da Tabela 17 Nível C da Tabela 18 p. ex.: ( ) o objeto nunca se envolveu em situação de risco; mas ( ) em razão de suas características externas, como a alocação orbital semelhante a de outros objetos, existe uma razoável probabilidade dele se envolver em situação de risco; e/ou (X) o objeto tem vida útil curta e permanência longa no espaço exterior, por ter sido colocado a uma altitude entre 600 a 899 km, espera-se que ele não decaia em pouco tempo e, portanto, representa um risco.	**Alta** Danos altos Níveis A e B da Tabela 17 Níveis I e II da Tabela 19 p. ex.: (X) em razão de suas características internas, como massa maior (p. ex.: acima de 20 kg e acima de 22 cm); e/ou ( ) substâncias nocivas (componentes da bateria, componentes nucleares), o dano que o objeto pode causar é grande, perigoso ou catastrófico (danos materiais e imateriais a outros objetos, risco de vida a astronautas, poluição ambiental importante, que compromete uma faixa de órbita, por exemplo); (X) O Estado é parte do Tratado do Espaço, da Convenção sobre Responsabilidade e/ou da Convenção sobre Registro; (X) O Estado Lançador não segue quaisquer diretrizes de mitigação de detritos espaciais; e ( ) não é capaz de contratar seguro. é capaz de contratar seguro.	**OSCAR 33** 34 kg 32 cm × 32 cm × 35 cm 647 km (perigeu) 653 km (apogeu) Em órbita desde 1998
Alta/ Média **AM**	**Alta** p. ex.: 2/3 – 3/3 (vermelha) Níveis 5-7 da Tabela 14 Nível 3 da Tabela 15 Níveis 8-10 da Tabela 16 Níveis D e E da Tabela 17 Nível A e B da Tabela 18 p. ex.:	**Média** Danos médios Níveis C da Tabela 17 Nível III da Tabela 19 p. ex.:	**OSCAR-17** 12, 92 kg 21 cm x 21 cm x 21 cm 774 km (perigeu) 789 km (apogeu) Em órbita desde 1990 Obs.: O OSCAR-17 não preenche o requisito de

	( ) o objeto já se envolveu em situação de risco ou provocou dano a outro objeto espacial; ou (X) em razão de suas características externas, como a alocação orbital próxima a de outros objetos, existe uma alta probabilidade dele se envolver em situação de risco; ( ) o objeto tem vida útil curta e permanência longa no espaço exterior, por ter sido colocado a uma altitude ≥ 900 km, espera-se que ele nunca decaia e, portanto, representa um risco perene.	(X) em razão de suas características internas, como massa média (p. ex.: até 20 kg e de 11 a 21 cm) (tamanho não identificado); e/ou ( ) ausência de substâncias nocivas (componentes da bateria, componentes nucleares), o dano que o objeto pode causar é pequeno (leve redução na margem de segurança sem danos a outros objetos); (X) O Estado Lançador é parte do Tratado do Espaço, da Convenção sobre Responsabilidade, da Convenção sobre Registro; (X) O Estado Lançador segue alguma diretriz de mitigação de detritos espaciais; mas ( ) nem sempre é capaz de contratar seguro.	altitude (≥ 900 km) proposto para a "Probabilidade Alta". Por esse motivo, esse requisito não está selecionado na coluna "P". O OSCAR-17, porém, é o único, até onde é possível identificar, da série OSCAR que preenche, minimamente, os requisitos para uma PSBC de "Criticidade Alta/Média". Como mencionado, os requisitos merecem revisão e teste conforme dados (muitos e confiáveis) sejam obtidos.
Alta/Alta AA 	**Alta** p. ex.: 2/3 – 3/3 (vermelha) Níveis 5-7 da Tabela 14 Nível 3 da Tabela 15 Níveis 8-10 da Tabela 16 Níveis D e E da Tabela 17 Nível A e B da Tabela 187 p. ex.: ( ) o objeto já se envolveu em situação de risco ou provocou dano a outro objeto espacial; ou ( ) em razão de suas características externas, como a alocação orbital próxima a de outros objetos, existe uma alta probabilidade dele se envolver em situação de risco; (X) o objeto tem vida útil curta e permanência longa no espaço exterior, por ter sido colocado a uma altitude ≥ 900 km, espera-se que ele nunca decaia e, portanto, representa um risco perene.	**Alta** Danos altos Níveis A e B da Tabela 17 Níveis I e II da Tabela 19 p. ex.: (X) em razão de suas características internas, como massa maior (p. ex.: acima de 20 kg e acima de 22 cm); e/ou ( ) substâncias nocivas (componentes da bateria, componentes nucleares), o dano que o objeto pode causar é grande, perigoso ou catastrófico (danos materiais e imateriais a outros objetos, risco de vida a astronautas, poluição ambiental importante, que compromete uma faixa de órbita, por exemplo); (X) O Estado é parte do Tratado do Espaço, da Convenção sobre Responsabilidade e/ou da Convenção sobre Registro; (X) O Estado Lançador não segue quaisquer diretrizes de mitigação de detritos espaciais; e ( ) não é capaz de contratar seguro.	**OSCAR-68** 50 kg tamanho não identificado 1193 km (perigeu) 1204 km (apogeu) Em órbita desde 2009

Após o mapeamento dos satélites, observou-se que os objetos espaciais alocados em faixas de até 300 km de perigeu tiveram 100% de decaimentos. Ao passo que satélites alocados acima de 700 km de perigeu não decaíram, ainda que seus lançamentos tenham ocorrido no início da década de 1960. Pode-se depreender dessa informação que o ideal seria que os PSBCs fossem alocados nas faixas de órbita até 300 km. Contudo, PSBCs costumam pegar carona em

lançamento de satélites maiores, o que os obriga a serem alocados em faixas de órbitas mais altas. A demarcação em até 300 km de altitude limitaria os lançamentos de PSBCs a partir da ISS, por exemplo. Sabendo-se que a ISS deve permanecer operante por mais alguns anos, o limite pretendido inviabilizaria os lançamentos.

Outras informações nesse sentido podem ser extraídas da Tabela 27. Ela dá uma pista sobre as melhores faixas a serem utilizadas por esses satélites que, ao final de suas vidas úteis, não poderão ser decomissionados simplesmente por não disporem de tecnologias para tanto. Satélites colocados em uma faixa de órbita relativamente baixa, com um baixo perigeu, como os OSCAR 83 e 84, tinham um apogeu de aproximadamente 700 km, o que pode ter impedido os seus decaimentos.

Tabela 27 – Série OSCAR e sua Distribuição por Faixas de Órbitas.

PERIGEU	SATÉLITES	DECAIMENTOS
Até 300 km	6 (OSCAR-1, 2, 4, 56, 59, 60)	6 (OSCAR-1, 2, 4, 56, 59, 60)
De 301 a 400 km	5 (OSCAR 72, 77, 83, 84, 89)	2 (OSCAR 72, 77)
De 401 a 500 km	8 (OSCAR 43, 71, 75, 78, 88, 90, 91, 92)	3 (OSCAR 43, 75, 78)
De 501 a 600 km	2 (OSCAR 73, 76)	1 (OSCAR 76)
De 601 a 700 km	17 (OSCAR 33, 41, 42, 50, 51, 52, 53, 58, 63, 64, 65, 66, 69, 70, 74, 79, 80)	1 (OSCAR 65)
Acima dos 701 km	22 (OSCAR 3, 5, 6, 7, 8, 14, 15, 16, 17, 19, 26, 27, 37, 38, 39, 44, 45, 47, 48, 55, 57, 68)	0
Total	**60**	**13**

No que se refere à adesão aos Tratados mais relevantes para essa proposta, observa-se que todos os Estados que desenvolveram e lançaram esses objetos, atualmente, fazem parte do Tratado do Espaço, da Convenção sobre Responsabilidade e da Convenção sobre Registro, exceto a Arábia Saudita, que não aderiu à Convenção sobre Registro, e a ESA, que não declarou aceitação do Tratado do Espaço[290].

Alguns Estados seguem políticas de mitigação de detritos espaciais e/ou possuem legislações específicas sobre o tema. Outros países, como o Brasil, não

[290] UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS (UNOOSA). ***Status of Internacional Agreements Relating to Activities in Outer Space as at 1 January 2018***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/treatystatus/AC105_C2_2018_CRP03E.pdf>. Acesso em 12 jan. 2019.

possuem uma legislação espacial nacional que contemple a preocupação com a sustentabilidade das atividades espaciais. Contudo, considerando que o Brasil ainda não possui veículos lançadores de satélites, ele irá procurar esse lançamento em outros países e poderá, eventualmente, ter que cumprir com os requisitos locais de mitigação de detritos espaciais ou da organização contratada. Essa reflexão é importante porque quanto mais países estiverem dispostos a respeitar o que preconiza os instrumentos, vinculantes ou não, do Direito Espacial, mais seguras serão as atividades espaciais no futuro.

Finalmente, advoga-se em favor de legislações internacionais e nacionais inovadoras no que diz respeito às novas tecnologias disponíveis e aos problemas hodiernos. Este estudo de caso procurou demonstrar que isso é possível.

6 CONCLUSÃO

Esta tese pretendeu unir elementos técnicos e jurídicos, caraterística premente no Direito Ambiental Internacional, para conceber 12 propostas regulatórias que podem ser utilizadas para disciplinar PSBCS, com o intuito de salvaguardar atores espaciais, considerando o atual compromisso dos Estados aos Tratados e Convenções do Direito Espacial, e mitigar os impactos ambientais no espaço exterior causados por esse tipo de objeto espacial.

As motivações que justificaram as propostas regulatórias estavam amparadas pelos Princípios do Direito Ambiental Internacional e relacionadas 1) à preocupação acerca do compromisso internacional dos Estados em uma atividade que, atualmente, não é necessariamente desempenhada por esses atores; 2) ao impacto ambiental que pode ser causado pelos PSBCs, que: são cada vez mais numerosos; em geral, encontram-se na faixa de órbitas LEO, ocupadas por satélites importantes; não possuem controle de órbita ou de atitude; e rapidamente se tornam detritos espaciais; 3) à falta de diferenciação/conceituação de PSBCs e conseguinte tratamento apropriado pela comunidade técnica e jurídica; e 4) ao potencial de risco que os PSBCs podem representar e, portanto, ao tratamento jurídico que eles merecem ter.

À luz das legislações internacional e nacional pesquisadas e analisadas, depreende-se que não há instrumento que trate especificamente dos PSBCs; tampouco está consolidada uma definição para esse tipo de objeto espacial. Mas, sem dúvida, há regulamentações bastante rigorosas, como a Convenção sobre Responsabilidade (1972), que se aplicam a esses objetos, e isso não deve ser menosprezado pela comunidade internacional, tampouco pelos Estados signatários de tais acordos.

As soluções tecnológicas existentes, como o decomissionamento pós-missão, e aquelas ainda em desenvolvimento, como a remoção ativa dos detritos espaciais, ainda em fase de desenvolvimento, são pertinentes e louváveis, apesar de caras e inacessíveis a muitos países, e não eximem os Estados de suas responsabilidades. Por esse motivo, é preciso haver uma verdadeira conscientização e uma legislação especifica para lidar com o problema.

Conclui-se que:

- É fundamental reconhecer que existe um problema (ambiental, global, técnico e jurídico) que merece tratamento adequado;
- É imprescindível que a comunidade científica chegue a um consenso sobre o que é de fato um pequeno satélite, e vá adiante, diferenciando também um Pequeno Satélite de Baixa Complexidade, cujas características mais tangíveis merecem um tratamento jurídico específico, distinto do de um Pequeno Satélite de Alta Complexidade, sob pena de desestimular as recentes iniciativas de vários atores na nova Era Espacial que desponta.
- Onde nada, ou quase nada, havia, a tabela de Bearden (2000/2001) propõe uma definição de PSBCs e, por esse motivo, ela foi eleita para compor o discurso ora apresentado. Porém, durante o experimento de pensamento, notou-se que a tabela demandava muitas informações que não estavam disponíveis. Para estudos de caso como esse, deve haver um canal oficial pelo qual os dados sobre cada missão possam ser obtidos (UNOOSA, por exemplo). Idealmente, deve haver um banco de dados em que possam ser colhidos números, porcentagens, e não apenas informações qualitativas.
- Uma vez reconhecido e definido o problema, é preciso identificar a melhor estratégia para a implementação das propostas apresentadas nesta tese, que pode se dar por uma abordagem "*top-down*", como o Protocolo de Montreal, cujo sucesso parece improvável considerando o atual cenário geopolítico; ou via abordagem ""*bottom-up*", em que bons e eficientes exemplos de normas nacionais sejam capazes de sensibilizar e mobilizar a comunidade internacional para o problema da poluição espacial e do risco.
- Uma terceira possibilidade é a criação de políticas ou diretrizes internacionais ou nacionais, como as Diretrizes do IADC para Mitigação de Detritos Espaciais ou o Código de Conduta Europeu. Por meio desse tipo de instrumento é possível exercitar a Governança Ambiental Global, que tem se apresentado como via de solução de problemas ambientais mais eficaz e eficiente por ser mais pragmática e por congregar os diversos atores interessados em um único debate. Problemas ambientais, em geral, não podem esperar por longos embates políticos e jurídicos, apartados do subsídio técnico-científico.

Para trabalhos futuros, sugere-se o seguinte:

- A tabela proposta por Bearden (2000/2001) precisa ser refinada para ser aplicável em uma legislação futura, que irá analisar missões futuras (não passadas como no caso da série OSCAR).
- A tabela proposta por Bearden (2000/2001) pode ser simplificada, elegendo-se algumas características fundamentais (e publicáveis) e fundindo-as às classificações de pequenos satélites adotadas pela NASA, pela ESA, pela AEB, pelo INPE e por outras agências espaciais, aos dados de registro que o UNOOSA dispõe.
- O UNOOSA poderia considerar incorporar tais características ao processo de registro de pequenos satélites para que essas informações fossem facilmente recuperadas em estudos de caso.
- A tabela de Bearden (2000/2001) carece de uma caracterização de média complexidade em que, por exemplo, satélites com carga útil de massa de ~ 10 a ~ 200 kg, com 2 a 5 instrumentos de carga útil (e assim por diante) fossem contemplados. Há um “salto” da coluna de baixa complexidade para a de alta, sem considerar os satélites de média complexidade.
- É preciso definir a melhor altitude de alocação de PSBC, mas também investigar se a atitude de um PSBC pode influenciar no sucesso de seu decaimento pós-missão.
- É preciso propor soluções baratas para o controle de atitude de PSBC, uma vez que o aumento da confiabilidade pode tornar a missão muito onerosa.
- Para auxiliar na preservação e na sustentabilidade das atividades espaciais, sugerem-se buscar soluções inteligentes, baseadas em problemas ambientais enfrentados no planeta Terra. Uma reflexão possível: o banimento do uso de canudinhos de plástico de uso único em alguns países. Canudinhos plásticos são objetos de vida útil curta, ou seja, são utilizados em alguns minutos e logo viram lixo. Estima-se que o plástico leve séculos para se decompor no meio ambiente. O mesmo ocorre com os PSBCs. Em que pese sua importância para o desenvolvimento tecnológico de um país, trata-se de um objeto que desempenhará alguma função por até 12 meses, como prescreve Bearden (2000/2001), porém, permanecerá no espaço por muitas décadas, especialmente se for alocado em órbitas para além de 600 km de altitude. A questão é complexa, uma vez que objetos lançados ao espaço são feitos para

> durar, com materiais capazes de resistir às vibrações do lançamento, às intempéries do ambiente espacial (temperatura, radiação, vácuo, colisão com detritos espaciais etc.) e até mesmo para serem reutilizados como o caso dos *Space Shuttles*. Contudo, é possível que a Engenharia pense em desenvolver materiais que sejam "espaço degradáveis". Apesar da complexidade da reflexão que se aventa, é verdade que as inovações tecnológicas nascem desse tipo de desafio. Desse posicionamento inovador, espera-se obter soluções, como materiais que se decomporiam facilmente no espaço, para tornar as atividades menos prejudiciais ao ambiente espacial.

O preceito de dinamismo da ciência, na busca de soluções para novos problemas, é consoante com o próprio dinamismo do Universo. Heráclito de Éfeso (~ 535 a.C – ~ 475 a.C.), filósofo grego, pai da Dialética, já pronunciava que "tudo flui". A tecnologia espacial flui em uma velocidade muitas vezes surpreendente. As adaptações técnicas, de mitigação de detritos espaciais e de outros riscos/danos que PSBCs podem representar, e as propostas jurídicas listadas neste trabalho precisam ser flexíveis o suficiente para acompanhar essa fluidez e esse dinamismo. O Direito Espacial Internacional, embora aplicável, não é o mais abrangente e nem dinâmico o suficiente. Novos dispositivos para disciplinar os PSBCs se fazem imperiosos.

O adágio "Se queres a Paz, prepara-te para a Guerra" (*Si vis Pacem, para Bellum*), atribuído a *Publius Flavius Vegetius Renatus*, remete à natureza egoísta do ser humano, que, dificilmente irá tomar providências sobre algo que não lhe está sendo diretamente inconveniente. É preciso estar preparado, tomar as medidas cabíveis enquanto há tempo. Nesse sentido, "preparar-se para a guerra" entende-se pela implementação de dispositivos técnicos e jurídicos com o intuito de se "chegar a uma paz", que é a preservação dos recursos espaciais, caros a toda a Humanidade, e à continuidade dos programas espaciais.

A lei existe e ela deve ser a expressão de uma reta razão, a justiça: "*Est quidem vera lex recta ratio naturae congruens"* (Há uma verdadeira lei, uma razão reta, congruente com a Natureza, segundo Cícero, em *De Finibus Bonorum et Malorum* (Os Fins do Bem e do Mal), Livro I, Seção 33). É justo que novos atores possam associar-se a uma atividade tão essencial, como a atividade espacial. Porém, a poluição desmedida por detritos não está congruente com aquilo que a natureza

pode suportar, como preconiza Cícero. O equilíbrio a ser perseguido garantirá, em seu fim, a justiça à natureza, da qual o ser humano é parte.

O pensamento de Cícero remonta ao Princípio da Responsabilidade, de Hans Jonas, pelo qual os assuntos humanos são indissolúveis. O prejuízo ao ambiente representa um dano ao direito do outro a esse mesmo ambiente, incluindo daqueles que ainda estão por vir (princípio do desenvolvimento sustentável e da responsabilidade intergeracional). Jonas sugere inclusive tratar como certo aquilo que é duvidoso (princípio da precaução). São nessas concepções filosóficas, de Heráclito a Jonas, e nos princípios fundamentais do Direito Ambiental Internacional que esta tese está alicençada.

REFERÊNCIAS

AEROSPACE CORPORATION. ***Rocket Soot Emission and Climate Change***. Disponível em: <https://aerospace.org/crosslinkmag/summer2011/rocket-soot-emissions-and-climate-change/>. Acesso em 08 fev. 2018.

ARAÚJO, Gisele Ferreira. ***Strategies for Sustainability***: *Scientific, Social and Legal Aspects – Global Context – Comparative View*. São Paulo: Editora Plêiade. 2007. p. 141.

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA (AEB). **Lançamento de Nanossatélite Brasileiro Obteve Sucesso**. Disponível em: <http://www.aeb.gov.br/lancamento-de-nanossatelite-brasileiro-obteve-sucesso/>. Acesso em 01 nov. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DIREITO AEROESPACIAL (SBDA). **Lei Geral das Atividades Espaciais no Brasil**. Disponível em: <http://www.sbda.org.br/revista/1869.pdf>. Acesso em 27 fev. 2018.

BASLAR, Kemal. ***The Concept of the Common Heritage of Mankind in International Law***. The Hague: Martinus Nijhoff Publishers, 1998. p. 427.

BATISTA, Andreza da Costa. **Estudo de Modelos e Condições Iniciais da Geração a Priori de Detritos Espaciais e sua Propagação Orbital**. 2011. 352 p. (sid.inpe.br/mtc-m19/2011/02.28.17.49-TDI). Dissertação (Mestrado em Mecânica Espacial e Controle) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2011. Disponível em: <http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3996TBH>. Acesso em 19 jul. 2018.

BATTESTIN, Cláudia; GHIGGI, Gomercindo. **O Princípio Responsabilidade de Hans Jonas:** Um Princípio Ético para o Novos Tempos. Thaumazein, Ano III, número 06, Santa Maria (outubro de 2010), pp. 69-85.

BBC NEWS BRASIL. **Brumadinho:** O Que se Sabe sobre o Rompimento de Barragem que Matou ao Menos 115 Pessoas em MG**.** Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-47002609>. Acesso em 12 fev. 2019**.**

BEARDEN, David A. ***A Complexity-Based Risk Assessment of Low-Cost Planetary Missions:*** *When is a Mission Too Fast and Too Cheap?* Em: Fourth IAA International Conference on Low-Cost Planetary Missions, 2000, Laurel. Anais... Laurel: JHU/APL, 2-5 maio, 2000. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/d82e/71c8ab1c29a6177a326c5baaa09fe77a23d1.pdf>. Acesso em 11 jan. 2019.

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. 2018.

BELGIUM AIR AND SPACE POLICY (BELSPO). ***The Belgian Space Law***. Disponível em: <http://www.belspo.be/belspo/space/belaw_en.stm>. Acesso em 01 mai. 2018.

BERGGRUEN, Nicolas, GARDELS, Nathan. **Governança Inteligente para o Século XXI:** uma Via Intermediária entre Ocidente e Oriente. Rio de Janeiro: Objetiva, 2013, p.151.

BERNICKER, Brendan. ***Gedankenexperiment.*** Disponível em: <https://sites.psu.edu/bernickerpassionblog/2016/02/04/gedankenexperiment/>. Acesso em 18 jul. 2018.

BITTENCOURT NETO, Olavo de Oliveira. **Direito Espacial Contemporâneo:** Responsabilidade Internacional. Curitiba: Juruá, 2001. 170 p.

BITTENCOURT NETO, Olavo de Oliveira. **Limite Vertical à Soberania dos Estados:** Fronteira entre Espaço Aéreo e Ultraterrestre. Tese de Doutorado de Olavo de Oliveira Bittencourt Neto, São Paulo, USP, 2011, 278 p. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/2/2135/tde-15052012-095902/publico/Olavo_de_Oliveira_Bittencourt_Neto_DO.pdf>. Acesso em 06 fev. 2018.

BRAGA, Ariane de Oliveira; SOUZA, Marcelo Lopes de Oliveira. **Análise e simulação de reentradas atmosféricas controladas.** Em: SICINPE - 2006. São José dos Campos. 2006. p. 19 p. (INPE-14004-PRE/9179).

BRASIL. **Lei no. 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em 07 mai. 2018.

BURKE, Paulo Eduardo Pinto; SOUZA, Marcelo Lopes de Oliveira. **Análise e simulação de reentradas atmosféricas controladas.** Em: Seminário de Iniciação Científica do INPE-SICINPE, 2012, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2012. p. 124. CD-ROM; On-line; Papel. IBI: <8JMKD3MGP7W/3CMTKC6>. Disponível em: <http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3CMTKC6>. Acesso em 31 jan. 2018.

CARDOSO, Grazielle Cunha; SOUZA, Marcelo Lopes de Oliveira. **Análise e simulação de reentradas atmosféricas.** Em: Seminário de Iniciação Científica do INPE-SICINPE, 2010, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2010. p. 29. CD-ROM; Papel; On-line. IBI: <8JMKD3MGP7W/38A2CH8>. Disponível em: <http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/38A2CH8>. Acesso em 31 jan. 2018.

CARPANELLI, Elena; COHEN, Brendan. ***Interpreting 'Damage Caused by Space Objects' under the 1972 Liability Convention***. *Proceedings of the International Institute of Space Law*, 56 (2014). 12 p.

CARPI, Anthony; EGGER, Anne E. ***Process of Science: Statistics in Science***. Disponível em: <https://www.visionlearning.com/en/library/Process-of-Science/49/Statistics-in-Science/155>. Acesso em 07 jan. 2019.

CARPI, Anthony; EGGER, Anne E. ***The Practice of Science: An Introduction to Research Methods***. Disponível em: <https://www.visionlearning.com/en/library/Process-of-Science/49/The-Practice-of-Science/148>. Acesso em 28 fev. 2018.

CASELLA, Paulo Borba. **Direito Internacional dos Espaços**. São Paulo: Atlas, 2009. 980 p.

CENTRE NATIONAL D`ETUDES SPATIALES (CNES). ***Attitude Control***. Disponível em: <http://spot4.cnes.fr/spot4_gb/attitude.htm>. Acesso em 24 jan. 2019.

CHANDRA, Aman; Thangavelautham, Jekanthan. ***De-orbiting Small Satellites Using Inflatables***. Em: *Advanced Maui Optical and Space Surveillance*

Technologies Conference (AMOS), 2018, Maui: Maui Economic Development Board, Inc., 2018. 11p. Disponível em: <https://amostech.com/TechnicalPapers/2018/Poster/Chandra.pdf>. Acesso em 03 jan. 2019.

CHOBOTOV, Vladimir A. (Ed.) ***Orbital Mechanics. 3rd Edition***. American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2002. p. 301-302.

COMISSÃO COORDENADORA DOS ASSUNTOS DA ORGANIZAÇÃO MARÍTIMA INTERNACIONAL (CCA-IMO) DO BRASIL. ***International Convention on the Establishment of an International Fund for Compensation for Oil Pollution Damage (FUND)***. Disponível em: <https://www.ccaimo.mar.mil.br/codigos-e-convencoes/convencoes/fund>. Acesso em 08 jan. 2019.

CRAFTECH INDUSTRIES. ***How Have Plastic Materials Advanced Space Exploration?*** Disponível em: <http://www.craftechind.com/plastic-materials-advanced-space-exploration/>. Acesso em 14 jan. 2019.

DIÁRIO BOTUCATU. **Conheça a História do Primeiro Explorador Espacial Brasileiro**. Disponível em: <http://diariobotucatu.com.br/cidade/9917/>. Acesso em 26 fev. 2018.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO (DOU). **Portaria nº 120, de 26 de agosto de 2014**. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=7&data=27/08/2014>. Acesso em 01 nov. 2016.

DICIONÁRIO CAMBRIDGE. ***Assure***. Disponível em: <https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/ingles-portugues/assure>. Acesso em 23 abr. 2018.

_____. ***Procure***. Disponível em: <https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/ingles-portugues/procure>. Acesso em 26 abr. 2018.

DICIONÁRIO MICHAELIS. **Pequeno**. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=&t=&palavra=pequeno>. Acesso em 26 de fev. 2018.

_____. ***Procure***. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/moderno-ingles/busca/ingles-portugues-moderno/procure/>. Acesso em 26 abr. 2018.

_____. **Promover**. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/promover/>. Acesso em 26 abr. 2018.

_____.**Velar**. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/palavra/lapRK/velar-2/>. Acesso em 23 abr. 2018.

DI PIPPO, Simonetta. ***Registration of Space Objects with the Secretary General***. 2016. 26 slides. Disponível em: <http://www.unoosa.org/documents/pdf/copuos/lsc/2016/symp-03.pdf>. Acesso em 06 jan. 2019.

DOLINGER, Jacob. **Direito Internacional Privado**. 10a. Edição. Rio de Janeiro: Editora Forense: 2011. 543 p.

DUNN, Barrie. D. ***Requirements for Spacecraft Materials***. Disponível em: <https://www.springer.com/cda/content/document/cda_downloaddocument/9783319233611-c2.pdf?SGWID=0-0-45-1544706-p177653835>. Acesso em 14 jan. 2019.

ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDERALE DE LAUSANNE. ***CleanSpace One***. Disponível em: <http://espace.epfl.ch/site/eSpace/CleanSpaceOne_1%20>. Acesso em 02 dez 2016.

ENCYCLOPEDIA BRITANNICA. ***Gedankenexperiment***. Disponível em: <https://www.britannica.com/science/Gedankenexperiment>. Acesso em 11 jan. 2019.

EUROPEAN CENTRE FOR SPACE LAW (ECSL). ***Austrian Outer Space Act entered into Force***. Disponível em: <https://www.spacelaw.at/austrian-outer-space-act/>. Acesso em 01 mai. 2018.

EUROPEAN COOPERATION FOR SPACE STANDARDIZATION (ECSS). ***ECSS-U-AS-10C – Adoption Notice of ISO 24113:*** *Space systems – Space debris mitigation requirements*. ECSS Secretariat ESA-ESTEC Requirements & Standards Division Noordwijk, The Netherlands.

EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA). ***About Space Debris***. Disponível em: <http://www.esa.int/Our_Activities/Operations/Space_Debris/About_space_debris>. Acesso em 30 jan. 2018.

_____. ***European Code of Conduct for Space Debris Mitigation***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/sd/2004-B5-10.pdf>. Acesso em 16 abr. 2018.

_____. ***Mitigation Space Debris Generation***. Disponível em: <http://www.esa.int/Our_Activities/Operations/Space_Debris/Mitigating_space_debris_generation>. Acesso em 16 abr. 2018.

_____. ***Nanosatellite to Serve the Internet of Things Tested for Space***. Disponível em: <http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/Nanosatellite_to_serve_the_Internet_of_Things_tested_for_space>. Acesso em 15 fev. 2019.

_____. ***New Member States***. Disponível em: <https://www.esa.int/About_Us/Welcome_to_ESA/New_Member_States>. Acesso em 30 jul. 2018.

_____. ***Small Satellite Missions in the Context of the ESA Scientific Programme***. Disponível em: <http://www.esa.int/esapub/bulletin/bullet80/dale80.htm>. Acesso em 26 fev. 2018.

_____. ***Space Debris by the Numbers***. Disponível em: <http://www.esa.int/Our_Activities/Operations/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers>. Acesso em 27 fev. 2018.

_____. ***Space Situation Awareness (SSA)***. Disponível em: <https://www.esa.int/Our_Activities/Operations/Space_Situational_Awareness/About_SSA>. Acesso em 21 dez. 2018.

FIGUEIREDO, M. S. N.; PEREIRA, Antonio. **Managing Knowledge – The Importance of Databases in the Scientific Production**. Em: International Conference on Sustainable and Intelligent Manufacturing, 2016, Leiria. Anais... Leiria, 2016. P. 167. Disponível em:

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2351978917306108?token=604FF02D8A9F534F2AEFA42BCF9995AE55EB2A9546F57AF1EE877742D5880CF9664895CCB32D07CC9194095D4961545B>. Acesso em 07 jan. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.08.021>.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Por que os Canudinhos de Plástico se Tornaram os Novos Vilões do Mundo?** Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2018/11/por-que-os-canudinhos-de-plastico-se-tornaram-os-novos-viloes-do-mundo.shtml>. Acesso em 14 jan. 2019.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA. (FAB). **Nanossatélite ITASAT é Lançado da Base de Vandenberg, na Califórnia (EUA).** Disponível em: <http://www.fab.mil.br/noticias/mostra/33253/ESPA%C3%87O%20-%20Nanosat%C3%A9lite%20ITASAT%20%C3%A9%20lan%C3%A7ado%20da%20Base%20de%20Vandenberg,%20na%20Calif%C3%B3rnia%20(EUA>. Acesso em 11 dez. 2018.

FORCE, Melissa K. ***Legal Implications of Debris Removal***. Proceedings of the 63rd International Astronautical Congress. IAC, Nápoles, 2012. p. 3-5.

GEOSPATIAL WORLD.***ISRO to Shake up Launch Market with Small Satellite Launch Vehicle in 2019***. Disponível em: <https://www.geospatialworld.net/blogs/isro-market-satellite-launch-vehicle/>. Acesso em 03 fev. 2018.

GOMES, Mariany Ludgero Maia; SOUZA, Marcelo Lopes de Oliveira. **Análise e Simulação de Detritos Espaciais.** X Conferência Brasileira de Dinâmica, Controle e Aplicações-DINCON. Águas de Lindóia, SP, 29/Ago a 02/Set. 2011. Artigo C-09-12.

GOVERNO FEDERAL. **Decreto no. 75.963, de 11 de julho de 1975**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1970-1979/D75963.htm>. Acesso em 12 fev. 2019.

GRANZIERA, Maria Luiza Machado; REI, Fernando. **Direito Ambiental Internacional: Avanços e Retrocessos. 40 Anos de Conferências das Nações Unidas**. São Paulo: Atlas, 2015. 176 p.

HOBE, Stephan; SCHMIDT-TEDD, Bernhard; SCHROGL, Kai-Uwe (eds.), ***Cologne Commentary on Space Law***. Volume I. Cologne, Heymanns, 2009.304 p.

_____. ***Cologne Commentary on Space Law***. Volume II. Cologne, Heymanns, 2015. 544 p.

GERMANO, André Andreatta. **Estudo, modelagem e simulação da campanha de reentrada e fragmentação de um satélite artificial aplicado a uma plataforma multimissão**. 2016. 119 p. IBI: <8JMKD3MGP3W34P/3LCP9DE>. (sid.inpe.br/mtc-m21b/2016/03.22.17.53-TDI). Dissertação (Mestrado em Mecânica Espacial e Controle) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2016. Disponível em: <http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34P/3LCP9DE>. Acesso em 11 fev. 2019.

GUNTER-S SPACE PAGE. **Home**. Disponível em: <https://space.skyrocket.de/>. Acesso em 14 de dez. 2018.

_____. **DOVE (DOVE-OSCAR 17, DO 17)**. Disponível em: <https://space.skyrocket.de/doc_sdat/dove.htm>. Acesso em 14 dez. 2018.

HURWITZ, Bruce A. ***State Liability for Outer Space Activities: in Accordance with the 1972 Convention on International Liability for Damage Caused by Space Objects***. Dordrecht, Holanda: Kluwer Academic Publishers, 1992. 264 p.

HUSEK, Carlos Roberto. **Curso de Direito Internacional Público**. 13. Ed. São Paulo: LTr, 2015. 384 p.

IEEE Spectrum. **FCC Accuses Stealthy Startup of Launching Rogue Satellites**. Disponível em: <https://spectrum.ieee.org/tech-talk/aerospace/satellites/fcc-accuses-stealthy-startup-of-launching-rogue-satellites>. Acesso em 19 dez. 2018.

INDEPENDENT. ***Boom in Cheap Satellites Could Lead to 'Catastrophic Collisions', warn Scientists***. Disponível em: <https://www.independent.co.uk/news/science/new-satellites-collisions-catastrophic-communication-space-junk-a7687696.html>. Acesso em 21 jun. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Amazonia. Sobre o Satélite**. Disponível em: <http://www3.inpe.br/amazonia-1/sobre_satelite/>. Acesso em 27 fev. 2018.

_____. **Alunos Assistem no INPE o Lançamento do Satélite Desenvolvido em Escola Pública de Ubatuba**. Disponível em: <http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=4363>. Acesso em 31 jan. 2018.

_____. **Guia de Elaboração das Análises de Confiabilidade (Predição de Confiabilidade, Redução de Esforços (Derating)) e FMEA/FMECA de partes Elétricas, Eletrônicas e Eletromecânicas para os satélites do INPE – SESEQ-Q-HBK-00047**. Versão 1. 20 dez. 2017.

_____. **Nano Satélites**. Disponível em: <http://www.crn2.inpe.br/conasat1/nanosatt.php>. Acesso em 26 fev. 2018.

_____. **Projeto Conasat**. Disponível em: <http://www.crn2.inpe.br/conasat1/projconasat.php>. Acesso em 03 fev. 2018.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA (ITA). **Projeto ITASAT-1 - Plataforma Experimental Para Missões de Comunicações e Imageamento com Nanosatélites**. Disponível em: <http://www.itasat.ita.br/?q=content/o-projeto>. Acesso em 03 fev. 2018.

INTERNATIONAL SPACE UNIVERSITY (ISU). ***Guidebook on Small Satellite Programs*****.** Disponível em: <https://isulibrary.isunet.edu/doc_num.php?explnum_id=279>. Acesso em 21 jun. 2018.

INTER-AGENCY SPACE DEBRIS COORDINATION COMMITTEE (IADC). ***ESA Space Debris Mitigation Compliance Verification Guidelines***. Disponível em: <https://www.iadc-online.org/References/Docu/ESSB-HB-U-002-Issue1(19February2015).pdf>. Acesso em 06 abr. 2018.

_____. ***IADC Space Debris Mitigation Guidelines*****.** Disponível em: <http://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/sd/IADC-2002-01-IADC-Space_Debris-Guidelines-Revision1.pdf>. Acesso em 06 mai. 2018.

_____. ***Space Debris Mitigation Policy for Agency Project***. Disponível em: <https://www.iadc-online.org/References/Docu/admin-ipol-2014-002e.pdf>. Acesso em 16 abr. 2018.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). ***Guidance Notes for Lead Authors of the IPCC Fourth Assessment Report on Addressing Uncertainties***. Disponível em: <http://www.ipcc-wg2.awi.de/guidancepaper/uncertainty-guidance-note.pdf>. Acesso em 12 mar. 2018.

_____. ***Reports – Assessment Reports. Working Group I: The Scientific Basis. Sources of Uncertainty and Levels of Confidence in Coupled Models***. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg1/336.htm>. Acesso em 12 mar. 2018.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). ***International Convention on the Establishment of an International Fund for Compensation for Oil Pollution Damage (FUND).*** Disponível em: <http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-on-the-Establishment-of-an-International-Fund-for-Compensation-for-Oil-Pollution-Damage-(FUND).aspx>. Acesso em 08 jan. 2019.

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATIONS UNION (ITU). ***Radio Regulations: Articles***. Disponível em: <http://search.itu.int/history/HistoryDigitalCollectionDocLibrary/1.43.48.en.101.pdf>. Acesso em 05 jan. 2019.

_____. ***Recommendation ITU-R S.1003-2.*** *Environmental Protection of the Geostationary-satellite Orbit***.** Disponível em: <https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/s/R-REC-S.1003-2-201012-I!!MSW-E.docx>. Acesso em 01 mai. 2018.

_____. ***Regulatory Procedures for Small Satellites***. Disponível em: <https://www.itu.int/en/ITU-R/space/Documents/RegulatoryProceduresSmallSats.pdf>. Acesso em 04 jan. 2019.

_____. ***ITU-R SA.2348-0. Current Practice and Procedures for Notifying Space Networks Currently Applicable to Nanosatellites and Picosatellites***. Disponível em: <https://www.itu.int/en/ITU-R/space/Documents/R-REP-SA.2348-2015-PDF-E.pdf>. Acesso em 05 jan. 2019.

JAMES, Robert W. ***Absolute Liability for Ultrahazardous Activities: An Appraisal of the Restatement Doctrine***. 37 Cal. L. Rev. 269 (1949). Disponível em: <http://scholarship.law.berkeley.edu/californialawreview/vol37/iss2/5>. Acesso em 25 abr. 2018.

JET PROPULSION LABORATORY (JPL). ***Mars Cube One (MarCO)***. Disponível em: <https://www.jpl.nasa.gov/cubesat/missions/marco.php>. Acesso em 07 mai. 2018.

JOHNSON, Nicholas L.; MCKNIGHT, Darren S. ***Artificial Space Debris*****.** Malibu, FL: Orbit Book Co., 1987 (Foundation Series).

JONAS, Hans. **Matéria, Espírito e Criação: Dados Cosmológicos e Conjecturas Cosmogônicas**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010. 80 p.

_____. **O Princípio Responsabilidade: Ensaio de Uma Ética para Uma Civilização Tecnológica**. Rio de Janeiro: PUC Rio, 2006. 354 p.

_____. **Técnica, Medicina e Ética**. São Paulo: Paulus, 2013. 328 p.

KATO, Akira. ***Comparisons of National Space Debris Mitigation Standards***. Adv. Space Res. Vol. 28, N. 9, 2001. pp.1447 – 1456.

KAZCOSMOS. ***Astronauts of Kazakhistan***. Disponível em: <https://kazcosmos.gov.kz/en/content/astronauts-kazakhstan>. Acesso em 30 jul. 2018.

LOPES, Luciano M. N. **O Rompimento da Barragem de Mariana e Seus Impactos Socioambientais**. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/sinapsemultipla/article/view/11377/9677>. Acesso em 12 fev. 2019.

MATTEI, Ugo. *An Opportunity Not to Be Missed. The Future of Comparative Law in the United States*. Em: MATTEI, Ugo; RUSKOLA, Teemu; GIDI, Antonio. ***Schlesinger's Comparative Law***: Cases – Text – Materials. 7th Edition, Nova Iorque: Foundation Press, 2009. 1026 p.

MARBOE, Irmgard (Ed.). ***Small Satellites: Regulatory Challenges and Chances***. Brill Nijhof: Leiden/Boston, 2016. 395 p.

MARTELLA JR., Roger Romulus; GROSKO, J. Brett (Eds.). ***International Environmental Law***. *Chicago: ABA, Section of Environment, Energy, and Resources*, 2014.1055 p.

MONSERRAT FILHO, José. **Direito e Política na Era Espacial:** Podemos Ser Mais Justos no Espaço do que na Terra? Rio de Janeiro: Vieira & Lent, 2007. 239 p.

MORAES, Enio Faria de Toledo. **Análise e Simulação de Detritos Espaciais.** Em: Seminário de Iniciação Científica do INPE-SICINPE, 2010, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2010. p. 77. CD-ROM; Papel; On-line. IBI: <8JMKD3MGP7W/389BN4P>. Disponível em: <http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/389BN4P>. Acesso em 31 jan. 2018.

MUSINOVICH, Abaideldinov Yerbol; ZHUMAGAZIYEVNA, Kulikpayeva Mira; ANUARBEKOVNA, Shakhmova Aigul. ***National Law of the Republic of Kazakhstan and International Outer Space Law***. Mediterranean Journal of Social Sciences. Vol 6 No 6., Rome, nov. 2015. pp. 227 – 225. Disponível em: <http://www.mcser.org/journal/index.php/mjss/article/viewFile/7935/7600>. Acesso em 2 mai. 2018.

N2YO. **Home**. Disponível em: <https://www.n2yo.com/>. Acesso em 14 de dez. 2018.

NAMURA, Rahul Gonzalez. ***LEO, MEO & GEO***. Disponível em: <https://namuragonzalez.quora.com/GEO-MEO-LEO-Satellite>. Acesso em 8 fev. 2018.

NANOSAT & CUBESAT DATABASE. ***What is a Nanosatellite?*** Disponível em: <http://www.nanosats.eu/cubesat.html>. Acesso em 26 fev. 2018.

NASA SPACE SCIENCE DATA COORDINATED ARCHIVE. ***OSCAR 1***. Disponível em: <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraftDisplay.do?id=1961-034B>. Acesso em 19 fev. 2018.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA). ***Chapters III and IV of "Report of the Presidential Commission on the Space Shuttle Challenger Accident***". *U.S. Government Printing Office* : 1986 0 -157-336. Disponível em: <https://er.jsc.nasa.gov/seh/explode.html>. Acesso em 12 fev. 2019.

_____. ***Draft Environmental Impact Statement for the Mars 2020 Mission***. Disponível em:

<https://www.nasa.gov/sites/default/files/files/Mars2020_Section4.pdf>. Acesso em 8 fev. 2018.

_____. ***Highlights of Hubble's Exploration of the Universe***. Disponível em: <https://www.nasa.gov/content/goddard/2017/highlights-of-hubble-s-exploration-of-the-universe>. Acesso em 30 jan. 2018.

_____. ***International Space Station***. ***Benefits for Humanity***. Disponível em: <https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/benefits-for-humanity_tagged.pdf>. Acesso em 01 fev. 2018.

_____. ***Orbital Debris Quarterly News***. Disponível em: <https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/quarterly-news/pdfs/odqnv22i1.pdf>. Acesso em 06 fev. 2018.

_____. ***Origin of the Inter-Agency Space Debris Coordination Committee***. Disponível em: <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20150003818.pdf>. Acesso em 22 fev. 2018.

_____. ***Space Debris and Human Spacecraft***. Disponível em: <https://www.nasa.gov/mission_pages/station/news/orbital_debris.html>. Acesso em 02 dez 2016.

_____. ***Sputnik and The Dawn of the Space Age***. Disponível em: <https://history.nasa.gov/sputnik/>. Acesso em 30 jul. 2018.

_____. ***What Are SmallSats and CubeSats?*** Disponível em: <https://www.nasa.gov/content/what-are-smallsats-and-cubesats>. Acesso em 01 fev. 2018.

NATIONAL COMISSION ON FORENSIC SCIENCE (NCFS). ***Testimony Using the Term "Reasonable Scientific Certainty"***. Disponível em: <https://www.justice.gov/archives/ncfs/page/file/641276/download>. Acesso em 12 mar 2018.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY (NIST). ***Latent Print Examination and Human Factors: Improving the Practice through a Systems Approach***. *The Report of the Expert Working Group on Human Factors in Latent Print Analysis*. February 2012. Disponível em: <http://ws680.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=910745>. Acesso em 12 mar 2018.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). ***Satellite Sizes***. Disponível: <https://www.nesdis.noaa.gov/sites/default/files/satellite-comparison.jpg>. Acesso em 12 mar 2018.

_____. SPACE WEATHER PREDICTION CENTER. ***Satellite Drag***. Disponível em: <https://www.swpc.noaa.gov/impacts/satellite-drag>. Acesso em 20 de dez. 2018.

NATIONAL SECURITY COUNCIL (NSC). ***Report on Orbital Debris***. Interagency Group (Space): 1989.

NEW YORK TIMES. ***India Launches 104 Satellites From a Single Rocket, Ramping Up a Space Race***. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2017/02/15/world/asia/india-satellites-rocket.html>. Acesso em 30 jan. 2018.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). ***Chernobyl**: Assessment of Radiological and Health Impact: 2002 Update of Chernobyl: Ten Years On*. Disponível em: <https://www.oecd-nea.org/rp/chernobyl/c03.html>. Acesso em 30 jul. 2018.

OLIVEIRA, Carina Costa de. ***Solução de Conflitos Ambientais no Direito Internacional***. Porto Alegre: Núria Fabris Ed., 2010.

OLIVEIRA, Silvanio Bezerra. **Fragmentação por Ação Aerotermodinâmica e Predição da Área de Impacto de um Veículo Espacial com Injeção Controlada da Re-entrada**. 2009. 410 p. (INPE-16586-TDI/1575). Tese (Doutorado em Mecânica Espacial e Controle) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2009. Disponível em: <http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2009/07.23.15.26>. Acesso em 11 fev. 2019.

OLIVEIRA, Silvio Luiz de. **Tratado de Metodologia Científica**. São Paulo: Pioneira, 1997. p. 119.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Conheça a ONU**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/conheca/>. Acesso em 05 fev. 2018.

_____. **A ONU e o Meio Ambiente**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>. Acesso em 30 jul. 2018.

_____. **Estatuto da Corte Internacional de Justiça**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/carta/cij/>. Acesso em 5 fev. 2018.

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.

PUMPKIN SPACE. ***The CubeSat Kit***. Disponível em: <http://www.pumpkinspace.com/store/c3/The_CubeSat_Kit%E2%84%A2.html>. Acesso em 07 mai. 2018.

RABELLO, Ana Paula de Sá Santos. **Um Novo Processo para Melhorar a Dependabilidade de Sistemas Espaciais entre as Fases de Planejamento e Projeto Detalhado Incluindo Extensões do Diagrama de Markov (DMEP) e da FMECA (FMEP) a Projetos**. (Tese) Doutorado em Engenharia e Tecnologia Espaciais, São José dos Campos, INPE. Orientador: Marcelo Lopes de Oliveira e Souza. São José dos Campos, INPE, 2017, p. 190. Disponível em: <mtc-m21b.sid.inpe.br>. Acesso em 28 nov. 2017.

RENDLEMAN, James D. ***Space Traffic Management Options***. Em 57th Colloquium on the Law of Outer Space, 57, 2014, Toronto. Anais… Toronto: International Institute of Space Law, 2015. p. 110 – 114.

REI, Fernando, GRANZIERA, Maria Luiza Machado. ***Global Environmental Issues**: Law and Science*. Santos: Editora Universitária Leopoldiana, 2017. 140p.

REUTERS. ***Small Satellites Driving Space Industry Growth:** Report*. Disponível em: <https://www.reuters.com/article/us-space-satellites/small-satellites-driving-space-industry-growth-report-idUSKBN19W2LR>. Acesso em 03 fev. 2018.

REX, Dietrich. ***Will Space Run Out of Space?*** *The Orbital Debris Problem and Its Mitigation.* Space Policy 14 (1998). pp. 95—105.

RIBEIRO, Carlos Eduardo Viana. **Estudo sobre Algumas Causas da Indisponibilidade de Componentes e Serviços e seus Efeitos sobre o Ciclo de Vida de Um Projeto Aeroespacial**. (Dissertação) Mestrado em Engenharia e Tecnologia Espaciais, São José dos Campos, INPE. Orientador: Marcelo Lopes de Oliveira e Souza. São José dos Campos, INPE, 2013, p. 156. Disponível em: <http://mtc-m16d.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m19/2013/04.22.20.53/doc/publicacao.pdf> . Acesso em 28 nov. 2018.

ROYAL AERONAUTIC SOCIETY. ***Space Debris: The Legal Issues***. Disponível em: <https://www.aerosociety.com/news/space-debris-the-legal-issues/>. Acesso em 08 jan. 2019.

SAE INTERNATIONAL. ***Guidelines and Methods for Conducting the Safety Assessment Process on Civil Airborne Systems and Equipment ARP4761*.** 01 dez 1996. Disponível em: <https://www.sae.org/standards/content/arp4761/>. Acesso em 03 fev 2019.

SAMPAIO, José Adércio Leite; WOLD, Chris; NARDY, Afrânio José Fonseca. **Princípios do Direito Ambiental**: Na Dimensão Internacional e Comparada. Belo Horizonte: Del Rey, 2003. 304 p.

SATÉLITE SINO-BRASILEIRO DE RECURSOS TERRESTRES (CBERS). **Descrição CBERS-3 e 4**. Disponível em: <http://www.cbers.inpe.br/sobre_satelite/descricao_cbers3e4.php>. Acesso em 31 jan. 2018.

SATELLITE INDUSTRY ASSOCIATION (SIA). ***2017 State of the Satellite Industry Report***. Disponível em: <https://www.sia.org/wp-content/uploads/2017/10/SIA-SSIR-2017-full-2017-10-05-update.pdf>. Acesso em 03 fev. 2018.

SCHWAB, Klaus. **China se Prepara para Assumir Liderança Mundial: Entrevista**. [14 de março, 2018]. São Paulo: *Caderno Mercado da Folha de São Paulo*. Entrevista concedida a Maria Cristina Frias Luciana Coelho.

SECURE WORLD FOUNDATION (SWF). ***2009 Iridium-Cosmos Collision Fact Sheet***. Disponível em: <https://swfound.org/media/6575/swf_iridium_cosmos_collision_fact_sheet_updated_2012.pdf>. Acesso em 12 fev. 2019.

SHAW, Malcolm. N. **Direito Internacional**. 5. ed. São Paulo: Martins Martins Fontes, 2010. 1070 p.

SILVA, Wálteno Marques da; ANJOS SOBRINHO, Antonio Temóteo dos; VEIGA, Altair Stemler da; SILVA, Gustavo Henrique Trindade da. **A Agência Espacial Brasileira e o Ordenamento Jurídico Nacional das Atividades Espaciais**. Revista Brasileira de Direito Espacial. Disponível em: <http://www.sbda.org.br/revista/Anterior/1721.htm>. Acesso em 01 nov. 2016.

SOUZA, Marcelo Lopes de Oliveira; NUNES, Danton. ***Forecasting Space Debris***: *A Measure Theory Approach*. Em: Proceedings of the International Astronautical Congress-IAC, Rio de Janeiro, RJ, 2-6 out. 2000.

SPACE NEWS. ***Are Cubesats a Nuisance to Space Situational Awareness Efforts?*** Disponível em: <https://spacenews.com/are-cubesats-a-nuisance-to-space-situational-awareness-efforts/>. Acesso em 20 jun. 2018.

SPACE NEWS. ***Luxembourg Establishes Space Agency and New Fund.*** Disponível em: <https://spacenews.com/luxembourg-establishes-space-agency-and-new-fund/> . Acesso em 08 jan. 2019.

THE CURIOUS ASTRONOMER***. A "Beep Beep" that Shocked the World***. Disponível em: <https://thecuriousastronomer.wordpress.com/2012/10/07/a-beep-beep-that-shocked-the-world/>. Acesso em 05 jan. 2019.

THE ECONOMIST. ***A Sudden Light***. Disponível em: <http://www.economist.com/technology-quarterly/2016-25-08/space-2016>. Acesso em 30 out. 2016.

THE GOVERNMENT OF THE UNITED KINGDOM. ***Outer Space Act 1986***. Disponível em: <http://www.legislation.gov.uk/ukpga/1986/38/pdfs/ukpga_19860038_en.pdf>. Acesso em 26 de fevereiro de 2019.

UNITED NATIONS (UN). ***A/RES/44/46***. *Resolution on International Cooperation in the Peaceful Uses of Outer Space.* Disponível em: <http://www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/44/46>. Acesso em 22 fev. 2018.

_____. ***Declaration of the United Nations Conference on Human Environment***. Disponível em: <http://www.un-documents.net/unchedec.htm>. Acesso em 05 fev. 2018.

_____. ***Draft Articles on Responsibility of States for Internationally Wrongful Acts, with Commentaries***. Disponível em: <http://legal.un.org/ilc/texts/instruments/english/commentaries/9_6_2001.pdf>. Acesso em 23 abr. 2018.

_____. ***Our Common Future***. Disponível em: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>. Acesso em 19 jul. 2018.

_____. ***Trail Smelter Case (United States, Canada)***. Disponível em: <http://legal.un.org/riaa/cases/vol_III/1905-1982.pdf>. Acesso em 27 abr. 2018.

_____. ***Treaty Banning Nuclear Weapon Tests in the Atmosphere, in Outer Space and under Water (1963)***. Disponível em: <https://treaties.un.org/doc/Publication/UNTS/Volume%20480/volume-480-I-6964-English.pdf>. Acesso em 22 fev. 2018

_____. ***Vienna Convention on the Law of Treaties***. Disponível em: <http://legal.un.org/ilc/texts/instruments/english/conventions/1_1_1969.pdf>. Acesso em 26 abr. 2018.

UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIR (UNOOSA). **A/72/20.** Report of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space. Disponível em: <http://www.unoosa.org/oosa/oosadoc/data/documents/2017/a/a7220_0.html>. Acesso em 07 mai. 2018.

_____. ***AA/5549.*** *Report of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space.* Disponível em:

<http://www.unoosa.org/pdf/gadocs/A_5549E_and_A_5549Add1E.pdf>. Acesso em 22 fev. 2018.

_____. **A/AC.105/C.2/2015/CRP.17.** *Guidance on Space Object Registration and Frequency Management for Small and Very Small Satellites*. Disponível em: <http://www.unoosa.org/oosa/oosadoc/data/documents/2015/aac.105c.22015crp/aac.105c.22015crp.17_0.html>. Acesso em 07 ma. 2018.

_____. **A/AC. 105./INF.1**. Disponível em: <http://www.unoosa.org/documents/pdf/inf001E.pdf>. Acesso em 19 fev. 2018.

_____. ***Austrian Federal Law on the Authorisation of Space Activities and the Establishment of a National Space Registry (Austrian Outer Space Act, adopted by the National Council on 6 December 2011, entered into force on 28 December 2011)***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/national/austria/austrian-outer-space-actE.pdf>. Acesso em 01 mai. 2018.

_____. ***Basic Space Technology Initiative (BSTI)***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/bsti/index.html>. Acesso em 07 mai. 2018.

_____. ***Decree of 19 January 2015 Expanding the Scope of the Space Activities Act to include the Control of Unguided Satellites (Unguided Satellites Decree)***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/national/Netherlands_BZ116174A.pdf>. Acesso em 02 mai. 2018.

_____. ***Draft questionnaire on the application of international law to Small Satellite Activities***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/res/oosadoc/data/documents/2017/aac_105c_22017crp/aac_105c_22017crp_11_0_html/AC105_C2_2017_CRP11E.pdf>. Acesso em 07 mai. 2018.

_____. ***Guidance on Space Object Registration and Frequency Management for Small and Very Small Satellites***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/pdf/limited/c2/AC105_C2_2015_CRP17E.pdf>. Acesso em 06 mai. 2018.

_____. ***JSpOC Recommendations for Optimal CubeSat Operations***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/documents/pdf/psa/bsti/LaunchOpps/Recommendations_Optimal_Cubesat_Operations_V2.pdf>. Acesso em 06 mai. 2018.

_____. ***Law of 17 September 2005 on the Activities of Launching, Flight Operation or Guidance of Space Objects***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/sd/Belgium.pdf>. Acesso em 01 mai. 2018.

_____. ***Law of the Republic of Kazakhstan on Space Activities***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/national/kazakhstan/528-IV_2012-01-06E.pdf>. Acesso em 02 mai. 2018.

_____. ***National Space Law Collection***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/nationalspacelaw/index.html>. Acesso em 01 mai. 2018.

_____. ***Online Index of Objects Launched into Outer Space***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/oosa/osoindex/search-ng.jspx?lf_id=#?c=%7B%22filters%22:%5B%7B%22fieldName%22:%22en%23object.launch.stateOrganization_s%22,%22value%22:%22Brazil%22%7D,%7B%22fieldName%22:%22en%23object.unRegistration.unRegistered_s1%22,%22value%22:%22No%22%7D%5D,%22sortings%22:%5B%7B%22fieldName%22:%22objec>. Acesso em 30 abr. 2017.

_____. ***Order by the Minister of Economic Affairs of 26 June 2015, no. WJZ/15055654, Amending the Space Activities License Application and Registration Order, in Connection with Changes to the Application Form***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/national/Netherlands_BZ116174B.pdf>. Acesso em 02 mai. 2018.

_____. ***Report of the Legal Subcommittee on its Fifty-third Session, held in Vienna from 24 March to 4 April 2014***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/pdf/reports/ac105/AC105_1067E.pdf>. Acesso em 07 mai. 2018.

_____. ***Report of the Scientific and Technical Subcommittee on its Forty-eighth Session, held in Vienna from 7 to 18 February 2011***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/pdf/reports/ac105/AC105_987E.pdf>. Acesso em 07 mai. 2018.

_____. ***Report of the Scientific and Technical Sub-Committee on the Work of its Twenty-Seventh Session***. A/AC.105/456. Disponível em: <http://www.unoosa.org/pdf/reports/ac105/AC105_456E.pdf>. Acesso em 22 fev. 2018.

_____. ***Report on the Third United Nations/Austria/European Space Agency Symposium on Small Satellite Programmes for Sustainable Development: "Implementing Small Satellite Programmes:*** Technical, Managerial, Regulatory and Legal Issues". Disponível em: <http://www.unoosa.org/pdf/reports/ac105/AC105_1005E.pdf>. Acesso em 13 mar 2018.

_____. ***Resolution Adopted by the General Assembly 1721 (XVI) International Co-operation in the Peaceful Uses of Outer Space***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/resolutions/res_16_1721.html>. Acesso em 19 fev. 2018.

_____. ***Rules Concerning Space Activities and the Establishment of a Registry of Space Objects (Space Activities Act)***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/nationalspacelaw/netherlands/space_activities_actE.html>. Acesso em 02 mai. 2018.

_____. ***Space Debris***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/topics/space-debris/index.html>. Acesso em 30 jan. 2018.

_____. ***Space Debris Mitigation Guidelines of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/pdf/publications/st_space_49E.pdf>. Acesso em 02 dez. 2016.

_____. ***Space Law Treaties and Principles***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties.html>. Acesso em 30 jan. 2018.

_____. ***Status of International Agreements Relating to Activities in Outer Space as at 1 January 2017***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/treatystatus/AC105_C2_2017_CRP07E.pdf>. Acesso em 30 abr. 2018.

_____. ***Status of Internacional Agreements Relating to Activities in Outer Space as at 1 January 2018***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/treatystatus/AC105_C2_2018_CRP03E.pdf>. Acesso em 12 jan. 2019.

_____. ***United Nations Register of Objects Launched into Outer Space: Resources and Reference Material for States & Organizations***. Disponível em: <http://www.unoosa.org/oosa/en/spaceobjectregister/resources/index.html>. Acesso em 06 jan. 2019.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). ***Landsat 8 Mission***. Disponível em: <https://landsat.usgs.gov/landsat-8-mission>. Acesso em 31 jan. 2018.

U.S. CONGRESS, OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT (OTA). ***Orbiting Debris:*** *A Space Environmental Problem*. *OTA-BP-ISC-72.* Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1990. 52 p.

U.S. STRATEGIC COMMAND (USSTRATCOM). ***USSTRATCOM Space Control and Space Surveillance****.* Disponível em: <http://www.stratcom.mil/Media/Factsheets/Factsheet-View/Article/976414/usstratcom-space-control-and-space-surveillance/>. Acesso em 30 jan. 2018.

VISIONA TECNOLOGIA ESPACIAL. **Sistemas Espaciais**. Disponível em: <http://www.visionaespacial.com.br/sgdc>. Acesso em 01 fev. 2018.

VON DER DUNK, Frans G. ***Space Traffic Management:*** *A Challenge of Cosmic Proportions. Proceedings of the International Institute of Space Law* 2015, vol. 58 (2016), pp. 385-396.

WEISS, Charles*.* ***Expressing Scientific Uncertainty***. *Law, Probability and Risk*. Vol. 2. 2003. pp. 25-43.

APÊNDICE A

Tabela A1 – Status dos Satélites da Série OSCAR, conforme o UNOOSA e o NORAD.

OBJETO	ESTADO DE REGISTRO	DATA DE LANÇA-MENTO	DATA DE DECAIMEN-TO	SITUAÇÃO	IDENTIFI-CADO PELO NORAD/ SPACE TRACK	OFICIAL-MENTE REGIS-TRADO NO UNOOSA
OSCAR-1 5 KG	EUA	12/dez/1961	31/jan/1962	Decaído	Sim	Sim
OSCAR-2 10 KG	EUA	02/jun/1962	21/jun/1962	Decaído	Sim	Sim
OSCAR-3 (EGRS 3) 16,3 KG	EUA	09/mar/1965		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-4 18,1 KG	EUA	21/dez/1965	12/abr/1976	Decaído	Sim	Sim
OSCAR-5 17,7 KG	EUA pela Austrália	23/jan/1970		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-6 18,2 KG	EUA	15/out/1972		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-7 28,8 KG	EUA	15/nov/1974		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-8 (AMSAT) 27,2 KG	EUA	05/mar/1978		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-9 (UoSAT 1) 54 KG	EUA e Reino Unido	6/out/1981	13/out/1989	Decaído	Sim	Sim
OSCAR-10 90 KG	Alemanha	16/jun/1983		Em Órbita	Sim	Não
OSCAR-11 (UoSAT 2) 60 KG	Reino Unido	01/mar/1984		Em Órbita	Sim	Não
OSCAR-12 (JAS 1 / FUJ 1) 50 KG	Japão	12/aug/1986		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-13 (AMSAT 3C) 85-90 KG	EUA (cf. Norad/Space Track) AMSAT pela Alemanha (cf. UNOOSA website, não registrado	15/jun/1988	6/dez/1996	Decaído	Sim	Sim

	oficialmente)					
OSCAR-14 (UoSAT 3) 46 KG	Reino Unido	22/jan/1990		Em Órbita	Sim	Não
OSCAR-15 (UoSAT 4) 48 KG	Reino Unido	22/jan/1990		Em Órbita	Sim	Não
OSCAR-16 (MICROSAT 1 PACSAT) 13,34 KG	EUA	22/jan/1990		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-17 (DOVE) 12,92 KG	Brasil	22/jan/1990		Em Órbita	Sim	Não
OSCAR-18 (WEBERSAT) 16,03 KG	EUA	22/jan/1990		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-19 (MICROSAT 4 LUSAT) 13,76 KG	AMSAT pela Argentina (não oficialmente registrado no UNOOSA)	22/jan/1990		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-20 (JAS 1B) 50 KG	Japão	7/fev/1990		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-21 (INFORMATOR 1/ RADIO SPUTNIK/AMSAT-OSCAR RS-14) 500 KG	União Soviética	19/jan/1991		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-22 (UoSAT 5) 48,4 KG	Reino Unido	17/jul/1991		Em Órbita	Sim	Não
OSCAR-23 (KITSAT-1) 48,6 KG	Coreia do Sul	10/ago/1992 (NORAD) 11/ago/1992 (UNOOSA)		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-24 (TRANSIT 0 30) ARSENE 154 KG	França	12/mai/1993		Em Órbita	Não	Sim

OSCAR-25 (KITSAT-2) 48,7 KG	Coreia do Sul	26/set/1993		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-26 (ITAMSAT / IO 26) 11,2 KG	Itália	26/set/1993		Em Órbita	Sim	Não
OSCAR-27 (EYESAT A AMRAD) 11,8 KG	EUA	26/set/1993		Em Órbita	Não	Sim
OSCAR-28 (POSAT-1) 50 KG	Portugal	26/set/1993		Em Órbita	Sim	Não
OSCAR-29 (FUJI 3 / JAS 2) 50 KG	Japão	17/ago/1996		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-30 (UNAMSAT B) 10,7 KG	México	5/set/1996		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-31 (TMSAT-1) 55 KG	Tailândia	10/jul/1998		Em Órbita	Sim	Não
OSCAR-32 (GURWIN-OSCAR (GO) 32 / (TECHSAT-1B) 50 KG	Israel	10/jul/1998		Em Órbita	Sim	Não
OSCAR-33 (SEDSAT 1) 34 KG	EUA	24/out/1998		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-34 (PANSAT) 57-70 KG	EUA	29/out/1998	30/nov/1998	Decaído	Não	Sim
OSCAR-35 (SUNSAT) 63 KG	África do Sul	23/fev/1999		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-36 (UoSAT 12) 300-325 KG	Reino Unido	21/abr/1999		Em Órbita	Sim	Não
OSCAR-37 (ASUSAT1) 6 KG	EUA	27/jan/2000		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-38 (OPAL) 25,5 KG	EUA	27/jan/2000		Em Órbita	Sim	Sim

OSCAR 39 (JAWSAT) 191 KG	EUA	27/jan/2000		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-40 (AMSAT) 400 KG	Alemanha	16/nov/2000		Em Órbita	Sim	Não
OSCAR-41 (SAUDISAT-1A) 10 KG	Arábia Saudita	26/set/2000		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-42 (SAUDISAT-1B) 10 KG	Arábia Saudita	26/set/2000		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-43 (STARSHINE 3) 90 KG	EUA	30/set/2001	21/jan/2003	Decaído	Sim	Sim
OSCAR-44 (PCSAT / NAVY-OSCAR) 10 KG	EUA	30/set/2001		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-45 (SAPPHIRE / SQUIRT / NAVY-OSCAR) 16 KG	EUA	30/set/2001		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-46 (TIUNGSAT 1 / MYSAT 1 / MALASYAN-OSCAR) 50 KG	Malásia	26/set/2000		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-47 (IDEFIX 1 / BREIZHSAT-OSCAR 47) 12 KG	França	4/mai/2002		Em Órbita	Sim*	Sim*
OSCAR-48 (IDEFIX 2/ BREIZHSAT-OSCAR 48) 12 KG	França	4/mai/2002		Em Órbita	Sim*	Sim*
OSCAR-49 (RUBIN 2 / AATIS) 14 KG	Alemanha	20/dez/2002		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-50 (SAUDI-OSCAR 50 / AKA	Arábia Saudita	20/dez/2002		Em Órbita	Sim	Sim

SAUDISAT 1C) 10 KG						
OSCAR-51 (AMSAT ECHO) 10 KG	EUA	29/jun/2004		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-52 (VUSAT / HAMSAT) 42,5 KG	Índia	5/mai/2005		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-53 (SSETI EXPRESS) 60 KG	ESA	27/out/2005		Em Órbita	Sim (*Debris*)	Sim
OSCAR-54 (SUITSAT/ RADIOSCAF) 112 KG	Rússia	03/fev/2006 (AMSAT) 4/fev/2006 (UNOOSA) 8/set/2005 (NORAD)	7/set/2006	Decaído	Sim	Sim
OSCAR-55 (CUTE 1) 1 KG	Japão	30/jun/2003		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-56 (CUTE 1.7) 2 KG	Japão	30/jun/2003	25/out/2009	Decaído	Sim	Sim
OSCAR-57 (PICO-SATELLITE X1 / CUBESAT XI-4) 1 KG	Japão	30/jun/2003		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-58 (PICO-SATELLITE X1-V / CUBESAT XI-5) 1 KG	Japão	27/out/2005		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-59 (HITSAT) 2 KG	Japão	22/set/2006	18/jun/2008	Decaído	Sim	Sim
OSCAR-60 (RAFT 1 / MARSCOM) 5 KG	EUA	10/dez/2006	6/mai/2007 (UNOOSA) 30/mai/2007 (NORAD)	Decaído	Sim	Sim
OSCAR-61 (MAA / ANDE MAA SPHERE 1) 50 KG	EUA	10/dez/2006	25/dez/2007	Decaído	Sim	Sim

OSCAR-62 (FCAL / ANDEFCAL / ANDE CYLINDER 1) 75 KG	EUA	10/dez/2006	18/abr/2007	Decaído	Sim	Sim
OSCAR-63 (PEHUENSAT-1) 6 KG	Argentina	10/jan/2007		Em Órbita	Sim	Não
OSCAR-64 (DELFI C3) 3 KG	Holanda	28/abr/2008		Em Órbita	Sim	Não
OSCAR-65 (CUTE 1.7+APD II) 3 KG	Japão	28/abr/2008	25/out/2009 (de acordo com UNOOSA)	Decaído (de acordo com UNOOSA)	Sim	Sim
OSCAR-66 (SEEDS 1, 2) 1 KG	Japão	28/abr/2008		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-67 (SUMBANDILASAT / ZA 002) 81 KG	África do Sul	17/abr/2009		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-68 (HOPE / XIWANG 1) 50 KG	China	15/abri/2009		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-69 (FASTRAC 1 / FAST 1) 15 KG	EUA	20/abr/2010		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-70 FASTRAC 2 / FAST 2) 15 KG	EUA	20/nov/2010		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-71 (AUBIESAT) 1 KG	EUA	28/nov/2011		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-72 (MASAT 1) 1 KG	Hungria	13/fev/2012	9/jan/2015	Decaído	Sim	Sim
OSCAR-73 (FUNCUBE 1) 1 KG	Reino Unido	21/nov/2013		Em Órbita	Sim	Não
OSCAR-74 (LUSAT / CUBE BUG 2)	Argentina	21/nov/2013		Em Órbita	Sim	Não

2 KG						
OSCAR-75 (CAPE 2) 1 KG	EUA	20/nov/2013	23/out/2014	Decaído	Sim	Sim
OSCAR-76 (50 SAT / EAGLE 2 / MOREHEAD) 0,15 KG	EUA	21/nov/2013	19/mai/2018	Decaído	Sim	Sim
OSCAR-77 (INVADER, ARTSAT 1) 1,5 KG	Japão	27/fev/2014	02/set/2014	Decaído	Sim	Sim
OSCAR-78 (LITUANICA SAT 1) 1 KG	Lituânia	28/fev/2014 (UNOOSA) 20/nov/1998 (NORAD) 9/jan/2014	23/mai/2014 (UNOOSA) 28/jul/2014 (NORAD)	Decaído	Sim	Sim
OSCAR-79 (Q50P1) 2 KG	Bélgica	19/jun/2014		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-80 (Q50P2) 2 KG	Bélgica	19/jun/2014		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-81 (ARTSAT 2 / DESPATCH) 32 KG	Japão	3/dez/2014		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-82 (SHIN'EN 2) 15 KG	Japão	3/dez/2014		Em Órbita	Sim	Não
OSCAR-83 (PSAT / BRICSAT P) 1,9 KG	EUA	20/mai/2015		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-84 (PARKISON SATP SAT) 1,3 KG	EUA	20/mai/2015		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-85 (FOX-1) 1 KG	EUA	8/out/2015		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-86 (LAPAN 2) 68 KG	Indonésia	28/set/2015		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-87 (LUSEX / ÑUSAT) 37 KG	Argentina (NORAD) Uruguai (UNOOSA)	30/mai/2016		Em Órbita	Sim	Sim

OSCAR-88 (EMIRATES / NAYIF / FUNCUBE 5) 1 KG	Emirados Árabes Unidos	15/fev/2017		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-89 ITF 2 / TSUKUBA) 1 KG	Japão	16/jan/2017 (UNOOSA) 20/nov/1998 (NORAD)		Em Órbita	Sim	Não
OSCAR-90 (LILACSAT 1 / ZIDINGXIANG) 2 KG	Bélgica (UNOOSA) China (NORAD)	25/mai/2017 20/nov/1998 (NORAD)		Em Órbita	Sim	Sim
OSCAR-91 (RADFXSAT /FOX 1B) 1 KG	EUA	18/nov/2017		Em Órbita	Não	Não
OSCAR-92 (FOX 1D) 1 KG	EUA	12/jan/2018		Em Órbita	Não	Não
OSCAR-93 (DSLWP-A / BJ1SM / LONGJIANG 1) 45 KG	China	18/mai/2018 (AMSAT) 20/mai/2018 (UNOOSA/ NORAD)		Em Órbita	Não	Não
OSCAR-94 (DSLWP-B) / BJ1SN / LONGJIANG 2) 45 KG	China	18/mai/2018 (AMSAT) 20/mai/2018 (UNOOSA/ NORAD)		Em Órbita	Não	Não

*Apesar de haver 2 Idefix (Oscar 47 e Oscar 48), o Idefix aparece somente uma vez, tanto na base de dados do UNOOSA quanto na do NORAD.

Fonte: https://space.skyrocket.de/. https://www.n2yo.com/satellite/?s=22077

APÊNDICE B

Tabela B1 – Mapeamento dos satélites da Série OSCAR segundo a Caracterização de Bearden (2000/2001).

OBJETO	CARGA ÚTIL ~ 5 – 10 KG	UM INSTRUMENTO DE CARGA ÚTIL	ESTABILIZADO POR ROTAÇÃO OU GRADIENTE DE GRAVIDADE	CÉLULAS SOLARES FIXAS NO CORPO (ARSENIETO	VIDA ÚTIL CURTA (~ 6 – 12 MESES)	PROJETO DE SEQUÊNCIA ÚNICA	ESTRUTURAS DE ALUMÍNIO	PRECISÃO DE APONTAMENTO GROSSEIRA (~ 1 A 5 GRAUS)	SEM PROPULSÃO OU SISTEMA DE GÁS FRIO	COMUNICAÇÕES DE BAIXA FREQUÊNCIA (ATÉ 800 MHZ*)	ANTENAS DE BAIXO GANHO EM HÉLICE OU TRAMA SIMPLES	ENLACE DE DESCIDA DE BAIXA TAXA DE DADOS (~ 1 A 10 KILOBITS POR SEGUNDO)	REQUISITOS DE BAIXA POTÊNCIA (~ 50 – 100 WATTS)	NENHUM MECANISMO IMPLANTADO OU ARTICULADO	POUCO OU NENHUM ARMAZENAMENTO DE DADOS	NENHUM PROCESSAMENTO A BORDO ("BENT PIPE")	CONTROLE TÉRMICO PASSIVO USANDO REVESTIMENTOS, ISOLAMENTO, ETC.
OSCAR-1 (11 S)	S	S	S/T	N/A	S/T	S/T	S	N/A	S	S	S/T	S	S	S	S	S	S
OSCAR-2 (11 S)	S	S	S/T	N/A	S/T	S/T	S	N/A	S	S	S/T	S	S	S	S	S	S
OSCAR-3 (13 S)	S	S	S/T	S	S	S/T	S	N/A	S	S	S/T	S	S	S	S	S	S
OSCAR-4 (13 S)	S	S	S/T	S	S	S/T	S	N/A	S	S	S/T	S	S	S	S	S	S
OSCAR-5 (13 S)	S	S	S/T	S	S	S/T	S	N/A	S	S	S/T	S	S	S	S	S	S
OSCAR-6 (12 S)	S	S	S/T	S	N/D	S/T	S	N/A	S	S	S/T	S	S	S	S	S	S

OSCAR-7 (11 S)	S/T	S	S/T	S	N	S/T	S	N/A	S	S	S/T	S	S	S	S	S	S
OSCAR-8 (12 S)	S/T	S	S/T	S	S	S/T	S	N/A	S	S	S/T	S	S	S	S	S	S
OSCAR-9 (9 S)	N	N	N/D	S	N	S/T	S	N/A	N/D	S	S/T	S	S	S	S	S	S
OSCAR-10 (10 S)	N	S	N	S	N	N	S	N/A	N	S	S/T	S	S	S	S	S	S
OSCAR-11 (9 S)	N	N	N/D	S	N	S/T	S	N/A	N/D	S	S/T	S	S	S	S	S	S
OSCAR-12 (10 S)	N	S/T	N/D	S	N/D	N	S	N/A	S	S	S/T	S	S	S	S	S	S
OSCAR-13 (7 S)	N	N	N/D	S	N/D	N	S	N/A	S	S	S/T	S/T	S	S	S/T	S/T	S
OSCAR-14 (12 S)	N	S/T	N/A	S	N	S	S	N/A	S	S	S	S	S	S	S	S	S
OSCAR-15 (11 S)	N	N	N/A	S	N	S	S	N/A	S	S	S/T	S	S	S	S	S	S
OSCAR-16 (14 S)	S	S	N/A	S	N	S	S	N/A	S	S	S	S	S	S	S	S	S
OSCAR-17	S	S	N/A	S	N	S	S	N/A	S	S	S	S	S	S	S	S	S

(14 S)																
OSCAR-18 (7 S)	S	N	N/A	S	N	S	S	N/D	S	N	S/T	N	N	S	N	N	S
OSCAR-19 (14 S)	S	N	N/A	S	N	S	S	N/A	S	S	S	S	S	S	S	S	S
OSCAR-20 (9 S)	N	N	N/A	S	N	N	S	N/A	S	S	S	N/D	S	S	N	S	S
OSCAR-21 (2 S)	N	N	S	S	N	N	N/D	N/D	N	N/D	N/D	N/D	N	N/D	N/D	N/D	N/D
OSCAR-22 (10 S)	N	N	S	S	N	S	S	N/A	S	S	N/D	S	N/D	N/D	S	S	S
OSCAR-23 (9 S)	N	N	S	S	N	S	S	N/D	S	N	N/D	S	N/D	N/D	S	S	S
OSCAR-24 (4 S)	N	N	S	S	S	N	N/D	N/A	N/A	N	N/D	N/D	N	N	S	N/D	N
OSCAR-25 (9 S)	N	N	S	S	N	S	S	N/D	S	N	N/D	S	N/D	N/D	S	S	S
OSCAR-26 (14 S)	S	S	N/A	S	N	S	S	N/A	S	S	S	S	S	S	S	S	S
OSCAR-27 (14 S)	S	S	N/A	S	N	S	S	N/A	S	S	S	S	S	S	S	S	S

OSCAR-28 (4 S)	N	N	N/D	S	N	S	S	N/A	S	N	N/D	N/D	N	N/D	N	N/D	N/D
OSCAR-29 (2 S)	N	N	N/D	S	N	N	N/D	N/A	N/D	N	N	N	N/D	S	N	N/D	N
OSCAR-30 (6 S)	S	N	N/D	S	S	S	S	N/A	S	N	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
OSCAR-31 (9 S)	N	N	S	S	N	S	S	N/D	S	N	N/D	S	N/D	N/D	S	S	S
OSCAR-32 (7 S)	S	N	N	S	S	S	N/D	S	N/D	N/D	N/D	S	N/D	N/D	N/D	N/D	S
OSCAR-33 (12 S)	N	N	S	S	N	S	S	N/D	N/D	S	S	S	S	S	S	S	S
OSCAR-34 (9 S)	N	S	N/D	S	N/D	N	S	N/A	S	N	N/D	N	S	S	S	S	S
OSCAR-35 (9 S)	N	N	N/D	S	N	S	S	N/D	S	S	N/D	N/D	N/D	S	S	S	S
OSCAR-36 (6 S)	N	N	S/T	S	N/D	N	S	N/D	N/D	N	N/D	N/D	N/D	S	S	S	S
OSCAR-37 (13 S)	S	N	S/T	S	S	S	S	N/A	S	S	S/T	S	S	S	S	S	S
OSCAR-38	S	N	S/T	S	S/T	S/T	S	N/A	S	S	S/T	S	S	S	S	S	S

(11 S)																
OSCAR-39 (12 S)	N	N	S/T	S	S	S	S	S/T	S	S	S/T	S	S	S	S	S	S
OSCAR-40 (1S S)	N	N	S/T	S	N	N	S/T	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
OSCAR-41 (12 S)	S	S	N/D	S/T	N/D	S	S	N/A	S	S	S/T	S	S	S	S	S	S
OSCAR-42 (12 S)	S	S	N/D	S/T	N/D	S	S	N/A	S	S	S/T	S	S	S	S	S	S
OSCAR-43 (14 S)	S	S	N/A	S	N	S	S	N/A	S	S	S	S	S	S	S	S	S
OSCAR-44 (14 S)	S	S	S/T	S	N	S	S	N/A	S	S	S	S	S	S	S	S	S
OSCAR-45 (11 S)	S	N	S/T	S	N/D	N	S	N/A	S	S	S	S	S	S	S	S	S
OSCAR-46 (4 S)	N	N	N/D	S	N/D	S	S	N/D	N/D	N/D	N	N/D	N/D	S	N/D	N/D	N/D
OSCAR-47 (11 S)	S	S	N/A	N/A	S/T	S/T	S	N/A	S	S	S/T	S	S	S	S	S	S
OSCAR-48 (11 S)	S	S	N/A	N/A	S/T	S/T	S	N/A	S	S	S/T	S	S	S	S	S	S

OSCAR-49 (9 S)	S	N	S	S	N/D	N	S	N/A	S	S	S	S	N	N	N	N/D	S
OSCAR-50 (12 S)	S	S	N/D	S/T	N/D	S	S	N/A	S	S	S/T	S	S	S	S	S	S
OSCAR-51 (14 S)	S	S	S	S/T	N	S	S	N/A	S	S	S	S	S	S	S	S	S
OSCAR-52 (12 S)	N	N	S/T	S	N	S	S	N/A	S	S	S	S	S	S	S	S	S
OSCAR-53 (12 S)	N	N	N	S	S	S	S	N/D	N	S	S	S	S	S	S	S	S
OSCAR-54 (2 S)	N	S	N/A	N/A	S	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
OSCAR-55 (13 S)	S	N	S/T	S	S	N/A	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
OSCAR-56 (15 S)	S	S	S	S	S	N/A	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
OSCAR-57 (15 S)	S	S	S/T	S	N/D	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
OSCAR-58 (15 S)	S	S	S/T	S	N/D	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
OSCAR-59	S	S	S/T	S	N/D	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

(15 S)																	
OSCAR-60 (15 S)	S	S	S/T	S	N/D	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
OSCAR-61 (1 S)	N	N	S/T	N	S	N/D	N	S/T	S/T	S/T	S/T	S/T	S/T	N	S/T	S/T	S/T
OSCAR-62 (1 S)	N	N	S/T	N	S	N/D	N	S/T	S/T	S/T	S/T	S/T	S/T	N	S/T	S/T	S/T
OSCAR-63 (14 S)	S	S/T	S/T	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
OSCAR-64 (14 S)	S	S	S/T	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
OSCAR-65 (15 S)	S	S	S	S	S	N/A	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
OSCAR-66 (13 S)	S	N	S/T	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	N	S	S	S
OSCAR-67 (2 S)	N	N	N/D	N/D	S	S	N/D	N/D	S/T	S/T	S/T	S/T	S/T	S/T	S/T	S/T	S/T
OSCAR-68 (14 S)	N	N	S	S	N/D	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
OSCAR-69 (12 S)	S	S	S/T	S	S/T	N	S	S/T	N	S	S	S	S	S	S	S	S

OSCAR-70 (12 S)	S	S	S/T	S	S/T	N	S	S/T	N	S	S	S	S	S	S	S	S
OSCAR-71 (16 S)	S	S	N/A	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
OSCAR-72 (15 S)	S	S/T	S/T	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
OSCAR-73 (16 S)	S	S	S	S	N/D	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
OSCAR-74 (14 S)	S	N	S	S	N/D	S	S	S	S	S	S	S	S/T	S	S	S	S
OSCAR-75 (12 S)	S	N	N/D	S	N/D	S	S	S/T	S	S	S	S	S	N	S	S	S
OSCAR-76 (15 S)	S	S	S/T	S	S/T	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
OSCAR-77 (16 S)	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
OSCAR-78 (16 S)	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
OSCAR-79 (14 S)	S	N	S/T	S	N/D	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
OSCAR-80	S	N	S/T	S	N/D	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

(14 S)																
OSCAR-81 (6 S)	S/T	S	N/D	N	S	N	N	N	N/A	S	N	N	N/D	S	S	S	N/D
OSCAR-82 (5 S)	S/T	S/T	S/T	S	N/D	N	S	N/D	N	N	S/T	S/T	S/T	S/T	S	S	S
OSCAR-83 (11 S)	S/T	N	N	S	S/T	S	S	N/D	N	S	S	S	S	S	S	S	S
OSCAR-84 (11 S)	S/T	N	N	S	S/T	S	S	N/D	S	S	S	S	S	S	S	S	S
OSCAR-85 (8 S)	S	N	S/T	S	N/D	S	S	N/A	S	S/T	S	S/T	S/T	S	S/T	S/T	S
OSCAR-86 (5 S)	N	N	S/T	S	N/D	S	S	S/T	S	S/T	S/T	S/T	S/T	S	N/D	S/T	S/T
OSCAR-87 (3 S)	N	N	N/D	S	N	N	S/T	N/D	S	N	N	N	N	S	N/D	N/D	N/D
OSCAR-88 (15 S)	S	S	S	S	S/T	S	S	S/T	S	S	S	S	S	S	S	S	S
OSCAR-89 (15 S)	S	S	S	S	N/D	S	S	N/A	S	S	S	S	S	S	S	S	S
OSCAR-90 (15 S)	S	S	S	S	S	S	S	N/A	S	S	S	S	S	S	S	S	S

OSCAR-91 (14 S)	S	S	S/T	S	N/D	S	S	N/A	S	S	S	S	S	S	S	S	S
OSCAR-92 (13 S)	S	N	S/T	S	N/D	S	S	N/A	S	S	S	S	S	S	S	S	S
OSCAR-93 (0 S)	N	N	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
OSCAR-94 (0 S)	N	N	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D

S Sim.
S/T Sim Trivialmente.
N Não.
N/A Não aplicável.
N/D Não Disponível na Literatura Consultada.

***** Proposta nossa (ver coluna “comunicação de baixa frequência).

APÊNDICE C

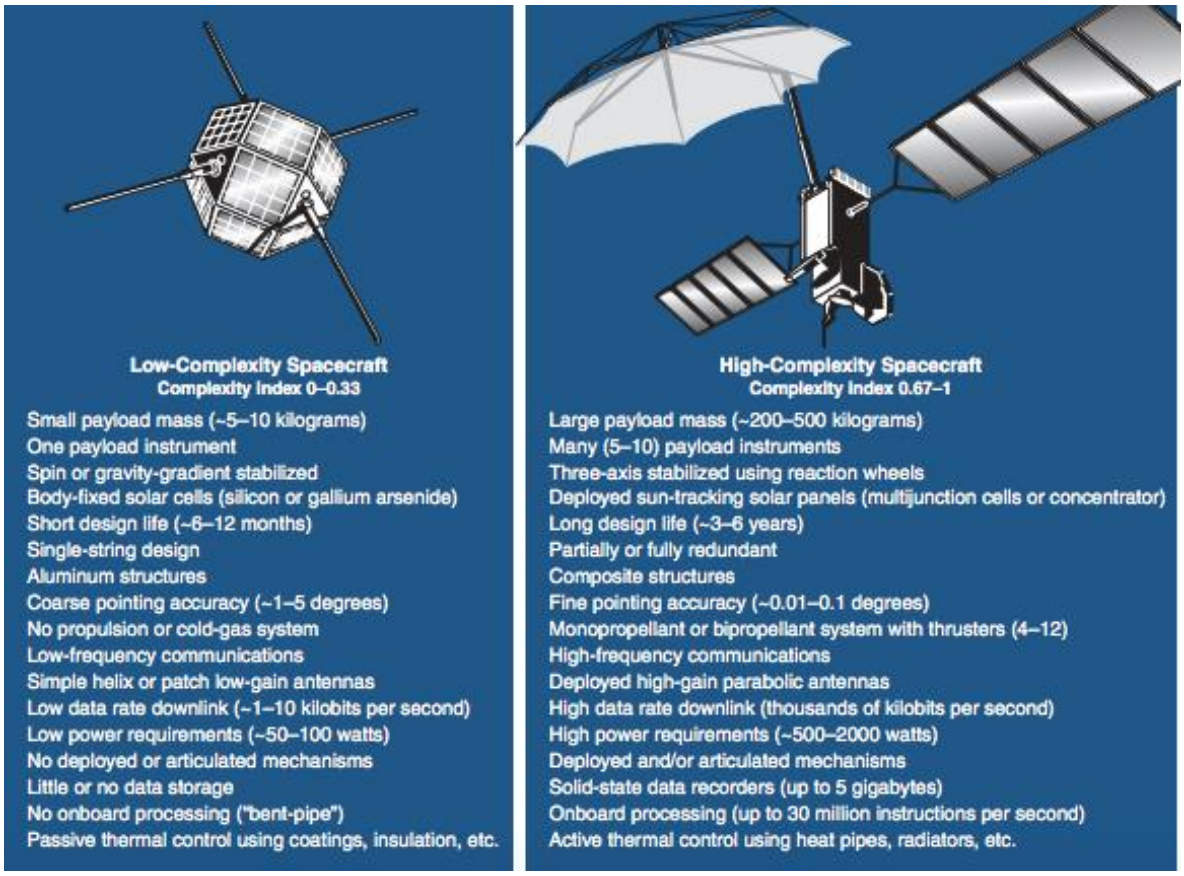
Tabela C1 - Quantidade de Características no Mapeamento dos Satélites da Série OSCAR segundo a Caracterização de Bearden (2000/2001).

N.	SATÉLITE	QUANTIDADE DE “S”
1.	OSCAR-1	11
2.	OSCAR-2	11
3.	OSCAR-3	13
4.	OSCAR-4	13
5.	OSCAR-5	13
6.	OSCAR-6	12
7.	OSCAR-7	11
8.	OSCAR-8	12
9.	OSCAR-14	12
10.	OSCAR-15	11
11.	OSCAR-16	14
12.	OSCAR-17	14
13.	OSCAR-19	14
14.	OSCAR-26	14
15.	OSCAR-27	14
16.	OSCAR-33	12
17.	OSCAR-37	13
18.	OSCAR-38	11
19.	OSCAR-39	12
20.	OSCAR-41	12
21.	OSCAR-42	12
22.	OSCAR-43	14
23.	OSCAR-44	14
24.	OSCAR-45	11
25.	OSCAR-47	11
26.	OSCAR-48	11
27.	OSCAR-50	12
28.	OSCAR-51	14
29.	OSCAR-52	12
30.	OSCAR-53	12
31.	OSCAR-55	13
32.	OSCAR-56	15
33.	OSCAR-57	15
34.	OSCAR-58	15

35.	OSCAR-59	15
36.	OSCAR-60	15
37.	OSCAR-63	14
38.	OSCAR-64	14
39.	OSCAR-65	15
40.	OSCAR-66	13
41.	OSCAR-68	14
42.	OSCAR-69	12
43.	OSCAR-70	12
44.	OSCAR-71	16
45.	OSCAR-72	15
46.	OSCAR-73	16
47.	OSCAR-74	14
48.	OSCAR-75	12
49.	OSCAR-76	15
50.	OSCAR-77	16
51.	OSCAR-78	16
52.	OSCAR-79	14
53.	OSCAR-80	14
54.	OSCAR-83	11
55.	OSCAR-84	11
56.	OSCAR-88	15
57.	OSCAR-89	15
58.	OSCAR-90	15
59.	OSCAR-91	14
60.	OSCAR-92	13

APÊNDICE D

Tabela D1 – A Caracterização de Bearden (2000/2001) para satélites segundo sua complexidade.



Low-Complexity Spacecraft
Complexity Index 0–0.33

Small payload mass (~5–10 kilograms)
One payload instrument
Spin or gravity-gradient stabilized
Body-fixed solar cells (silicon or gallium arsenide)
Short design life (~6–12 months)
Single-string design
Aluminum structures
Coarse pointing accuracy (~1–5 degrees)
No propulsion or cold-gas system
Low-frequency communications
Simple helix or patch low-gain antennas
Low data rate downlink (~1–10 kilobits per second)
Low power requirements (~50–100 watts)
No deployed or articulated mechanisms
Little or no data storage
No onboard processing ("bent-pipe")
Passive thermal control using coatings, insulation, etc.

High-Complexity Spacecraft
Complexity Index 0.67–1

Large payload mass (~200–500 kilograms)
Many (5–10) payload instruments
Three-axis stabilized using reaction wheels
Deployed sun-tracking solar panels (multijunction cells or concentrator)
Long design life (~3–6 years)
Partially or fully redundant
Composite structures
Fine pointing accuracy (~0.01–0.1 degrees)
Monopropellant or bipropellant system with thrusters (4–12)
High-frequency communications
Deployed high-gain parabolic antennas
High data rate downlink (thousands of kilobits per second)
High power requirements (~500–2000 watts)
Deployed and/or articulated mechanisms
Solid-state data recorders (up to 5 gigabytes)
Onboard processing (up to 30 million instructions per second)
Active thermal control using heat pipes, radiators, etc.

Fonte: Bearden (2000/2001)

ANEXO 1

TRATADO SOBRE PRINCÍPIOS REGULADORES DAS ATIVIDADES DOS ESTADOS NA EXPLORAÇÃO E USO DO ESPAÇO CÓSMICO, INCLUSIVE A LUA E DEMAIS CORPOS CELESTES

Aberto à assinatura, em 27 de janeiro de 1967, em Londres, Moscou e Washington.

Assinado pelo Brasil em Moscou em 30 de janeiro de 1967 e em Londres e Washington em 2 de fevereiro de 1967.

Aprovado pelo Decreto Legislativo 41, de 10 de outubro de 1968.

Depósito dos instrumentos brasileiros de ratificação em 5 de março de 1969, junto aos Governos dos Estados Unidos, da Grã-Bretanha e da União Soviética.

Promulgado pelo Decreto N. 64.362, de 17 de abril de 1969. Publicado no DOU de 22 de abril de 1969.

****

Os Estados-Partes do presente Tratado:

– inspirando-se nas vastas perspectivas que a descoberta do espaço cósmico pelo ser humano oferece à Humanidade;

– reconhecendo o interesse que apresenta para toda a Humanidade o programa da exploração e uso do espaço cósmico para fins pacíficos;

– julgando que a exploração e o uso do espaço cósmico deveriam efetuar-se para o bem de todos os povos, qualquer que seja o estágio de seu desenvolvimento econômico e científico;

– desejosos de contribuir para o desenvolvimento de uma ampla cooperação internacional no que concerne aos aspectos científicos e jurídicos da exploração e uso do espaço cósmico para fins pacíficos;

– julgando que esta cooperação contribuirá para desenvolver a compreensão mútua e para consolidar as relações de amizade entre os Estados e os povos;

– recordando a resolução de 1962 (XVIII), intitulada «Declaração dos princípios jurídicos reguladores das atividades dos Estados na exploração e uso do espaço

cósmico», adotada por unanimidade pela Assembleia Geral das Nações Unidas em 13 de dezembro de 1963;

– recordando a resolução de 1884 (XVIII), que insiste junto aos Estados de se absterem de colocar em órbita quaisquer objetos portadores de armas nucleares ou de qualquer outro tipo de arma de destruição em massa e de instalar tais armas em corpos celestes, resolução que a Assembleia Geral das Nações Unidas adotou, por unanimidade, a 17 de outubro de 1963;

– considerando que a resolução 110 (II) da Assembleia Geral das Nações Unidas, datada de 3 de novembro de 1947, condena a propaganda destinada a ou suscetível de provocar ou encorajar qualquer ameaça à paz, ruptura da paz ou qualquer ato de agressão, e considerando que a referida resolução é aplicável ao espaço cósmico;

– convencidos de que o Tratado sobre os princípios que regem as atividades dos Estados na exploração e uso do espaço cósmico, inclusive a Lua e demais corpos celestes, contribuirá para a realização dos propósitos e princípios da Carta das Nações Unidas, convieram no seguinte:

ARTIGO 1º.

A exploração e o uso do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, só deverão ter em mira o bem e interesse de todos os países, qualquer que seja o estágio de seu desenvolvimento econômico e científico, e são incumbência de toda a Humanidade.

O espaço cósmico, inclusive a Lua e demais corpos celestes, poderá ser explorado e utilizado livremente por todos os Estados sem qualquer discriminação, em condições de igualdade e em conformidade com o direito internacional, devendo haver liberdade de acesso a todas as regiões dos corpos celestes.

O espaço cósmico, inclusive a Lua e demais corpos celestes, estará aberto às pesquisas científicas, devendo os Estados facilitar e encorajar a cooperação internacional naquelas pesquisas.

ARTIGO 2º.

O espaço cósmico, inclusive a Lua e demais corpos celestes, não poderá ser objeto de apropriação nacional por proclamação de soberania, por uso ou ocupação, nem por qualquer outro meio.

ARTIGO 3º.

As atividades dos Estados-Partes deste Tratado, relativas à exploração e ao uso do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, deverão efetuar-se em conformidade com o direito internacional, inclusive a Carta das Nações Unidas, com a finalidade de manter a paz e a segurança internacional e de favorecer a cooperação e a compreensão internacionais.

ARTIGO 4º.

Os Estados-Partes do Tratado se comprometem a não colocar em órbita qualquer objeto portador de armas nucleares ou de qualquer outro tipo de armas de destruição em massa, a não instalar tais armas sobre os corpos celestes e a não colocar tais armas, de nenhuma maneira, no espaço cósmico.

Todos os Estados-Partes do Tratado utilizarão a Lua e os demais corpos celestes exclusivamente para fins pacíficos. estarão proibidos nos corpos celestes o estabelecimento de bases, instalações ou fortificações militares, os ensaios de armas de qualquer tipo e a execução de manobras militares. Não se proíbe a utilização de pessoal militar para fins de pesquisas científicas ou para qualquer outro fim pacífico. Não se proíbe, do mesmo modo, a utilização de qualquer equipamento ou instalação necessária à exploração pacífica da Lua e demais corpos celestes.

ARTIGO 5º.

Os Estados-Partes do Tratado considerarão os astronautas como enviados da Humanidade no espaço cósmico e lhes prestarão toda a assistência possível em caso de acidente, perigo ou aterrissagem forçada sobre o território de um outro Estado-Parte do Tratado ou em alto-mar. Em caso de tal aterrissagem, o retorno dos astronautas ao Estado de matrícula do seu veículo espacial deverá ser efetuado prontamente e com toda a segurança.

Sempre que desenvolverem atividades no espaço cósmico e nos corpos celestes, os astronautas de um Estado-Parte do Tratado prestarão toda a assistência possível aos astronautas dos outros Estados-Partes do Tratado.

Os Estados-Partes do Tratado levarão imediatamente ao conhecimento dos outros Estados-Partes do Tratado ou do Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas qualquer fenômeno por estes descoberto no espaço cósmico, inclusive a Lua e demais corpos celestes, que possa representar perigo para a vida ou a saúde dos astronautas.

ARTIGO 6º.

Os Estados-Partes do Tratado têm a responsabilidade internacional das atividades nacionais realizadas no espaço cósmico, inclusive na Lua e demais corpos celestes, quer sejam elas exercidas por organismos governamentais ou por entidades não- governamentais, e de velar para que as atividades nacionais sejam efetuadas de acordo com as disposições anunciadas no presente Tratado. As atividades das entidades não- governamentais no espaço cósmico, inclusive na Lua e demais corpos celestes, devem ser objeto de uma autorização e de uma vigilância contínua pelo competente Estado-Parte do Tratado. Em caso de atividades realizadas por uma organização internacional no espaço cósmico, inclusive na Lua e demais corpos celestes, a responsabilidade no que se refere às disposições do presente Tratado caberá a esta organização internacional e aos Estados- Partes do Tratado que fazem parte da referida organização.

ARTIGO 7º.

Todo Estado-Parte do Tratado que proceda ou mande proceder ao lançamento de um objeto ao espaço cósmico, inclusive à Lua e demais corpos celestes, e qualquer Estado-Parte, cujo território ou instalações servirem ao lançamento de um objeto, será responsável do ponto de vista internacional pelos danos causados a outro Estado-Parte do Tratado ou a suas pessoas naturais pelo referido objeto ou por seus elementos constitutivos, sobre a Terra, no espaço cósmico ou no espaço aéreo, inclusive na Lua e demais corpos celestes.

ARTIGO 8º.

O Estado-Parte do Tratado em cujo registro figure o objeto lançado ao espaço cósmico conservará sob sua jurisdição e controle o referido objeto e todo o

pessoal do mesmo objeto, enquanto se encontrarem no espaço cósmico ou em um corpo celeste. Os direitos de propriedade sobre os objetos lançados no espaço cósmico, inclusive os objetos levados ou construídos num corpo celeste, assim como seus elementos constitutivos, permanecerão inalteráveis enquanto estes objetos ou elementos se encontrarem no espaço cósmico ou em um corpo celeste e durante seu retorno à Terra. Tais objetos ou elementos constitutivos de objetos encontrados além dos limites do Estado-Parte do Tratado em cujo registro estão inscritos deverão ser restituídos a este Estado, devendo este fornecer, sob solicitação os dados de identificação antes da restituição.

ARTIGO 9º.

No que concerne à exploração e ao uso do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, os Estados-Partes do Tratado deverão fundamentar-se sobre os princípios da cooperação e de assistência mútua e exercerão as suas atividades no espaço cósmico, inclusive na Lua e demais corpos celestes, levando devidamente em conta os interesses correspondentes dos demais Estados-Partes do Tratado. Os Estados-Partes do Tratado farão o estudo do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, e procederão à exploração de maneira a evitar os efeitos prejudiciais de sua contaminação, assim como as modificações nocivas no meio ambiente da Terra, resultantes da introdução de substâncias extraterrestres, e, quando necessário, tomarão as medidas apropriadas para este fim. Se um Estado-Parte do Tratado tem razões para crer que uma atividade ou experiência realizada por ele mesmo ou por seus nacionais no espaço cósmico, inclusive na Lua e demais corpos celestes, criaria um obstáculo capaz de prejudicar as atividades dos demais Estados-Partes do Tratado em matéria de exploração e utilização pacífica do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, deverá fazer as consultas internacionais adequadas antes de empreender a referida atividade ou experiência. Qualquer Estado-Parte do Tratado que tenha razões para crer que uma experiência ou atividade realizada por outro Estado-Parte do Tratado no espaço cósmico, inclusive na Lua e demais corpos celestes, criaria um obstáculo capaz de prejudicar as atividades exercidas em matéria de exploração e utilização pacífica do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, poderá solicitar a realização de consultas relativas à referida atividade ou experiência.

ARTIGO 10

A fim de favorecer a cooperação internacional em matéria de exploração e uso do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, em conformidade com os fins do presente Tratado, os Estados-Partes do Tratado examinarão em condições de igualdade as solicitações dos demais Estados-Partes do Tratado no sentido de contarem com facilidades de observação do voo dos objetos espaciais lançados por esses Estados.

A natureza de tais facilidades de observação e as condições em que poderiam ser concedidas serão determinadas de comum acordo pelos Estados interessados.

ARTIGO 11

A fim de favorecer a cooperação internacional em matéria de exploração e uso do espaço cósmico, os Estados-Partes do Tratado que desenvolvam atividades no espaço cósmico, inclusive na Lua e demais corpos celestes, convieram, na medida em que isto seja possível e realizável, em informar ao Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas, assim como ao público e à comunidade científica internacional, sobre a natureza da conduta dessas atividades, o lugar onde serão exercidas e seus resultados. O Secretário- Geral da Organização das Nações Unidas deverá estar em condições de assegurar, assim que as tenha recebido, a difusão efetiva dessas informações.

ARTIGO 12

Todas as estações, instalações, material e veículos espaciais que se encontrarem na Lua ou nos demais corpos celestes serão acessíveis, nas condições de reciprocidade aos representantes dos demais Estados-Partes do Tratado. Estes representantes notificarão, com antecedência, qualquer visita projetada, de maneira que as consultas desejadas possam realizar-se e que se possa tomar o máximo de precaução para garantir a segurança e evitar perturbações no funcionamento normal da instalação a ser visitada.

ARTIGO 13

As disposições do presente Tratado aplicar-se-ão às atividades exercidas pelos Estados-Partes do Tratado na exploração e uso do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, quer estas atividades sejam exercidas por um

Estado-Parte do Tratado por si só, quer juntamente com outros Estados, principalmente no quadro das organizações intergovernamentais internacionais.

Todas as questões práticas que possam surgir em virtude das atividades exercidas por organizações intergovernamentais internacionais em matéria de exploração e uso do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, serão resolvidas pelos Estados-Partes do Tratado, seja com a organização competente, seja com um ou vários dos Estados-Membros da referida organização que sejam parte do Tratado.

ARTIGO 14

1 — O presente Tratado ficará aberto à assinatura de todos os Estados. Qualquer Estado que não tenha assinado o presente Tratado antes de sua entrada em vigor, em conformidade com o § 3o do presente artigo, poderá a ele aderir a qualquer momento.

2 – O presente Tratado ficará sujeito à ratificação dos Estados signatários. Os instrumentos de ratificação e os instrumentos de adesão ficarão depositados junto aos governos do Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte, dos Estados Unidos da América e da União das Repúblicas Socialistas Soviéticas, que estão, no presente Tratado, designados como governos depositários.

3 – O presente Tratado entrará em vigor após o depósito dos instrumentos de ratificação de cinco governos, inclusive daqueles designados depositários nos termos do presente Tratado.

4 – Para os Estados cujos instrumentos de ratificação ou adesão forem depositados após a entrada em vigor do presente Tratado, este entrará em vigor na data do depósito de seus instrumentos de ratificação ou adesão.

5 – Os governos depositários informarão sem demora todos os Estados signatários do presente Tratado e os que a ele tenham aderido da data de cada assinatura, do depósito de cada instrumento de ratificação ou de adesão ao presente Tratado, da data de sua entrada em vigor, assim como qualquer outra observação.

6 – O presente Tratado será registrado pelos governos depositários, em conformidade com o Artigo 102 da Carta das Nações Unidas.

ARTIGO 15

Qualquer Estado-Parte do presente Tratado poderá propor emendas. As emendas entrarão em vigor para cada Estado-Parte do Tratado que as aceite, após a aprovação da maioria dos Estados-Partes do Tratado, na data em que tiver sido recebida.

ARTIGO 16

Qualquer Estado-Parte do presente Tratado poderá, um ano após a entrada em vigor do Tratado, comunicar sua intenção de deixar de ser Parte por meio de notificação escrita enviada aos governos depositários. Esta notificação surtirá efeito um ano após a data em que for recebida.

ARTIGO 17

O presente Tratado, cujos textos em inglês, espanhol, francês e chinês fazem igualmente fé, será depositado nos arquivos dos governos depositários. Cópias devidamente autenticadas do presente Tratado serão remetidas pelos governos depositários aos governos dos Estados que houverem assinado o Tratado ou que a ele houverem aderido.

Em fé do que, os abaixo assinados, devidamente habilitados para esse fim, assinaram este Tratado.

Feito em três exemplares em Londres, Moscou e Washington, aos vinte e sete dias de janeiro de mil novecentos e sessenta e sete.”

ANEXO 2

CONVENÇÃO SOBRE RESPONSABILIDADE INTERNACIONAL POR DANOS CAUSADOS POR OBJETOS ESPACIAIS

Concluída em Londres, Washington e Moscou em 29 de março de 1972.

Aprovada pelo Decreto Legislativo n. 77, de 1º. de dezembro de 1972.

Ratificada pelo Brasil em 31 de janeiro de 1973.

Instrumentos de ratificação depositados em Londres, Washington e Moscou em 9 de março de 1973.

Entrada em vigor internacional em 1º. de setembro de 1972.

Entrada em vigor para o Brasil em 9 de março de 1973 (art. 24, § 4º.).

Promulgada pelo Decreto n. 71.981, de 22 de março de 1973.

Publicada no DOU de 23 de março de 1973.

****

Os Estados-Partes desta Convenção:

— reconhecendo o interesse comum de toda a Humanidade em incentivar a exploração e uso do espaço cósmico para fins pacíficos;

— lembrando o Tratado sobre Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico, Inclusive a Lua e Demais Corpos Celestes;

— considerando que, não obstante as medidas de precaução a serem tomadas por Estados e por organizações intergovernamentais internacionais empenhadas no lançamento de objetos espaciais, tais objetos poderão ocasionalmente provocar danos;

— reconhecendo a necessidade de elaborar regras e procedimentos internacionais efetivos referentes à responsabilidade por danos causados por objetos espaciais e para assegurar, em particular, o pronto pagamento, segundo os termos desta Convenção, de uma indenização inteira e equitativa às vítimas de tais danos;

— convencidos de que o estabelecimento de tais regras e procedimentos contribuirá para o fortalecimento da cooperação internacional do domínio da exploração e uso do espaço cósmico para fins pacíficos;

— convieram no que se segue:

ARTIGO 1º.

Para os propósitos da presente Convenção:

a) o termo “dano” significa perda de vida, ferimentos pessoais ou outro prejuízo à saúde; perdas de propriedade do Estado ou de pessoas físicas ou jurídicas ou danos sofridos por tais propriedades, ou danos e perdas no caso de organizações intergovernamentais internacionais;

b) o termo “lançamento” inclui tentativas do lançamento;

c) o termo “Estado lançador” significa:

(i) um Estado que lança ou promove o lançamento de um objeto espacial;

(ii) um Estado de cujo território ou de cujas instalações é lançado um objeto espacial;

d) o termo “objeto espacial” inclui peças componentes de um objeto espacial e também o seu veículo de lançamento e peças do mesmo.

ARTIGO 2º.

Um Estado lançador será responsável absoluto pelo pagamento de indenização por danos causados por seus objetos espaciais na superfície da Terra ou a aeronaves em voo.

ARTIGO 3º.

Na eventualidade de danos causados em local fora da superfície da Terra a um objeto espacial de um Estado lançador ou a pessoa ou a propriedade a bordo de tal objeto espacial por um objeto espacial de outro Estado lançador, só terá este último responsabilidade se o dano decorrer de culpa sua ou de culpa de pessoas pelas quais seja responsável.

ARTIGO 4º.

1 — Na eventualidade de dano causado fora da superfície da Terra a um objeto espacial de um Estado lançador ou a pessoa ou propriedade a bordo de tal objeto espacial por um objeto espacial de outro Estado lançador, e de danos em consequência sofridos por um terceiro Estado, ou por suas pessoas físicas ou jurídicas, os primeiros dois Estados serão, solidária e individualmente, responsáveis perante o terceiro Estado, na medida indicada pelo seguinte:

a) se o dano tiver sido causado ao terceiro Estado na superfície da Terra ou a aeronave em voo, a sua responsabilidade perante o terceiro Estado será absoluta;

b) se o dano houver sido causado a um objeto espacial de um terceiro Estado ou a pessoas ou propriedades a bordo de tal objeto espacial fora da superfície da Terra, a sua responsabilidade perante o terceiro Estado fundamentar-se-á em culpa por parte de qualquer dos dois primeiros Estados, ou em culpa por parte de pessoas pelas quais qualquer dos dois seja responsável.

2 — Em todos os casos de responsabilidade solidária e individual mencionados no § 1º, o ônus da indenização pelo dano será dividido entre os primeiros dois Estados de acordo com o grau de sua culpa; se não for possível estabelecer o grau de culpa de cada um desses Estados, o ônus da indenização deve ser dividido em proporções iguais entre os dois. Tal divisão se fará sem prejuízo do direito que assiste ao terceiro Estado de procurar a indenização total devida nos termos desta Convenção de qualquer ou de todos os Estados lançadores que são, solidária e individualmente, responsáveis.

ARTIGO 5º.

1 — Sempre que dois ou mais Estados, juntamente, lancem um objeto espacial, eles serão, solidária e individualmente, responsáveis por qualquer danos causados.

2 — Um Estado lançador que pagou indenização por danos terá o direito de pedir ressarcimento a outros participantes no lançamento conjunto. Os participantes num lançamento conjunto podem concluir acordos quanto à divisão entre si das obrigações financeiras pelas quais eles são, solidária e individualmente responsáveis.

3 — Um Estado de cujo território ou de cujas instalações é lançado um objeto espacial será considerado como Participante no lançamento conjunto.

ARTIGO 6º.

1 — Excetuado o que dispõe o § 2º, conceder-se-á exoneração de responsabilidade absoluta na medida em que um Estado lançador provar que o dano resultou total ou parcialmente de negligência grave ou de ato ou omissão com a intenção de causar dano, de parte de um Estado demandante ou de pessoa jurídica ou física que representar.

2 — Não se concederá exoneração em casos em que o dano houver resultado de atividades conduzidas por um Estado lançador que não estejam em conformidade com o direito internacional, inclusive, em particular, com a Carta das Nações Unidas, e o Tratado sobre Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico, Inclusive a Lua e Demais Corpos Celestes.

ARTIGO 7º.

As disposições da presente Convenção não se aplicarão a danos causados por objeto espacial de um Estado lançador a:

a) nacionais do mesmo Estado lançador;

b) estrangeiros durante o tempo em que estiverem participando do manejo de tal objeto espacial, a partir do momento de seu lançamento ou em qualquer momento ulterior até a sua descida, ou durante o tempo em que estiverem na vizinhança imediata de uma área prevista para lançamento ou recuperação, em consequência de convite por tal Estado lançador.

ARTIGO 8º.

1 — Um Estado que sofrer dano, ou cujas pessoas físicas ou jurídicas sofrerem dano, pode apresentar a um Estado lançador um pedido de pagamento de indenização por tal dano.

2 — Se o Estado da nacionalidade da pessoa física ou jurídica que sofreu dano não apresentar a queixa, um outro Estado, em cujo território a mesmo pessoa física ou jurídica sofreu o dano, poderá apresentar a queixa ao Estado lançador.

3 — Se nem o Estado da nacionalidade nem o Estado em cujo território se efetuou o dano apresentar uma queixa, ou notificar sua intenção de apresentar queixa, outro Estado poderá, com relação a dano sofrido por pessoa domiciliada em seu território, apresentar a queixa ao Estado lançador.

ARTIGO 9º.

O pedido de indenização por dano deverá ser apresentado a um Estado lançador por via diplomática. Se determinado Estado não mantiver relações diplomáticas com o Estado lançador em questão, pode o primeiro Estado pedir a um outro Estado que apresente sua queixa ao Estado lançador ou, de alguma forma, represente seus interesses conforme esta Convenção. Poderá também apresentar sua queixa através do Secretário-Geral das Nações Unidas, no caso de o Estado demandante e o Estado lançador serem ambos das Nações Unidas.

ARTIGO 10

1 — O pedido de indenização por dano poderá ser apresentado ao Estado lançador o mais tardar um ano após a data da ocorrência do dano ou da identificação do Estado lançador responsável.

2 — Se, contudo, o Estado não tiver conhecimento da ocorrência do dano, ou não tiver podido identificar o Estado lançador responsável, poderá apresentar um pedido de indenização, dentro de um ano a partir da data em que tiver tido conhecimento de tais fatos; não obstante, esse período não deverá em hipótese alguma exceder um ano a partir da data em que se poderia, razoavelmente, esperar que esse Estado tivesse tido conhecimento dos fatos através das investigações cabíveis.

3 — As datas-limites especificadas nos §§ 1º e 2º serão aplicáveis, mesmo se o dano não puder ter sido conhecido em toda a sua extensão. Nesse caso, contudo, o Estado demandante terá o direito de rever o pedido de indenização e submeter documentação adicional depois da expiração dos prazos mencionados, até um ano após o conhecimento do dano em toda a sua extensão.

ARTIGO 11

1 — Para a apresentação de um pedido de indenização a um Estado lançador por dano com o amparo desta Convenção, não será necessário que se esgotem

previamente os recursos locais que possam estar à disposição de um Estado demandante, ou de pessoa física ou jurídica que o Estado represente.

2 — Nada na presente Convenção impedirá um Estado, ou pessoas físicas ou jurídicas que represente, de apresentar o seu pedido de indenização aos tribunais de justiça ou aos tribunais ou órgãos administrativos do Estado lançador. Um Estado não poderá, contudo, apresentar um pedido de indenização com amparo desta Convenção por dano que já esteja sendo objeto de um pedido de indenização, no âmbito de tribunais de justiça ou tribunais ou órgãos administrativos de um Estado lançador, ou com o amparo de outro acordo internacional obrigatório para os Estados implicados.

ARTIGO 12

A indenização que o Estado lançador será obrigado a pagar nos termos desta Convenção será determinada pelo direito internacional e pelos princípios de justiça e equidade, a fim de proporcionar a compensação pelo dano de tal forma que a pessoa física ou jurídica, Estado ou organização internacional em cujo favor tenha sido apresentado o pedido de indenização seja restaurado na condição que teria existido, caso o dano não houvesse ocorrido.

ARTIGO 13

A menos que o Estado demandante e o Estado que deve pagar a indenização, conforme a presente Convenção, concordem com outra forma de indenização, esta será paga na moeda do Estado demandante ou, a seu pedido, na moeda do Estado que deve pagar a indenização.

ARTIGO 14

Se não se chegar a um acordo sobre a indenização por via diplomática, como previsto no Artigo 9º, no prazo de um ano da data em que o Estado demandante tenha notificado o Estado lançador de que submeteu a documentação a respeito de sua queixa às partes em questão, a pedido de qualquer delas, estabelecerão uma Comissão de Reclamações.

ARTIGO 15

1 — A Comissão de Reclamações será composta de três membros: um nomeado pelo Estado demandante, um pelo Estado lançador e um terceiro, o Presidente, a

ser escolhido pelas duas partes de comum acordo. Cada parte fará a sua nomeação dentro do prazo de dois meses após o pedido para o estabelecimento da Comissão de Reclamações.

2 — Se nenhum acordo for alcançado na escolha do Presidente, dentro do prazo de quatro meses após o pedido para estabelecimento da Comissão de Reclamações, qualquer das duas partes poderá pedir ao Secretário-Geral das Nações Unidas para nomear o Presidente dentro de um prazo adicional de dois meses.

ARTIGO 16

1 — Se uma das partes não fizer sua nomeação dentro do período estipulado, o Presidente, a pedido da outra parte, constituirá uma Comissão de Reclamações de um só membro.

2 — Qualquer vaga que possa surgir na Comissão de Reclamações, por qualquer motivo, será preenchida pelo mesmo processo adotado para a nomeação inicial.

3 — A Comissão de Reclamações determinará seu próprio procedimento.

4 — A Comissão de Reclamações determinará o local ou locais em que se reunirá, como também todos os outros assuntos administrativos.

5 — A não ser no caso de decisões e laudos, por uma Comissão de um só membro, todas as decisões e laudos da Comissão de Reclamações serão adotados por maioria de votos.

ARTIGO 17

O número de membros da Comissão de Reclamações não será aumentado quando dois ou mais Estados demandantes ou Estados lançadores sejam partes conjuntas em qualquer procedimento perante a Comissão. Os Estados demandantes que atuem conjuntamente nomearão, coletivamente, um membro da Comissão, da mesma forma e segundo as mesmas condições de que quando se tratar de um só Estado demandante. Quando dois ou mais Estados lançadores atuarem conjuntamente, nomearão, coletivamente, e da mesma forma, um membro da Comissão. Se os Estados determinará, se for o caso, o valor da indenização a ser paga.

ARTIGO 19

1 — A Comissão atuará de acordo com as disposições do Artigo 12.

2 — A decisão da Comissão será final e obrigatória se as partes assim tiverem concordado; em caso contrário, a Comissão produzirá um laudo definitivo que terá caráter de recomendações e que as partes levarão em conta com boa-fé. A Comissão fornecerá os motivos de sua decisão ou laudo.

3 — A Comissão apresentará sua decisão ou laudo logo que possível, e não depois de um ano a contar da data de seu estabelecimento, a não ser que a Comissão julgue necessário prorrogar esse prazo.

4 — A Comissão tornará pública sua decisão ou seu laudo. Fornecerá a cada uma das partes e ao Secretário-Geral das Nações Unidas uma cópia autêntica de sua decisão ou de seu laudo.

ARTIGO 20

As despesas incorridas com a Comissão de Reclamações serão igualmente divididas entre as partes, a não ser que a Comissão decida diferentemente.

ARTIGO 21

Se o dano causado por um objeto espacial constituir um perigo, em grande escala, para a vida humana, ou interferir seriamente nas condições de vida da população, ou com o funcionamento dos centros vitais, os Estados-Partes, e em particular, o Estado lançador examinarão a possibilidade de fornecer assistência apropriada e rápida ao Estado que sofreu o dano, quando este assim o solicitar. Contudo, o disposto neste Artigo de nenhuma forma afetará os direitos e obrigações previstos nesta Convenção para os Estados-Partes.

ARTIGO 22

1 — Nesta Convenção, com exceção dos Artigos 24 e 27, entender-se-á que as referências feitas aos Estados serão consideradas aplicáveis a qualquer organização intergovernamental internacional que se dedique a atividades espaciais, se a organização declarar sua aceitação dos direitos e obrigações previstos nesta Convenção, e se uma maioria dos Estados-Membros da Organização são Estados-Partes desta Convenção e do Tratado sobre Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico, Inclusive a Lua e Demais Corpos Celestes.

2 — Os Estados-Membros de tal organização que sejam Estados-Partes desta Convenção tomarão todas as medidas apropriadas para que a organização faça a declaração prevista no parágrafo precedente.

3 — Se uma organização intergovernamental internacional for responsável por dano em virtude das disposições desta Convenção, essa organização e seus membros que sejam Estados-Partes desta Convenção serão solidários e individualmente responsáveis, observadas, no entanto, as seguintes condições:

a) a apresentação à organização, em primeiro lugar, de qualquer pedido de indenização a respeito de tal dano; e b) o Estado demandante poderá invocar a responsabilidade dos membros que sejam Estados-Partes desta Convenção para o pagamento da quantia combinada ou determinada e devida como indenização por tal dano somente quando a organização não tiver pago, dentro de seis meses, tal quantia.

4 — Qualquer pedido de indenização, por força das disposições desta Convenção, para compensação do dano causado a uma organização que faz a declaração prevista no § 1º deste Artigo, deverá ser apresentado por um Estado-Membro da organização que seja parte desta Convenção.

ARTIGO 23

1 — No que concerne às relações entre Estados-Partes em outros acordos internacionais em vigor, as disposições desta Convenção não deverão afetar tais acordos.

2 — Nenhuma disposição da presente Convenção impedirá os Estados de concluírem acordos internacionais que reafirmem, suplementem ou ampliem suas disposições.

ARTIGO 24

1 — Esta Convenção estará aberta à assinatura de todos os Estados. Qualquer Estado que não assinar esta Convenção antes de sua entrada em vigor, conforme o § 3º deste Artigo, poderá à mesma aderir em qualquer momento.

2 — Esta Convenção estará sujeita à ratificação pelos Estados signatários. Os instrumentos de ratificação e de adesão serão depositados junto aos governos do Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte, da União das Repúblicas

Socialistas Soviéticas e dos Estados Unidos da América, daqui por diante designados os Governos Depositários.

3 — Esta Convenção entrará em vigor quando efetuado o depósito do quinto instrumento de ratificação.

4 — Para os Estados cujos instrumentos de ratificação ou adesão forem depositados após a entrada em vigor desta Convenção, esta passará a vigorar na data do depósito do respectivo instrumento de ratificação ou adesão.

5 — Os Governos Depositários deverão informar, logo que possível, os Estados signatários e aderentes da data de cada assinatura, da data de depósito de cada instrumento de ratificação e de adesão a esta Convenção, da data de sua entrada em vigor e de outras notificações.

6 — Esta Convenção deverá ser registrada pelos Governos Depositários de acordo com o Artigo 102 da Carta das Nações Unidas.

ARTIGO 25

Qualquer Estado-Parte desta Convenção poderá propor emendas a esta Convenção. As emendas vigorarão para cada Estado-Parte desta Convenção que as aceite, a partir de sua aceitação pela maioria dos Estados-Partes da Convenção e, a partir de então, para cada Estado-Parte restante, na data de sua aceitação.

ARTIGO 26

Dez anos após a entrada em vigor desta Convenção, incluir-se-á na agenda provisória da Assembléia Geral das Nações Unidas a questão de novo exame desta Convenção a fim de estudar, à luz da aplicação no passado, a necessidade de sua revisão. Não obstante, a qualquer momento, após cinco anos de entrada em vigor da Convenção, e a pedido de um terço dos Estados-Partes desta Convenção e com o consentimento da maioria dos Estados-Partes, reunir-se-á uma conferência dos Estados-Partes para rever esta Convenção.

ARTIGO 27

Qualquer Estado-Parte nesta Convenção poderá denunciá-la um ano após a sua entrada em vigor, por notificação escrita aos Governos Depositários. Tal denúncia terá efeito um ano após a data do recebimento da notificação.

ARTIGO 28

Esta Convenção, cujos textos em chinês, espanhol, francês, inglês e russo farão igualmente fé, será depositada nos arquivos dos Governos Depositários. Os Governos Depositários transmitirão cópias devidamente autênticas aos governos dos Estados signatários e aderentes.

Em testemunho do que, os abaixo assinados, devidamente autorizados, assinaram a presente Convenção.

Feita em três exemplares, nas cidades de Londres, Moscou e Washington, aos vinte e nove dias do mês de março de mil novecentos e setenta e dois.”

ANEXO 3

CONVENÇÃO RELATIVA AO REGISTRO DE OBJETOS LANÇADOS NO ESPAÇO CÓSMICO

Adotada pela Assembleia Geral da ONU: 12 de novembro de 1974 (Resolução n. 3.235//XXIX).

Aberto à assinatura: 14 de janeiro de 1975, Nova Iorque.

Entrada em vigor: 15 de setembro de 1976.

Aprovada pelo Decreto Legislativo n. 31, de 21 de fevereiro de 2006.

Ratificada pelo Governo Brasileiro em 06 de março de 2006.

Promulgada pelo Decreto n. 5.806, de 19 de junho de 2006.

Publicado no DOU de 20 de junho de 2006.

Os Estados-Partes desta Convenção:

— reconhecendo o interesse comum de toda a Humanidade no desenvolvimento da exploração e uso do espaço cósmico para fins pacíficos;

— recordando que o Tratado sobre os Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico, inclusive a Lua e demais Corpos Celestes, de 27 de janeiro de 1967, dispõe que os Estados devem assumir a responsabilidade internacional por suas atividades nacionais no espaço cósmico e faz referência ao Estado em que se registre cada objeto lançado ao espaço cósmico;

— recordando, também, que o Acordo sobre o Salvamento e a Devolução de Astronautas e Restituição de Objetos Lançados ao Espaço Cósmico, de 22 de abril de 1968, estabelece que a autoridade lançadora, quando solicitada, deve fornecer os dados de identificação, antes da restituição, de um objeto por ela lançado ao espaço cósmico e encontrado fora dos limites territoriais da autoridade lançadora;

— recordando, ainda, que a Convenção sobre a Responsabilidade Internacional por Danos Causados por Objetos Espaciais, de 29 de março de 1972, estabelece normas e procedimentos internacionais referentes à responsabilidade dos Estados lançadores pelos danos causados por seus objetos espaciais;

— desejando, à luz do Tratado sobre os Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico, inclusive a Lua e demais Corpos Celestes, adotar disposições para o registro nacional pelos Estados lançadores dos objetos espaciais por eles lançados ao espaço cósmico;

— desejando, a seguir, instituir o registro central obrigatório dos objetos lançados ao espaço cósmico, a ser mantido pelo Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas;

— desejando, também, fornecer aos Estados-Partes meios e procedimentos adicionais para auxiliar na identificação dos objetos espaciais;

— convencidos de que um sistema obrigatório de registro dos objetos lançados ao espaço ajudará, em particular, sua identificação e contribuirá para a aplicação e desenvolvimento do Direito Internacional que regula a exploração e uso do espaço cósmico; convieram no seguinte:

ARTIGO 1º.

Para fins desta Convenção:

a) O Termo “Estado lançador” significa:

(i) O Estado que lança ou promove o lançamento de um objeto espacial;

(ii) O Estado de cujo território ou base é lançado um objeto espacial;

b) O termo «objeto espacial» inclui as partes componentes de um objeto espacial, bem como seu veículo propulsor e respectivas partes;

c) O termo “Estado de registro” se aplica ao Estado lançador, em cujo registro inscreve-se um objeto espacial, de acordo com o Artigo 2º.

ARTIGO 2º.

1 — Quando um objeto espacial é lançado em órbita em torno da Terra ou mais além, o Estado lançador deverá inscrevê-lo num registro adequado que ele próprio manterá. Cada Estado lançador informará o Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas da criação deste registro.

2 — Quando houver dois ou mais Estados lançadores relacionados com qualquer objeto espacial, eles decidirão, em conjunto, qual deles registrará o objeto, em conformidade com o Parágrafo 1º deste Artigo, levando em consideração o

disposto no Artigo 8º do Tratado sobre os Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico, inclusive a Lua e demais Corpos Celestes, sem prejuízo dos acordos concluídos ou a serem concluídos entre Estados lançadores sobre a jurisdição e o controle do objeto espacial e qualquer de seus tripulantes.

3 — O conteúdo de cada registro e as condições de sua administração serão determinados pelo respectivo Estado de registro.

ARTIGO 3º.

1 — O Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas deverá manter um registro no qual se arquivarão as informações fornecidas de acordo com o Artigo 4º.

2 — O acesso às informações contidas neste registro será pleno e livre.

ARTIGO 4º.

1 — Cada Estado de registro deverá fornecer ao Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas, no mais breve prazo possível, as seguintes informações sobre cada objeto espacial, inscrito em seu registro:

a) Nome do Estado ou Estados lançadores;

b) Uma designação apropriada do objeto espacial ou seu número de registro; c) Data e território ou local de lançamento;

d) Parâmetros orbitais básicos, incluindo:

(i) Período nodal;

(ii) Inclinação;

(iii) Apogeu; e

(iv) Perigeu; e função geral do objeto espacial.

2 — Cada Estado de registro poderá fornecer, de tempos em tempos, ao Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas informações adicionais sobre um objeto espacial inscrito em seu registro.

3 — Cada Estado de registro deverá notificar o Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas, na maior medida possível e no prazo mais rápido que puder,

sobre os objetos espaciais, a respeito dos quais ele tenha, antes, prestado informações, e que, tendo sido colocados em órbita, já não se encontram nesta órbita.

ARTIGO 5º.

Quando um objeto espacial lançado em órbita da Terra, ou mais além no espaço cósmico, está marcado com a designação ou o número de registro, referidos no § 1º (b) do Artigo 4º, ou com ambos, o Estado de registro deverá notificar este fato ao Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas quando lhe prestar informações sobre o objeto espacial, de acordo com o Artigo 4º. Neste caso, o Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas deverá incorporar a notificação a seu registro.

ARTIGO 6º.

Quando a aplicação dos dispositivos desta Convenção não permitir que um Estado-Parte identifique um objeto espacial que lhe tenha causado danos, ou a qualquer de suas pessoas físicas ou jurídicas ou que seja de natureza perigosa ou nociva, os outros Estados, inclusive, e, em particular, os Estados possuidores de instalações de observação e rastreamento espaciais deverão responder, na medida mais ampla possível, ao pedido, formulado por este Estado-Parte ou encaminhado, em seu nome, pelo Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas, de auxílio em condições equitativas e razoáveis para a identificação de tal objeto. Ao apresentar este pedido, o Estado-Parte deverá fornecer as mais amplas informações possíveis sobre o momento, a natureza e as circunstâncias dos fatos que deram origem ao pedido. As condições em que se prestará tal auxílio serão objeto de acordo entre as partes interessadas.

ARTIGO 7º.

1 — Nesta Convenção, excetuados os Artigos 8º e 12, as referências aos Estados se aplicarão também a qualquer organização internacional intergovernamental que realize atividades espaciais, se esta declarar que aceita os direitos e obrigações previstos nesta Convenção e se a maioria dos Estados-Membros de tal organização forem Estados-Partes desta Convenção e do Tratado sobre os

Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico, inclusive a Lua e demais Corpos Celestes.

2 — Os Estados-Membros de tal organização que forem Partes desta Convenção adotarão todas as medidas adequadas para assegurar que a organização faça uma declaração de acordo com o que dispõe o § 1º deste Artigo.

ARTIGO 8º.

1 — Esta Convenção estará aberta à assinatura de todos os Estados na sede da Organização das Nações Unidas, em Nova Iorque. Qualquer Estado que não tenha assinado esta Convenção antes de sua entrada em vigor, em conformidade com o § 3º deste Artigo, poderá aderir a ela a qualquer momento.

2 — Esta Convenção estará sujeita à ratificação dos Estados signatários. Os instrumentos de ratificação e os de adesão deverão ser depositados junto ao Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas.

3 — Esta Convenção entrará em vigor entre os Estados que tiverem depositado os instrumentos de ratificação quando for depositado junto ao Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas o quinto instrumento de ratificação.

4 — Para os Estados, cujos instrumentos de ratificação ou adesão forem depositados após a entrada em vigor da presente Convenção, esta entrará em vigor na data do depósito de seus instrumentos de ratificação ou adesão.

5 — O Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas informará sem demora todos os Estados signatários desta Convenção, e os que a ela tenham aderido, da data de cada assinatura, do depósito de cada instrumento de ratificação ou de adesão à presente Convenção, da data de sua entrada em vigor, assim como de qualquer outra observação.

ARTIGO 9º.

Qualquer Estado-Parte desta Convenção poderá propor emendas. As emendas entrarão em vigor, para cada Estado-Parte desta Convenção que as aceite, após a aprovação da maioria dos Estados-Partes da Convenção, e, a partir de então, para cada um dos demais Estados-Partes desta Convenção, na data de sua aceitação.

ARTIGO 10

Dez anos após a entrada em vigor desta Convenção, a questão sobre sua revisão deverá ser incluída na ordem do dia provisória da Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas, a fim de se estudar, com base na experiência de aplicação desta Convenção, se ela necessita de revisão. Não obstante, a qualquer momento, após cinco anos de vigência da Convenção, a pedido de um terço dos Estados-Partes desta Convenção e com a concordância da maioria deles, uma conferência dos Estados-Partes desta Convenção deverá ser convocada com o objetivo de revisá-la. Esta revisão levará em consideração, especialmente, todos os avanços tecnológicos pertinentes, inclusive os relacionados com a identificação dos objetos espaciais.

ARTIGO 11

Qualquer Estado-Parte desta Convenção poderá, um ano após a sua entrada em vigor, comunicar sua intenção de deixar de ser parte, por meio de notificação escrita enviada ao Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas. A notificação surtirá efeito um ano após a data de seu recebimento.

ARTIGO 12

O original desta Convenção, cujos textos em árabe, chinês, espanhol, francês, inglês e russo são igualmente idênticos, deverá ser depositado junto ao Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas, que enviará cópias autenticadas da mesma Convenção a todos os Estados signatários e aos que a ela aderirem.

EM FÉ do que, os abaixo assinados, devidamente credenciados por seus respectivos governos para esse fim, assinaram esta Convenção, aberta para assinatura em Nova Iorque em quatorze de janeiro de mil novecentos e setenta e cinco.

GLOSSÁRIO

Acordo: Expressão de uso livre e de alta incidência na prática internacional. Eles estabelecem a base institucional que orienta a cooperação entre dois ou mais países. Os acordos costumam ter número reduzido de participantes. Um exemplo é o acordo entre o governo do Brasil e da Dinamarca, em vigor desde março de 2011, para o enfrentamento da pobreza na área de transporte marítimo e intercâmbio cultural bilateral, Governo do Brasil (2019).

Arrasto Atmosférico: O arrasto é uma força exercida sobre um objeto movendo-se através de um fluido e é orientado na direção do fluxo relativo do fluido. O arrasto atua oposto à direção do movimento e tende a desacelerar um objeto. Como exemplo, pense em correr contra um vento forte e sentir o arrasto empurrando você de volta na direção do fluxo relativo do fluido. Essa mesma força atua em espaçonaves e objetos voando no ambiente espacial. O arrasto tem um impacto significativo em espaçonaves nas órbitas baixas da Terra (LEO), geralmente definidas como órbitas abaixo de uma altitude de aproximadamente 2.000 km (1.200 mi). Embora a densidade do ar seja muito menor que a próxima à superfície da Terra, a resistência do ar nessas camadas da atmosfera onde os satélites em LEO viajam ainda é forte o suficiente para produzir arrasto e puxá-los para mais perto da Terra (tradução nossa), NOAA (2018).

Campo Gravitacional: Campo de força que cerca o corpo de massa finita no qual outro corpo experimentaria uma força atrativa que é proporcional ao produto das massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas (tradução nossa), *Collins Dictionary* (2019).

Caos Determinístico: Teoria do Caos, em mecânica e matemática, é o estudo do comportamento aparentemente aleatório ou imprevisível em sistemas regidos por leis determinísticas. Um termo mais acurado, o caos determinístico, sugere um paradoxo porque liga duas noções que são familiares e comumente consideradas incompatíveis. O primeiro é o da aleatoriedade ou imprevisibilidade, como na

trajetória de uma molécula em um gás ou na escolha do voto de um indivíduo em particular, de fora de uma população. Nas análises convencionais, a aleatoriedade foi considerada mais aparente do que real, decorrente da ignorância das muitas causas no trabalho. Em outras palavras, acreditava-se que o mundo é imprevisível porque é complicado. A segunda noção é a do movimento determinístico, como a de um pêndulo ou planeta, que foi aceita desde a época de Isaac Newton como exemplificando o sucesso da ciência em tornar previsível aquilo que é inicialmente complexo (tradução nossa), *Encyclopedia Britannica* (2019).

Convenção: Refere-se a atos multilaterais assinados em conferências internacionais e que versam sobre assuntos de interesse geral. É uma espécie de convênio entre dois ou mais países sobre os mais variados temas – questões comerciais, industriais, relativas a direitos humanos. Dentre as convenções vigentes no Brasil, destaca-se a Convenção de Haia de 1980, que versa sobre o sequestro internacional de crianças e adolescentes. Seu objetivo é evitar os efeitos prejudiciais provocados pelo deslocamento ilegal de menores de seu país de residência habitual, Governo do Brasil (2019).

Criticidade: Medida combinada da severidade de um modo de falha e sua probabilidade de ocorrência (tradução nossa), ECSS (2009).

Controle (de Atitude) de Satélites (Satélite Controlável): O satélite tende a mudar sua orientação devido ao torque produzido pelo ambiente (arrasto atmosférico residual no painel solar, pressão de radiação solar etc.) ou por si mesmo (devido ao movimento de partes mecânicas etc.). Assim, a orientação angular tem que ser ativamente controlada. A atitude é continuamente controlada por um *loop* de controle programado: os sensores medem a atitude do satélite, o computador de bordo processa essas medições e gera comandos que são executados pelo atuador, para garantir a indicação correta (tradução nossa), CNES (2019).

Decomissionamento de Satélites: Como todas as outras máquinas, os satélites não duram para sempre. Se o trabalho deles é observar o clima, medir gases do efeito estufa na atmosfera ou apontar para longe da Terra para estudar as estrelas, eventualmente todos os satélites envelhecem, desgastam-se e morrem. Então, o que acontece quando chega a hora de um satélite confiável? Hoje em dia existem duas opções, dependendo de quão alto é o satélite. Para os satélites mais próximos, os engenheiros usarão seu último combustível para desacelerá-lo. Dessa forma, ele sairá da órbita e queimará na atmosfera. A segunda opção é enviar o satélite ainda mais longe da Terra. Pode levar muito combustível para um satélite desacelerar o suficiente para voltar à atmosfera. Isso é especialmente verdadeiro se um satélite estiver em uma órbita muito alta. Para muitos desses satélites em órbitas altas, é preciso menos combustível para lançá-lo mais longe no espaço do que enviá-lo de volta à Terra (tradução nossa), *NASA Space Place* (2019).

Espalhamento em frequência: A ITU é a entidade responsável por definir em que frequência determinado satélite pode ser alocado. Em razão da complexidade dessa alocação, pode acontecer de um satélite não ficar exatamente na frequência determinada, espalhando-se pelo espectro. A esse evento, denominamos espalhamento em frequência.

Espalhamento em posição: A órbita de um satélite (apogeu, perigeu, tipo de órbita) é definida antes de seu lançamento. Dada a complexidade da alocação, pode acontecer de um satélite não ser posicionado exatamente onde havia sido determinado. O próprio arrasto atmosférico e outras adversidades, como o caos determinístico, podem deslocar o satélite. O espalhamento em posição é uma referência a esse deslocamento.

FMEA: Análise de Modos de Falha e seus Efeitos (FMEA, sigla em inglês para *Failure Modes and Effects Analysis*) é uma ferramenta para identificar, sistematicamente, potenciais falhas em produtos (tradução nossa), ECSS (2009).

FMECA: Análise de Modos de Falha, seus Efeitos e Criticidade (FMECA, sigla em inglês para *Failure Modes, Effects and Criticality Analysis)* é uma ferramenta para identificar, sistematicamente, potenciais falhas em produtos ou processos. A FMECA, ao contrário da FMEA, elenca os modos de falhas de acordo com a criticidade (ou risco) (tradução nossa), ECSS (2009). A fórmula para o cálculo da criticidade é C = S x P, em que “C” é a criticidade, “S” é a severidade do dano e “P” é a probabilidade de ocorrência.

Impacto Ambiental: Neste trabalho, entende-se por impactos ambientais causados por detritos espaciais as seguintes hipóteses: 1) a poluição perene e crescente de um recurso natural único – o espaço, que, como o alto mar e as regiões polares, é *res communis omnium;* 2) o prejuízo ou inutilização de um objeto útil em órbita (por interferência, contaminação, colisão ou outro tipo de dano); 3) o prejuízo ou inutilização de um nicho de órbita útil (por razões de segurança, interferência, poluição, dentre outras); 4) o prejuízo ou inutilização de uma órbita útil (por razões de segurança, interferência, poluição, dentre outras); 5) o prejuízo ou interferência em atividades no espaço e/ou no solo (por risco de reentrada, queda, impacto no solo, em seres humanos, suas instalações seus tráfegos aéreo, marítimo, e até terrestre); 6) os consequentes prejuízos ou inutilizações às outras atividades (inclusive comunicação, sensoriamento, meteorologia, busca e salvamento, operações e manobras civis ou militares, dentre outras) e até aos outros objetos que operam ou usam derivados do espaço cósmico (satélites, aviões, navios, frotas, carros, dentre outros).

Pequeno Satélite: Adota-se a classificação de Pessota (2018), conforme a massa.

Classificação	Massa (kg)
Satélites Grandes	>1.000
Satélites Médios	500 – 1.000
Minissatélites /Satélites Pequenos	100 – 500
Microssatélites	10 – 100
Nanossatélites	1 – 10
Picossatélites	0,1 – 1
Femtossatélites	< 0,1

Pequeno Satélite de Baixa Complexidade: Adota-se a definição de Bearden (2000/2001), com as seguintes características:

Carga útil de ~ 5 a 10 kg,

Um instrumento de carga útil,

Estabilizado por rotação ou gradiente de gravidade,

Células solares fixas ao corpo (arsenieto de silício ou gálio),

Vida útil curta (~ 6 a 12 meses),

Projeto de sequência única,

Estruturas de alumínio,

Precisão de apontamento grosseira (~ 1 a 5 graus),

Sem propulsão ou sistema de gás frio,

Comunicação de baixa frequência (até 800 Mhz, sugestão nossa),

Antenas de baixo ganho em hélice ou trama simples,

Enlace de descida de baixa taxa de dados (~ 1 a 10 kilobits por segundo),

Requisitos de baixa potência (~ 50 a 100 Watts),

Nenhum mecanismo implantado ou articulado,

Pouco ou nenhum armazenamento de dados,

Nenhum processamento a bordo (*bent pipe*),

Revestimento térmico passivo, usando revestimentos, isolamento etc.

Pequeno Satélite de Alta Complexidade: Adota-se a definição de Bearden (2000/2001), com as seguintes características:

Carga útil grande: ~ 200 – 500 kg,

Muitos (5-10) instrumentos de carga útil,

Estabilizado em 3-eixos usando rodas de reação,

Painéis solares de rastreamento solar implantados (células multijunções ou concentrador),

Vida útil longa (~ 3 – 6 anos),

Parcialmente ou totalmente redundante,

Comunicações de alta frequência (acima de 800 Mhz, sugestão nossa),

Estruturas compostas,

Precisão de apontamento refinada (~ 0.01 – 0.1 graus),

Sistema monopropelente ou bipropelente com propulsores (4 – 12),

Antenas parabólicas de alto ganho implantadas,

Enlace de descida de alta taxa de dados (milhares de kilobits por segundo),

Requisitos de alta potência (~ 500 – 2000 watts),

Mecanismos implantados e/ou articulados,

Gravadores de dados em estado sólido (até 5 gigabytes),

Processamento a bordo (até 30 milhões de instruções por segundo),

Controle térmico ativo usando tubos de calor, radiadores, etc.

Radioprecisão ou radiodeterminação: Determinação da posição, direção ou distância de um móvel em relação a um ou dois pontos conhecidos, através de ondas radioelétricas (tradução nossa), Michaelis (2019).

***Res Communis Omnium*:** *Res* (coisa) *Communis* (comum) *Omnium* (todos) advém do Direito Privado Romano e se refere àquilo que é de interesse comum, como o o alto-mar, o espaço exterior, os corpos celestes. Apesar de serem

unidades materiais (físicas), isto é, passíveis de apropriação, a posse desses recursos poderia se tornar prejudicial à própria comunidade (tradução nossa), Kemal (1998).

Risco: Risco é um evento ou condição incerta que, se ocorrer, provocará um efeito positivo ou negativo em um ou mais objetivos do projeto tais como escopo, cronograma, custo e qualidade, Guia PMBOK (2013). Risco é um problema potencial, algo a ser evitado por ter uma consequência negativa, ao passo que oportunidade é um meio para se lograr consequências desejadas, INCOSE (2001).

Teoria do Risco: Teoria que tem como foco central o risco ou a criticidade para auxiliar na tomada de decisão.

Tratado: termo usado para designar os acordos internacionais entre dois ou entre vários países – ou seja, bilaterais ou multilaterais. Recebem o nome de tratado os acordos aos quais se pretende atribuir importância política. Um exemplo são os tratados de extradição que o Brasil mantém com vários países (França, Ucrânia, República Dominicana entre outros), possibilitando a transferência de criminosos, Governo do Brasil (2019).