

UNISANTOS – Universidade Católica de Santos
Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu - Doutorado
Área de concentração: Direito Ambiental Internacional

**DETRITOS ESPACIAIS EM ÓRBITA TERRESTRE BAIXA:
mecanismos regulatórios e sustentabilidade das atividades satelitais**

Francisco Campos da Costa

Santos/SP
2021

FRANCISCO CAMPOS DA COSTA

**DETRITOS ESPACIAIS EM ÓRBITA TERRESTRE BAIXA:
mecanismos regulatórios e sustentabilidade das atividades satelitais**

Tese apresentada à banca examinadora da Universidade Católica de Santos – Unisantos, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor.
Área: Direito Ambiental Internacional.

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

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Santos
2021

C837d Costa, Francisco Campos da
Detritos espaciais em órbita terrestre baixa : mecanismos regulatórios e sustentabilidade das atividades satelitais / Francisco Campos da Costa; orientador Olavo de Oliveira Bittencourt Neto. -- 2021.
170 f.; 30 cm

Tese (doutorado) - Universidade Católica de Santos, Programa de Pós-Graduação stricto sensu em Direito Ambiental Internacional, 2021
Inclui bibliografia

1. Teses. 2. Direito ambiental internacional. 3. Detritos Espaciais. 4. Órbita terrestre baixa. 5. Governança. 6. Mecanismos regulatórios. 7. Sustentabilidade I. Bittencourt Neto, Olavo de Oliveira. II. Título.

CDU: Ed. 1997 -- 34(043.2)

FRANCISCO CAMPOS DA COSTA

**DETRITOS ESPACIAIS EM ÓRBITA TERRESTRE BAIXA:
mecanismos regulatórios e sustentabilidade das atividades satelitais**

Tese apresentada à banca examinadora da Universidade Católica de Santos – Unisantos, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor.
Área: Direito Ambiental Internacional.
Orientação: Prof. Dr. Olavo de Oliveira Bittencourt Neto.

Banca Examinadora:

Orientador – Membro Nato: Prof. Dr. Olavo de Oliveira Bittencourt Neto.

Membro-Titular:

Membro-Titular:

Membro-Titular:

Membro-Titular:

Santos
2021

À Nocy Campos da Costa: a minha maior fortaleza, meu maior porto seguro, àquela
que me ensinou o significado de amor e resiliência.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Olavo de Oliveira Bittencourt Neto, pela inspiração, por acreditar e confiar enquanto tantos duvidaram, pelas orientações e sabedoria.

Ao Prof. Dr. Fernando Cardozo Fernandes Rei, um modelo de pessoa justa, sábia e cuja exigência me motiva como aluno, profissional e pessoa.

Aos professores do curso de pós-graduação *stricto sensu* (Mestrado e Doutorado) da Universidade Católica de Santos - Unisantos, pela inestimável contribuição na minha formação acadêmica.

Ao meu amor, Gabriela, por todo amor, por toda dedicação e por acreditar no nosso sonho.

Por fim, e mais importante, à Necy Campos da Costa e Francisco de Fátima Rodrigues da Costa, por me ensinarem a honrá-los, por toda força que me deram, na luz e na treva, por serem os melhores pais, amigos, companheiros que eu poderia ter, eu amo vocês.

“Se não existe vida fora da Terra, então o universo é um grande desperdício de espaço.” (Carl Sagan)

RESUMO

A corrida espacial teve suas origens na década de 1950, durante a Guerra Fria, com o lançamento do satélite *Sputnik 1*, impulsionando o desenvolvimento do Direito Espacial. Este ramo autônomo do direito, bem como os instrumentos internacionais que o compõem, decorriam fundamentalmente das relações entre Estados e das tensões da época. Os lançamentos de satélites cresceram de forma descontrolada e sem maiores preocupações quanto à superlotação orbital, em especial na órbita terrestre baixa. Entretanto, as atividades satelitais foram capazes de prover serviços essenciais para o dia-a-dia terrestre, bem como influir na consecução dos objetivos do desenvolvimento sustentável. Com isso, é possível perceber um paradoxo no qual o aumento das atividades satelitais promovem a sustentabilidade na terra, mas põe em risco a sua própria continuidade. A síndrome de Kessler, que trata do efeito em cascata de colisões dos detritos espaciais, desenvolvida em 1978, foi fundamental para alertar a comunidade científica a respeito dos riscos da continuidade da exploração das atividades espaciais sem critérios técnicos. A criação de mecanismos regulatórios, pautados na governança, na forma de diretrizes, códigos de conduta, padrões privados, compliance e legislações nacionais começaram a se desenvolver a partir de 1995 e tem sido a principal fonte normativa sobre o tema. O aumento de atores privados com interesse na exploração comercial do espaço tem transformado a dinâmica da tomada de decisões e a percepção da importância da *soft law* para o enfrentamento da problemática envolvendo os detritos espaciais em órbita terrestre baixa, que constitui um problema super perverso, e põe em risco a continuidade das atividades espaciais. Destarte, a questão central desta tese é: como a governança global pode auxiliar o Direito Espacial no desenvolvimento democrático de mecanismos regulatórios e soluções adequadas à problemática dos detritos espaciais em órbita terrestre baixa? O objetivo desta tese é analisar como a governança global pode auxiliar o Direito Espacial a desenvolver e aprimorar mecanismos regulatórios baseados em conhecimento técnico e científico, inclusive com o uso de novas tecnologias e garantir a sustentabilidade das atividades espaciais, especialmente na órbita terrestre baixa. A metodologia utilizada é a abordagem dedutiva e a técnica de pesquisa, bibliográfica e documental.

PALAVRAS-CHAVE: Detritos Espaciais; Órbita terrestre baixa; Governança; Direito Ambiental Internacional; Mecanismos regulatórios; Sustentabilidade.

ABSTRACT

The space race had its origins in the 1950s, during the Cold War, with the launch of the Sputnik 1 satellite, driving the development of Space Law. This autonomous branch of law, as well as the international instruments that comprise it, were fundamentally due to the relations between States and the tensions of the time. The launch of satellites grew in an uncontrolled manner and with no major concerns about orbital overcrowding, especially in Low Earth Orbit. However, satellite activities were able to provide essential services for the daily life on the Earth, as well as influence the achievement of sustainable development goals. As a result, it is possible to perceive a paradox in which the increase in satellite activities promotes sustainability on Earth, but endangers its own continuity. Kessler's syndrome, which deals with the cascade effect of space debris collisions, developed in 1978, was instrumental in alerting the scientific community about the risks of continuing to explore space activities without technical criteria. The creation of regulatory mechanisms, based on governance, in the form of guidelines, codes of conduct, private standards, compliance and national laws began to develop in 1995 and have been the main normative source on the subject. The increase in private actors with an interest in the commercial exploration of space has transformed the dynamics of decision making and the perception of the importance of soft law to face the problem involving space debris in low Earth orbit, which is a super perverse problem, and jeopardizes the continuity of space activities. Thus, the central question of this thesis is: how can global governance assist Space Law in the democratic development of regulatory mechanisms and adequate solutions to the problem of space debris in low Earth orbit? The objective of this thesis is to analyze how global governance can assist Space Law to develop and improve regulatory mechanisms based on technical and scientific knowledge, including the use of new technologies and to ensure the sustainability of space activities, especially in low Earth orbit. The methodology used is the deductive approach and the research technique, bibliographic and documentary.

KEYWORDS: Space Debris; Low earth orbit; Governance; International Environmental Law; Regulatory mechanisms; Sustainability.

RESUMEN

La carrera espacial tuvo sus orígenes en la década de 1950, durante la Guerra F con el lanzamiento del satélite Sputnik 1, impulsando el desarrollo del Derecho Espacial. Esta rama autónoma del derecho, así como los instrumentos internacionales que la integran, se debieron fundamentalmente a las relaciones entre los Estados y las tensiones de la época. El lanzamiento de satélites creció de manera descontrolada y sin mayores preocupaciones por el hacinamiento orbital, especialmente en la órbita terrestre baja. Sin embargo, las actividades de los satélites pudieron proporcionar servicios esenciales para la vida diaria en la Tierra, así como influir en el logro de los objetivos de desarrollo sostenible. Como resultado, es posible percibir una paradoja en la que el aumento de las actividades de los satélites promueve la sostenibilidad en la tierra, pero pone en peligro su propia continuidad. El síndrome de Kessler, que se ocupa del efecto cascada de las colisiones de desechos espaciales, desarrollado en 1978, fue fundamental para alertar a la comunidad científica sobre los riesgos de seguir explorando actividades espaciales sin criterios técnicos. La creación de mecanismos regulatorios, basados en la gobernanza, en forma de lineamientos, códigos de conducta, estándares privados, cumplimiento y leyes nacionales, comenzó a desarrollarse en 1995 y ha sido la principal fuente normativa sobre el tema. El aumento de actores privados con interés en la exploración comercial del espacio ha transformado la dinámica de la toma de decisiones y la percepción de la importancia del soft law para enfrentar el problema de los desechos espaciales en órbita terrestre baja, que es un problema superperverso, y pone en peligro la continuidad de las actividades espaciales. Así, la pregunta central de esta tesis es: ¿cómo puede la gobernanza global ayudar al Derecho Espacial en el desarrollo democrático de mecanismos regulatorios y soluciones adecuadas al problema de los desechos espaciales en la órbita terrestre baja? El objetivo de esta tesis es analizar cómo la gobernanza global puede ayudar al Derecho Espacial a desarrollar y mejorar los mecanismos regulatorios basados en el conocimiento técnico y científico, incluido el uso de nuevas tecnologías y asegurar la sostenibilidad de las actividades espaciales, especialmente en la órbita terrestre baja. La metodología utilizada es el enfoque deductivo y la técnica de investigación, bibliográfica y documental.

PALABRAS CLAVE: Desechos espaciales; Órbita terrestre baja; Gobernanza; Derecho ambiental internacional; Mecanismos regulatorios; Sustentabilidad.

LISTA DE SIGLAS

ADR - *active debris removal*

ATM - Gerenciamento de Tráfego Aéreo. Em inglês: *Air Traffic Management*

CGE - Centro de Gerenciamento de Emergências

CIJ - Corte Internacional de Justiça

COPUOS - Committee on the Peaceful Use of Outer Space

DAI - Direito Ambiental Internacional

DARPA - Agência de Projetos de Pesquisa de Defesa dos EUA. Em inglês: *US Defense Research Projects Agency*

ECOSOC - Conselho Econômico e Social da Organização das Nações Unidas

EUA - Estados Unidos da América

ESA - Agência Espacial Europeia

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. Em inglês: *Food and Agriculture Organization of the United Nations*

FCC - Comissão Federal de Comunicações dos EUA. Em inglês: *US Federal Communications Commission*

GEO - órbita terrestre geoestacionária. Em inglês: *Geostationary Earth Orbit*

GNSS - Sistema Global de Navegação por Satélite. Em inglês: *Global Navigation Satellite System*

GIS - sistema de informação geográfico. Em inglês: *geographic information system*

IAA - *International Academy of Astronautics*

IADC - *Inter-Agency Space Debris Coordination Committee*

INPE - Instituto Nacional de Pesquisa Espacial

IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. Em inglês: *Intergovernmental Panel on Climate Change*

ISL - *International Space Law*

ISS - Estação Espacial Internacional. Em inglês: *International Space Station* –

ISO - Organização Internacional para Padronização. Em inglês: *International Organization for Standardization*

JAXA - Agência de Exploração Aeroespacial do Japão. Em inglês: *Japan Aerospace Exploration Agency*

JPL - *Jet Propulsion Laboratory*

LEO - *low earth orbit*

MEO - *medium earth orbit*

NASA - *National Aeronautics and Space Administration.*

OCDE - Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

ODM - Objetivos de Desenvolvimento do Milênio

ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

OMC - Organização Mundial do Comércio

ONGs – Organizações não governamentais

ONU - Organização das Nações Unidas

OIs - Organizações Internacionais

OST - *Outer Space Treaty*

PISL - *Private International Space Law*

PLA - Exército de Libertação Popular

SGAC - Conselho Consultivo da Geração Espacial. Em inglês: *Space Generation Advisory Council*

STM - Gestão do Tráfego Espacial. Em inglês: *Space Traffic Management*

UNCOPUOS – *United Nations Committee on the Peaceful Use of Outer Space*

UniSantos - Universidade Católica de Santos

UNOOSA - Escritório das Nações Unidas para Assuntos do Espaço Sideral

URSS - União das Repúblicas Socialistas Soviéticas

WHO - Organização Mundial da Saúde. Em inglês: *World Health Organization*

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1 – O DIREITO ESPACIAL	18
1.1 Origens do Direito Espacial	18
1.2 Nomenclaturas, definição e objeto do Direito Espacial	30
1.2.1 Nomenclaturas historicamente atribuídas ao Direito Espacial.....	30
1.2.2 Definição e Objeto do Direito Espacial.....	33
1.3 Fontes do Direito Espacial	45
2 – OS DETRITOS ESPACIAIS EM ÓRBITA TERRESTRE BAIXA	56
2.1 Conceito de detritos espaciais	58
2.2 Formação de detritos espaciais e sua dinâmica nas órbitas terrestres	60
2.2.1 A evolução dos detritos espaciais e a órbita terrestre baixa.....	62
2.2.2 A órbita terrestre baixa e a síndrome de Kessler.....	68
2.3 Custos e riscos dos detritos espaciais para as operações espaciais	69
2.3.1 As lacunas do sistema de responsabilidade por danos causados por objetos espaciais e os detritos espaciais.....	72
2.4 A utilização das tecnologias espaciais e sua importância socioeconômica para o desenvolvimento sustentável	78
2.4.1 O uso de tecnologias espaciais e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.....	79
2.4.2 A economia espacial e sua função socioeconômica.....	87
3 – OS DETRITOS ESPACIAIS COMO UM PROBLEMA SUPER PERVERSO E A SUSTENTABILIDADE DAS ATIVIDADES SATELITAIS	93
3.1 Os detritos espaciais como um problema super perverso	96
3.2 O Direito Ambiental Internacional e a governança ambiental global: lições para o Direito Espacial	99
3.2.1 O Direito Ambiental Internacional e os problemas globais.....	99
3.2.2 A governança ambiental global.....	102

3.3 O desenvolvimento e aprimoramento de mecanismos e soluções para os detritos espaciais e o papel da governança.....	108
3.3.1 A educação ambiental espacial.....	108
3.4 Tratados internacionais e o desenvolvimento de um regime para detritos espaciais.....	113
4 – MECANISMOS REGULATÓRIOS DOS DETRITOS ESPACIAIS.....	116
4.1 As Diretrizes de Mitigação de Detritos Espaciais do IADC.....	117
4.2 As diretrizes para mitigação de detritos espaciais do COPUOS.....	120
4.3 As Diretrizes para a Sustentabilidade de Longo Prazo das Atividades Espaciais.....	124
4.4 O gerenciamento do tráfego espacial (<i>Space Traffic Management</i>) e o Relatório da Academia Internacional de Astronáutica (<i>International Academy of Astronautics Space Traffic Management Report</i>).....	128
4.5 A remediação de detritos espaciais.....	131
4.6 Grupos de Trabalho como exemplo de governança adaptativa.....	133
4.7 Legislação nacional, incentivos econômicos, ativos intangíveis e <i>compliance</i>	134
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	138
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	145

INTRODUÇÃO

A corrida espacial, durante a Guerra Fria, entre Estados Unidos (EUA) e a então União Soviética (URSS) pela supremacia tecnológica e poder bélico, como extensão do sistema político-econômico defendido por aqueles, culminou no lançamento do míssil balístico intercontinental soviético R-7, em 1954, contendo o primeiro satélite artificial criado pelo homem e posto em órbita terrestre, o *Sputnik 1*.

O lançamento supramencionado, além de um grande feito tecnológico, representava uma ameaça severa para os EUA, pois o mesmo veículo capaz de lançar um satélite poderia ser utilizado para lançar uma bomba nuclear em solo americano.

Em 1958, os EUA colocaram em órbita seu primeiro satélite, o *Explorer 1*, desenvolvido pelo exército americano sob a supervisão do engenheiro de foguetes alemão Wernher von Braun, responsável pelo desenvolvimento dos foguetes V-2 na Alemanha nazista. Naquele mesmo ano, o presidente americano Dwight Eisenhower assinou uma ordem pública, criando a Administração Aeronáutica e Espacial Nacional (NASA).

O surgimento e desenvolvimento do Direito Espacial é demonstração clara de que este ramo autônomo do Direito é fruto das tensões de sua época, de tal forma que os tratados e acordos internacionais, que têm como temática central a exploração e o espaço sideral, surgiram após os acontecimentos supramencionados, tendo o intuito de pacificar e criar regras mínimas para evitar ainda mais tensões e conflitos que culminassem na destruição total de uma ou de ambas as superpotências, com amplos reflexos internacionais.

Os lançamentos de satélites nos anos consecutivos ao lançamento do *Sputnik 1* eram feitos apenas pelos Estados ou com interesse e autorização estatal. Além disso, as negociações relativas aos tratados internacionais com esta temática também eram realizadas exclusivamente por eles, com observância de uma perspectiva militar e estratégica, mesmo após o fim da Guerra Fria.

A continuidade dos lançamentos de satélite inevitavelmente influenciou o desenvolvimento da globalização e o aumento da utilização de informações oriundas destes sistemas para aperfeiçoar e desenvolver a sociedade moderna.

O primeiro reconhecimento sobre o excesso da exploração da órbita terrestre baixa e seus riscos surge em 1978, quando o astrofísico americano, Donald J. Kessler

apresentou sua teoria (Síndrome de Kessler) sobre o efeito em cascata de colisões dos detritos espaciais que se retroalimentam em decorrência da gravidade.

A Síndrome de Kessler não recebeu a devida importância até meados de 2002, quando surgiu a primeira diretriz internacional para mitigação de detritos espaciais pelo Comitê de Coordenação Inter-Agência de Detritos Espaciais (IADC), servindo como fundamento para o desenvolvimento da iniciativa de promoção da sustentabilidade a longo prazo das atividades espaciais pelo Comitê das Nações Unidas para o Uso Pacífico do Espaço Sideral (UNCOPUOS).

A inclusão de novos atores privados com interesse na exploração comercial do espaço tem transformado a dinâmica da tomada de decisões e a percepção mais ampla da problemática envolvendo os detritos espaciais em órbita terrestre baixa, que pode prejudicar a continuidade das atividades daquelas empresas, seja pelo aumento do risco ou pelo aumento dos custos de seguro, de materiais utilizados nos satélites, na escolha do tamanho e da capacidade de manobra dos satélites lançados.

O cenário atual é complexo, pois os Estados ainda têm muita resistência para avançar sobre essa temática em especial pelos riscos militares e estratégicos assumidos com a implementação das diretrizes para mitigar detritos espaciais. Ao mesmo tempo, a problemática progride independentemente da continuidade de novos lançamentos de satélites, em decorrência da atual quantidade existente, que somam mais de 34.000 objetos maiores que 10 cm, 900 000 de 1 a 10 cm, e mais de 128 milhões de 1 mm a 1 cm, segundo dados de fevereiro de 2020 providos pela Agência Espacial Europeia (ESA, online, a, 2020, s/p).

A exploração das órbitas terrestres de forma predatória levará inevitavelmente a tragédia dos comuns e conseqüentemente ao colapso das atividades espaciais com conseqüências para cotidiano terrestre. Reconhecer isso e classificar a problemática dos detritos espaciais como um problema super perverso (*super wicked problem*) (WEEDEN, 2014, p. 1-26) é um passo fundamental para compreender que o desenvolvimento de soluções adequadas para o seu enfrentamento deverá, necessariamente, envolver ações coletivas dos atores envolvidos (SECUREWORLDFOUNDATION, online, s/p.). Nesse sentido, a governança global é um instrumento essencial para o desenvolvimento de soluções adequadas, democráticas, multidisciplinares, não dependentes exclusivamente de ações estatais.

O Direito Ambiental Internacional (DAI) é o ramo do direito que tem se aperfeiçoado pelo uso da governança, possuindo características e ferramentas

adequadas para lidar com problemas globais complexos. Assim, o Direito Espacial poderá se espelhar nas boas práticas do uso da governança no DAI para desenvolver soluções próprias, adequadas, democráticas, técnicas e efetivas para os detritos espaciais.

Destarte, o problema de pesquisa desta tese é: como a governança global pode auxiliar o Direito Espacial no desenvolvimento democrático de mecanismos regulatórios e soluções adequadas a problemática dos detritos espaciais em órbita terrestre baixa.

A hipótese fundamental é a utilização da governança global como instrumento mais adequado para o desenvolvimento democrático de mecanismos regulatórios que garantam a sustentabilidade a longo prazo das atividades espaciais. A adoção destes mecanismos e sua consuetudinização, aliados ao uso de tecnologias capazes de remover ativamente detritos espaciais, devem se tornar as principais formas de garantir a sustentabilidade das atividades espaciais.

O objetivo desta tese é analisar como a governança global pode auxiliar o Direito Espacial a desenvolver e aprimorar mecanismos regulatórios baseados em conhecimento técnico e científico, inclusive com o uso de novas tecnologias, de forma consensual para garantir a sustentabilidade das atividades espaciais, especialmente na órbita terrestre baixa. Para tanto, a metodologia utilizada é a abordagem dedutiva e a técnica de pesquisa, bibliográfica e documental.

Para tanto, a presente tese foi estruturada em três capítulos, tendo o primeiro o escopo de introduzir historicamente e analiticamente o desenvolvimento do Direito Espacial, dando ênfase à origem deste ramo autônomo, bem como a influência da Guerra Fria no estabelecimento dos instrumentos internacionais que o compõem. Será trabalhado o papel da Organização das Nações Unidas (ONU), do Escritório da Organização das Nações Unidas para Assuntos do Espaço Sideral (UNOOSA) principalmente pelo Comitê para Uso Pacífico do Espaço (COPUOS), para a formulação dos Tratados, princípios e outros instrumentos que compõem o Direito Espacial. Além disso, será abordado o momento atual do Direito Espacial, em termos normativos, cuja ênfase é em instrumentos normativos não vinculantes, como as diretrizes (*guidelines*).

O segundo capítulo teve como foco a relação dinâmica entre o aumento dos detritos espaciais e o alargamento das atividades satelitais, a fim de demonstrar como lidar com essa situação é uma tarefa complexa. Assim, será analisado o conceito de

detritos espaciais, sua formação e a superlotação de algumas faixas orbitais, bem como os riscos da ocorrência da síndrome de Kessler, com ênfase na órbita terrestre baixa. Foi analisado como essa superlotação impacta nos custos das operações atuais e futuras, bem como os riscos que impõe. Por fim, foi demonstrada a importância socioeconômica das atividades espaciais, seus usos e impactos para o desenvolvimento sustentável, mostrando que, apesar da poluição do meio ambiente espacial, essas tecnologias são essenciais para o desenvolvimento da Terra, além de ser um ramo industrial com grandes projeções econômicas.

O terceiro capítulo teve como objetivo inicial demonstrar que o espaço sideral é bem comum e livre para a exploração e uso pelos Estados e empresas, que tomam decisões unilaterais para tirar o máximo proveito e o torna suscetível a tragédia dos comuns. Para impedir que isso ocorra é necessário o desenvolvimento de soluções adequadas com este tipo de problema. Assim, reconhecer que os detritos espaciais são um problema super perverso justifica a necessidade de ações baseadas em governança e o escalonamento de esforços conjuntos em torno da consecução do objetivo comum, que é garantir a sustentabilidade das atividades espaciais. Assim, foi abordado como a governança instrumentou o Direito Ambiental Internacional para lidar com problemas super perversos e como as boas práticas daquele ramo podem inspirar o Direito Espacial a construir suas próprias soluções. Por fim, foi dado especial destaque para o papel da educação ambiental e a capacitação dos atores que devem lidar com os detritos espaciais.

O quarto capítulo analisou as formas de mitigação de detritos espaciais, com destaque para as diretrizes não vinculantes, *soft law*, criação de cooperação em torno da consciência situacional espacial, remoção ativa de detritos, estruturas não institucionais de produção de conteúdo normativo e análise da relação econômico legislativa doméstica como forma de impulsionar o *compliance* empresarial.

1. O DIREITO ESPACIAL

1.1 Origens do Direito Espacial

O Direito Espacial é um ramo do Direito cuja criação e desenvolvimento está intimamente vinculado com o início da “Era Espacial”, ocorrida durante a guerra fria, em que os conflitos ideológicos e políticos foram liderados por duas superpotências: os EUA e a então URSS (MONSERRAT FILHO; SALIN, 2003, p. 1).

Entretanto, as reflexões, divagações e escritas preliminares ao surgimento deste novo ramo são datadas pelo menos do início da primeira década do século XX, mais precisamente em 1910, quando o jurista belga Emile Laude previu a necessidade da criação de um novo direito para reger as relações jurídicas distintas do direito aeronáutico, o Direito do Espaço (MONSERRAT FILHO, 1997, p. 5).

Em 1932, Vladimir Mandl publicou um estudo, em alemão, pontuando que alcançar o espaço sideral em foguetes levantaria uma infinidade de novas questões que não poderiam ser respondidas pelo direito aeronáutico, extrapolando-o e necessitando de um novo corpo de leis que o fizesse (JANKOWITSCH, 2015, p. 1).

O Ano Geofísico Internacional, ocorrido entre 01/07/1957 a 31/12/1958, contemporâneo ao lançamento bem sucedido do primeiro satélite artificial criado e lançado ao espaço pelo ser humano, o *Sputnik 1*, em 04 de outubro de 1957, teve como principal destaque as publicações, análises e discussões sobre meteorologia, sismologia, oceanografia, que poderiam avançar com as possibilidades oriundas da conquista do espaço sideral (BITTENCOURT NETO, 2011, p. 27-28).

Uma das distinções entre o direito aeronáutico e o “direito astronáutico” compilada em 1958 por Hombourg (1958, p. 16 apud MATTOS, 1958, p. 103), é a seguinte:

Assim como o direito aéreo inclui a regulamentação da infraestrutura (aeroportos, balizas, etc.), do regime de pessoal em terra e até de ilhas flutuantes, o direito astronáutico se aplica às instalações de lançamento, ao status de satélites artificiais etc.¹

¹ Tradução do autor. No original: “De même que le droit aérien comprend la réglementation de l'infrastructure (aéroports, balisage, etc.) du régime du personnel à terre, et, même, des îles flottantes, le droit as-tronautique s'appliquera aux installations du lancement, au statut des satellites artificielis, etc.”.

É válido mencionar que as nomenclaturas criadas para tentar definir o Direito Espacial como novo ramo do direito são fruto de suas épocas, do conhecimento dos autores e da interpretação feita por eles sobre o que seria o objeto deste ramo. Algumas destas nomenclaturas serão tratadas no capítulo seguinte.

Durante o Ano Geofísico Internacional, autores como John Cobb Cooper², Rolando Quadri³, Charles Chaumont⁴, Nicolas Matte⁵, Eugene Pépin⁶, dentre outros, arguíram sobre a necessidade de regulação do Direito Espacial; entretanto, ainda era necessária a criação de um consenso na comunidade científica (JANKOWITSCH, 2015, p. 2).

Apesar disso, houve uma clara evolução nos estudos jurídicos acerca do tema, que visavam “determinar quais regras deveriam pautar a exploração desse novo território” (BITTENCOURT NETO, 2011, p. 27-28).

Outro ponto de cisão entre o emergente Direito Espacial em relação ao direito aeronáutico se deu pelo reconhecimento, pela comunidade científica, da física aplicada a cada um destes ramos do direito. Segundo Mourão (1999, p. 95-96), os satélites descrevem suas órbitas elípticas sob efeitos da atração gravitacional, regidas pelas leis de Kepler, distintamente do que ocorre com as aeronaves.

As implicações do reconhecimento da física aplicada a cada um dos ramos do Direito acima mencionados tiveram como consequência jurídica o impedimento do exercício da soberania além da atmosfera terrestre, rompendo-se com o princípio clássico do Direito Romano “*cuius est solum, eius est usque ad coelum et ad inferos*”, que implicava na extensão vertical ao infinito do direito a propriedade (WASSENBERGH, 1991, p. 20).

² Ver COOPER, J. C., The Boundary between Territorial Airspace and International Outer Space. In Explorations in Aerospace Law, Selected Essays, 1946-1966. Canada: McGill University Press, 1968.

³ Ver QUADRI, Rolando. Diritto Internazionale Pubblico. 5.ed. 1968, p. 685-7; QUADRI, R. Droit international cosmique. In 98 Recueil des Cours. 1959, p. 505-98; MARCHISIO, S.; QUADRI, Rolando. (22.12.1907-2.4.1976). In Pioneers of Space Law (Ed. S. Hobe) (2013), p. 151 e seguintes.

⁴ Ver CHAUMONT, C. Les problèmes du droit international de l'espace extra-atmosphérique. In Institut des Hautes Études Internationales de l'Université de Paris (1958); CHAUMONT, C. Les perspectives que doit adopter le droit de l'espace'. In 7-2 Revue de Droit Contemporain (1960), 5-12; Chaumont, C. Die Brüsseler Entschließung des Institut de Droit International zum Weltraumrecht. In 15 Zeitschrift für Luft- und Weltraumrecht (1966), p. 20-35.

⁵ Ver MATTE, N.M. Aerospace Law (1969); MATTE, N.M. The Law of the Sea and Outer Space: A Comparative Survey of Specific Issues. In 3 Ocean Yearbook (1982), 13-37; MATTE, N.M. Deux Frontières Invisibles: De la Mer Territoriale à l'Air 'Territorial' (1965), 157-240; MATTE, N.M. Aerospace Law: Telecommunications Satellites. In 166 Recueil des Cours (1980), p. 119-249.

⁶ Ver PÉPIN, E. Legal Problems Created by the Sputnik, Lecture given on 6 November 1957 to the Canadian Bar Association (Quebec Maritime and Air Law Section), reprinted in Legal Problems of Space Exploration, A Symposium (1961), p. 187.

A ausência de protestos internacionais sobre a invasão do espaço aéreo pelo *Sputnik 1* ou pelos satélites artificiais que o sucederam (MCDUGALL, 1985, p. 187) foi ponto fundamental para que os juristas conferissem o *status* de território internacional ou extraterritorial para o espaço sideral, impedindo, assim, sua apropriação soberana pelos Estados, tal como territórios marinhos definidos pela Convenção de Montego Bay como alto-mar e os fundos marinhos, ou o continente da Antártida (BITTENCOURT NETO, 2011, p. 29).

Os lançamentos de satélites artificiais a partir de 1957 corroboraram, de fato, as previsões feitas pelos pesquisadores pré Era Espacial, revelando uma urgente necessidade de regular o espaço sideral, preenchendo as lacunas existentes e, ao mesmo tempo, tendo uma preocupação extra: os riscos inerentes à operação dos primeiros foguetes, que não eram apenas lançadores de satélites, mas sim variações de mísseis balísticos, criando uma atmosfera de tensão na sociedade internacional, em especial entre as duas principais superpotências da época, EUA e URSS (BURROWS, 1999, p. 219-273).

O risco eminente de uma guerra nuclear, em que a principal arma poderia estar “disfarçada” de lançador de satélite, levou à compreensão e a união da sociedade internacional para a criação de regulamentações internacionais do espaço sideral, fosse por seu uso ou sua exploração.

Segundo Tronchetti (2013, p. 4), a regulação das atividades especiais era necessária para prevenir mal-entendidos que pudessem levar a um ataque e provocassem uma guerra nuclear. Além disso, era necessário o desenvolvimento de usos e explorações espaciais não ditados exclusivamente por interesses nacionais e estratégicos.

Bittencourt Neto (2011, p. 30) explica que, entre o fim da década de 50 e início da de 60, os programas espaciais criados pelas superpotências, nos anos que sucederam o lançamento dos primeiros satélites artificiais, reforçaram a urgência quanto a criação de regulamentações sobre a matéria, especialmente pela frequência de lançamentos de objetos espaciais pelos EUA e pela URSS.

Apesar do reconhecimento da sociedade internacional sobre a necessidade de não vinculação ou limitação do Direito Espacial aos interesses nacionais e estratégicos das duas principais superpotências da época (EUA e URSS), era impossível que houvesse dissociação entre a criação e o conteúdo dos tratados espaciais com o momento e as tensões históricas de sua época. Com isso, Tronchetti

(2013, p. 4) explica que os Estados decidiram cooperar tanto no estabelecimento de regras relativas as atividades espaciais quanto em sua real implementação.

Segundo Goldman (1998, p. 163), a história e o desenvolvimento do Direito Espacial estão vinculados à Guerra Fria e ao contexto de política internacional, devendo ser compreendidos como um conjunto, e não separadamente.

A Resolução 1148 (XII), publicada na 12ª Sessão da Assembleia Geral da ONU, em 14 de novembro de 1957, deu ênfase à necessidade urgente de evitar riscos de guerra, e conseqüentemente, aumentar os prospectos de paz duradoura, trazendo regulações para redução de armamentos nucleares e outras armas de destruição em massa. Assim, os lançamentos de objetos espaciais deveriam obedecer exclusivamente a interesses pacíficos e científicos.

É valido mencionar que, no mesmo documento e na mesma data, a Resolução 1149 (XII) fez o requerimento de ações coletivas para informar e esclarecer as pessoas sobre o risco da corrida armamentista.

Já em 1958, um comitê *ad hoc* foi criado pela Assembleia Geral da ONU, por meio da Resolução 1348 (XIII), o Comitê para Uso Pacífico do Espaço (*Committee on the Peaceful Uses of Outer Space*, ou COPUOS) relativo à “Questões para o Uso Pacífico do Espaço Sideral”, composto por 18 membros, inclusive o Brasil (UNOOSA, online). Além disso, deveria informar à Assembleia Geral da ONU, em sua 14ª sessão, sobre questões relativas ao uso pacífico do espaço sideral, conforme os termos da resolução supramencionada.

Posteriormente, em 12 de dezembro de 1959, durante a 14ª Assembleia Geral da ONU, a Resolução 1.472 (XIV) estabeleceu, como corpo permanente, o COPUOS.

O COPUOS possuía originalmente 24 Estados-membros, estando atualmente com 95, sendo um dos maiores Comitês da ONU, segundo informações oficiais obtidas pelo site do Escritório da Organização das Nações Unidas para Assuntos do Espaço Sideral (UNOOSA, online).

Quanto à organização, Leister (2005, p. 401) explica que o COPUOS é composto por dois subcomitês, sendo um técnico-científico e outro jurídico. O primeiro tem objetivo de promover a cooperação científica necessária para conquistar o espaço, enquanto o segundo tem o objetivo mais legislativo, pois discute e regula os projetos de acordos internacionais sobre Direito Espacial internacional.

Sob uma perspectiva de prática internacional, Zhukov e Kolosov (2014, p. 27) explicam que:

O subcomitê jurídico envia relatórios anuais sobre seu trabalho ao COPUOS, que, por sua vez, envia um relatório geral a cada sessão da Assembleia Geral da ONU. Com base nos relatórios do comitê, a Assembleia aprova resoluções especiais, expressando aprovação das conclusões e recomendações do próprio comitê e de seu subcomitê jurídico⁷.

É válido destacar esse procedimento para que se tenha em mente como a produção de conteúdo do subcomitê jurídico se efetiva como fonte do Direito Espacial, ou seja, demonstrando uma das formas do processo de criação de normas jurídicas, em especial *soft-law*.

Nesse sentido, é válido mencionar que, segundo Bittencourt Neto (2011, p. 35) as Resoluções da Assembleia Geral da ONU constituem *soft-law*: regras jurídicas indicativas, não vinculantes e sem implicação de responsabilidade internacional, que podem configurar costumes internacionais, caso haja seu reiterado e conscientemente cumprimento pelos Estados.

A criação do COPUOS não representava apenas a criação de um novo comitê, mas demonstrava que o perigo da militarização do espaço era real, constituindo a maior ameaça da época (LEISTER, 2005, p. 398).

Por outro lado, as constantes tensões entre EUA e URSS criaram um impasse sobre a composição do COPUOS que o impediu de funcionar até 1961, quando foi definido que as decisões do órgão seriam tomadas apenas mediante consenso de todos os Estados-membros (CHENG, 1997, p. 151-166).

Quanto ao processo de tomada de decisões no COPUOS, Kopal (2011, p. 225-304) explica que “todas as decisões do comitê e de seus subcomitês devem se sujeitar a acordo sem necessidade de votação, ou seja, a regra de consenso”⁸. Dessa forma, o COPUOS, segundo o autor, foi o primeiro corpo da ONU a utilizar esse procedimento, sendo os tratados sobre Direito Espacial o resultado do consenso.

Outro fato significativo ocorrido no mesmo ano foi o reconhecimento da aplicabilidade do Direito Internacional ao espaço e corpos celestes, pela Resolução 1.721 (XVI), de 20 de dezembro de 1961, que versou sobre a liberdade de exploração

⁷ Tradução do autor. No original: “The Legal Subcommittee submits annual reports on its work to the COPUOS, which, in turn, submits an overall report to each session of the UN General Assembly. On the basis of the Committee’s reports, the Assembly passes special resolutions, expressing approval of the conclusions and recommendations of the Committee itself and of its Legal Subcommittee”.

⁸ Tradução do autor. No original: “all decisions of the Committee and its Subcommittees should be subject to agreement without need for voting, i.e. the rule of consensus”.

do espaço pelos Estado, mas não permitindo a apropriação nacional (CHENG, 1997, p. 151-166).

Ademais, segundo Diederiks-Verschoor e Kopal (2008, p. 3), dois princípios fundamentais foram recomendados aos Estados para servirem de guias na exploração e uso do espaço sideral: a) a aplicação do Direito Internacional, incluindo a Carta da ONU, ao espaço sideral e aos corpos celestes; b) o espaço sideral e os corpos celestes são livres para exploração e uso por todos os Estados em conformidade com o Direito Internacional, não estando sujeitos a apropriação pelos Estados.

Segundo os autores Diederiks-Verschoor e Kopal (2008, p. 3), estes princípios formaram elementos básicos para a Declaração de Princípios Jurídicos que Regem as Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Sideral, em 1963, e no Tratado do Espaço, de 1967.

Ainda sobre a Resolução 1.721 (XVI), adotada pela Assembleia Geral da ONU, é importante mencionar que reconhecia que a exploração o uso do espaço sideral deveria ser apenas para a melhoria da humanidade e para o benefício dos Estados, independentemente do estágio de seu desenvolvimento econômico ou científico (DIEDERIKS-VERSCHOOR; KOPAL, 2008, p. 3).

Sobre o mecanismo do consenso, Lyall e Larsen (2009, p. 21) explicam que:

O consenso é uma forma de acordo alcançado sem votação sobre um assunto, mas não implica que haja unanimidade entre as partes. Ausência de dissidência não é o mesmo que consentimento. A abstenção da discussão de um ponto não implica que haja dissensão (falta de concordância) e, portanto, uma interpretação individualista ou idiossincrática de uma linguagem específica pode ser ignorada, despercebida ou ocultada por outras partes. Dito isto, dentro da COPUOS, um texto proposto, seja de um projeto de tratado, resolução ou outra declaração formal, é negociado e revisado até que todos estejam dispostos a aceitá-los e permitir que ele continue com a perspectiva do subcomitê. As vantagens do consenso são que o compromisso é facilitado e, no caso de projetos de tratados, é mais provável que as partes ratifiquem oportunamente as disposições em cuja redação participaram. Enquanto as nações competentes em termos de espaço obviamente tendem a influenciar bastante os assuntos da COPUOS, outros estados participam do processo⁹

⁹ Tradução do autor. No original: "Consensus is a form of agreement reached without a vote on a matter, but it does not imply that there is unanimity among the parties. Absence of dissent is not the same as assent. Abstention from the discussion of a point is not taken to imply dissent and an individualistic or idiosyncratic interpretation of particular language may therefore be passed over, un-noticed by, or even concealed from, other parties. That said, within COPUOS a proposed text, whether it be of a draft treaty, resolution or other formal statement, is negotiated and revised until all are willing to accept it and allow

Lyall e Larsen (2009, p. 21) entendem ainda que, com a regra do consenso, os Estados com capacidade tecnológica de exploração espacial não conseguem o que desejam do COPUOS sem que os Estados que não possuem capacidade de exploração espacial tenham seus interesses representados e articulados. Entretanto, os anseios destes últimos só serão possíveis com o devido consentimento dos primeiros. Desta forma, um verdadeiro equilíbrio de interesses e negociações toma forma.

O consenso, apesar de se traduzir em verdadeiro mecanismo diplomático, não é perfeito, permitindo que debates sobre a tradução de determinado termo impeçam o avanço das negociações, reduzindo a importância e o foco no objetivo maior e se concentrando em questões linguísticas. Outro embargo ao consenso é a dificuldade em atingi-lo considerando o aumento do número de participantes, bem como a diversidade, amplitude e tecnicidade de temas, especialmente com o aumento do interesse de exploração por empresas privadas. A ausência de membros nas negociações durante uma reunião do COPUOS, o envio de representantes e diplomatas sem ampla liberdade de negociação, ou que não tenham conhecimento sobre o tema, ou que para os quais as questões espaciais não são uma prioridade, tornam o consenso mais difícil de ser alcançado (LYALL; LARSEN, 2009, p. 22).

As resoluções aprovadas sem seguir as regras do consenso perdem efetividade. Um exemplo disso é a Resolução da Assembleia Geral da ONU 37/92, sobre “Princípios que regem o uso pelos Estados de satélites artificiais da Terra para a transmissão internacional de televisão direta”, de 1982. No caso em questão, esta Resolução foi aprovada tanto no COPUOS quanto na Assembleia Geral por maioria. Entretanto, como quase todos os Estados cuja prática poderia interferir na efetivação se abstiveram ou votaram contra a Resolução foi considerada sem efeito significativo; além disso, demonstrou-se que as Resoluções da ONU não são legislação em si, bem como a efetividade da prática do consenso no COPUOS (LYALL; LARSEN, 2009, p. 20-21).

it to go forward as the mind of the Sub-Committee. The advantages of consensus are that compromise is facilitated, and, in the case of draft treaties, the parties may be more likely in due course to ratify provisions in whose drafting they have participated. While the space-competent nations obviously tend greatly to influence matters in COPUOS, other states play a part in the process”.

Apesar destes problemas, as ações e atividades do COPUOS tem sido fundamentais para o desenvolvimento do Direito Espacial e de sua legislação, permitindo o desenvolvimento de princípios e regras para a exploração do espaço sideral.

Entretanto, quando confrontado com o atual cenário de exploração espacial por empresas privadas e com o amadurecimento do Direito Espacial, Lyall e Larsen (2009, p. 22) consideram que as soluções nacionais e privadas ganham mais força, colocando o COPUOS em segundo plano, e permitindo que o desenvolvimento substancial de novas fontes surja de outras formas para lidar com os problemas do Direito Espacial.

É imperativo explicar que o consenso, como mecanismo, pode funcionar de duas formas distintas, sendo a primeira um estímulo à proatividade, visando a inclusão e a persuasão democrática dos demais Estados-membros. A segunda forma pode ser observada de maneira mais negativa, pois quando um determinado Estado-membro não conhece, não domina o tema, ou quer criar empecilhos aos interesses de outro, o mero voto negativo para a aprovação de um texto, por exemplo, bloqueia as negociações que eram trabalhadas de maneira árdua por longos períodos, por inúmeros diplomatas, desperdiçando-se assim oportunidades de avançar no desenvolvimento do Direito Espacial.

Outro fato histórico significativo ocorrido em 1962, foi o Acordo Bilateral firmado entre Academia de Ciências da URSS e a NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) com fulcro na cooperação e coordenação de programas de lançamento de satélites científicos, em diversas áreas, dentre elas meteorologia, comunicação e pesquisa do campo magnético terrestre. Esse acordo impulsionou a criação de outros instrumentos semelhantes entre as superpotências e criou uma tendência mundial, ficando clara a existência de um consenso na sociedade internacional sobre a necessidade de cooperar sobre os pontos importantes do Direito Espacial (BITTENCOURT NETO, 2011, p. 33-34).

Retornando à análise cronológica, no ano seguinte, a Resolução 1884 (XVIII), de 17 de outubro de 1963, adotada por unanimidade, teve como foco a proibição de envio de armas nucleares e outras armas de destruição em massa no espaço sideral. Segundo Jankowitsch (2015, p. 3) havia um consenso geral entre os EUA e a URSS sobre o tema, o que facilitou as negociações e a aprovação do conteúdo da resolução.

Dentre as produções significativas do subcomitê jurídico do COPUOS, os trabalhos deste grupo resultaram na Resolução 1962 (XVIII), que dispunha sobre a “Declaração dos Princípios Jurídicos Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico”, cuja adoção unânime pela Assembleia Geral da ONU deu-se em 13 de dezembro de 1963 (BITTENCOURT NETO, 2011, p. 33).

A Resolução supramencionada foi tão significativa que foi considerada um marco no Direito Internacional por Cheng (1997, p. 153-154), definindo-a como formadora dos princípios norteadores dos tratados multilaterais assinados após a vigência daquela.

Ainda sobre a referida Resolução 1962 (XVIII), Jankowitsch (2015, p. 8) explica que o objetivo era iniciar o processo de cooperação internacional no espaço e, assim, criar uma base para um processo de legislação espacial, que posteriormente viria a estabelecer conjuntos de princípios adotados pela Resoluções da Assembleia Geral da ONU que passaram a regular temas cada vez mais técnicos, tais como princípios que governam a transmissão televisiva (1982), sensoriamento remoto da Terra a partir do espaço (1986), o uso de fontes de energia nuclear no espaço sideral (1992), e cooperação internacional em benefício e no interesse de todos os Estados, levando em consideração especialmente as necessidades dos países em desenvolvimento (1996).

Tronchetti (2013, p. 5-6) faz uma divisão entre os estágios das atividades do COPUOS, sendo o primeiro compreendido entre o fim 1950 até meados de 1960, classificado pelo autor como estágio preparatório, pois foram estabelecidas as bases jurídicas que gerenciaram as atividades espaciais, destacando-se o procedimento dos Estados em primeiro estabelecer um corpo de princípios gerais não vinculantes e posteriormente incorporá-los em um tratado, com força vinculante. Os exemplos são as adoções, em 1961 e 1963, por meio da Resolução Assembleia Geral da ONU, na forma das Resoluções 1721 (XVI) e 1962, respectivamente, dos princípios da liberdade de exploração e uso do espaço sideral, a sua proibição de apropriação, a aplicabilidade do Direito Internacional Público, incluindo a Carta da ONU as atividades espaciais. Estes princípios foram posteriormente incluídos no Tratado do Espaço, de 1967, o primeiro tratado normativo Direito Espacial.

O segundo estágio das atividades do COPUOS, cujo início se dá no fim da década de 1960 e dura até o início da década de 1980, é considerado como a era da criação de leis (*law-making era*). Essa atribuição se dá pois, durante esse período, os

cinco tratados sobre Direito Espacial da ONU foram negociados, criados e entraram em vigor.

O Tratado do Espaço¹⁰, de 1967, estabeleceu princípios gerais relacionados às atividades espaciais, enquanto os outros quatro tratados se concentraram em um tópico específico que já havia sido regulado anteriormente pelo primeiro sob uma perspectiva geral. Assim, o Acordo de Salvamento¹¹, de 1968, tratava do status dos astronautas, seu retorno a Terra, bem como o retorno de objetos lançados no espaço sideral; a Convenção de Responsabilidade¹², de 1972, cobria a responsabilidade por danos causados por objetos espaciais; a Convenção de Registro¹³, de 1976, tratava da questão do “registro de objetos espaciais”; e, o Acordo da Lua¹⁴, de 1979, estava focado em questões legais relativas à Lua e outros corpos celestes (TRONCHETTI, 2013, p. 6).

Gorove (1992, p. 46-47) explica que o Tratado do Espaço de 1967, é considerado a Carta Magna do Direito Espacial, pois constituiu diversos princípios essenciais para a manutenção das atividades espaciais. É válido mencionar que uma parte destes princípios já haviam sido enunciados na Declaração dos princípios legais que regem as atividades no espaço sideral de 1963.

Todos os tratados que versam sobre Direito Espacial, com exceção do Tratado da Lua, de 1979, foram ratificados e incorporados ao sistema jurídico brasileiro, tendo sido mencionados especificamente no item 1.3 desta tese. Sobre os tratados supramencionados, Bittencourt Neto (2011, p. 37) explica que constituem o núcleo do Direito Espacial Internacional, sendo classificados como tratados-normativos (acordos multilaterais entre distintos Estados), que criam normas de Direito Internacional Público.

Dentre as convenções supramencionadas, será analisada com especial destaque a Convenção de Responsabilidade de 1972, que atribuiu responsabilidade internacional dos Estados por danos causados por objetos espaciais.

¹⁰ Outer Space Treaty, 1967. Em português é formalmente conhecido como “Tratado sobre Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na exploração e Uso do Espaço Cósmico, inclusive a Lua e demais Corpos Celestes”.

¹¹ Rescue Agreement, 1968. Em português é formalmente conhecido como “Acordo sobre Salvamento de Astronautas e Restituição de Astronautas e de objetos Lançados ao Espaço Cósmico”

¹² Liability Convention, 1972. Em português é formalmente conhecido como “Convenção sobre Responsabilidade Internacional por Danos Causados por Objetos Espaciais”.

¹³ Registration Convention, 1976. Em português é formalmente conhecido como “Convenção Relativa ao Registro de Objetos Lançados no Espaço Cósmico”.

¹⁴ Moon Treaty, 1979. Em português é formalmente conhecido como “Acordo que regula as atividades dos estados na Lua e em outros corpos celestes”.

Como o objetivo central desta tese é analisar a relação entre os detritos espaciais em órbita terrestre baixa e a sustentabilidade a longo prazo das atividades espaciais, resta claro a necessidade de compreender como o sistema de responsabilidade funciona, especialmente se os avanços relativos à garantia da sustentabilidade das atividades espaciais não evoluir de forma satisfatória ao longo das próximas décadas.

É válido pontuar que a Convenção de Responsabilidade, de 1972, estabeleceu responsabilidade internacional para os Estados Lançadores, ou seja, aqueles que lancem ou procurem lançamento de objetos espaciais, bem como aqueles a partir de cujo território, ou de cujas instalações, seja lançado um objeto espacial, segundo o art. 1º do referido tratado.

O sistema de responsabilidade da Convenção de Responsabilidade, nos artigos 3º e 4º, preveem um duplo sistema de responsabilidade, que varia de acordo com o local do dano. Se o evento danoso ocorrer na superfície da Terra ou no espaço aéreo, o causador responderá objetivamente, enquanto que se o evento danoso ocorrer no espaço sideral a outro objeto espacial, somente com a demonstração da culpa do Estado Lançador será atribuída responsabilidade.

A partir da década de 1980, o Direito Espacial experimenta evidente estagnação, pois, as negociações diplomáticas, especialmente no âmbito do COPUOS não atingem o consenso, portanto, novos tratados não são produzidos. Assim, segundo Bittencourt Neto (2011, p. 43), o que se tem observado são apenas declarações indicativas, e não obrigatórias, da Assembleia Geral.

Com isso, o terceiro estágio das atividades do COPUOS, segundo Tronchetti (2013, p. 6-7) é caracterizado como estágio da *soft-law*, pois, conforme foi mencionado, não houve consenso sobre novos tratados; em contrapartida, uma variedade de documentos sem força vinculante, como resoluções, declarações, diretrizes e códigos de conduta foram criados. O autor ainda explica que “uma resolução adotada pela Assembleia Geral da ONU é tipicamente um exemplo de instrumento de *soft-law*”¹⁵.

Além disso, Tronchetti (2013, p. 7) enumera quatro conjuntos de princípios não vinculantes que regulam algumas categorias especiais de atividades espaciais, como o uso de satélites artificiais para transmissão direta internacional de televisão,

¹⁵ Tradução do autor. No original: “a resolution adopted by the U. N. General Assembly is a typical example of a *soft-law* instrument”.

sensoriamento remoto, uso de energia nuclear fontes no espaço sideral e a exploração e uso do espaço sideral em benefício de todos os países.

O quarto e último estágio de atividade do COPUOS, segundo Tronchetti (2013, p. 7), inicia-se no final dos anos 1990 e avança até os dias atuais, sendo caracterizado pela avaliação do regime jurídico existente e formulação de documentos não vinculantes com base nos direitos e obrigações previstos nos tratados espaciais. Duas novas resoluções foram elaboradas pelo subcomitê jurídico do COPUOS sobre princípios que lidam com a identificação do "Estado Lançador e o Registro de Objetos Espaciais". Essas resoluções foram adotadas pela Assembleia Geral da ONU.

Para os fins desta tese é importante mencionar que o estágio de atividades supramencionados implica no momento vivido hodiernamente, cujo foco é a criação e aprimoramento de diretrizes (*guidelines*) não vinculantes, além de arranjos institucionais que produzem conteúdo jurídico relevante e adequado ao momento histórico, possibilitando o desenvolvimento do Direito Espacial por mecanismos não tradicionais. É importante mencionar que essas novas abordagens são mais holísticas, inclusivas, democráticas e mais adequadas a celeridade do desenvolvimento da problemática enfrentada.

Segundo Tronchetti (2013, p. 4), os cinco tratados internacionais com temática espaciais foram negociados dentro do Comitê Jurídico do COPUOS. Entretanto, após a criação daqueles tratados, as produções do subcomitê foram praticamente paralisadas, tendo como fatores preponderantes o mecanismo de tomada de decisão da UNCOPUOS e falta de vontade de alguns estados para aceitar obrigações juridicamente vinculantes no campo do Direito Espacial internacional.

Assim, o surgimento e o desenvolvimento do Direito Espacial estão associados ao período histórico do pós-Segunda Guerra Mundial e da Guerra Fria, com destaque para as ~~pre~~atividades da ONU e com o UNOOSA, por meio do seu COPUOS, que tiveram a capacidade de harmonizar interesses de forma democrática.

Entretanto, como foi mencionado acima, atualmente os avanços sobre as temáticas tem tido muitos impasses e deverão se desenvolver de outras formas, abrindo mais possibilidades à exploração do espaço sideral por todos os *players*.

Para os objetivos da presente tese, é fundamental a compreensão do papel do COPUOS, especialmente seu subcomitê jurídico, e a produção normativa por meio do consenso e sua posterior compilação por meio de Resolução pela Assembleia Geral

da ONU como formas de produção de fontes de Direito Espacial, na forma de *soft-law*.

1.2 Nomenclaturas, definição e objeto do Direito Espacial

1.2.1 Nomenclaturas historicamente atribuídas ao Direito Espacial

As nomenclaturas apresentadas neste tópico têm como principal função a sua exposição, em especial a título de enriquecimento histórico e informativo, ou seja, não serão tecidas críticas sobre as mesmas, mas servirão para contextualização do espírito da época em que foram cunhadas, ou seja, *Zeitgeist*.

As nomenclaturas atribuídas ao Direito Espacial quando este ainda estava em desenvolvimento como um ramo autônomo do Direito, já não mais visto como um subramo do direito aeronáutico, visaram atribuir carga semântica que trouxesse consigo o sentido do seu objeto, expressando assim sua singularidade.

Dentre as nomenclaturas propostas, destacam-se: Direito Astronáutico (*astronautical law*), Direito Eteronáutico (*etheronautical law*), cuja explicação baseava-se na navegação ou viagem interplanetária, segundo livro de traduções técnicas da NASA, de 1970 (NASA, 1970, p. 2).

Além dessas, tem-se: Direito Interplanetário (*interplanetary law*), Direito Interestelar (*interstellar law*), Direito Extraterrestre (*extraterrestrial law*), Direito das Posses Extraterrestres (*law of extraterrestrial possessions*), Direito Satelital (*satellite law*), além de Direito Espacial (*space law*) e Direito do Espaço Sideral (*outer space law*) (KHUKOV; KOLOSOV, 2014, p. 14).

Direito Astronáutico ou *Astronautical law* foi uma das nomenclaturas cuja difusão teve expoentes na França, com Hombourg, em 1958, cuja doutrina era compartilhada por José Dalmo Fairbanks Belfort de Mattos (MATTOS, 1958, p. 103). No Uruguai, Alvaro Bauzá Araujo, em 1961, também adotava a nomenclatura supramencionada, e definia o novo ramo como: “o direito que regula a navegação de corpos celestes” (KHUKOV; KOLOSOV, 2014, p. 14).

É válido mencionar que, segundo Mattos (1958, p. 103), a crítica dos juristas que não aderiam a essa nomenclatura decorria da percepção de ausência de um vínculo estreito entre o direito “astronáutico” e o direito “aeronáutico”, citando Meyer,

Kroell, Alec Mellor como críticos da nomenclatura defendida por ele e por Alvaro Bauzá Araujo.

Outra crítica quanto à nomenclatura “direito astronáutico” é tecida pelo argentino Aldo Armando Cocca (1957, p. 30) que, além de perceber e associar o Direito Espacial ao relativismo einsteineano, questiona se este ramo não deveria ser percebido como um direito a ser estudado em quatro dimensões, tal como a física.

Ressalta-se que a expressão utilizada por Cocca não criou oposição à teoria tridimensional do direito, criada por Miguel Reale onze anos depois, mas fundamenta-se na perspectiva de transformação trazida pela física de Einstein que provou a existência da quarta dimensão, o tempo.

Cocca (1957, p. 30-247) arguiu que no espaço sideral a “navegação” não seria igual à do mar ou do ar, pois não é contínua. Ademais, explica que os voos espaciais são entre planetas e não entre os astros, portanto o prefixo “astro” de astronáutico é injustificado. Por fim, a nomenclatura utilizada não levaria em conta a necessidade de regulamentação legal do *status* da Lua e dos planetas do Sistema Solar. Portanto, o autor tinha predileção pelo termo “direito interplanetário”, que cobriria os estudos envolvendo corpos celestiais e viagens espaciais.

Segundo Zhukov e Kolosov (2014, p. 14) a literatura criticava a terminologia utilizada por Cocca, por se referir a regras legais que regem as relações entre habitantes de diferentes planetas, e como isso não ocorreu, não haveriam motivos para utilizar a nomenclatura “direito interplanetário”. Ademais, esse termo excluiria a regulamentação de satélites artificiais da Terra, naves espaciais tripuladas, estações orbitais e muitos outros objetos cujo funcionamento importa à exploração e o uso do espaço sideral.

Por outro lado, o termo "direito extraterrestre" tinha o intuito de dividir o direito em duas partes, sendo a primeira relacionada à Terra e a outra totalmente separada dela. A crítica fundamental a esta nomenclatura está relacionada ao seu prefixo “extra”, que exclui a Terra e suas instituições legais, portanto, não reflete o verdadeiro estado de coisas (ZHUKOV; KOLOSOV, 2014, p. 14).

Já o termo “Direito das Posses Extraterrestres” fundamenta-se na seguinte premissa: a Lua e outros corpos celestes seriam *res*, ou seja, “coisas” em latim, que poderiam ser apreendidas por Estados individuais, o que conflita não apenas com o Tratado do Espaço de 1967, mas com a própria ideia de cooperação dos Estados como princípio fundamental daquele Tratado (ZHUKOV; KOLOSOV, 2014, p. 15).

O termo que se estabeleceu na literatura soviética foi Direito Espacial (*space law*), ou Direito Espacial Internacional (*international space law*). Esta nomenclatura também era, em regra, usada por autores de países eslavônicos, como Polônia, Checoslováquia, Iugoslávia e Bulgária. Os autores de língua inglesa, francesa, alemã e italiana seguiam a mesma lógica e, também, usam o termo Direito Espacial (*space law*) ou, direito do espaço sideral (*law of outer space*); direito do espaço extra-atmosférico (*droit de l'espace extraatmosphérique* em francês), Direito Espacial (*Weltraumrecht* em alemão) e Direito Espacial (*diritto spaziale* em italiano) (ZHUKOV; KOLOSOV, 2014, p. 15).

No Brasil, alguns expoentes merecem menções: Valladão (1958, p. 1-30) e Gomes (1963, p. 242-249) utilizam o termo direito do espaço interplanetário ou direito interplanetário.

É importante mencionar que Valladão (1970, p. 335-338) compreendia o Direito Espacial como dividido em 2 partes: 1) o direito interplanetário, que disciplinaria os problemas jurídicos do espaço interplanetário, representando o momento vivido pela humanidade naquela época; 2) no futuro, haveria o surgimento do direito intergentes planetários, que regularia as possíveis relações de habitantes terráqueos com os habitantes de outros “astros”.

Segundo Gomes (1963, p. 246) “o espaço extra-atmosférico, atualmente em exploração pelo homem, é um espaço inapropriável e livre, constituindo *res communis omnium universi*, coisa comum a todos os seres racionais do Universo”. Assim, o termo utilizado pelos autores supramencionados alinhava-se com o princípio da não apropriação do espaço extra-atmosférico, que seria compilado no Tratado do Espaço ~~Sideral~~ em 1967.

Já o termo Direito Internacional Cósmico (*derecho internacional cósmico*) foi utilizado por Seara Vazquez (1961, p. 1-348) no México, focando nos aspectos internacionais das atividades dos Estados no espaço sideral. Este termo também foi compilado no Brasil por Britto (1976, p. 43-60) que o entende como:

o novo ramo do Direito que deve se ocupar do “espaço extra-atmosférico” ladeando o Direito Aéreo que tem como objeto o “espaço atmosférico”, segundo as expressões utilizadas pela Convenção de Paris de 1919 e a Convenção de Chicago de 1944.

Conforme pode ser observado pelas diversas nomenclaturas cunhadas, não havia um consenso sobre qual delas melhor expressasse a abrangência, o objeto e o

conceito de Direito Espacial. Entretanto, a prevalência do termo Direito Espacial ou *space law* levou a sua popularização e preferência em detrimento dos demais.

1.2.2 Definição e Objeto do Direito Espacial

Segundo Bittencourt Neto (2011, p. 46) o Direito Espacial tem como objeto a “regulamentação de atividades espaciais desenvolvidas por Estados, diretamente ou mediante pessoas jurídicas públicas ou privadas, e também por organizações internacionais”.

Para melhor compreensão do que foi apresentado pelo autor supramencionado, é preciso que haja uma separação dos elementos que compõem o objeto por ele definido.

Quanto à “regulamentação de atividades espaciais”, o termo exprime tanto a regulamentação na Terra quando no espaço sideral, não sendo restritiva à atividade extraterrestre em si. Ademais, é abrangente, não limitando as ações de sujeitos primários e secundários, mas incluindo também os atores privados. Por outro lado, quanto às “atividades espaciais desenvolvidas por Estados, diretamente ou mediante pessoas jurídicas públicas ou privadas, e também por organizações internacionais”, Bittencourt Neto (2011, p. 46) explica que:

O conceito de atividade espacial deve ser considerado de forma ampla, compreendendo todos os modos de exploração e uso do espaço sideral, inclusive dos corpos celestes, de tal sorte que inclua tanto o projeto de uma nave espacial quanto seu efetivo lançamento, independe de ser bem-sucedido ou não.

Para melhor elucidar a extensão da carga semântica de atividade espacial e a perspectiva do lançamento de uma nave espacial é necessário que a vejamos sob a perspectiva de Estado Lançador.

De forma exemplificativa: a) um Estado A faz o lançamento de seu satélite no território do Estado B; b) Uma empresa de economia mista, com sede no Estado C lança um satélite do território do Estado D; c) Uma empresa privada com sede no Estado E lança um satélite ou um ônibus espacial do território do Estado F.

Segundo o Decreto nº. 71.981, de 22 de março de 1973, que promulgou a Convenção sobre Responsabilidade Internacional por Danos Causados por Objetos Espaciais, em seu artigo 1º, (c), aduz-se que: “(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;”

Apesar do Decreto referir-se exclusivamente a Estados, no artigo primeiro, a leitura deve ser feita sobre uma perspectiva extensiva, ou seja, uma empresa, pública, de economia mista ou privada, precisa ter uma sede dentro do território de um Estado, ao qual a mesma se vincula e se obriga juridicamente.

É importante mencionar que a Convenção de Responsabilidade dialoga com o Tratado do Espaço (Decreto nº. 64.362), que define responsabilidade internacional das atividades nacionais realizadas no espaço cósmico nos termos do 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 componente 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.

Assim, em todos os exemplos acima descritos, haveria responsabilidade internacional dos Estados por danos causados pelos objetos espaciais, ainda que a empresa seja privada e mesmo que o lançamento não seja bem-sucedido.

É imperativo que se tenha em mente que, no início, as atividades espaciais eram desenvolvidas e executadas entre Estados quase exclusivamente. Essa realidade tem mudado, pois empresas de economia mista e empresas privadas têm se tornado *players* relevantes para o cenário de atividades espaciais, a exemplo da *SpaceX*, cuja propriedade é de *Elon Musk* ([spacepolicyonline](http://spacepolicyonline.com)).

Quanto às Organizações Internacionais, em especial a ONU, por meio do COPUOS, têm promovido a cooperação internacional em usos pacíficos do espaço sideral, além de estudar atividades relacionadas ao espaço que poderiam ser realizadas pelas Nações Unidas, bem como incentivar programas de pesquisa espacial e analisar problemas legais decorrentes da exploração do espaço sideral (COPUOS, 2020, online).

Por fim, quanto ao objeto do Direito Espacial supramencionado, é importante frisar que a regulamentação da atividade espacial também envolve obrigações, sejam juridicamente vinculantes ou não.

Piradov (2010, p. 13-1), analisando o início das atividades espaciais, traz a necessidade de percepção de outro objeto do Direito Espacial, que é a regulamentação das atividades espaciais, bem como do status do espaço no Direito Internacional, principalmente por considerar que afetam os interesses dos Estados, principalmente dos que têm tecnologia para sua exploração, ainda que a atividade não se desenvolva fisicamente na jurisdição territorial destes.

Adicionalmente, considerando os custos de operações, a produção e desenvolvimento de tecnologias utilizadas nos programas espaciais e nas atividades espaciais em si, os Estados cooperam para formalizar acordos bilaterais ou multilaterais (BITTENCOURT NETO, 2011, p. 48).

A responsabilidade internacional pelo lançamento de objetos espaciais, ainda que sem sucesso, nos termos do artigo 1º, “b”, da Convenção de Responsabilidade de 1972, demonstra a não essencialidade de sucesso do lançamento para atribuição de responsabilidade, traduzindo-se em outro objeto significativo do Direito Espacial (CHENG, 1997, p. 615).

As lacunas e as singularidades do sistema de responsabilidade internacional por danos causados por objetos espaciais serão abordadas no próximo capítulo. Entretanto, é válido mencionar que Malanczuk (1994, p. 159-168) aborda, ainda, que o sistema de responsabilidade do Direito Espacial é vinculado ao Direito Internacional Público.

Ademais, outro ponto sobre objeto do Direito Espacial, segundo Sachdeva (2017, p. 9), é a inexistência de um regime que lide de forma ponderada com crimes cometidos no espaço, sendo assim outro objeto ainda em estado inicial de desenvolvimento.

Quanto à definição ou conceito de Direito Espacial, é necessário que seja feita uma observação sobre a divisão doutrinária existente. Parte da doutrina percebe o Direito Espacial como um sub ramo do Direito Internacional, enquanto outra parte o percebe como ramo autônomo do Direito. Ainda há autores que o percebem como ramo emergente. Por fim, existe uma linha doutrinária que separa o Direito Espacial em privado e público, atribuindo autonomia a apenas um de seus sub-ramos. A ordem

de apresentação dos conceitos será feita da menor autonomia para a maior, e após, a linha doutrinária que separa o Direito Espacial entre público e privado.

Neger e Walter (2011, p. 234) aduzem que nenhum dos documentos sobre Direito Espacial especifica precisamente o escopo deste ramo ou o define de forma clara; assim,

O problema só pode ser resolvido por legislação ou por interpretação. Como a comunidade internacional ainda não conseguiu chegar a acordo sobre um documento vinculante para criar segurança jurídica sobre o escopo do Direito Espacial, os especialistas em direito precisam interpretar o termo¹⁶.

Adicionalmente, Neger e Walter (2011, p. 243) explicam que, para se chegar a uma definição do que é o Direito Espacial, é necessário focar nas atividades humanas no espaço sideral e estabelecer uma fronteira entre aquele e o direito aeronáutico. Portanto, os autores trabalham as atividades humanas no espaço sideral como um dos objetos fundamentais do Direito Espacial.

Segundo Mattos (2012, p. 3), o conceito de René-Jean Dupuy sobre o Direito Espacial Internacional é: “o ramo do Direito Público que estuda os princípios, normas ou regras que regem as relações (direitos e deveres) dos sujeitos (agentes ou atores) da sociedade internacional”.

Segundo Bittencourt Neto (2011, p. 46) esse conceito guarda um fator fundamental para a compreensão do Direito Espacial: o reconhecimento como sujeitos do Direito Espacial os Estados, as Organizações Internacionais e os indivíduos.

Nesse sentido, é importante ter em mente que o Direito Espacial está em transformação e o reconhecimento de uma maior gama de sujeitos e agentes, cujas práticas influem diretamente no seu desenvolvimento, abre novas possibilidades para que arranjos institucionais sejam reconhecidos e sirvam eventualmente como evidência da prática ou como costume internacional.

Já Monserrat Filho (1997, p. 2) percebe o Direito Espacial como ramo do Direito Internacional Público que regula as atividades dos Estados, bem como de suas empresas públicas e privadas, além das organizações internacionais

¹⁶ Tradução do autor. No original: “The problem can only be solved by legislation or by interpretation. As the international community has not yet been able to agree on a binding document to create legal certainty about the scope of space law, law experts have to interpret the term”.

intergovernamentais, seja na exploração ou no uso do espaço sideral, estabelecendo o regime jurídico do espaço sideral e dos corpos celestes.

Argulhes, Palma e Arêdes (2019, p. 262) entendem que o Direito Espacial é um:

ramo do Direito Internacional Público responsável pelo estudo das regras incidentes em todas e quaisquer atividades que ocorrem, cotidianamente, no espaço sideral ou exterior, velando sobretudo, nesse mesmo processo, pela manutenção dos interesses maiores da humanidade.

O conceito supramencionado não aborda as relações que o Direito Espacial tem na Terra, abstraindo as relações jurídicas internacionais e nacionais, especialmente as relações privadas, dando ênfase apenas nas regras aplicadas “no espaço sideral”.

Ademais, inexistente na literatura moderna instrumento juridicamente vinculante que defina com precisão o limite vertical do direito aeronáutico e o início do espaço sideral, que são regimes distintos. Apesar de não haver um consenso sobre o tema, o mesmo já foi debatido no subcomitê jurídico do COPUOS em 1979, 1983 e 1987. A extinta União Soviética submeteu uma proposta que considerava altitudes superiores a 100-110km do nível do mar seriam consideradas espaço sideral (VERESHCHETIN, 2012, p. 1103-1108).

Segundo Morozova e Vasyanin (2019, p. 1-9), o Direito Espacial Internacional é um ramo do Direito Internacional, que regula as condutas das atividades espaciais. Adicionalmente, explicam que: “o Direito Espacial internacional é um ramo do Direito Internacional Público que estabelece um regime jurídico para a exploração e uso do espaço sideral”¹⁷. Esse conceito se funda principalmente nas relações internacionais e no Direito Internacional Público, trazendo a primazia das relações entre Estados e Organizações Internacionais para sua essência, desconsiderando o papel dos atores.

Segundo Tronchetti (2013, p. 86), o Direito Espacial é um ramo do Direito Internacional Público, de tal sorte que:

Todas as atividades no espaço sideral devem ser realizadas em total conformidade com os princípios fundamentais do direito internacional, particularmente aqueles incluídos na Carta das Nações Unidas. Essa ideia está consagrada no Artigo III do Tratado de Espaço Sideral de

¹⁷ Tradução do autor. No original: “international space law is a branch of public international law which establishes a legal regime for the exploration and use of outer space”.

1967. Embora existam exceções, a maioria dos países procura estar em conformidade com as disposições dos tratados das Nações Unidas e outros elementos relevantes da lei e regulamentos espaciais¹⁸.

Em análise das leis aplicáveis ao Direito Espacial, Tronchetti (2013, p. 3-4) explica que as regras fundamentais do Direito Internacional, particularmente as incluídas na Carta das ONU, são aplicáveis às atividades no espaço sideral, e que, apesar do grande número de regras, o Direito Espacial não pode reivindicar ser um sistema jurídico abrangente e integral, cujo limite principal consiste na não abordagem de todos os problemas que seriam desejáveis para sua integridade. Por fim, o autor entende que os avanços do Direito Espacial dependem da disposição dos Estados de cooperar para esse objetivo. No entanto, à medida que aumentam o número de países capazes de acessar e usar o espaço sideral, os desafios para a formação de leis espaciais efetivas aumentam paralelamente.

Von der Dunk (2015, p. 29-30) explica que o Direito Espacial é usualmente definido como um sub-ramo do Direito Internacional Público, um subconjunto de regras, direitos e obrigações dos Estados, especificamente relacionados ao espaço sideral e atividades com relação a esse domínio.

Segundo Gyula Gal, o Direito Espacial é:

um conjunto de regras legais que regulam as relações intra e interestatais que surgem na exploração e uso do espaço sideral e dos corpos celestes (atividades espaciais) e as regras legais que cobrem as consequências de tais atividades do ponto de vista dos direitos dos indivíduos¹⁹ (ZHUKOV; KOLOSOV, 2014, p. 16).

A definição dada por Gal tem como foco central as atividades vinculadas ao lançamento de qualquer objeto na órbita terrestre ou em algum corpo celeste, bem como o movimento de tais objetos em órbita, além do seu voo de volta, seu pouso em outros corpos celestes, e sua permanência. Ou seja, fica claro que a visão do autor é baseada na função das atividades, onde quer que elas possam ser conduzidas.

¹⁸ Tradução do autor. No original: "All activities in outer space must be undertaken in full compliance with fundamental principles of international law, particularly those included in the U. N. Charter. This idea is enshrined in Article III of the 1967 Outer Space Treaty. Although there are exceptions, most countries seek to conform to the provisions of the U. N. treaties and other relevant elements of space law and regulations".

¹⁹ Tradução do autor. No original: "a set of legal rules regulating the intra- and inter-state relations that arise in exploring and using outer space and celestial bodies (space activities), and the legal rules covering the consequences of such activities from the standpoint of the rights of individuals"

Inclusive, o termo Direito Espacial, no sentido amplo, é entendido por ele para abranger as regras de leis domésticas relacionadas às atividades espaciais. Numa perspectiva mais restrita, Gal considera o Direito Espacial como regulador apenas das relações entre os Estados. Por fim, é válido mencionar que as regras de Direito Espacial são agrupadas por ele sob o título geral de Direito Internacional do espaço e tratadas como um componente do Direito Internacional Público (ZHUKOV; KOLOSOV, 2014, p. 16-17).

Cheng (1997, 384) não vê o Direito Internacional como um sistema jurídico independente, diminuindo-o a uma “classificação funcional” de regras do Direito Internacional Público e direito doméstico relacionadas ao espaço sideral.

O Direito Espacial, como existe agora, não é um sistema jurídico independente. É apenas uma classificação funcional dessas regras do Direito Internacional e do Direito Municipal relacionadas ao espaço sideral, objetos naturais ou artificiais no espaço sideral, astronautas e atividades do homem no espaço sideral²⁰.

Quanto a existência do Direito Espacial, como ramo em desenvolvimento, segundo Cheng (1997, p. 151) ao analisar o papel da ONU como fórum na construção do Direito Espacial, aduz que está sendo testemunhado o nascimento de um ramo inteiramente novo do Direito Internacional em condições quase laboratoriais.

Sob uma perspectiva transicional, o Direito Espacial está em plena evolução, desvinculando-se do Direito Internacional e firmando-se como ramo autônomo. Neste sentido, alguns autores fazem pontuações relevantes.

Malanczuk (1994, p. 147) analisa o conceito de Direito Espacial com uma “descrição funcional”: “o Direito Espacial compreende todas as regras e princípios jurídicos nacionais e internacionais que regem a exploração e o uso do espaço sideral pelos Estados, organizações internacionais, pessoas privadas e empresas”²¹.

O conceito supramencionado é amplo e inclui as normas de Direito Internacional e direito nacional (doméstico). O autor entende que, sob esse conceito, a maioria das normas ainda é domínio do Direito Internacional Público e que a

²⁰ Tradução do autor. No original: “Space law, as it now exists, is not an independent legal system. It is merely a functional classification of those rules of international law and of municipal law relating to outer space, natural or man-made objects in outer space, spacemen, and man’s activities in outer space”.

²¹ Tradução do autor. No original: “space law comprises all international and national legal rules and principles which govern the exploration and use of outer space by States, international organizations, private persons and companies”.

legislação nacional inclui tanto as normas de direito público quanto de direito privado, e futuramente elementos de direito penal (MALANCZUK, 1994, p. 147).

A prática do Direito Espacial o enraíza ao Direito Internacional, pois o Tratado do Espaço aduz que as atividades espaciais devem ser realizadas “de acordo com o Direito Internacional”. Entretanto, características especiais do Direito Espacial, como o processo legislativo, certos princípios, a forma de atribuição de responsabilidade e suas formas de resolução de controvérsias o distanciam de um mero ramo do Direito Internacional. Por fim, reconhecendo a existência de problemas não resolvidos no Direito Espacial e ausência de plena autonomia do ramo, Malanczuk (1994, p. 178-180) entende que esforços sistemáticos devem ser incentivados a integrar a pesquisa e o ensino no "ramo" do Direito Espacial de maneira mais próxima da corrente principal do Direito Internacional.

Sachdeva (2017, p. 8-9) percebe o Direito Espacial como um ramo nascente e ainda em evolução do Direito Internacional que, apesar de ter crescido e atravessado uma jornada de séculos em apenas décadas para amadurecer, tem demonstrado um fenômeno autopoietico:

Seus princípios estão amadurecendo como costumes com força quase obrigatória para obter concordância voluntária mesmo de Estados não signatários / não membros. Assim, metamorfoseou-se para um sistema independente e autopoietico, com nexos complexos e ligações cruzadas com outros subsistemas de regimes legais cognatos, suas operações entrelaçadas e outras aplicações múltiplas²².

Para Sachdeva (2017, p. 9), o Direito Espacial está gradualmente se cristalizando em novas formações, e sua compilação se tornando mais distinta e comunicável, apesar de reconhecer a não existência de uma abordagem reducionista da criminalidade no Direito Espacial, que se reduz à sobrevivência comum ou à aniquilação coletiva. Portanto, o autor recomenda adesões estritas ao Direito Espacial, independentemente de serem pesquisadores, usuários (*spacefarers*) ou observadores de espaço e temática espacial.

O Direito Espacial como ramo autônomo do Direito merece um reconhecimento sobre sua independência, mas principalmente pela sua capacidade evolutiva

²² Tradução do autor. No original: “Its principles are maturing into customs with near-obligatory force to elicit voluntary abidance even from non-signatory/non-Member States. It has thus metamorphosed into an independent and auto-poietic system with complex nexos and cross-linkages to other subsystems of cognate legal regimes, their intertwined operations and other multiple applications”.

desvinculada a sistemas jurídicos mais “engessados”, como o Direito Internacional clássico, por exemplo. Inclusive, como já foi ponderado por autores que reconhecem o Direito Espacial como nascente e em desenvolvimento, ou auto-poiético, reduzi-lo a sub-ramo, ou menos que isso, simplesmente criaria mais uma camada de burocracia em vez de acelerar o processo de preenchimento de lacunas.

Diederiks-Verschoor e Kopal (2008, p. 5) deixam clara suas posições sobre a temática, ao afirmar que:

Não hesito em apoiar o argumento esmagador de reconhecer o Direito Espacial como um ramo separado do direito internacional: é manifestamente distinta do Direito Aéreo e do Direito do Mar que se preocupa com os mares e os oceanos. Dizer que o Direito Espacial não é mais do que uma extensão do direito aeronáutico, ou uma continuação dele - como foi argumentado por alguns - não é mais uma razão: apenas daria justificável confusão e mal-entendidos que devem ser evitados a todo custo²³.

Segundo Zhukov e Kolosov (2014, p. 13), o Direito Espacial Internacional é tratado pelos doutrinadores “soviéticos” como um ramo novo do Direito Internacional, observando-o como um “sistema jurídico independente”.

Segundo Evgeny Korovin, o Direito Espacial é um “conjunto de regras que regulam as relações legais entre pessoas e entre Estados no espaço sideral” (ZHUKOV; KOLOSOV, 2014, p. 15). Esse conceito tem como mérito a ênfase dada à regulação legal do espaço sideral, considerando inclusive as regras de Direito Internacional e direito doméstico que influem sobre o Direito Espacial.

Wassenbergh (1991, p. 20) entende que o Direito Espacial constitui primordialmente o direito que regula atividades espaciais relacionadas à Terra, para manter e garantir paz, bem como o progresso no planeta, evitando, assim, danos a qualquer Estado. Secundariamente, representa o direito que regula as atividades estatais desenvolvidas no espaço sideral e a promoção da participação equitativa aos Estados, em atividades espaciais, sempre com o objetivo de garantia da paz. Por fim,

²³ Tradução do autor. No original: “I have no hesitation in supporting the overwhelming case for recognizing space law as a separate branch of international law: it is manifestly distinct from air law which governs the airspace and the law of the sea which is concerned with the seas and the oceans. To say that space law is no more than an extension of air law, or a continuation of it—as has been argued by some—no longer stands to reason: it would only give rise to confusion and misunderstanding that must be avoided at all cost”.

o autor percebe o Direito Espacial como o direito da humanidade, que deve garantir parcelas mais equitativas possíveis de benefícios a todos os povos.

Neger e Walter (2011, p. 243) percebem o Direito Espacial como ramo autônomo, aduzindo que a regulamentação das atividades espaciais garante segurança e paz no ambiente especial, sendo a ampla gama de funções do Direito Espacial um dos pontos fundamentais para sua autonomia. Apesar disso, os autores ressaltam que a ausência de instrumentos vinculantes que deem certeza sobre o escopo do Direito Espacial ainda é um ponto a ser preenchido para distingui-lo do Direito Internacional.

Quanto às características do Direito Espacial que o levam a ser considerado ramo autônomo do Direito, destacam-se:

O Direito Espacial mostra uma série de características que o distinguem da maioria dos outros campos do direito e que, portanto, substanciam seu status como um ramo autônomo do sistema jurídico. Em primeiro lugar, é muito amplo e fragmentado, porque existem muitas fontes heterogêneas de Direito Espacial. Além disso, a elaboração de leis espaciais no nível internacional segue o método de consenso, o que significa que os regulamentos internacionais de leis espaciais geralmente refletem apenas o menor denominador que encontrou consentimento geral. Outra característica do Direito Espacial internacional é o regime de responsabilidade especial que implica, entre outras coisas, uma responsabilidade absoluta que é bastante incomum no campo do direito internacional. E, eventualmente, o Direito Espacial está intimamente ligado à tecnologia, o que cria uma necessidade constante de reavaliação e revisão. Isso faz do Direito Espacial um campo jurídico muito especializado e mutável (NEGER; WALTER, 2011, p. 243)²⁴.

Com isso, os autores supramencionados entendem que o Direito Espacial, nos últimos 50 anos, ultrapassou os limites do Direito Internacional e transformou-se em um novo ramo independente do sistema jurídico.

Uma corrente doutrinária com fulcro de dividir o Direito Espacial entre público e privado também tem relevância, especialmente pelo fato de não haver avanços

²⁴ Tradução do autor. No original: "space law shows a number of characteristics that distinguish it from most other fields of law and that therefore substantiate its status as an independent branch of the legal system. Firstly, it is very broad and fragmented because there are many heterogeneous sources of space law. Furthermore, space law making on the international level follows the consensus method, which means that international space law regulations often just reflect the smallest denominator that has found general consent. Another characteristic of international space law is the special liability regime that implies, inter alia, an absolute liability that is quite unusual in the field of international law. And eventually, space law is very closely linked to technology, which creates a constant need for reassessment and revision. This makes space law a very specialised and changeable field of law".

significativos na criação de tratados e convenções desde o Tratado da Lua em 1979. Assim, governos locais avançam suas legislações e dão subsídio a empresas privadas para aumentar seu leque de exploração as atividades espaciais.

É importante mencionar que, para os fins da presente tese, essa corrente doutrinária precisa de alguns esclarecimentos. A ausência de tratados ou convenções após o Tratado da Lua não implica que o Direito Espacial está estagnado, mas que outras fontes, tal como as legislações nacionais e normas não vinculantes (*guidelines*) tem um protagonismo neste momento histórico.

A SpaceX, com o projeto *Starlink*, que visa promover internet de baixo custo para locais mais remotos do planeta Terra e para atingir seu objetivo, deverá lançar até 12.000 (doze mil) satélites, que irão compor uma mega constelação. O projeto sabidamente irá interferir na observação do universo; entretanto, está em plena execução (MANN, 2020, online).

Outro projeto da *SpaceX* é o transporte de astronautas, efetivado com o lançamento da nave *Dragon Crew*, no dia 30 de maio de 2020. Com o feito, a *SpaceX* se tornou a primeira empresa privada a ter uma tripulação em órbita (Globo, 2020, online).

Nesse sentido, Jankowitsch (2015, p. 26) explica que:

O crescente ritmo de comercialização de atividades espaciais impulsionado por atores privados cada vez mais numerosos terá ou já deixou um impacto permanente no Direito Espacial internacional, que, em sua origem, pretendia regular apenas as relações entre estados ou atores estatais. Muitas questões relacionadas às atividades espaciais privadas, como direitos de propriedade, direitos de propriedade intelectual, responsabilidade de entidades não-governamentais, seguro, status legal de turistas espaciais e outros, exigem regulamentação adequada, especialmente porque podem ser esperados avanços futuros em tecnologia espacial. Essas novas questões já resultaram, embora em grau limitado, na introdução de certos elementos do Direito Internacional Privado em novos regimes espaciais, como o Protocolo de Ativos Espaciais da UNIDROIT ou as Regras do Tribunal Permanente de Arbitragem (PCA) sobre disputas no espaço sideral²⁵.

²⁵ Tradução do autor. No original: "The increasing pace of commercialization of space activities driven by ever more numerous private actors will have or already has left a permanent impact on international space law, which, at its origins, was intended to regulate relations between states or state actors only. Many issues related to private space activities such as property rights, intellectual property rights, liability of non-governmental entities, insurance, legal status of space tourists and others require adequate regulation, especially as future advances in space technology can be expected. These new issues have already, although to a limited degree, resulted in the introduction of certain elements of private international law into new space regimes such as the UNIDROIT Space Assets Protocol¹⁰³ or the Permanent Court of Arbitration (PCA) Rules on Outer Space Disputes".

Por fim, Jankowitsch (2015, p. 26) aduz que alguns autores, neste contexto, argumentam pela criação de um ramo separado do Direito Internacional privado na forma de “direito privado internacional do espaço”, em inglês: *international space private law*.

Berkman et al. (2018, p. 27) explicam a nomenclatura utilizada por Jankowitsch (2015, p.26), seguindo uma recomendação dada por Ram S. Jakhu: “Direito Privado Internacional Do Espaço” foi reformulada como “Direito Internacional Privado Do Espaço’ e usada posteriormente em publicações”²⁶.

Yuzbashyan (2011, p. 72-73) explica que por vários anos juristas internacionais especializados no campo do Direito Internacional do Espaço, em inglês *International Space Law* (ISL), discutem a questão da formação do Direito Internacional Privado do Espaço, em inglês *Private International Space Law* (PISL).

A autora define o Direito Internacional privado do espaço como: “um conjunto de regras jurídicas substantivas e regras de conflito de leis que regem a propriedade relacionada ao espaço e as relações pessoais não relacionadas à propriedade envolvendo um “elemento estrangeiro”²⁷. Quanto ao elemento estrangeiro, a autora explica que o mesmo pode ser distinguido por sujeito em um relacionamento, objeto ou ato jurídico com base no qual o relacionamento legal surge, muda ou termina (YUZBASHYAN, 2011, p. 73).

Considerando os conceitos e definições apresentadas neste capítulo, o conceito desenvolvido que amolde e adeque os mais distintos pontos de vista é, segundo a visão do autor da presente tese: o Direito Espacial constitui um ramo autônomo do direito formado por um conjunto de princípios e regras que regem (direitos e deveres), definem (atribuição de *status*), regulam e promovem atividades espaciais, desenvolvidas desde a Terra até o espaço sideral, por Estados, diretamente ou indiretamente, mediante pessoas físicas e jurídicas, públicas ou privadas, bem como por organizações internacionais, inclusive por meio de arranjos não institucionais.

²⁶ Tradução do autor. No original: “international space private law’ was reformulated as ‘private international space law’ and further used in publications starting from the following.

²⁷ Tradução do autor. No original: “a set of substantive legal rules and rules of conflict of laws governing space-related property and personal non-property relations involving a “foreign element””.

1.3 Fontes do Direito Espacial

Quanto às fontes, é necessário mencionar que o Direito Espacial guarda uma íntima relação com Direito Internacional, como já foi explicado, inclusive com parte da doutrina aduzindo que o primeiro é um sub-ramo, e não um ramo autônomo, do segundo.

O estudo de fontes do Direito Internacional as analisa sob duas perspectivas: fontes materiais e fontes formais.

As fontes materiais constituem, segundo DINH, PELLET e DAILLER (1999, p. 101), “os fundamentos sociológicos das normas internacionais, a sua base política, moral ou económica”, ou seja, determinam a elaboração de certa norma jurídica (MAZZUOLI, 2008, p. 26).

Ainda sobre as fontes materiais, Portela (2017, p. 57) explica as consequências da II Guerra Mundial, “cujas atrocidades evidenciaram a relevância de proteger a dignidade humana, impulsionando a negociação e a consagração de algumas das principais normas internacionais de direitos humanos”.

Trazendo para a realidade do Direito Espacial, é possível fazer inferências que as consequências da II Guerra Mundial e principalmente da Guerra Fria, evidenciaram a necessidade de proteção da paz, a fim de evitar uma guerra nuclear ou a extrapolação das atividades militares no espaço conforme princípios na carta da ONU.

Quanto às fontes formais, Soares (2002, p. 54) explica que “informa-nos sobre as formas externas e claras com que um valor deverá revestir-se, as maneiras de expressão que este valor deverá dotar, para ser considerado como uma norma jurídica”. Ainda nesse sentido, Portela (2017, p. 58) complementa explicando que “as fontes formais são o modo de revelação e exteriorização da norma jurídica e dos valores que esta pretende tutelar, representadas pelas normas de Direito positivo”.

Accioly, Casella, Silva (2012, p. 90) explicam que as fontes formais seriam aquelas positivadas em instrumentos escritos na forma de convenções internacionais ou em norma de direito consuetudinário e que as fontes materiais seriam os princípios gerais do direito.

A doutrina inglesa de Ian Brownlie (2012, p. 20-21) tem uma perspectiva diversa sobre fontes formais e materiais a adotada pela doutrina brasileira. Segundo o autor, o uso do termo fontes formais é equivocado, pois o “maquinário constitucional” de criação de regras existente nos Estado não se replica na criação de regras de Direito

Internacional. Como substituto equivalente, o autor enumera o princípio do consentimento geral para a criação de regras de aplicação geral. Assim, é possível dizer que, na visão do autor, as fontes formais seriam os princípios, enquanto as fontes materiais seriam aquelas enumeradas de fato pelo art. 38, do Estatuto da Corte Internacional de Justiça (CIJ)²⁸.

As fontes formais do Direito Internacional, segundo a doutrina brasileira, composta por Soares (2002, p. 55); Portela (2017, p. 58); Accioly, Casella e Silva (2012, p. 91), dentre outros, estão definidas no artigo 38, do Estatuto da CIJ, de 1945, e são utilizadas como fontes para as decisões da referida Corte, sendo elas: a) tratados internacionais, gerais ou específicos, que estabelecem regras expressamente aceitas pelos Estados; b) costumes internacionais, como evidência de uma prática reiterada da sociedade internacional aceita como lei, ou seja, com consciência de sua obrigatoriedade; c) princípios gerais do direito “reconhecidos pelas nações civilizadas”; d) doutrina e jurisprudência, como fontes subsidiárias às três primeiras (BITTENCOURT NETO, 2011, p. 53).

Segundo Soares (2002, p. 55), a enumeração das fontes relativas ao artigo 38 do Estatuto da Corte Internacional de Justiça (CIJ) não representa o melhor rol das fontes do Direito Internacional Público, pois não consagrava as seguintes realidades:

(a) as declarações unilaterais dos Estados com efeitos jurídicos no Direito Internacional, reconhecidas como fontes formais pela doutrina dominante na época e, com algumas justificativas, (b) as decisões tomadas pelas organizações internacionais intergovernamentais (hoje denominadas OIGs, por oposição às ONGs), entidades que, naquele momento histórico, eram bastante tímidas em sua atuação e limitadas em sua competência internacional.

De forma mais expansiva e já direcionada as fontes do Direito Espacial em si, Masson-Zwaan e Hofmann (2019, p. 20-21) entendem que a enumeração de fontes do Direito Espacial depende de como este ramo é definido. Caso o Direito Espacial seja limitado a uma relação interestatal visando a utilização e exploração do espaço sideral, a enumeração de fontes consiste unicamente nos instrumentos do Direito Internacional. Entretanto, se as entidades não-estatais, que são atores significantes nas atividades espaciais, forem levadas em consideração, a definição de Direito

²⁸ É importante mencionar que essa diferença está sendo meramente ilustrada a fim de dar substrato jurídico para embasar futuras análises ou pesquisas dos leitores desta tese, não tendo o condão de definir qual linha está correta ou incorreta.

Espacial deve ser expandida e muitas fontes legais (materiais) que não são usualmente levadas em conta na relação interestatal, deverão ser adicionadas a lista de fontes.

É importante mencionar que, para os fins de pesquisa, esse conceito expandido terá sua efetividade demonstrada no último capítulo, ao analisar como o Grupo Internacional de Trabalho da Haia sobre Governança de Recursos Espaciais produziu os *building blocks and commentaries* e como sua adoção poderá se tornar uma das formas mais relevantes de produção de fontes para o Direito Espacial contemporâneo.

Segundo Zhukov e Kolosov (2014, p. 17), o processo natural de qualquer novo ramo do Direito Internacional surge da conclusão e adesão de tratados internacionais e estabelecimento de direito consuetudinário.

Complementarmente, segundo Rangel (1995, p. 2-7), é necessário pontuar que costumes e tratados internacionais podem surgir de forma paralela, não havendo necessariamente uma ordem de surgimento. Apesar desse paralelismo de criação de fontes, o Direito Espacial tem como principal base evolutiva os tratados internacionais.

Segundo Malanczuk (1994, p. 160), no Direito Espacial, o motivo fundamental da primazia dos tratados sobre os costumes na constituição de fontes do Direito Espacial está vinculado à natureza das atividades espaciais:

A razão pela qual os tratados são muito mais importantes na lei espacial do que nas regras costumeiras reside na natureza das atividades espaciais, cuja regulamentação requer uma formulação mais rápida e detalhada de regras e princípios do que o costume pode fornecer²⁹.

Quanto aos motivos pela primazia dos tratados sobre *soft law* para a positivação dos instrumentos normativos de Direito Espacial é possível destacar, segundo Bittencourt Neto (2011, p. 35-36): 1) as tensões existentes prescindiam de instrumentos com força normativa que implicasse em responsabilidade jurídica, o que gerava mais segurança jurídica à sociedade internacional; 2) acordo entre as superpotências rivais sobre temas relevantes como a proibição de apropriação soberana e liberdade de exploração e uso do espaço; 3) o reconhecimento dos riscos e alto custos quanto ao lançamento de objetos espaciais demonstram faticamente a

²⁹ Tradução do autor. No original: “The reason why treaties are far more important in space law than customary rules lies in the nature of the outer space activities, the regulation of which requires a quicker and more detailed formulation of rules and principles than custom can supply”.

necessidade de cooperação como estratégia para o sucesso das missões; 4) “a compilação das resoluções da Assembleia Geral da ONU num único documento permitiria a organização da matéria de forma compreensível, além de assentar princípios de forma mais certa e segura”, seguindo as regras de Direito Internacional Público.

Os principais tratados internacionais com temática voltada para o Direito Espacial foram acordados pela sociedade internacional no âmbito da ONU, com influência direta do COPUOS (TRONCHETTI, 2013, p. 3) e “disciplinaram juridicamente esse novo direito e tornaram seus princípios obrigatórios a todos os Estados-Partes, a partir de sua vigência” (BITTENCOURT NETO, 2011, p. 53).

O primeiro instrumento vinculante internacional é o Tratado do Espaço, de 1967 (em inglês *Outer Space Treaty*)³⁰. Trata-se da nomenclatura informal do mesmo, que é usualmente utilizada na prática internacional. A sua nomenclatura formal é: Tratado sobre Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico, inclusive a Lua e demais Corpos Celestes³¹ e foi ratificado pelo Brasil e é disciplinado pelo Decreto nº. 64.362, de 17 de abril de 1969.

O segundo instrumento vinculante internacional é o Acordo de Salvamento, de 1968 (em inglês, *Rescue Agreement*). Trata-se da nomenclatura informal do mesmo, que é usualmente utilizada na prática internacional. A sua nomenclatura formal é Acordo sobre Salvamento de Astronautas e Restituição de Astronautas e de objetos Lançados ao Espaço Cósmico³². É válido mencionar que sua ratificação foi feita pelo direito brasileiro e é disciplinado pelo Decreto nº. 71.989, de 26 de março de 1973.

O terceiro instrumento vinculante internacional é a Convenção de Responsabilidade, de 1972 (em inglês, *Liability Convention*). Trata-se da nomenclatura informal do tratado, que é usualmente utilizada na prática internacional. A sua nomenclatura formal é Convenção sobre Responsabilidade Internacional por Danos Causados por Objetos Espaciais³³, tendo sido ratificado pelo Brasil e disciplinado pelo Decreto nº. 71.981, de 22 de março de 1973.

³⁰ Em textos científicos e na prática do Direito Espacial é usualmente abreviado como OST.

³¹ Em inglês, *Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies*.

³² Em inglês, *Agreement on the Rescue of Astronauts, the Return of Astronauts and the Return of Objects Launched into Outer Space*.

³³ Em inglês, *Convention on International Liability for Damage Caused by Space Objects*.

O quarto instrumento vinculante internacional é a Convenção de Registro, de 1976 (em inglês, *Registration Convention*). Trata-se da nomenclatura informal, que é usualmente utilizada na prática internacional. A nomenclatura formal deste tratado é Convenção Relativa ao Registro de Objetos Lançados no Espaço Cósmico³⁴, tendo sido ratificado pelo Brasil e é disciplinado pelo Decreto nº. 5.806, de 19 de junho de 2006.

O quinto tratado é o Tratado da Lua, de 1979 (em inglês *Moon Agreement*). Trata-se da nomenclatura informal do tratado, que é usualmente utilizada na prática internacional. A nomenclatura formal deste tratado é Acordo que Regula as Atividades dos Estados na Lua e em Outros Corpos Celestes³⁵. Este tratado foi único dos 5 tratados de Direito Espacial não ratificado pelo Brasil, tendo como um dos motivos preponderantes a então impossibilidade prática da promoção da exploração comercial dos corpos celestes (BITTENCOURT NETO, 2011, p. 53).

Além dos 5 grandes tratados supramencionados, a enumeração de outros instrumentos internacionais relevantes se faz necessária.

O Tratado de Proibição Parcial de Testes, de 1963³⁶, ou Tratado de Prescrição das Experiências com Armas Nucleares na Atmosfera, no Espaço Cósmico e sob a Água³⁷, ratificado e incorporado ao ordenamento jurídico brasileiro pelo Decreto Legislativo nº. 30, de 1964.

Outro instrumento relevante a ser pontuado é a Constituição e Convenção da União Internacional de Telecomunicações, de 1992³⁸. O Brasil ratificou e incorporou estes tratados internacionais por meio do Decreto nº. 2.962, de 23 de fevereiro de 1999.

Via de regra, para que os costumes internacionais sejam constituídos, é necessária a prática reiterada, consciente de sua obrigatoriedade, pelos sujeitos de Direito Internacional, por período razoável de tempo. Entretanto, o Direito Espacial tem um pouco mais de 60 anos, o que leva à reflexão sobre uma das características mencionadas para a constituição do direito consuetudinário: “o período razoável de tempo”. Adicionalmente, a ausência de “contornos exatos” para a formação dos

³⁴ Em inglês, *Convention on Registration of Objects Launched into Outer Space*

³⁵ Em inglês, *Agreement Governing the Activities of States on the Moon and Other Celestial Bodies*

³⁶ Em inglês, *Partial Test Ban Treaty - PTBT*

³⁷ Em inglês, *Treaty Banning Nuclear Weapon Tests in the Atmosphere, in Outer Space and Under Water*

³⁸ Em inglês, *Constitution and Convention of the International Telecommunication Union*

costumes internacionais e a informalidade como elemento essencial, impeliram os Estados a normatizar o Direito Espacial na forma de tratados a fim de evitar brechas que possam ser exploradas, principalmente, de forma econômica e militar (BITTENCOURT NETO, 2011, p. 54).

Alguns dos costumes internacionais que integram as fontes do Direito Espacial se manifestam de formas singulares e com celeridade não observada nos demais ramos; trata-se do direito consuetudinário instantâneo, ou *instant customary law*.

O primeiro costume internacional atribuído ao Direito Espacial, que já foi mencionado no primeiro tópico deste capítulo, surgiu com a ausência de protestos internacionais sobre a invasão do espaço aéreo (MCDUGALL, 1985, p. 187) e dos territórios de diversos Estados pelo lançamento do *Sputnik 1*, em 1957, ou pelos satélites artificiais que o sucederam. Assim, é possível afirmar que satélites em órbita não violam a soberania de outros Estados, inclusive tendo criado uma cisão entre o Direito Espacial e o Direito Aeronáutico, referentes os limites da extensão vertical do último.

Ainda nesse sentido, Gorove (1992, p. 51) explica que:

Completando o crescente corpo de regras do Direito Espacial, está o Direito Espacial consuetudinário internacional, cuja manifestação inicial foi a aceitação pela sociedade internacional da prática de considerar a área em que satélites artificiais orbitam a Terra e a região além como espaço sideral³⁹

A formação do direito consuetudinário instantâneo, segundo explica Soares (2002, p. 83-84), está ligada ao avanço da ciência e da tecnologia, bem como os seus efetivos reflexos nas relações internacionais. Ademais, as regras relativas ao “espaço sideral eram consagradas por usos e costumes, por atividades dos Estados, que tiveram início em 1957” e posteriormente foram compiladas em tratados multilaterais.

Ainda nesse sentido, Malanczuk (1994, p. 159) explica que as mudanças no processo legislativo internacional modificaram o conceito de direito consuetudinário moderno em diversos aspectos, inclusive a tendência de sua criação com relativa celeridade, escrito de forma textual e sendo mais elaborado que sua forma tradicional.

³⁹ Tradução do autor. No original: “Rounding out the ever-growing body of international space law is international customary space law, an early manifestation of which has been the acceptance by the international community of the practice to regard the area where artificial satellites orbit the earth and the region beyond as outer space”.

Como já foi explicado, o ano de 1957 é um divisor histórico para o Direito Espacial, pois o lançamento do *Sputnik 1* tornou palpável os temores relativos à conquista e hegemonia do espaço, durante o período da Guerra Fria. Portanto, de maneira a garantir um mínimo de segurança, os tratados que normatizaram o espaço sideral foram criados.

Para que fique mais clara a compreensão do surgimento do direito consuetudinário instantâneo é preciso que sejam apontados alguns elementos que o compõem. Segundo Brownlie (2012, p. 24-27), é preciso que sejam provadas: a) à duração e a consistência da prática; b) prática reiterada; c) aceitação como direito: *opinio iuris sive necessitatis*.

Com isso, é possível a identificação da teoria dos dois elementos (*two-element theory*) a qual atribui a criação do direito consuetudinário: 1) à prática estatal significativa (*State practice*⁴⁰); 2) e que essa prática seja seguida pela *opinio juris*, ou seja, a crença que essa prática reflita o Direito Internacional (CASSESE, 2005, p. 156).

Um exemplo mais prático sobre as possibilidades de formação da *opinio juris*, segundo Von der Dunk (2015, p. 225-226), é o papel assumido pela Agência Espacial Europeia (ESA)⁴¹, cujas decisões, políticas e processos legislativos internos podem refletir um importante conglomerado de *opinio juris* sobre determinados assuntos espaciais em desenvolvimento. Neste sentido, a ESA tem assumido o papel de protagonista na tentativa de desenvolver direito consuetudinário sobre mitigação de detritos espaciais por meio de sua co-participação no Comitê de Coordenação Inter-Agência de Detritos Espaciais (IADC).

Quanto ao elemento tempo, ou seja, a duração da prática, existem pontos interessantes a serem pontuados. O primeiro diz respeito a inexistência de regras no Direito Internacional quanto ao estabelecimento de um tempo mínimo para que a prática reiterada possa ser reconhecida como costume internacional (BROWNLIE, 2012, p. 7). O segundo é relativo à continuidade da prática, ou seja, a prática deve ser contínua e reiterada, mas não há regras estabelecendo o decurso de tempo para sua

⁴⁰ Para melhor compreensão de *State practice*, é necessária a análise do *Asylum Case*, julgado pela Corte Internacional de Justiça (CIJ) em 1950, que definem como pontos chave para análise desse instituto: a prática de quem é relevante? Quais formas que a prática deve tomar? Quão uniforme devem ser? Por quanto tempo deve ser observada? Qual o papel dos principais Estados afetados? Para aprofundamento doutrinário, ver: BRIGGS, Hebert W. The Colombian-Peruvian Asylum Case and Proof of Customary International Law *The American Journal of International Law*, Vol. 45, No. 4 (October, 1951), p. 728-731.

⁴¹ Composta por países como França, Alemanha, Reino Unido, Itália e Espanha, que são “potências” espaciais.

repetição (KUNZ, 1953, p. 666). O terceiro decorre diretamente do caso da Plataforma Continental do Mar do Norte, que foi julgado pela CIJ e estatuiu que a passagem de um curto período de tempo não era obstáculo para a formação do direito consuetudinário, contanto que, durante aquele período, a prática estatal fosse extensiva e virtualmente uniforme (NORTH SEA CONTINENTAL SHELF, 1969, p. 74).

Cheng (1997, p. 136-148), ao analisar o status legal da Resolução 1721 (XVI) da Assembleia Geral da ONU e da Resolução 1962 (XVIII), concluiu que estas Resoluções não eram juridicamente vinculantes aos Estados Membros da ONU integrantes da Assembleia, mas meramente recomendatórias, e a seguir concluiu: a) que o direito consuetudinário instantâneo consiste de apenas um único elemento constitutivo: “*opinio juris dos Estados*”; b) uma nova regra de direito consuetudinário está suscetível a surgir instantaneamente, pois não há razão para que a *opinio juris* não surja da noite para o dia entre os Estados; c) as resoluções da Assembleia Geral da ONU, apesar da falta de força juridicamente vinculante, podem fornecer evidências desse Direito Internacional consuetudinário.

De forma mais sintética, Mejía-Lemos (2015, p. 85) explica que a conclusão de Bin Cheng foi baseada nas seguintes proposições: “(1) o costume é monoelementar, constituído exclusivamente por *opinio iuris*; (2) o costume pode se formar “instantaneamente”; (3) e resoluções da UNGA, embora careçam de força vinculante, podem fornecer evidências de tal costume “instantâneo””⁴².

Sobre *soft law*, é necessário explicar que a doutrina ainda não chegou a um consenso sobre o status das resoluções da Assembleia Geral da ONU aplicadas ao Direito Espacial. De forma simples, a doutrina não é unânime sobre em quais circunstâncias uma resolução pode representar mais do que uma recomendação aos Estados.

Malanczuk (1994, p.161) explica que as primeiras resoluções da Assembleia Geral da ONU que formularam os princípios básicos do Direito Espacial, bem como as resoluções sobre Princípios de transmissão direta de televisão por satélite, de 1982⁴³, Princípios de Sensoriamento Remoto, de 1986⁴⁴, Princípios sobre fontes de

⁴² Tradução do autor. No original: ““(1) custom is mono elemental, consisting exclusively of opinio iuris; (2) custom may form “instantly”; and (3) UNGA resolutions, albeit lacking binding force, can provide evidence of such “instant” custom””.

⁴³ Em inglês, *Direct Satellite Television Broadcasting Principles*

⁴⁴ Em inglês, *Remote Sensing Principles*

energia nuclear no espaço sideral, de 1992⁴⁵, são as que causam maior debate dentro da doutrina.

Dentre os princípios supramencionados, apenas a resolução relativa aos princípios de transmissão direta de televisão por satélite foi adotada sem o consenso dos membros, pois alguns Estados que não possuíam a tecnologia discordaram quanto a liberdade de transmissão para outros Estados (KOPPENSTEINER, 2012, p. 170)

Jankowitsch (2015, p. 8) adiciona à lista supramencionada a Declaração sobre cooperação internacional em benefício e no interesse de todos os Estados, levando em consideração especialmente as necessidades dos países em desenvolvimento, de 1996⁴⁶.

Jankowitsch (2015, p. 8-9) explica que apesar dos princípios supramencionados estarem, em grande parte, compilados nos tratados espaciais anteriores, particularmente no Tratado do Espaço, as Resoluções da Assembleia Geral (UNGA) não são juridicamente vinculantes, mas simplesmente recomendações para os Estados membros. Os princípios assim adotados formam um código de conduta e refletem uma ampla convicção legal da atual comunidade espacial internacional em categorias especiais de atividades espaciais.

Caso as resoluções da Assembleia Geral da ONU sejam seguidas, a exemplo dos princípios supramencionados, por uma prática constante de Estados e organizações internacionais, podem desempenhar um papel significativo no estabelecimento de regras consuetudinárias do Direito Internacional ou servir como base para futuras negociações internacionais sobre tratados para regular o mesmo assunto, mas, desta vez, de maneira juridicamente vinculante (VERESHCHETIN, DAVILENKO, 1985, p. 22-35).

Soft-law, na forma de diretriz de condutas, não é nem juridicamente vinculante (obrigatória), ou completamente irrelevantes sob uma perspectiva política. Entretanto, se a *soft-law*, que foi elaborada como não vinculante, ganhar relevância e adoção pelos Estados, tornar-se-á evidência da conduta internacional (MALANCZUK, 1994, p.161-162).

⁴⁵ Em inglês, *Principles on Nuclear Power Sources in Outer Space*

⁴⁶ Em inglês, *Declaration on international cooperation for the benefit and in the interest of all states, taking into particular account the needs of developing countries.*

Bittencourt Neto (2011, p. 55) explica que as resoluções podem consolidar costumes internacionais:

resoluções da Assembleia Geral da ONU, por serem *soft-law*, apesar de refletirem compromissos políticos, não devem ser interpretadas como obrigatórias per se, mas, ao definirem normas gerais, quando cumpridas pelos Estados de forma constante ao passar dos anos, com a consciência de sua obrigatoriedade, podem constituir a semente de costume internacional

No mesmo sentido, Nasser (2006, p. 59) explica que os instrumentos de *soft-law* são parte da prática dos Estados, “e podem servir como meios auxiliares na identificação do direito consuetudinário que estes reconhecem ou criam”.

Portanto, a obrigatoriedade das resoluções da Assembleia Geral da ONU, ou seja, sua vinculação jurídica, não advém da resolução em si, mas do costume internacional que ela venha a consagrar (CASSESSE, 2005, p. 196-197).

Distintamente do que ocorreu durante o surgimento do Direito Espacial, quando seu corpo jurídico se deu principalmente na forma de tratados internacionais, especialmente até 1979 com a conclusão do Tratado da Lua no âmbito do COPUOS, hodiernamente, em decorrência da perda do consenso necessário para a conclusão dos tratado internacionais multilaterais, os costumes internacionais voltaram a ganhar importância, de tal sorte que os Estados perceberam sua necessidade, ou pelo menos, a sua conveniência para o cumprimento de regras (DIEDERIKS-VERSCHOOR; KOPAL, 2008, p. 12).

Ainda neste sentido, Jankowitsch (2015, p. 27) explica que os principais desenvolvimentos do Direito Espacial ocorrem no campo da *soft-law* com a proliferação de várias regras não vinculantes, que mostram uma tendência a se tornarem direito consuetudinário. Segundo o autor, o principal exemplo disso é a ascensão de diretrizes e regras para mitigação de detritos espaciais não vinculantes oriundos das principais agências espaciais para um status de regulamentação de *soft-law* decorrente de resolução de 2007 da Assembleia Geral.

Lyall e Larsen (2009, p. 38-51) quando trabalham com fontes do Direito Espacial, trazem uma análise sobre Arranjos de Trabalho (*Working Arrangements*), Padrões Informais (*Informal Standards*), Recomendações e Procedimentos (*Recommendations and Procedures*) sobre as ações do Comitê de Coordenação Inter-Agência de Detritos Espaciais (*Inter-Agency Space Debris Coordination*

Committee – IADC), que foi criado em 1981 e trabalha em função da mitigação de detritos espaciais. O trabalho produzido pelo Comitê foi a base para as Diretrizes da ONU aprovada em 2007, conhecidas como Diretrizes de Mitigação de Detritos Espaciais do Comitê sobre os Usos Pacíficos do Espaço Sideral (*Space Debris Mitigation Guidelines of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space*). Por definição, essas diretrizes não são vinculantes, dependendo da conformidade (*compliance*) dos Estados para que tenham efetividade. Ademais, as variações quanto a sua interpretação e aplicação são vastas, o que dificulta a uniformidade da prática, especialmente pelas Agências Espaciais dos Estados. A uniformidade da prática é um elemento importante para transformar as diretrizes em fontes formais do direito internacional, auferindo o vínculo jurídico, ou seja, tornando-o juridicamente obrigado (*legally binding*).

Outro instrumento não vinculante, que também versa sobre detritos espaciais, mas não se limita a ele, são as “Diretrizes para a Sustentabilidade de Longo Prazo das Atividades Espaciais” (*Guidelines for the Long-term Sustainability of Outer Space Activities*) que foram produzidas pelo grupo de trabalho do COPUOS e publicadas em 2018.

É fundamental mencionar que as diretrizes para sustentabilidade a longo prazo das atividades espaciais dialogam com as diretrizes para mitigação de detritos espaciais, pois o último documento serviu como fonte para o desenvolvimento do primeiro⁴⁷. É importante esclarecer que ambos instrumentos devem ser percebidos como em construção, mesmo após o fim das suas atividades, pois influem, transformam e impactam no desenvolvimento de legislações nacionais. As práticas reiteradas e procedimentos das agências espaciais a nível internacional, que utilizam as duas diretrizes supramencionadas, ainda poderão criar novas formas de construção de fontes do Direito Espacial.

Outra fonte do Direito Espacial, conforme analisado sob a perspectiva do art. 38, (I), (c) do Estatuto da CIJ, são os princípios gerais do Direito Internacional que podem ser observados por si ou como princípios comuns, podendo ser discernidos em análise comparativa entre os sistemas jurídicos domésticos. No primeiro caso, os princípios gerais do Direito Espacial oriundos das resoluções da Assembleia Geral da ONU são um exemplo disso. No segundo caso, a ausência de códigos de Direito

⁴⁷ Além da correlação entre as duas diretrizes, outros pontos específicos serão analisados de forma mais profunda no terceiro capítulo.

Espacial ou sua previsão legal nos ordenamentos jurídicos domésticos de alguns países, impede a análise de princípios comuns baseados em direito comparado (MALANCZUK, 1994, p.163).

Quanto aos princípios gerais do direito, Bittencourt Neto (2011, p. 56) esclarece que:

são princípios jurídicos reconhecidos pelos Estados em foro doméstico, [e] constituem fonte do Direito Espacial. Desempenham relevante papel em relação à responsabilidade internacional dos Estados, permitindo que a solução pacífica de disputas internacionais possa se socorrer de regras e critérios presentes nos mais diversos ordenamentos nacionais. A prevalência da paz nas relações entre os Estados e a cooperação internacional entre os povos se fazem sentir no Tratado do Espaço, e são igualmente referidas pela doutrina como princípios gerais de Direito Espacial

Dentre as fontes subsidiárias, Masson-Zwaan; Hofmann (2019, p. 23) explica que as decisões judiciais e os ensinamentos legais dos juristas mais qualificados de várias nações podem ser utilizados como fontes subsidiárias para as determinações de *rule of law* nos termos do artigo 38, parágrafo 1, do Estatuto da CIJ.

2 – OS DETRITOS ESPACIAIS EM ÓRBITA TERRESTRE BAIXA

O Direito Espacial, como foi explicado acima, surge juntamente com o lançamento do primeiro satélite artificial feito pelo homem, o *Sputnik 1*.

Ao longo das décadas seguintes, os lançamentos de satélites se multiplicaram, pois, segundo Masson-Zwaan e Hofmann (2019, p. 122) havia um interesse crescente no uso e exploração científica e comercial do espaço.

Ademais, o desenvolvimento da legislação espacial é contemporâneo ao desenvolvimento das atividades espaciais. Entretanto, por se tratar de um ramo novo, marcado por um contexto bélico, de receio de dominação espacial, essa foi a preocupação central por muitos anos.

Nesse contexto, segundo Masson-Zwaan e Hofmann (2019, p. 122), os legisladores dos tratados espaciais da ONU provavelmente não tinham como prever as dimensões que o problema dos detritos espaciais assumiria, especialmente na década de 1960.

De forma complementar, Tronchetti (2013, p. 20) explica que os tratados espaciais da ONU não tratam especificamente dos detritos espaciais, principalmente por não serem um problema na época em que foram negociados.

Dentre os riscos impostos pelos detritos espaciais é possível mencionar: o congestionamento da órbita terrestre baixa, o risco de colisão entre satélites ou de detritos com satélites, o risco de colisão de detritos com astronautas, que poderia levar a morte destes, dentre outros.

De forma exemplificativa os detritos, que tem tamanhos variados, podem viajar a uma velocidade de mais de 7,500 m/s, constituindo risco para objetos funcionais, bem como em caso de reentrada caso possuam matérias perigosos, contaminantes ou radioativos (TRONCHETTI, 2013, p. 20).

Por esta razão, neste capítulo será abordado como a problemática dos detritos espaciais tornou-se tão complexa. Para tanto, será demonstrado como a continuidade dos lançamentos de satélites levou ao acúmulo de mais de 9.100 toneladas de detritos na órbita terrestre (ESA, online, a, 2020), além de explicar o risco de ocorrência da Síndrome de Kessler, que é o efeito em cascata de colisões de detritos espaciais.

Será demonstrado como o acúmulo dos detritos na órbita terrestre baixa já implica no aumento dos custos e dos riscos para a manutenção das atividades espaciais, bem como esse cenário poderá se tornar ainda mais complexo e custoso,

especialmente porque há lacunas no atual regime de responsabilidade por danos causados por objetos espaciais, que aumentam a insegurança jurídica dos *players*. Apesar disso, o regime está em vigor e altera o comportamento dos atores espaciais, como comprovado por prática internacional e legislações nacionais.

Ademais, apesar da percepção inicial de risco e acúmulo de detritos, é necessário compreender que a sociedade atual se desenvolveu simultaneamente e de forma atrelada ao alargamento das atividades espaciais. Com isso, será demonstrado ainda como as atividades espaciais tiveram impacto direto na criação de tecnologias utilizadas pela atual sociedade, com impacto direto no desenvolvimento sustentável, devendo ser consideradas essenciais para a consecução dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), da Agenda 2030.

De forma simples, os ODS compõem um conjunto de ações para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente, o clima e garantir a paz e a prosperidade.

2.1 Conceito de detritos espaciais

O desenvolvimento do Direito Espacial ocorreu paralelamente ao desenvolvimento das atividades espaciais. Neste sentido, Bittencourt Neto (2011, p. 30) explica que no fim da década de 50 e início da de 60, esse novo regime jurídico deveria regular o espaço sideral, por se tratar de um período em que os testes de foguetes para lançamento de objetos espaciais seguiam em ritmo acelerado, tanto nos EUA quanto na extinta URSS.

É válido mencionar que “os primeiros foguetes lançadores não passavam de variações de mísseis balísticos, potencialmente letais em caso de falha” (BITTENCOURT NETO, 2011, p. 31) e os EUA e a extinta URSS tinham um interesse claro em colocar em órbita armamentos nucleares e satélites espíões.

Essa dinâmica explica tanto o ritmo acelerado dos lançamentos nas primeiras décadas após o *Sputnik 1*, o temor da sociedade internacional em reação à deflagração de uma guerra nuclear e o desenvolvimento de regras jurídicas relativas à exploração do espaço sideral, que tivessem eficácia para impedir um conflito armado. Segundo Lachs (1977, p. 8) foi necessário submeter as atividades dos Estados ao marco da lei, considerando dos perigos e riscos que implicavam.

Os tratados internacionais com temática espacial não definem o que são detritos espaciais (BRESSACK, 2011, p. 745), bem como não há menções sobre o termo em qualquer tratado (MASSON-ZWAAN; HOFMANN, 2019, p. 122-123).

É importante mencionar que a ausência de uma definição legal em tratado internacional não implica na ausência absoluta de uma definição. O subcomitê técnico-científico do COPUOS publicou um Relatório Técnico sobre Detritos Espaciais (1999, p. 2) com a seguinte definição de detritos espaciais:

Todos os objetos feitos pelo homem, incluindo seus fragmentos e partes, quer seus proprietários possam ser identificados ou não, na órbita da Terra ou reentrando nas camadas densas da atmosfera, que não são funcionais, sem nenhuma expectativa razoável de serem capazes de assumir ou retomar as funções pretendidas ou outras funções para as quais são ou podem ser autorizados⁴⁸

O documento supramencionado deixa claro que ainda não havia consenso sobre a definição adotada. Entretanto, tratou-se de um dos primeiros documentos da ONU sobre o assunto (MEDVEDEVA, p. 15-16).

Outra definição de detritos espaciais foi proposta pela Academia Internacional de Astronáutica (*International Academy of Astronautics* – IAA), com a seguinte redação:

Qualquer objeto orbitando a Terra feito pelo homem que não seja funcional, sem nenhuma expectativa razoável de assumir ou retomar sua função pretendida, ou qualquer outra função para a qual é ou pode ser esperado que seja autorizado, incluindo fragmentos e partes deles. Detritos orbitais incluem espaçonaves não operacionais, corpos de foguetes gastos, material liberado durante operações espaciais planejadas e fragmentos gerados por satélite e rompimento do estágio superior devido a explosões e colisões⁴⁹ (FLURY; CONTANT, 2001, p. 841-849).

As Diretrizes de Mitigação de Detritos Espaciais produzidas em 2002 e revisadas em 2007 pelo Comitê de Coordenação de Detritos Espaciais Interações

⁴⁸ Tradução do autor. No original: “all man-made objects, including their fragments and parts, whether their owners can be identified or not, in Earth orbit or re-entering the dense layers of the atmosphere, that are non functional with no reasonable expectation of their being able to assume or resume their intended functions or other functions for which they are or can be authorized”.

⁴⁹ Tradução do autor. No original: “any man-made Earth-orbiting object which is non-functional with no reasonable expectation of assuming or resuming its intended function, or any other function for which it is or can be expected to be authorized, including fragments and parts thereof. Orbital debris includes non-operational spacecraft, spent rocket bodies, material released during planned space operations, and fragments generated by satellite and upper stage breakup due to explosions and collisions”.

(IADC) traz a seguinte definição de detritos espaciais: “todos os objetos feitos pelo homem, incluindo fragmentos e elementos dos mesmos, na órbita da Terra ou reentrando na atmosfera, que não são funcionais”⁵⁰.

Apesar de semelhantes, a definição do IADC é mais abrangente e, segundo Tronchetti (2013, p. 20), o termo detrito espacial e a definição supramencionada tem sido cada vez mais utilizados em deliberações dentro do COPUOS. Ademais, as diretrizes foram endossadas em 2007 pela Assembleia Geral da ONU pela Resolução 62/217 (MASSON-ZWAAN; HOFMANN, 2019, p. 123-124).

Portanto, apesar do caráter não vinculante das diretrizes, elas constituem importante fonte do Direito Espacial e devem ser percebidas como formas necessárias ao desenvolvimento da legislação espacial.

2.2 Formação de detritos espaciais e sua dinâmica nas órbitas terrestres

O primeiro pedaço de detrito espacial foi oriundo do corpo do foguete responsável pelo lançamento do *Sputnik 1* em 1957 (SALTER, 2016, p. 224) e a partir do reconhecimento da dinâmica dos lançamentos é possível entender a proliferação dos detritos.

Os detritos variam em tamanho, podendo ser produzidos por colisões, explosões ou esgotamento de combustível, que podem rotacionar na órbita terrestre por tempo indefinido, implicando em riscos para as missões futuras (MASSON-ZWAAN; HOFMANN, 2019, p. 123).

É importante ressaltar que, em um caso concreto de colisão entre um objeto espacial e um pequeno detrito, em velocidade média de 10 km/s, isso implicará na ejeção de 115 vezes a massa do objeto menor. Desta forma, em 2016, um pequeno pedaço de tinta danificou a janela da Estação Espacial Internacional (MASSON-ZWAAN; HOFMANN, 2019, p. 122).

Portanto, um pedaço de tinta, um pedaço de estágio de foguete que se desprende, um parafuso solto não necessariamente oriundos das formas citadas, constituem um risco potencial à vida de astronautas, à segurança da Estação Espacial Internacional (*International Space Station – ISS*) e às atividades satelitais em geral, podendo destruir, desabilitar ou tirar um satélite de rota.

⁵⁰ Tradução do autor. No original: “all man-made objects, including fragments and elements thereof, in Earth orbit or re-entering the atmosphere, that are non-functional”.

Segundo Grosse (2013, p. 5-6) existem quatro tipos de detritos distintos, sendo eles: a) cargas inativas, que consistem principalmente em satélites não funcionais na órbita da Terra; b) detritos operacionais, que são objetos descartados intencionalmente durante a entrega do satélite ou operações do satélite, incluindo tampas de lentes, dispositivos de separação e embalagem, mecanismos de rotação, tanques de propelente vazios e protetores de carga útil; c) detritos de fragmentação, que são derivados de separação de corpos foguetes abandonados e naves espaciais; d) detritos microparticulados, que incluem poeira de motores de foguetes sólidos e produtos de degradação de superfície, como manchas de tinta.

Esses detritos, segundo Flury e Contant (2001, p. 841), eventualmente irão reentrar na atmosfera terrestre, escapar da órbita terrestre para o espaço profundo ou permanecer na órbita terrestre. Para determinar o que irá ocorrer, entender sobre a velocidade, posição do detrito, inclinação e distância é fundamental, entretanto, a dinâmica depende do aprofundamento das questões físicas envolvidas, que não é o propósito desta tese.

São necessários alguns apontamentos para que haja noção do cenário existente. Assim, merecem destaque os detritos que estão na órbita terrestre baixa (*low earth orbit – LEO*), que estão localizados entre 160 e 1000km de altitude (EARL, 2009, p. 245). Nessa órbita, Lyall e Larsen (2009, p. 245) explicam que o uso principal é científico e de sensoriamento remoto.

Segundo Earl (2019, p. 4-5), pelas características da LEO:

esta órbita é ideal para lançamentos espaciais mais baratos pelo seu extenso programa de envio de muitas cargas pesadas, para recuperar os astronautas para a Terra e para as telecomunicações constantes e necessárias à Terra. No entanto, é notável que a SpaceX Starlink e o Projeto Kuiper da Amazon.com estejam planejando habitar esta região orbital com novas mega constelações, levantando preocupações com a segurança da Estação Espacial Internacional (ISS) e seus ocupantes humanos⁵¹

⁵¹ Tradução do autor. No original: “Owing to the characteristics of LEO, this orbit is ideal for cheaper space launches for its extensive program of lifting many heavy payloads, for recovering the astronauts to Earth, and for the constant and necessary telecommunications to Earth. However, it is notable that SpaceX Starlink and Amazon.com Project Kuiper are planning to inhabit this orbital region with new mega constellations, raising concerns for the safety of the ISS and its human occupants”.

Segundo Akers (2012, p. 285-317), satélites localizados na LEO deverão se desintegrar com relativa rapidez, por causa da força de atração gravitacional terrestre, exceto se mantiverem sua velocidade constante.

A ISS está localizada nesta órbita a 400 km de altitude (UNDSETH, JOLLY, OLIVARI, 2020, p. 14). Outro exemplo prático, segundo Grosse (2013, p. 6), é que um detrito espacial localizado a 600km, ou seja, na órbita terrestre baixa, demoraria aproximadamente quinze anos para realizar a reentrada natural na atmosfera terrestre, enquanto um objeto localizado acima 850 km pode demorar séculos.

Autores como Flury e Contant (2001, p. 841) entendem que a LEO iria até 2000km, entretanto, não mencionam a área conhecida como órbita terrestre média (*medium earth orbit* - MEO), que é analisada por obras mais recentes, como Earl (2019, p. 5) que a descreve como órbita que vai além dos 1000km até aproximadamente 35.000km. Já Lyall e Larsen (2009, p. 246) reconhecem a existência da MEO, entretanto o posicionam entre 2000km a 35000km, entendendo que a LEO iria até 2000km.

Earl (2019, p. 5) explica que na MEO os sensores implementados têm cobertura superior aqueles localizados na LEO, sendo ideais para constelação de GPS e para o uso de satélites de comunicação, como INMARSAT.

Os detritos espaciais localizados em MEO e na órbita terrestre geoestacionária (*Geostationary Earth Orbit* - GEO) podem permanecer no espaço por centenas de anos ou por tempo indefinido, exceto se forem propositalmente desativados ou desacelerados para alguma órbita inferior (GROSSE, 2013, p. 6).

A GEO está localizada acima de 35.000km da terra e recebe esse nome pois quando um objeto (satélite) é observado da Terra nessa órbita, há impressão do mesmo estar estacionário, pois está orbitando ao redor da Terra na mesma velocidade que a Terra está girando em torno de seu centro. A GEO é comumente utilizada para comunicação e observações da Terra, incluindo satélites meteorológicos (EARL, 2019, p. 5).

2.2.1 A evolução dos detritos espaciais e a órbita terrestre baixa

Entre o lançamento do *Sputnik 1* até meados de 1978, apenas atores estatais estavam realizando lançamentos grandes e caros (EARL, 2019, p. 6). A partir desta data, como efeitos inesperados da globalização e da digitalização, o aumento do uso

das órbitas da Terra, para fins comerciais, civis e militares evoluiu de forma significativa, tendo como fatores principais o crescimento das aplicações institucionais e comerciais das atividades espaciais, a redução dos custos de lançamentos e retornos esperados nos segmentos *downstream* com uso intensivo de dados (UNDSETH, JOLLY, OLIVARI, 2020, p. 16).

Para que haja uma percepção mais clara, entre 1957 e 2020 foram registrados 5.990 (excluindo falhas) lançamentos espaciais, colocando em órbita cerca de 10.490 satélite, dentre os quais 6.090 ainda permanecem no espaço e só 3.300 estão em funcionamento. Quanto ao número de detritos regularmente rastreados por Redes de Vigilância Espacial e mantidos em seu catálogo, é possível enumerar cerca de 28.150, enquanto o número estimado de separações, explosões, colisões ou eventos anômalos, resultando em fragmentações somam mais de 550 (ESA, online, 2020, a).

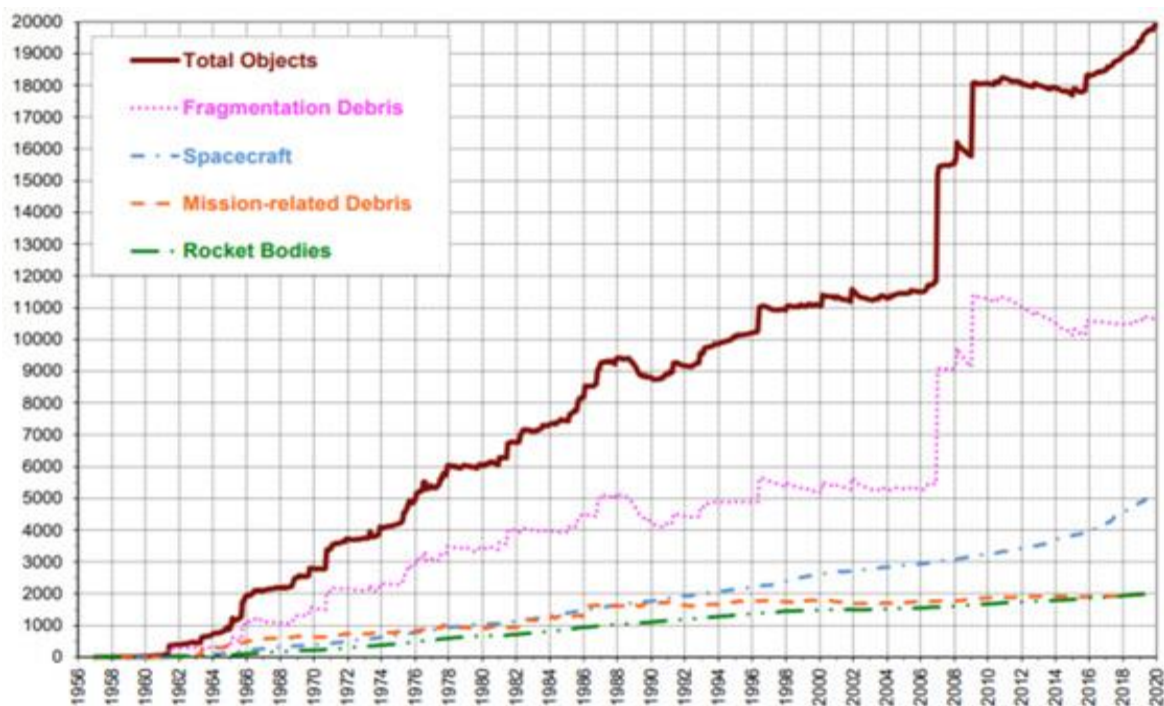
A massa somada de todos os objetos espaciais na órbita da Terra ultrapassa 9.100 toneladas. Quanto aos detritos estimados por modelos estatísticos que estão em órbita, eles somam mais de 34.000 objetos maiores que 10 cm; 900.000 objetos maiores que 1 cm a 10 cm; e 128 milhões de objetos maiores que 1 mm a 1 cm (ESA, online, 2020, a).

Além da Agência Espacial Europeia (ESA), outras agências espaciais possuem seus próprios dados e contagem de detritos. A NASA publicou o número mensal de objetos catalogados na órbita terrestre por tipo de objeto entre 1957 e 2020. O gráfico abaixo exibe um resumo de todos os objetos na órbita terrestre oficialmente catalogados pela Rede de Vigilância Espacial dos EUA.

O gráfico abaixo apresenta objetos com 10 ou mais centímetros (UNDSETH, JOLLY, OLIVARI, 2020, p. 20), pois, conforme Crowther (2002, p. 157), os detritos entre 1 e 10 centímetros são usualmente conhecidos como letais, pois não podem ser rastreados ou catalogados, podendo causar danos catastróficos quando colidem com um satélite. De forma complementar, Medvedeva (2015, p. 10) informa que as redes de vigilância conseguem detectar apenas objetos maiores que 10 cm em LEO e maiores que 1m em GEO.

Número mensal de objetos na órbita terrestre por tipo de objeto⁵²

⁵² “Detritos de fragmentação” incluem destroços de rompimento de satélite e destroços de eventos anômalos, enquanto “destroços relacionados à missão” incluem todos os objetos dispensados,



Fonte: NASA. The 2019 U.S. Government Orbital Debris Mitigation Standard Practices Orbital Debris. In: Quarterly News, Vol. 24, issue 1, February 2020. Disponível em: <https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/quarterly-news/pdfs/odqnv24i1.pdf>. Acesso em dezembro de 2020.

Em rápida análise ao gráfico é possível perceber que em 2 momentos houve uma escalada na quantidade de detritos de fragmentação, mais precisamente em 2007 e 2009, que estão relacionadas às duas maiores ocorrências de colisões catastróficas.

Em janeiro de 2007, a da China lançou o míssil balístico DongFeng-21, que foi modificado com um veículo cinético de destruição do centro de lançamento de Xichang (KELSO, 2007, p. 1).

Com essa modificação, o míssil balístico tornou-se uma arma antissatélite com objetivo específico de destruir um satélite meteorológico chinês, o FengYun-1C (GROSSE, 2013, p. 8). A carga atingiu uma velocidade terminal de aproximadamente 8 quilômetros por segundo em direção ao ponto-alvo, o FengYun-1C, de 750 quilogramas que estava em órbita polar a uma altitude de aproximadamente 865 km, ou seja, na LEO (EARL, 2019, p. 7).

separados ou liberados como parte da missão planejada (NASA. The 2019 U.S. Government Orbital Debris Mitigation Standard Practices Orbital Debris. In: Quarterly News, Vol. 24, issue 1, February 2020. Disponível em: <https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/quarterly-news/pdfs/odqnv24i1.pdf>. Acesso em dezembro de 2020).

Segundo Undseth, Jolly e Olivari (2020, p 19), o evento supramencionado foi responsável por dobrar a quantidade de detritos a 800km de altitude e levou a um aumento de 30% na população total de detritos orbitais, e segundo Medvedeva (2015, p. 3) foi o maior incidente criador de detritos já registrado.

Em números, Kelso (2007, p. 321) informa que a destruição do FengYun-1C produziu pelo menos 2.087 fragmentos detectáveis pela Rede de Vigilância Espacial dos EUA. Além disso, o Escritório do Programa de Detritos Orbitais da NASA estimou que o evento gerou mais de 35.000 fragmentos de até 1 centímetro de tamanho. De forma complementar, Liou e Johnson (2009, p. 2-3) explicam que, segundo os dados coletados pelo radar Haystack (Xband), estima-se que foram gerados mais de 150.000 detritos maiores do que 1 cm.

A tripulação da Estação Espacial Internacional foi forçada, em duas ocasiões, a se abrigar no módulo Soyuz em decorrência dos detritos gerados pelo FengYun-1C. Além disso, em 2012 a ISS precisou a alterar sua órbita para evitar os detritos orbitais que chegaram perto da estação (SPARK, 2012, online).

Segundo Undseth, Jolly e Olivari (2020, p 19), outros países também realizaram testes antissatélite, como os EUA em duas oportunidades, 1985 e 2008. A Índia conduziu um teste antissatélite em março de 2019, resultando na criação de uma nuvem de destroços que poderia representar um risco para a Estação Espacial Internacional.

Em fevereiro de 2009, ocorreu a primeira colisão acidental entre dois objetos espaciais intactos (MASSON-ZWAAN; HOFMANN, 2019, p. 122), quando o satélite de comunicação americano Iridium 33 colidiu com o Cosmos 2251, um satélite de comunicação soviético (KELSO, 2009, p. 1). Este evento gerou mais de 1.658 objetos rastreáveis ao catálogo dos EUA (MEDVEDEVA, 2015, p. 3). Por fim, Grosse (2013, p. 8-9) explica que o evento ocorreu a aproximadamente 800km acima do norte da Sibéria, ou seja, em LEO.

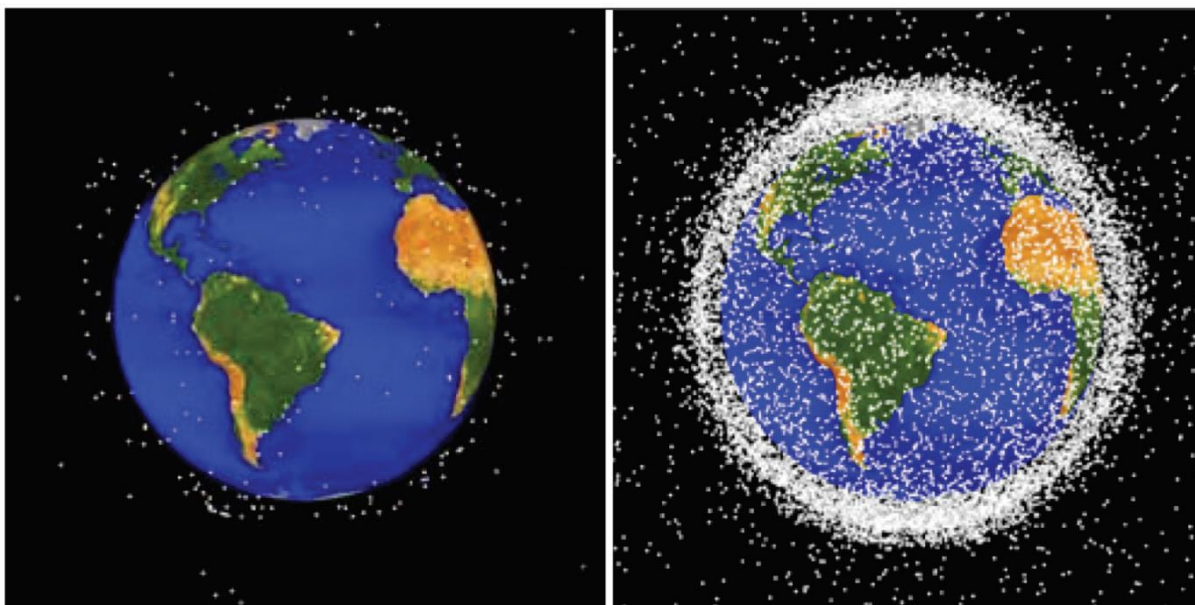
Em análise aos dados dos dois eventos supramencionados, algumas pontuações se fazem pertinentes. No caso do FengYun-1C, é possível observar que a utilização de uma arma antissatélite criou um evento crítico para a sustentabilidade do ecossistema espacial. Assim, se outros eventos semelhantes ocorrerem, ainda que por acidente, inclusive na tentativa ativa de remoção de satélite, os riscos se multiplicarão de forma significativa. Neste sentido, ainda que o sistema de

responsabilidade internacional seja efetivo, os riscos gerados podem facilmente ultrapassar a capacidade de reparação de danos.

A colisão do Iridium 33 x Cosmos 2251 levantou questões relevantes sobre a importância da consciência da situação espacial (*space situation awareness*), que é um mecanismo de vigilância de detritos (MASSON-ZWAAN; HOFMANN, 2019, p. 123). Entretanto, há limitações em cada programa espacial, assim o desenvolvimento integrado de redes de vigilância (*surveillance network*) ganham importância. A avaliação de forma mais profunda destes mecanismos será feita no capítulo 4.

A imagem abaixo mostra os detritos espaciais rastreáveis em 1963 (lado esquerdo) e em 2013 (lado direito).

Detritos espaciais rastreáveis em 1963 (esquerda) e 2013 (direita)



Fonte: NASA. Fifty Years Ago. In: Orbital Debris. Volume 17, Issue 3 July 2013, p 3. Disponível em: <https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/quarterly-news/pdfs/odqnv17i3.pdf>. Acesso em dezembro de 2020.

Esses eventos demonstram como a colisão espacial é algo extremamente crítico, podendo tomar proporções superiores a capacidade de resolução, especialmente na órbita terrestre baixa. Somando-se a estes eventos, informações sobre a quantidade de detritos nessa órbita possibilitam melhor a compreensão do atual cenário.

Como já foi dito, os lançamentos para LEO são mais baratos do que para as demais órbitas. Assim, segundo Undseth, Jolly e Olivari (2020, p 16) a partir de 2000,

aumentaram os lançamentos amadores de *Cubesats* por alunos de instituições de ensino médio e superior. A definição de *Cubesat* é: “uma classe de nanossatélites que usam um tamanho e fator de forma padrão, originalmente desenvolvidos em 1999 pela *California Polytechnic State University* em San Luis Obispo e a *Stanford University* para fornecer uma plataforma para educação e exploração espacial”⁵³ (UNDSETH, JOLLY e OLIVARI, 2020, p. 17).

Segundo Earl (2019, p. 8), o custo de 2011 para lançar o ônibus espacial da NASA em LEO era de aproximadamente US\$54.500 por kg. Em 2018, o preço cotado para o lançamento do *SpaceX Falcon* foi de US\$2.720 por kg.

Segundo a *Union of Concerned Scientists* (2020, online), existem atualmente 2.787 satélites em operação, dentre os quais: a) EUA: 1,425; b) Rússia: 172; c) China: 382; d) Outros: 808. Quanto à localização: LEO: 2,032; MEO: 137; Elíptica: 58 e GEO: 560.

Em rápida análise aos dados supramencionados, é possível perceber que mais de 2/3 de todos os satélites em operação estão localizados na LEO. É válido mencionar que as operações com megaconstelações da *SpaceX*, o *Starlink* e da *Amazon.com*, o *Project Kuiper*, irão adicionar ainda mais satélites na LEO ao longo dos próximos anos (EARL, 2019, p. 4-5).

Segundo Undseth, Jolly e Olivari (2020, p 18), a *SpaceX* teve aprovação da Comissão Federal de Comunicações dos EUA (*US Federal Communications Commission* – FCC) para o lançamento de 12.000 satélites, dentre os quais, até outubro de 2020, 835 já estão em órbita (spaceflightnow.com, online). Já a *Amazon.com* teve aprovação da FCC para o lançamento de 3.236 satélites, dos quais metade devem ser lançados até 2026 (spectrum.ieee.org, online).

Somente os lançamentos da *SpaceX* e do *Project Kuiper* irão aumentar em 15.000 o número de objetos em LEO

A órbita terrestre baixa, especialmente entre a faixa de 800 a 1000km e em direção a 1400km tem as maiores concentrações de objetos espaciais, inclusive detritos. Entretanto, existem outros cinturões de detritos entre 19.000 e 23.000km e na faixa de 36.000km, sendo uma faixa crítica da órbita geoestacionária onde grandes

⁵³ Tradução do autor. No original: Cubesats are a class of nanosatellites that use a standard size and form factor, originally developed in 1999 by California Polytechnic State University at San Luis Obispo and Stanford University to provide a platform for education and space exploration.

satélites meteorológicos e de telecomunicações estão posicionados. (UNDSETH, JOLLY e OLIVARI, 2020, p. 19).

2.2.2 A órbita terrestre baixa e a síndrome de Kessler

O acúmulo de detritos espaciais em órbita específica já foi objeto de análise científica e publicado em 1978 por Kessler e Court-Palais (1978, p. 2637-2646). A teoria desenvolvida postulava que o alargamento do problema da instabilidade da população de detritos orbitais seguiria crescendo até que se tornaria uma nova fonte formadora de detritos de satélites, em decorrência de colisões orbitais, com previsão para antes de 2000. Segundo Kurt (2015, p. 316), Kessler reavaliou e prolongou a previsão em 1 século.

A teoria supramencionada foi posteriormente denominada como Síndrome de Kessler e pode ser descrita como “uma situação em que a quantidade de detritos orbitais atinge o ponto onde os objetos começam a colidir aleatoriamente, criando colisões em cascata incontroláveis com consequências catastróficas”⁵⁴ (MEDVEDEVA, 2015, p. 1).

Segundo Earl (2019, p. 6) o desenvolvimento da Síndrome de Kessler desempenhou um papel significativo para a consciência sobre os detritos espaciais em órbita. Inclusive, segundo Kessler et al (2010, p. 3), isso foi fundamental para o desenvolvimento de mudanças no projeto ou procedimentos operacionais no início dos anos de 1980, que evitaram a tendência de explosão dos estágios superiores dos foguetes. Essa mudança foi um dos fatos para que a taxa de crescimento de detritos não ultrapasse os 300 objetos por ano após 1989.

Segundo Undseth, Jolly e Olivari (2020, p 26),

as órbitas com maior probabilidade de serem perturbadas pela síndrome de Kessler são encontradas em 650-1.000 km e cerca de 1.400 km de altitude na órbita terrestre baixa, onde os cinturões de detritos mais grossos estão localizados. Por exemplo, a colisão de 2009 entre os satélites Iridium-33 e Cosmos-2251 ocorreu a 776 km de altitude⁵⁵.

⁵⁴ Tradução do autor. No original: “a situation when the amount of orbital debris reaches the point where objects begin to collide randomly, creating a cascade of uncontrollable collisions with catastrophic consequences”.

⁵⁵ Tradução do autor. No original: “The orbits most likely to be disrupted by the Kessler syndrome are found at 650-1 000 km and towards 1 400 km altitude in the low-earth orbit, where the thickest belts of

Kessler et al (2010, p. 4) reconhecem que as previsões realizadas em 1978 são semelhantes aos dados hodiernos, inclusive reconhecendo a ocorrência de 4 colisões de hipervelocidade acidentais entre objetos catalogados. São elas: a) Cosmos 1934 com os detritos do Cosmos 926, tendo produzido 2 fragmentos a 980km, em 1991; b) fragmento da explosão Ariane do ônibus espacial Cerise 1986, tendo produzido 1 fragmento à 685 km, em 1996; c) colisão entre o estágio superior *U.S. Thor Burner 2A* e um fragmento do terceiro estágio de um veículo de lançamento chinês CZ-4 que explodiu em março de 2000, tendo produzido 4 fragmentos à 885km, em 2005; d) colisão entre o Iridium 33 e o Cosmos 2251, produzindo mais de 1500 fragmentos, à 790km, em fevereiro de 2009.

Viikari (2015, p. 722) alerta que apesar de colisões com consequências menos severas não serem tão analisadas, à medida que os pedaços maiores se fragmentam em pedaços menores, aumenta o risco de novas colisões, inclusive por objetos não catalogáveis. Assim, se o crescimento da população de detritos se mantiver acelerado, inclusive aumentando as ocorrências de colisões, órbitas valiosas poderão se tornar inóspitas em algumas décadas, pela ocorrência da Síndrome de Kessler.

Segundo Kessler (1991, p. 65-66), algumas regiões da órbita terrestre baixa já são instáveis, assim, se não forem adicionados novos detritos a essas regiões, bem como houver remoção ativa de detritos, é possível reverter a instabilidade e evitar que as colisões em cascata ocorram.

Conforme Undseth, Jolly e Olivari (2020, p 26) no pior cenário existente, “a órbita da Terra baixa poderia tornar-se inutilizável para as gerações futuras, porque as colisões e a geração contínua de detritos se tornariam autossustentáveis”⁵⁶, ou seja, provando a Síndrome de Kessler.

2.3 Custos e riscos dos detritos espaciais para as operações espaciais

Como foi explicado por Kurt (2015, p. 316), as previsões de efetivação da Síndrome de Kessler foram postergadas pelo próprio autor em pelo menos 1 século.

debris are located. For instance, the 2009 collision between Iridium-33 and Kosmos-2251 satellites took place at 776 km altitude”.

⁵⁶ Tradução do autor. No original: “low-earth orbit could be rendered unusable for future generations, because collisions and the continued generation of debris would become self-sustaining”.

Entretanto, isso não significa que não haja problemas imediatos com os detritos. Inclusive, conforme Liou e Jhonson (2006, p. 340) em curto prazo, não há nenhuma técnica de remediação para os detritos espaciais que seja tecnicamente factível e economicamente viável.

Nesse sentido, este tópico visa analisar quais são os impactos imediatos e mediatos dos detritos espaciais para a manutenção das atividades espaciais.

Undseth, Jolly e Olivari (2020, p 22) explicam que, independentemente da órbita, os custos de substituição de peças de um veículo espacial, atrasos ou perda das janelas de transmissão de dados são consequências mais diretas de uma colisão com detritos espaciais. Entretanto, há outros gastos, como: a) consumo extra de combustível para realização de manobra para evitar colisão reduz a duração da vida útil operacional do satélite; b) blindagem, que aumenta o peso do satélite, elevando os gastos de lançamento⁵⁷; c) custos associados à vigilância, rastreamento e relatório de detritos também estão diretamente associados a custos direta e indiretamente ligados aos detritos.

Undseth, Jolly e Olivari (2020, p 22-23) analisam impactos atuais e os potenciais impactos futuros. Dentre os atuais é possível mensurar:

- Danos relacionados a detritos - Perda de funcionalidade ou perda de satélites inteiros. Muitos incidentes não são relatados.
- Projeto de satélite e constelação - Custos associados à blindagem de satélites, capacidades de prevenção de colisão, modos de proteção e redundâncias (ou seja, lançar satélites extras como sobressalentes). Cada vez mais, as constelações de satélites incluem peças sobressalentes para a resiliência do sistema, mas essa solução geralmente se torna parte do problema.
- Custos operacionais - Custos de atividades, serviços e software de Consciência Situacional Espacial (SSA). Bloqueios de dados ao conduzir manobras de evasão.
- Custos de liberação da órbita - Na órbita geoestacionária: Relativamente baixo, equivalente a cerca de três meses de manutenção da estação. Na órbita terrestre baixa acima de 650 km de altitude: Muito alta e requer subsistemas de satélite específicos (computador de bordo).
- Custos de seguro - No geral, uso limitado de seguro em órbita pelas operadoras para detritos espaciais. As colisões de detritos espaciais têm sido historicamente consideradas de baixa probabilidade e não afetam os seguros premium.⁵⁸

⁵⁷ Na página 67 foi feita uma rápida explicação sobre o custo do lançamento ser calculado por kg.

⁵⁸ Tradução do autor. No original: "Debris-related damage - Loss of functionality or loss of entire satellites. Many incidents go unreported; Satellite and constellation design - Costs associated with satellite shielding, collision avoidance capabilities, safehold modes and redundancies (i.e. launch extra

É válido mencionar que dentre os custos atuais, quando é realizada uma análise dos gastos de liberação da órbita, com ênfase na órbita terrestre baixa, Janovsky et al. (2003, p. 2-10) explicam que existe uma relação direta entre a quantidade de combustível necessária para a limpeza da órbita com a altitude da órbita. Neste sentido, um satélite em órbita circular abaixo de 600 km não precisará realizar nenhuma manobra para cumprir as diretrizes e desorbitar ou ser removido de órbita 25 anos após o fim de sua vida. Entretanto, caso o satélite esteja em uma altitude elevada em LEO, a quantidade de combustível necessária para cumprir com as diretrizes de limpeza de órbita pode constituir uma parte significativa da vida total da missão. Nos casos de órbitas de 2.000km, a velocidade necessária para desorbita de fim de missão pode afetar significativamente o projeto e a massa do satélite.

Dentre os impactos futuros, Undseth, Jolly e Olivari (2020, p 23) enumeram os seguintes:

- Perda de aplicativos e funcionalidades exclusivas - As observações espaciais de algumas das órbitas mais vulneráveis aos detritos espaciais são frequentemente a melhor ou a única fonte de dados e sinais em seu domínio. Isso se aplica, em particular, aos satélites de observação da Terra e de previsão do tempo em órbita polar. A perda de satélites meteorológicos em órbita polar afetaria fortemente o hemisfério sul, onde há menos observações terrestres.
- Vidas perdidas - A Estação Espacial Internacional está localizada a cerca de 400 km de altitude. Embora os detritos nessa altitude se decomponham naturalmente, eles ainda representam uma ameaça real de colisão.
- Séries temporais interrompidas para ciências da terra e pesquisas climáticas - Séries temporais ininterruptas são cruciais para a precisão e confiabilidade da previsão do tempo e dos modelos climáticos.
- Crescimento econômico contido e desaceleração dos investimentos no setor - A banda larga via satélite é amplamente considerada como o principal impulsionador das atividades e receitas espaciais nas próximas décadas. Mais de dez constelações de satélites de banda larga estão em diferentes estágios de desenvolvimento. Praticamente todos os serviços de comunicação da LEO seriam afetados, em órbita e / ou durante a elevação da órbita, já

satellites as spares). Satellite constellations increasingly include spares for system resilience, but this solution often becomes part of the problem; Operations costs - Costs of Space Situational Awareness (SSA) activities, services and software. Data-blackouts when conducting avoidance manoeuvres; Orbit clearance costs - In the geostationary orbit: Relatively low, equivalent to about three months of station-keeping. In the low-earth orbit above 650 km altitude: Very high and requiring specific satellite subsystems (on-board computer); Insurance costs - Overall, limited use of in-orbit insurance by operators for space debris. Space debris collisions have historically been considered low-probability and not affecting insurance”.

que a maioria das constelações est localizada perto ou acima dos cinturões de detritos LEO mais espessos. Acesso reduzido ao financiamento de risco, com investidores preferindo alternativas terrestres mais acessíveis e menos arriscadas.

- Efeitos distributivos - A perda ou perturbação de certas órbitas terrestres baixas pode ser sentida mais fortemente em áreas residenciais rurais de baixa densidade e países de baixa renda⁵⁹

É fundamental considerar que o aumento da quantidade de detritos em órbita terrestre baixa oriundos das constelações de satélites poderá influir no equilíbrio existente atualmente.

Nesse sentido, Rao (2019, p. 46-47) explicam que os *players* que atuam em LEO não internalizaram os riscos que impõem a outros usuários da órbita, inclusive, mesmo havendo impacto em seu lucro, as empresas não tem respondido ao crescimento de detritos de maneira ideal.

Rao (2019, p. 46-47) ressalta que, apesar das questões físicas serem mais favoráveis à destruição natural dos detritos em LEO, o modelo de exploração econômica desta órbita, a variação do tempo de destruição dos detritos em LEO e as regulações nacionais unilaterais de lançamento de satélites podem representar um risco severo, pois a assimetria nos procedimentos pode criar vulnerabilidades e riscos não previstos.

2.3.1 As lacunas do sistema de responsabilidade por danos causados por objetos espaciais e os detritos espaciais

⁵⁹ Tradução do autor. No original: “Loss of unique applications and functionalities - Space observations from some of the orbits most vulnerable to space debris are often the best or the only source of data and signals in their domain. This applies in particular to polar-orbiting weather and earth observation satellites. The loss of polar-orbiting weather satellite observations would heavily affect the Southern hemisphere, where there are fewer terrestrial observations; Lives lost - The International Space Station is located at about 400 km altitude. Although debris at that altitude decays naturally, it still poses a real collision threat; Interrupted time series for earth science and climate research - Uninterrupted time series are crucial for the accuracy and reliability of weather prediction and climate models; Curbed economic growth and slowdown in investments in the sector - Satellite broadband is widely considered as a key driver of space activities and revenues in the coming decades. More than ten broadband satellite constellations are in different stages of development. Practically all LEO communication services would be affected, on orbit and/or during orbit-raising, as the majority of constellations are located near or above the thickest LEO debris belts. Reduced access to venture finance, with investors preferring more affordable and less risky terrestrial alternatives; Distributional effects - The loss or perturbation of certain low-earth orbits could be felt more heavily in rural low-density residential areas and low-income countries”.

Conforme Masson-Zwaan e Hofmann (2019, p. 122), o Tratado do Espaço de 1967 é usualmente considerado a principal base para o desenvolvimento de regras para a mitigação e remediação de detritos espaciais, principalmente porque, segundo a redação do artigo IX:

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.

Assim, fica claro que há uma legislação pertinente à obrigação de não criar obstáculos capazes de prejudicar as atividades dos demais Estados. Entretanto, o artigo não traz definições específicas do que seriam esses obstáculos, portanto, não parece criar uma obrigação jurídica tão efetiva (MASSON-ZWAAN; HOFMANN, 2019, p. 122-123).

Conforme Lampertius (1992, p. 452) o Tratado do Espaço de 1967, além dos princípios que governam o *status quo* das atividades espaciais, possui três menções à responsabilidade nos artigos VI e VII; entretanto, não prevê qualquer tipo de procedimento de compensação.

Antes de avançar quanto as definições trazidas pela Convenção de Responsabilidade de 1972 é necessário fazer uma observação quanto a tradução do termo responsabilidade. A literatura inglesa utiliza dois termos para se referir a responsabilidade, são eles: *responsibility* e *liability*. A tradução para língua portuguesa não apresenta distinções, apesar de serem juridicamente distintos. O primeiro se refere a violação de uma obrigação internacional (*breach of an international obligation*)

nos termos do artigo 1 e 2 do Responsabilidade dos Estados por atos internacionalmente ilícitos (Responsibility of States for Internationally Wrongful Acts). O segundo se refere a atividades perigosas e ultra perigosas lícitas, sendo suficiente o reconhecimento das consequências nocivas da atividade para atribuição de responsabilidade (VERÉLL, 2017, p. 11).

Ainda nesse sentido, Bittencourt Neto (2011, p. 83) explica que “o elevado risco inerente às atividades espaciais é, desde o início, conhecido pelo Estado lançador, o qual aceita as consequências de seus atos, tendo em vista proveito maior”, mas deve arcar com os danos causados pela atividade explorada.

A Convenção de Responsabilidade de 1972, que estabelece um sistema dual de responsabilidades, com implicações distintas de acordo com o local do dano utiliza o termo *liability*, ou seja, lida com responsabilidades decorrentes da atividade ultra perigosa como foi explicado acima. Os termos utilizados são: responsabilidade absoluta, que não comporta tese defensiva, algo semelhante a responsabilidade objetiva existente no direito civil brasileiro; responsabilidade estrita, que comporta teses defensivas, semelhante a responsabilidade subjetiva, na qual há necessidade de comprovação do nexo de causalidade e prova da culpa, bem como a extensão dos danos para que a reparação civil seja de efetivada.

A responsabilidade absoluta (*absolute liability*) é definida no 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”. E no artigo 4º, (a): “(a) se a 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”. A responsabilidade absoluta, segundo Merges e Reynolds (2010, p. 1) não comporta teses defensivas que isentem de responsabilidade o Estado Lançador.

A responsabilidade estrita (*strict liability*) é a outra forma de responsabilidade da Convenção, que é definida nos artigos 3º e 4º, 1, (b), com as seguintes redações:

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 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.

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 sofrido 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:

(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 qualquer dos dois primeiros Estados, ou em culpa por parte de pessoas pelas quais qualquer dos dois seja responsável.

A doutrina internacional formada por Lampertius (1992, p. 455-456), Dennerley (2018, p. 300), Verëll (2017, p. 17) e Punnakanta (2012, p. 178) afirmam que não há definição formal ou clareza sobre o termo culpa (*fault*).

Doutrinariamente, Lampertius (1992, p. 456) aborda a questão, explicando que o termo pode significar culpa subjetiva ou violação objetiva de um dever legal preexistente:

‘Culpa objetiva’ significa a mera violação de um dever legal pré-existente, enquanto ‘culpa subjetiva’ é sobre a má conduta intencional de um Estado. A diferença é que a “culpa subjetiva” leva em consideração o estado mental do ator, a intenção real, ao avaliar a violação do dever legal. Para a eficácia e aplicabilidade da Convenção, a ausência de uma interpretação semelhante de “culpa” no Direito Internacional é um problema significativo⁶⁰.

Entretanto, conforme já foi mencionado, não há menção do termo “detritos espaciais” em nenhuma convenção internacional. Neste sentido, a análise do tratado supramencionado levará inequivocamente à indagação da classificação dos detritos espaciais como objetos espaciais e sujeitos a normas da Convenção de Responsabilidade de 1972. Caso a análise levasse a uma resposta negativa, a Convenção não se aplicaria aos danos causados por detritos espaciais (MASSON-

⁶⁰ Tradução do autor. No original: “Objective fault’ means the mere breach of a pre-existing legal duty, whereas ‘subjective fault’ is about the wilful misconduct of a state. The difference is that ‘subjective fault’ takes into account the mental state of the actor, the actual intent, while assessing the breach of the legal duty. For the effectiveness and applicability of the Convention the absence of a similar interpretation of ‘fault’ in international law is a significant problem”.

ZWAAN; HOFMANN, 2019, p. 122-23), o que implicaria numa lacuna normativa e em risco à segurança jurídica.

Para os fins desta tese, o conceito de objeto espacial engloba detritos espaciais. Conforme Costa e Bittencourt Neto (2020, p. 10-11) o termo “detritos espaciais” se enquadra no conceito de “objetos espaciais”, estando este último positivado em instrumentos internacionais juridicamente vinculantes como: a Convenção de Responsabilidade de 1972 e na Convenção de Registro de 1974, ambos internalizados ao direito brasileiro⁶¹.

Para elucidar a questão, alguns conceitos precisam ser abordados. A Convenção de Responsabilidade de 1972 foi incorporada ao direito brasileiro por meio do Decreto nº. 71.981/93 e aborda o termo “objeto espacial” no artigo 1º com a seguinte redação: “d) o termo “objeto espacial” inclui peça, componentes de um objeto espacial, e também o seu veículo de lançamento e peças do mesmo”⁶².

Conforme Dennerley (2018, p. 285) o conceito apresentado no Tratado supramencionado é vaga e não exaustivo, de tal sorte que visa abranger a maior quantidade possível de situações, reduzindo a possibilidade de sua não aplicação.

O conceito de detritos espaciais, nos termos das Diretrizes de Mitigação de Detritos Espaciais do IADC, 2002, engloba “todos os objetos feitos pelo homem, incluindo fragmentos e elementos dos mesmos, na órbita da Terra ou reentrando na atmosfera, que não são funcionais”. Conforme Schladebach (2013, p. 65), esta definição engloba como detritos espaciais apenas os produtos da atividade humana; portanto, são excluídas partículas de origem natural.

Segundo MASSON-ZWAAN; HOFMANN (2019, p. 122-123) pela análise do conceito apresentado de objetos espaciais, o trecho: “componentes de um objeto espacial, e também o seu veículo de lançamento e peças do mesmo”, implicaria que um satélite inativo, ou parte dele, ainda deveria ser considerado como objeto espacial de propriedade do Estado de registro, que detém a sua jurisdição e controle. Nos termos do artigo 1º, c), do Decreto nº. 5.806/2006 (Convenção de Registro de 1974),

⁶¹ O termo objeto espacial utilizado na Convenção de Responsabilidade de 1972 pode ser observado em outros tratados, com a mesma redação, tais como: o Tratado do Espaço de 1967, no Artigo VII; Acordo sobre o Resgate de Astronautas, o Retorno de Astronautas e o Retorno de Objetos Lançado no Espaço Sideral 1968 (672 UNTS 119), Artigo V; Convenção sobre Registro de Objetos Lançados no Espaço Sideral (Convenção de Registro) de 1974, nos termos do Artigo I, (b).

o termo Estado de registro se aplica ao Estado Lançador em cujo registro inscreve-se um objeto espacial.

Pela análise do artigo 1º, (c), (i), (ii) do Decreto nº. 71.981/73 (Convenção de Responsabilidade de 1972) é possível aprofundar a análise acima, de tal sorte que as implicações de responsabilidade se estendem além do Estado de Registro, englobando o “Estado que lança ou promove o lançamento de um objeto espacial”, bem como um “Estado de cujo território ou de cujas instalações é lançado um objeto espacial”. Portanto, o Estado Lançador do objeto espacial será responsabilizado internacional pelos danos causados.

A Convenção de registro cria obrigação de realização de registro dos objetos espaciais, a Convenção de Responsabilidade aplica a responsabilidade pelos danos causados por objetos espaciais. Além disso, diversas agências internacionais catalogam detritos espaciais, o que auxilia na dinâmica da aplicação de responsabilidade internacional.

Apesar da aparente capacidade resolutiva da questão, a análise prática da aplicabilidade da Convenção de Responsabilidade de 1972 padece em outro aspecto, que é fundamentalmente material, mas com implicações processuais.

É válido ressaltar que a tecnologia existente atualmente não consegue catalogar todos os detritos espaciais, sendo limitados à objetos maiores que 10cm em LEO e maiores que 1m em GEO (MEDVEDEVA, 2015, p. 10).

Conforme estatísticas da ESA (online, 2020, a), existem em órbita terrestre aproximadamente 900.000 objetos maiores que 1cm a 10cm; e 128 milhões de objetos maiores que 1 mm a 1 cm. Portanto, colisões entre detritos e satélites ativos com a impossibilidade de identificação da origem dos detritos que causaram o dano constituem riscos reais. Consequentemente, não haveriam condições tecnológicas de produção de provas que demonstrem a prova da culpa, nos termos da Convenção de Responsabilidade de 1972.

Desta forma, fica claro que o regime de responsabilidade aplicável ao Direito Espacial possui lacunas hermenêuticas, materiais e processuais que devem ser preenchidas para que haja mais segurança jurídica. Portanto, fica claro que o sistema de compensação do tratado precisa evoluir e englobar os detritos espaciais para ter ainda mais efetividade, bem como desenvolver as definições sobre a prova da culpa nos termos da Convenção.

2.4 A utilização das tecnologias espaciais e sua importância socioeconômica para o desenvolvimento sustentável

O desenvolvimento das atividades satelitais e das tecnológicas utilizadas no espaço sideral são usualmente readaptadas e ganham finalidades e usos na Terra. Conforme a NASA (online), é possível enumerar algumas tecnologias utilizadas em viagens espaciais que influíram na vida moderna

NASA (online) explica que em 1990 um time no Laboratório de propulsão de foguetes (*Jet Propulsion Laboratory – JPL*) criou pequenas câmeras com qualidade científica para caberem em um veículo espacial. Esta tecnologia influenciou diretamente no desenvolvimento de câmeras em smartphones.

Outra invenção diretamente ligada a viagens espaciais é a fórmula de bebê, que hodiernamente contém ingredientes enriquecidos. Esta prática é oriunda de uma pesquisa patrocinada pela NASA que investigou o uso de algas por longas durações em viagens espaciais (NASA, online).

O desenvolvimento de inovações de materiais que absorvem choque foi inicialmente projetado para sistemas e sensores robóticos utilizados em viagens espaciais, entretanto, foi fundamental para tornar membros artificiais mais funcionais, duráveis, confortáveis e realistas (NASA, online).

É possível enumerar ainda: lentes resistentes a arranhões, bomba de insulina, trajes de bombeiros, aspirador de pó portátil, tomografia computadorizada (CAT scanner), amortecedores para edifícios, painéis solares, sistemas de filtragem com iodo, melhoramento de pneus, fones de ouvido sem fio, detector de fumaça ajustável, comida congelada desidratada, pavimento sulcado, purificador de ar, espuma de memória (utilizada em tênis e travesseiros), máquinas de treino de musculação, luzes de LED, isolamento doméstico, termômetros infravermelhos, aviões resistentes ao gelo/congelamento, computadores portáteis, impressora 3D de comida e mouse para computador (usatoday, 2019, online).

Com o conhecimento das tecnológicas utilizadas em missões espaciais que posteriormente foram adaptadas para o dia a dia, a percepção da importância das atividades espaciais começa a ganhar mais concretude.

Além do desenvolvimento de produtos, as tecnologias espaciais tem aplicações práticas e necessárias para a humanidade. Neste sentido, Pelton (2015, p. 1) enumera diversas aplicações que dependem do bom funcionamento dos satélites:

Controle do tráfego aéreo, incluindo decolagens e pousos, transações bancárias, validação de cartão de crédito, sincronização com a Internet, distribuição de sinal de televisão, comunicações empresariais globais, uma ampla variedade de redes militares e alvos de mísseis, para previsão do tempo, avisos de tempestades extremas e recuperação, exploração de petróleo e minerais, pesca, busca e salvamento e dezenas de outros serviços vitais⁶³.

Assim, é possível compreender que, as atividades espaciais proveem ou dão suporte para serviços essenciais ao cotidiano terrestre, inclusive, que auxiliam a consecução dos ODS.

2.4.1 O uso de tecnologias espaciais e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

A Agenda 2030 foi criada em 2015 e é composta por 17 Objetivos que visam instrumentalizar o desenvolvimento sustentável de forma global, impactando na mitigação da pobreza, promoção da prosperidade, do bem-estar coletivo, além de proteger o meio ambiente e enfrentar as mudanças climáticas (ONU, 2015, online).

Com fulcro de implementação de “metas inovadoras para a construção de uma sociedade sustentável” (GARCEZ, 2019, p. 170), a Agenda 2030 não cria barreiras para as formas de implementação dos ODS; ao revés, indica pontos focais e metas dentro destes pontos que podem ser alcançadas pelos *players*, sejam Estados, Organizações Internacionais, empresas, organizações não governamentais (ONG's), pessoas, etc.

A Comissão de Ciência e Tecnologia para o desenvolvimento, que integra o Conselho Econômico e Social da Organização das Nações Unidas (ECOSOC) produziu um relatório, publicado em março de 2020, sobre o uso de tecnologias espaciais para o desenvolvimento sustentável.

O relatório produzido deixa claro que as ciências espaciais, tecnologias e dados têm o potencial de contribuir de forma direta e indireta para alcançar os ODS.

⁶³ Tradução do autor. No original: “air traffic control, including takeoffs and landings, for banking transactions, for credit card validation, for Internet synchronization, for television distribution, for global business communications, for a wide variety of military networking and missile targeting, for weather forecasting, for extreme storm warnings and recovery, for oil and mineral exploration, for fishing, for search and rescue and dozens of other vital services”.

Quanto à segurança alimentar e agricultura, estão diretamente ligados ao Objetivo 2, que é fome zero e agricultura sustentável. Conforme o relatório, a utilização de tecnologias e dados satelitais para a agricultura e gerenciamento de recursos naturais eram utilizados quase exclusivamente pelos países desenvolvidos, sendo o principal motivo o alto preço. Entretanto, com a evolução da tecnologia e a disponibilização de dados geoespaciais, produtos e serviços fundados em informação e redução dos custos de instalações de tecnologia da informação geoespacial estimularam a adoção de tecnologias espaciais em todo o mundo, especialmente nos países em desenvolvimento, por meio de iniciativas como o Open Data Cube (ONU, 2020, p. 3).

A utilização de dados sobre a agricultura é vital para o desenvolvimento de políticas públicas, gestão e governança, pois sua utilização adicionada ao reconhecimento do que está sendo desenvolvido e comercializado pelos atores (agricultores, pecuaristas, etc.) é importante para determinar os gargalos que impedem o crescimento sustentável e conseqüentemente estimular a inovação, bem como driblar as falhas sistêmicas do processo de inovação (PAIC; VÍROS, 2019, p. 10).

Uma forma efetiva obtenção de dados técnicos é mediante a Organização Meteorológica Mundial (em inglês *World Meteorological Organization* - WMO):

por meio de seu programa de meteorologia agrícola, fornece serviços de previsão do tempo e da seca para fazendeiros, pastores e pescadores, para promover o desenvolvimento agrícola sustentável, aumentar a produtividade agrícola e contribuir para a segurança alimentar⁶⁴ (ONU, 2020, p. 3).

Outras formas de utilização de tecnologias espaciais aplicadas à agricultura podem ser exploradas sobre distintos serviços, plataformas, aplicações e redes. Neste sentido, quanto à agricultura de precisão, o programa Hassas-2, na Turquia, produz mapas de fertilização e aplicações, bem como divulga imagens de satélite e análises de dados para agricultores pela Internet. A utilização de aplicativos pode inclusive servir para o monitoramento de safras, utilizando fontes públicas de dados de satélite disponíveis e algoritmos para uso e cobertura da terra, tendo como principal exemplo

⁶⁴ Tradução do autor. No original: “through its agricultural meteorology programme, provides weather and drought forecasting services to farmers, herders and fishers, to promote sustainable agricultural development, increase agricultural productivity and contribute to food security”.

nesse setor a *Statistics Canada*, que se tornou “o primeiro escritório nacional de estatística a substituir uma pesquisa agrícola por uma abordagem baseada em modelo de sensoriamento remoto para estimativas de rendimento de safra”⁶⁵. Por fim, a *Crop Watch Cloud* é uma plataforma de monitoramento de safras baseada em nuvem (*cloud computing*) que permite aos países, de forma independente, utilizar o monitoramento de safras, bem como tomar ciência de forma prévia quanto à segurança alimentar sem investimento em custos de implantação e operação. A plataforma consiste em quatro subcomponentes: processo, exploração, análise e boletim (ONU, 2020, p. 3).

O uso de dados e tecnologias satelitais dão suporte ao desenvolvimento da governança regional e internacional, dando suporte à criação de soluções multiníveis em segurança alimentar, especialmente quando os dados de sensoriamento remoto servem para alimentar o sistema da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (*Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO*) (ONU, 2020, p. 3).

A utilização de tecnologias espaciais com fulcro no objetivo 3, saúde e bem-estar, da Agenda 2030, pode ser percebida de forma global e local, seja pela aplicação da ciência espacial, das tecnologias desenvolvidas para uso em atividades espaciais e convertidas para usos domésticos, pela observação da Terra e pelo uso de sensoriamento remoto, telecomunicações, posicionamento e rastreamento. Ademais, o aumento da quantidade de informações que compõem o processo de tomada de decisões influi diretamente em sua efetividade, pois além de pautar ações preventivas, também o fará com as ações de resposta (ONU, 2020, p. 3).

Como foi dito, a aplicação das tecnologias espaciais tem aplicações locais, que inclusive puderam ser percebidas durante pandemia global provocada pelo COVID-19, tendo como exemplo a Indonésia, que utilizou a telemedicina como instrumento para determinar se um paciente deveria recorrer a um especialista, além de indicar a área mais próxima para o atendimento. Essa prática envolveu mais de 700 clínicos gerais durante o mês de abril de 2020 (SURYAATMADJA; MAULANI, 2020, p. 70).

A utilização de satélites para combater a propagação da COVID-19 foi feita ainda de forma virtual, ou seja, por redes sociais e por meios de comunicação em massa para prover e propagar informações públicas sobre o distanciamento social e

⁶⁵ Tradução do autor. No original: “the first national statistical office to replace a farm survey with a remote sensing model-based approach for crop yield estimates”.

criar conscientização sobre o uso de máscara ao sair de casa. Além disso, o rastreamento de focos de disseminação foi determinante à tomada de decisões. No exemplo em questão, as principais tecnologias espaciais utilizadas pela Indonésia foram o sensoriamento remoto, GNSS e comunicação satelital (SURYAATMADJA; MAULANI, 2020, p. 70).

Consoante a ONU (2020, p. 30), as informações das tecnologias de sensoriamento remoto têm como principais funcionalidade o monitoramento de padrões de doenças, a compreensão dos gatilhos ambientais para a propagação de doenças, a melhoria da previsão de áreas de risco, bem como a definição de regiões que requerem planejamento de controle de doenças. Três exemplos significativos são: 1) um sistema de aviso prévio de malária baseado em dados geoespaciais, que evitou 500.000 casos em 28 países; 2) a utilização de dados da NASA, em 2018, para prever um surto de cólera no Iêmen, com uma taxa de 92% de acerto; 3) a utilização de modelos de elevação digital fornecidos pela Agência de Exploração Aeroespacial do Japão (*Japan Aerospace Exploration Agency - JAXA*) pela Organização Mundial da Saúde (*World Health Organization – WHO*) para mapear áreas de difícil acesso e implementar medidas eficientes para doenças infecciosas, como a poliomielite no Níger.

A saúde pública é um dos setores cuja comunicação via satélite e o sensoriamento remoto ganham uma amplitude de funcionalidades e possibilidades, sendo vitais na infraestrutura de informações de saúde global. “As principais aplicações da tecnologia de satélite neste campo incluem telemedicina, tele saúde, sistemas de monitoramento de doenças e mapeamento de saúde”⁶⁶ (ONU, 2020, p. 4).

A utilização do sensoriamento remoto, que se refere à coleta de dados à distância, geralmente de um satélite ou aeronave, distingue-se ao sensoriamento no local, é utilizado principalmente de três formas para a saúde global: a) identificação de associações entre doenças (ou vetores de doenças); b) com base nessas associações, são desenvolvidos modelos e previsões da evolução espaço-temporal das doenças, permitindo, assim, estratégias racionais de saúde pública; c) monitoramento direto de certos microrganismos (DIETRICH, et al, 2020, p. 4)

⁶⁶ Tradução do autor. No original: “Key applications of satellite technology in this field include telemedicine, telehealth, disease surveillance systems and health mapping”.

O Sistema Global de Navegação por Satélite (*Global Navigation Satellite System – GNSS*)⁶⁷ tem como exemplos GPS americano, o GLONASS russo, o Galileo europeu, IRNSS indiano, QZSS japonês, COMPASS chinês. Sua utilização na área da saúde é baseada no sistema de informação geográfico (*geographic information system - GIS*), que permite que

um usuário determine a localização de um objeto ou indivíduo, enquanto um GIS é o sistema para armazenar, combinar e exibir dados (parcialmente provenientes do GNSS) em um mapa. Ele permite aos usuários visualizar facilmente dados espaciais, analisá-los e interpretar tendências ou padrões (DIETRICH, et al, 2020, p. 7).

O GNSS foi usado em estudos epidemiológicos, geralmente em combinação com GIS e sensoriamento remoto. As doenças não transmissíveis foram o foco de muitos estudos, seja diretamente como um resultado medido ou por causa de seus fatores de risco em estudo. O uso do GIS associação ao GNSS são ferramentas capazes de fornecer localizações precisas de indivíduos e estudar a proximidade e o nível de exposição a contaminantes ambientais (DIETRICH, et al, 2020, p. 7).

Os GNSSs também têm sido usados com frequência no campo das doenças transmissíveis, incluindo variedades que acometem de pessoa para pessoa, ou por vetores e zoonoses. A previsão de criadouros de vetores, incidência de malária e adesão à medicação usando GNSS, muitas vezes em combinação com GIS e sensoriamento remoto, foram algumas aplicações práticas encontradas em estudos científicos. Além disso, a distância até a unidade de saúde também foi usada para mapear o risco de malária. É possível notar que o uso do GNSS como uma nova ferramenta para pesquisa epidemiológica, inclusive para construir quadros de amostragem aleatória para pesquisas e mapeamentos de domicílios ou determinação de estimativas populacionais (DIETRICH, et al, 2020, p. 7).

As comunicações satelitais se fundamentam na capacidade da informação viajar de uma área para outra por meio de satélite de comunicação que está em órbita ao redor da Terra. Assim, sua aplicação para área da saúde está associada à

⁶⁷ É um termo genérico para sistemas de navegação por satélite que fornecem posicionamento geoespacial autônomo com cobertura global, bem como permitem a qualquer usuário na Terra ou próximo a ela determinar sua posição com uma precisão de alguns metros a alguns centímetros. Para mais ver: DIETRICH, D., DEKOVA, R., DAVY, S., FAHRNI, G., & GEISSBÜHLER, A.. Applications of Space Technologies to Global Health: Scoping Review. In: Journal of medical Internet research, 20(6), e230, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/jmir.9458>. Acesso em junho de 2020.

telemedicina, tele educação, saúde em movimento (*health-on-the-go*), prevenção de desastres e alerta antecipado. É válido mencionar que situações mais perceptíveis da aplicação dos exemplos supracitados podem ser pacientes que precisam de atendimento quando estão em avião, plataforma *offshore*, em um barco ou navio, em uma construção e em locais isolados (DIETRICH, et al, 2020, p. 8-11).

A utilização de tecnologias espaciais aplicadas ao objetivo 15, que trata da vida na Terra, com foco na redução do risco de desastres, tem como fundamento a quantidade de óbitos relacionados a eventos climáticos e geográficos, bem como o número de deslocados, feridos e que ficaram sem assistência médica. Para contextualizar melhor, entre 1998-2017, 1,3 milhões de pessoas morreram em decorrência dos eventos supramencionados, além disso, outras 4,4 bilhões que ficaram sem moradia, assistência médica, serviços básicos ou se tornaram deslocados ambientais (*environmental displaced*) (ONU, 2020, p. 4).

O Objetivo 13, que trata da “ação contra a mudança global do clima”, possui uma meta que lida diretamente com o gerenciamento holístico do risco de desastres em todos os níveis e dialoga com o Marco de Sendai (nacoesunidas.org, online), a “11,b”. Esse fato demonstra a amplitude e entrelaçamento dos objetivos e de suas metas, criando diálogos e coesões necessárias para o desenvolvimento sustentável.

Em 2015, o Marco de Sendai para Redução do Risco de Desastres 2015–2030 foi adotado na Terceira Conferência Mundial da Organização das Nações Unidas sobre Redução do Risco de Desastres, em Sendai, Japão. O novo marco substituiu o Quadro de Ação de Hyogo, trazendo novas abordagens, inclusive oriundas da experiência adquirida com o seu predecessor (SENDAI FRAMEWORK, p. 9).

O instrumento supramencionado possui disposições sobre a utilização de tecnologias espaciais para redução de risco de desastre a nível local, nacional, regional e global. O artigo 24, (f), que lida com as prioridades de ações a nível local e nacional, aduz que:

Para promover o acesso em tempo real a dados confiáveis, faz-se necessário o uso de informações espaciais e *in situ* (locais), incluindo-se sistemas de informação geográfica (GIS), e o uso de informações e inovações em tecnologia de comunicação para aprimorar as ferramentas de medição e a coleta, análise e disseminação de dados (SENDAI FRAMEWORK, p. 15)⁶⁸.

⁶⁸ Tradução do autor. No original: “To promote real time access to reliable data, make use of space and in situ information, including geographic information systems (GIS), and use information and

Quanto às prioridades de ações a nível regional e global, o artigo 25, (c), do mesmo instrumento, aduz que para alcançar esse objetivo é importante:

promover e aprimorar, por meio da cooperação internacional, incluindo transferência de tecnologia, acesso, compartilhamento e uso de dados e informações não sensíveis, conforme apropriado, comunicações e tecnologias geoespaciais e espaciais e serviços relacionados; manter e fortalecer observações terrestres e climáticas *in situ* e por sensoriamento remoto; e fortalecer a utilização da mídia, incluindo mídia social, mídia tradicional, big data e redes de telefonia móvel, para apoiar medidas nacionais para comunicação de risco de desastres bem-sucedida, conforme apropriado e de acordo com as leis nacionais; (SENDAI FRAMEWORK, p. 16)⁶⁹.

Além disso, há disposições sobre a manutenção, atualização de mapas e locais com riscos de desastre, utilizando-se tecnologia de informação geoespacial, tanto a nível local e nacional, quanto a nível regional e global, conforme artigo 24, (c) e 25, (g).

O relatório da ONU (2020, p.4) traz ainda outra abordagem sobre o gerenciamento de riscos e desastres, que é a

Observação da Terra, envolvendo imagens de satélite de sensoriamento remoto e instrumentos *in situ* de alta tecnologia cada vez mais (como em boias flutuantes, para monitorar correntes oceânicas, temperatura e salinidade; estações terrestres, para registrar a qualidade do ar e tendências da água da chuva; estações sísmicas, para monitorar terremotos; satélites ambientais, para fazer a varredura da Terra a partir do espaço; e o uso de sonar e radar para observar as populações de peixes e pássaros) ajuda a detectar e monitorar os riscos de desastres, particularmente para desastres naturais e exposição à vulnerabilidade.

Resultados práticos da previsão do tempo e informações precisas sobre a ocorrência de eventos climáticos extremos puderam ser observadas em 2017 durante

communications technology innovations to enhance measurement tools and the collection, analysis and dissemination of data”.

⁶⁹ Tradução do autor. No original: “To promote and enhance, through international cooperation, including technology transfer, access to and the sharing and use of non-sensitive data and information, as appropriate, communications and geospatial and space-based technologies and related services; maintain and strengthen in situ and remotely-sensed earth and climate observations; and strengthen the utilization of media, including social media, traditional media, big data and mobile phone networks, to support national measures for successful disaster risk communication, as appropriate and in accordance with national laws”.

a temporada de furações do Atlântico, em que a comunicação e o gerenciamento de evacuações puderam salvar diversas vidas. Países com vulnerabilidades climáticas, como Bangladesh e Índia, que são usualmente acometidos por ciclones, têm investido em sistemas e serviços meteorológicos modernos que são capazes de dar alertas em tempo hábil para deslocar a população até abrigos e diques contra ciclones. Um exemplo prático ocorreu em 2019 durante a passagem do ciclone tropical Fani, em que mais de 2,6 milhões de pessoas foram evacuadas, sendo 1 milhão de indianos e 1,6 milhões de bengaleses (ONU, 2020, p. 4).

Um exemplo brasileiro de gerenciamento de risco e desastres pode ser percebido na cidade de São Paulo, mais especificamente com o desenvolvimento e criação do Centro de Gerenciamento de Emergências (CGE) climáticas da prefeitura de São Paulo, que

utiliza um sistema integrado de informações, obtido através de ferramentas meteorológicas, sempre associadas à comunicação em tempo integral com as equipes da Companhia de Engenharia de Tráfego (CET), Defesa Civil, Secretaria das Prefeituras Regionais, Corpo de Bombeiros, entre outros (CGE, online).

As fontes que abastecem o sistema de informações do CGE paulista derivam tanto de radares meteorológicos do Sistema de Alerta de Inundações do Estado de São Paulo (SAISP), operado pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH), quanto de imagens de satélite (Master/IAG, Cptec, etc.). Além disso, recebem informações de “radares meteorológicos do Comando da Aeronáutica; radares meteorológicos integrados de Bauru e Presidente Prudente (Unesp); Radar SOS Chuva - Vale do Paraíba (CPTEC/INPE) e Radar do Sistema Meteorológico do Paraná (Simepar)” (CGE, online). Portanto, é possível inferir que há um verdadeiro alinhamento entre o desenvolvimento do case da cidade de São Paulo com as recomendações do Marco de Sendai, que devem ser adequadas e replicadas nas demais cidades brasileiras, principalmente nas cidades com maior aglomeração urbana.

Quanto ao gerenciamento de recursos naturais e gestão ambiental, o relatório da ONU traz abordagens funcionais oriundas da observação terrestre que possui um valor imensurável e fundamental para atingir os objetivos e monitorar o progresso dos Estados. É válido destacar que essa macro perspectiva não se limita a um objetivo e

suas metas, mantendo um caráter transdisciplinar e com influência em múltiplos objetivos e metas.

A observação da Terra (*Earth observation*) pode dar suporte à produção agrícola, piscicultura e pesca, gerenciamento de água potável e florestal, bem como atividades que sejam prejudiciais a estas práticas. Pode também ser utilizada para superar vários desafios relacionados à poluição do ar e em áreas como gestão de água e preservação florestal. Quanto à observação da precipitação, as informações colhidas podem servir para análise e previsão de desastres relacionado, tal como inundações, tufões e deslizamento de terra (ONU, 2020, p. 5).

Quanto ao monitoramento de florestas, o Brasil é um exemplo para outros *stakeholders*, pela atuação do Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE), em especial pelo projeto Biomesat que capta imagens e monitora a saúde das florestas brasileiras, em especial a amazônica, utilizando nanossatélites (ONU, 2020, p. 5).

A observação da Terra também serve para monitorar atividades ilegais de mineração, bem como para ter um controle mais específico sobre essas variações utilizando sensoriamento remoto. Por fim, a observação da Terra pode ser usada para monitorar o ambiente específico de um país e os desafios que sua condição climática impõe aos habitantes, especialmente quanto à neve, gelo e geleiras (ONU, 2020, p.5).

Portanto, as informações oriundas da observação da Terra, bem como por sensoriamento remoto fornecem dados imparciais e auxiliam no desenvolvimento de medidas e modelos de ações para melhoria de capacidade preditiva. Entretanto, é necessário ressaltar que a produção e disponibilidade de informações atreladas a um problema específico podem ser fundamentais para evitar sua distorção e seu uso político (AGLIETTI, 2020, p. 3).

2.4.2 A economia espacial e sua função socioeconômica

O conceito de economia espacial utilizado para os fins desta tese é o mesmo que foi adotado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) que a percebe como:

A extensão completa de atividades e o uso de recursos que criam e fornecem valor e benefícios para os seres humanos no curso da exploração, compreensão, gestão e utilização do espaço. Portanto, inclui todos os atores públicos e privados envolvidos no

desenvolvimento, fornecimento e uso de produtos e serviços relacionados ao espaço, desde pesquisa e desenvolvimento, fabricação e uso de infraestrutura espacial (estações terrestres, veículos de lançamento e satélites) até aplicações habilitadas para o espaço (equipamentos de navegação, telefones por satélite, serviços meteorológicos, etc.) e o conhecimento científico gerado por tais atividades. Conclui-se que a economia espacial vai muito além do próprio setor espacial, uma vez que também compreende os impactos cada vez mais difundidos e em constante mudança (quantitativos e qualitativos) dos produtos, serviços e conhecimentos derivados do espaço na economia e na sociedade (OCDE, 2012, p. 22)⁷⁰.

É importante mencionar que esse conceito foi compilado antes do surgimento da Agenda 2030, que criou os ODS, mas durante a vigência dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM). Neste diapasão, faz-se necessário reconhecer o caráter holístico que adotou, bem como sua capacidade de não limitar a percepção da economia espacial apenas às atividades espaciais, mas reconhecer seus impactos no desenvolvimento de produtos, serviços e conhecimentos oriundos daquelas atividades e aplicados à economia e à sociedade.

É válido mencionar que a sustentabilidade a longo prazo das atividades espaciais está diretamente relacionada ao acesso equitativo aos benefícios da exploração e uso do espaço sideral para fins pacíficos, assim como o próprio conceito de economia espacial. Logo, é possível inferir que o conceito de economia espacial acima mencionado já possui uma perspectiva sustentável, alinhada à agenda 2030 e ao conceito de sustentabilidade a longo prazo das atividades espaciais.

O acesso equitativo do conceito supramencionado integra as dimensões geográfica, social e intergeracional (UNDSETH, JOLLY, OLIVARI, 2020, p. 14). Nesse sentido, a utilização de satélites posicionados para fornecer serviços de banda larga por conta própria ou em combinação com outras tecnologias e infraestruturas existentes cria possibilidade de conexão com os isolados geograficamente. Segundo o relatório da ONU, um exemplo prático é Bangladesh, que lançou recentemente um

⁷⁰ Tradução do autor. No original: "The space economy is the full range of activities and the use of resources that create and provide value and benefits to human beings in the course of exploring, understanding, managing and utilizing space. Hence, it includes all public and private actors involved in developing, providing and using space-related products and services, ranging from research and development, the manufacture and use of space infrastructure (ground stations, launch vehicles and satellites) to space-enabled applications (navigation equipment, satellite phones, meteorological services, etc.) and the scientific knowledge generated by such activities. It follows that the space economy goes well beyond the space sector itself, since it also comprises the increasingly pervasive and continually changing impacts (both quantitative and qualitative) of space-derived products, services and knowledge on economy and society".

satélite de telecomunicações que também transmite programas de televisão e rádio e em breve fornecerá Internet, telemedicina e auxiliará as instalações de ensino à distância para pessoas em áreas remotas (ONU, 2020, p. 5)

O barateamento do custo das tecnologias espaciais permitiu a democratização e comercialização de mercados como o de *cubesat*, criando oportunidades e preços acessíveis a agências espaciais, universidades, etc., e um ambiente propício ao surgimento de *start-ups*. Entretanto, há uma série de limitações e vulnerabilidades técnicas envolvidas, que não são usualmente percebidas pelo público alvo (AGLIETTI, 2020, p. 3-4).

A evolução da economia espacial não está dissociada do desenvolvimento social e econômico global, especialmente pela crescente sinergia entre o uso e aplicação de tecnologias espaciais em diversos espaços sociais e econômicos. Dentre as aplicações é possível mencionar: meteorologia, energia, telecomunicações, seguros, transporte marítimo, aviação e desenvolvimento urbano. Assim, é possível perceber o setor espacial como catalizador de atividades e inovações em diversos setores econômicos, inclusive tendo perspectivas de se tornar a próxima indústria de 1 trilhão de dólares até 2040 (ESA, online).

O impacto socioeconômico dos programas espaciais demorou para ser plenamente percebido pela sociedade. A OCDE realizou um estudo incluindo mais de 77 publicações entre os anos de 1972 a 2018, analisando evidências científicas das contribuições do setor espacial para a sociedade e economia.

Segundo esse estudo, a OCDE (2019, p. 44) compilou uma lista de tipos de benefícios e setores beneficiados pelos investimentos em programas espaciais:

- Em termos dos tipos de benefícios que podem ser derivados de investimentos em programas selecionados, ganhos de produtividade e eficiência podem frequentemente ser observados no nível da empresa (em processos e operações), na força de trabalho (melhorias nas habilidades e conhecimentos dos trabalhadores como) e no nível gerencial (benefícios organizacionais, como coordenação e cooperação aprimoradas). Economia de custos, redução de custos, receitas comerciais e empregos também podem ocorrer, no próprio setor espacial ou em outros setores. Dependendo da disponibilidade de dados, os efeitos macroeconômicos dos investimentos também podem ser rastreados, no PIB / valor adicionado e nas receitas fiscais.
- Setores beneficiários são os setores econômicos que se beneficiam dos efeitos estimulados pelas atividades espaciais. Como parte das categorias selecionadas, incluem a economia geral (a nível nacional via PIB); agricultura; saúde; transporte e planejamento

urbano; educação; gestão ambiental; monitoramento do clima e meteorologia; energia; telecomunicações; gestão de desastres; finanças e seguros; manufatura, mineração e construção; indústrias de alta tecnologia; defesa e segurança; turismo e lazer; pesquisa e desenvolvimento e ciência; análise de dados e serviços baseados em localização; e outros serviços genéricos⁷¹.

Ao analisar percentualmente as recorrências da literatura sobre os setores beneficiados pelos efeitos socioeconômicos derivados dos investimentos espaciais, vale destacar que: 11,3% pesquisas apontaram benefícios para a gestão ambiental; 9,7% para o planejamento urbano e transporte; 8,1% para o monitoramento climático e meteorologia; 5,3% para energia; 4,7% para agricultura; 4,1% para o gerenciamento de desastres e 3,8% para educação e saúde (OCDE, 2019, p. 45).

Outra avaliação percentual importante a ser destacada é relativa aos tipos de efeitos positivos oriundos dos investimentos espaciais, dentre os quais emprego representa 15,1%; bem-estar social representa 12,9%; benefícios macroeconômicos representam 11,5% (OCDE, 2019, p. 46).

Ademais, há evidências crescentes do papel de tecnologias de satélites para objetivos do desenvolvimento, seja por observação da Terra (informações geoespaciais, imagens de satélite, sensoriamento remoto), telecomunicação por satélite e banda larga, que podem

apoiar a implantação de infraestruturas diversas (água, rodovias, transportes, telecomunicações) ou contribuir para a gestão dos recursos naturais e o enfrentamento das questões ambientais, como no caso de mudanças na cobertura do solo e prevenção e resposta ao risco de desastres. Particularmente nas regiões em desenvolvimento caracterizadas por uma densidade populacional escassa e dinâmica de urbanização complexa, os dados de satélite podem melhorar a

⁷¹ Tradução do autor. No original: "In terms of the types of benefits that can be derived from investments in selected programmes, productivity and efficiency gains can often be observed at the firm level (in processes and operations), in the workforce (improvements in workers' skills and know-how) and at the managerial level (organisational benefits such as improved co-ordination and co-operation). Cost savings, cost avoidance, commercial revenues and employment may also occur, in the space sector itself or in other sectors. Depending on data availability, macroeconomic effects of investments can also be tracked, on GDP /value added and tax revenues. Beneficiary sectors are the economic sectors that benefit from effects spurred by space activities. As part of the selected categories, they include the overall economy (at national level via GDP); agriculture; health; transport and urban planning; education; environmental management; climate monitoring and meteorology; energy; telecommunications; disaster management; finance and insurance; manufacturing, mining and construction; high-tech industries; defence and security; tourism and leisure; research and development and science; data analytics and location-based services; and other generic services".

implementação de uma ampla gama de políticas de desenvolvimento em nível local, regional e nacional. (OCDE, 2019, p. 45)⁷².

Outro dado importante é que grande parte dos países com programa espacial e atores que operam no setor privado possuem projetos específicos de assistência técnica que promovem o desenvolvimento socioeconômico. O relatório da OCDE apresenta 7 projetos. Para ilustrar a amplitude e as perspectivas analisadas, vale destacar um exemplo:

O programa de iniciativas de telepidemiologia desenvolvido pelo Centro Nacional de Estudos Espaciais (*Centre National d'Études Spatiales – CNES*) na França, lançou vários projetos de observação da Terra, visando a prevenção e evitar a difusão de doenças infecto contagiosas. O projeto combinou variáveis ambientais com imagens de satélite e desenhou mapas de risco preditivos capazes de rastrear a exposição à insetos vetores das doenças, bem como criou sistema de alerta prévios com aplicações amplas. Os benefícios atribuídos ao projeto são vidas salvas, vidas melhoradas, redução de custos (agricultura e pecuária). Neste exemplo, as tecnologias e domínios espaciais aplicáveis foram: 1) a observação da Terra para telepidemiologia; 2) o monitoramento de saúde; 3) a prevenção de doenças; 4) a agricultura e pecuária. O foco geográfico foi Argentina, Burkina, Faso, Chade, China, Mali, Martinica, bacia do Mediterrâneo e Senegal (OCDE, 2019, p. 50).

Além das aplicações e reversões dos investimentos espaciais, o estudo da OCDE também analisou a porcentagem de mulheres empregadas em agências espaciais e organizações de pesquisa, com algumas surpresas positivas que demonstram a inclusão em setor técnico e altamente qualificado. Assim, é possível destacar que, em valores percentuais, a Agência Espacial Britânica (UKSA) e a Agência Espacial do Estado da Ucrânia (NSAU) possuem aproximadamente 48% de mulheres empregadas; a Agência Espacial Canadense (CSA) possui 47%; Agência Espacial Norueguesa (NOSA) anteriormente conhecida como Centro Espacial Norueguês (NSC) possui 41% (OCDE, 2019, p. 66).

⁷² Tradução do autor. No original: “They may support the setting up of diverse infrastructure (water, road, transport, telecommunications) or contribute to natural resources management and tackling environmental issues, as in the case of land cover changes and disaster risk prevention and response. Particularly in developing regions characterised by scarce population density and complex urbanisation dynamics, satellite data can improve the implementation of a wide range of development policies at the local, regional and national level”.

Por fim, quanto à participação e integração do ciclo de desenvolvimento espacial mais recente as transformações sociais, especialmente com a digitalização da sociedade e da economia, vale destacar que:

O ano de 2018 marcou a iminência de um quinto ciclo de desenvolvimento espacial, onde dados e sinais de satélites alimentam diretamente os produtos de consumo do mercado de massa e são usados rotineiramente em operações governamentais e comerciais. Este também pode ser o início de uma nova era de exploração espacial e atividades no espaço, já que o setor nunca viu tanta diversidade de atores se envolvendo, como financiadores e desenvolvedores de sistemas espaciais⁷³ (OCDE, 2019, p. 78).

Resta claro que os benefícios e aplicações socioeconômicas oriundas do setor espacial e dos respectivos programas são incontestáveis, inclusive se tornam cada vez mais intrínsecos ao modo de vida e ao desenvolvimento social, econômico e ambiental contemporâneos. Entretanto, a disponibilidade de tantos serviços e aplicações ocorreu pela exploração desordenada do espaço sideral, especialmente na órbita terrestre baixa, e seus reflexos podem ser percebidos, mensurados economicamente e estão pondo em risco a sustentabilidade das atividades espaciais e o ecossistema criado em função de si.

⁷³ Tradução do autor. No original: “The year 2018 marked the verge of a fifth cycle of space development, where data and signals from satellites feed directly into mass-market consumer products, and are routinely used in government and commercial operations. This may also be the beginning of a new era of space exploration and in-space activities, as the sector has never seen such a diversity of actors getting involved, as funders and developers of space systems”.

3 – OS DETRITOS ESPACIAIS COMO UM PROBLEMA SUPER PERVERSO E A SUSTENTABILIDADE DAS ATIVIDADES SATELITAIS

A tragédia dos comuns é um conceito desenvolvido em 1968 por Garret Hardin (1968), a partir da perspectiva do pasto comum, ou seja, a exploração de um bem comum, sem regras suficiências, levaria os criadores de gado a tomar ações unilaterais a fim de obter o máximo de pasto possível para seu rebanho. Cada rebanho cresce indefinidamente. Assim, a exploração contínua e escalonada do bem comum leva ao colapso do pasto no exemplo do autor. Uma das conclusões do autor é que a existência de um objetivo ou interesse comum não são suficientes para inspirar ações coletivas, ainda que isso leve a escassez absoluta ou esgotamento de recursos para a coletividade.

Segundo Denny e Granziera (2017, p. 14) a liberdade ilimitada, seja feita de forma individual ou coletiva, levará a ruína de todos, exceto se for estimulada por regras e mecanismos que restrinjam os interesses dos agentes e evitem a tragédia dos comuns.

Conforme Wang (2013, p. 5-6)

A soberania territorial, no sentido de Vestefália, abrange quase todas as partes deste planeta, que constituem a unidade básica do Direito Internacional e das relações internacionais. A principal exceção a esse princípio são os bens comuns globais ou bens comuns internacionais, incluindo o fundo do mar internacional, o Ártico, a Antártica e o Espaço sideral.

Segundo Muñoz-Patchen (2018, p. 250), o espaço sideral é um bem comum e fora estabelecido como tal em 1967 pelo Tratado do Espaço e posteriormente por outros tratados. Como província da humanidade (*province of mankind*) espaço é livre para a exploração e uso por todos os Estados, fato que o torna vulnerável a tragédia dos comuns, caso cada empresa ou nação opere de forma a maximizar seus interesses unilateralmente de exploração e contribuindo para o crescimento desordenado dos detritos que pode levar ao colapso das atividades espaciais.

De forma complementar, Greenbaum (2020, p. 922) explica que ainda que não se torne inutilizável, a tragédia dos comuns decorrente de detritos espaciais irá prejudicar empreendimentos comerciais e ameaçar os esforços globais de promoção de democratização de acesso à internet e ao turismo espacial.

Os interesses individuais e coletivos podem sofrer coerções e incentivos individuais a fim de reforçar os interesses da coletividade. Conforme Denny e Granziera (2017, p. 14-15) nenhum indivíduo tem a capacidade de superar a pressão social. Ainda que essa perspectiva seja aplicada para empresas, que não possuam interesse em atingir ideias coletivos, a sociedade poderá exigir sua adequação aos interesses sociais.

Muñoz-Patchen (2018, p 250) explica que, assim como na tragédia dos comuns de Hardin, as órbitas terrestres são utilizadas de forma demasiada, por interesses e práticas unilaterais, sem controle e a manutenção deste comportamento pode levar a inutilização daquelas. Assim, sem um regime legal para educar, estimular e em último caso compelir os atores envolvidos a lidar com o problema dos detritos espaciais pode evitar o colapso das atividades espaciais.

Kurt (2015, p. 310) explica que muitos analistas sugerem que a poluição do espaço orbital da Terra poderá potencialmente torná-lo inutilizável, sendo assim uma "tragédia dos comuns" por excelência, de fácil detecção pois ela ocorre quando os atores abusam de um recurso comum compartilhados.

Chaddha (2010, p. 19) entende que, aplicando o modelo de Hardin, o espaço sideral é definido como um "espaço comum" e, na ausência de um regime de governo eficaz, é vulnerável à "tragédia".

Greenbaum (2020, p. 922) explica que a lógica da tragédia dos comuns no espaço possui resquícios da Segunda Guerra e da Guerra Fria, que influenciaram o desenvolvimento de regras de cooperação sob aquela ótica. Para agravar a situação, os Estados ainda negligenciam a implementação de diretrizes espaciais a nível local necessárias para promoção da sustentabilidade a longo prazo da exploração espacial equitativa.

A tragédia dos comuns não é uma situação finalística, ou seja, existem possibilidades de gerenciar sustentavelmente os recursos sem Leviathan ou a privatização.

Ostrom (1990, p. 90) desenvolveu 8 princípios para evitar a ocorrência da tragédia dos comuns quando há unidades de recursos conjugados (*Common Pool Resources*). O primeiro é relativo à criação de limites claramente definidos para exploração dos recursos comuns. O segundo é a congruência entre a estrutura de governança ou regras e o contexto de recursos, definindo-se regras de exploração e responsabilidade. O terceiro é a criação de arranjos de escolha coletiva que permitam

que a maioria dos exploradores de recursos participem do processo de tomada de decisão. O quarto é o monitoramento pelos exploradores por terceiros que prestam contas aos primeiros. O quinto é a implementação de sanções graduais para os exploradores de recursos que violem as regras da comunidade. O sexto é a criação de mecanismos de resolução de conflitos de baixo custo e fácil acesso. O sétimo é o reconhecimento da autodeterminação da comunidade por autoridades de alto nível. O oitavo é que em caso de recursos comuns maiores, a organização deverá ser feita na forma de empresas aninhadas de várias camadas (*nested enterprises*), ou seja, funcionando em governança.

Outra forma de lidar com a tragédia dos comuns foi desenvolvida por Levin, Cashore, Bernstein e Auld (2012, p. 123) que recomendam uma abordagem orientada para desenvolver soluções que influenciem a realização de objetivos comuns, baseados em evidências científicas.

Muñoz-Patchen (2018, p. 251-252) explica que nenhuma regulamentação internacional obrigatória exigindo que os detritos espaciais sejam remediados foi reconhecida, observando como possibilidades coercitivas que evitem a tragédia dos comuns: a) a regulamentação e a responsabilidade expandida; b) o reconhecimento de uma regulamentação e cobrança pelo abandono de bens móveis, como uma solução comum para as externalidades negativas criadas pelas atividades espaciais.

Sob essa última perspectiva, a autora entende que existem legislações internacionais como americana, argentina, alemã e chilena que permitem a apropriação de bens (coisas) abandonadas por qualquer um que reivindicá-los, observando essa como uma possibilidade fática de lidar com o problema dos detritos espaciais (MUÑOZ-PATCHEN, 2018, p. 251).

Entretanto, existem problemas para lidar com essa situação, pois a recuperação de um detrito espacial (um satélite não funcional, por exemplo) pode envolver a coleta de dados sensíveis sobre o design (modelo e projeto), coleta de informações capturadas ou processadas que contenham dados que afetem a segurança nacional, política externa, propriedade intelectual, etc. Além disso, ainda é possível a aplicação de engenharia reversa para compreender como o objeto foi desenvolvido e ter o domínio da tecnologia (UNDSETH, JOLLY, OLIVARI, 2020, p. 33). Assim, a solução supramencionada parece inadequada para lidar com a complexidade que envolve os detritos espaciais.

3.1 Os detritos espaciais como um problema super perverso

O conceito de problema perverso (*wicked problem*) não tem origem jurídica, mas na teoria do design, tendo sido criado por Rittel e Webber em 1973. Teve como objetivo chamar atenção para as complexidades e desafios de abordar problemas de planejamento e política social.

Ritter e Webber (1973, p. 160) explicam que o tipo de problemas que os planejadores lidam são diferentes dos enfrentados por cientistas, pois são inerentemente perversos, distintamente do que ocorre com os problemas das ciências naturais, que são definíveis e separáveis. Outra celeuma enfrentada pelos planejadores é o fato do planejamento governamental, em especial o social ou de políticas é usualmente mal definido e está vinculado a um julgamento político evasivo, o que impede o desenvolvimento integral de sua solução. Ou seja, segundo os autores, os políticos evitam fazer compromissos pontuais e concretos, o que impede a consubstancialização de resultados efetivos e adequados.

Segundo Ritter e Webber (1973, p. 161-167) os problemas perversos têm as seguintes características:

1. Não há formulação definitiva de um problema perverso;
2. Problemas perversos não têm regra de parada;
3. Soluções para problemas perversos não são verdadeiras ou falsas, mas boas ou más;
4. Não há teste imediato e definitivo de uma solução para um problema grave;
5. Cada solução para um problema grave é uma "operação única"; porque não há oportunidade de aprender por tentativa e erro, cada tentativa conta significativamente;
6. Problemas perversos não têm um conjunto enumerável (ou exaustivamente descritível) de soluções potenciais, nem há um conjunto bem descrito de operações permitidas que podem ser incorporadas ao plano;
7. Cada problema perverso é essencialmente único;
8. Cada problema perverso pode ser considerado um sintoma de outro problema;
9. A existência de uma discrepância que representa um problema grave pode ser explicada de várias maneiras. A escolha da explicação determina a natureza da resolução do problema;
10. O planejador não tem o direito de estar errado.⁷⁴

⁷⁴ Tradução do autor. No original: "1. There is no definitive formulation of a wicked problem; 2. Wicked problems have no stopping rule; 3. Solutions to wicked problems are not true-or-false, but good-or-bad; 4. There is no immediate and no ultimate test of a solution to a wicked problem; 5. Every solution to a wicked problem is a "one-shot operation"; because there is no opportunity to learn by trial-and-error, every attempt counts significantly; 6. Wicked problems do not have an enumerable (or an exhaustively

É possível avançar na percepção do problema perverso aplicado aos detritos espaciais, pois eles não podem ser vistos sob um ponto de vista de solução definitiva, sem que seja percebido no contexto em que está inserido, ou seja, na estrutura do Direito Espacial e suas limitações. Ademais, não é possível exaurir todas as razões pelas quais o problema dos detritos existe e resolvê-las sem que isso leve a exaustão de recursos, tempo, dinheiro ou capacidade de articulação.

Os detritos espaciais como problemas perversos não podem ser submetidos a critérios objetivos para definição de solução como verdadeira ou falsa. Assim, as soluções apresentadas pelas partes seriam analisadas como boas ou ruins, melhores ou piores, satisfatórias ou boas o suficiente.

Não existe nenhum modelo teórico capaz de testar soluções finalísticas para os detritos espaciais. Ainda que soluções sejam propostas e aplicadas, os fluxos contínuos, novas demandas e as consequências geradas pelas soluções apresentarão novas facetas que deverão ser objeto de análise.

Soluções desenvolvidas para lidar com os detritos espaciais deverão ser percebidas como operações únicas, pois o erro poderá levar a uma situação catastrófica, não dando outra oportunidade de aprender com o método de tentativa e erro, pois cada tentativa conta significativamente. É possível trazer como exemplo a tentativa de remoção ativa de detritos, que em caso de erro pode criar uma quantidade ainda maior de detritos que leve a ocorrência da síndrome de Kessler.

Os detritos espaciais como problemas perversos não têm um conjunto exaustivo de soluções potenciais, ou mesmo um conjunto de operações permitidas que possam ser executadas e incorporadas de forma finalística. Para lidar com os detritos espaciais uma solução que englobe todas as alternativas possíveis deverá ser desenvolvida a fim de obter o melhor resultado possível.

O problema dos detritos espaciais pode ser considerado um sintoma de outro problema. Neste caso, pode ser observado que a ausência de regras para exploração de territórios comuns, por exemplo.

describable) set of potential solutions, nor is there a well-described set of permissible operations that may be incorporated into the plan; 7. Every wicked problem is essentially unique; 8. Every wicked problem can be considered to be a symptom of another problem; 9. The existence of a discrepancy representing a wicked problem can be explained in numerous ways. The choice of explanation determines the nature of the problem's resolution; 10. The planner has no right to be wrong".

A forma como os detritos espaciais serão abordados, se com viés jurídico, econômico, analítico, de ciências sociais ou exatas, determinará a natureza da solução do problema. Se o planejador tomar as decisões errada, poderá levar à destruição do sistema. Portanto, as soluções para lidar com os detritos não podem ser erradas.

É válido mencionar que quanto maior for a abrangência das visões integradas para lidar com o problema, mais ampla e integrativa a solução será.

Levin, Cashmore, Bernstein e Auld (2012, p. 123) criticam a forma como os trabalhos relevantes para as políticas sobre mudanças climáticas nas ciências sociais são desenvolvidos, visando os custos e benefícios de opções políticas específicas em relação a conjuntos de objetivos importantes, mas limitados a explicar sucessos ou fracassos passados. Assim, os autores propõem uma abordagem de “raciocínio avançado aplicado” (*applied forward reasoning*), que caracterizam como um problema super perverso (*super wicked problem*), contendo quatro características principais:

- 1) o tempo está se esgotando;
- 2) aqueles que causam o problema também procuram encontrar uma solução;
- 3) a autoridade central necessária para lidar com isso é fraca ou inexistente;
- 4) em parte, como um resultado, as respostas políticas descontam o futuro irracionalmente⁷⁵

É válido mencionar que os problemas super perversos contém todas as características dos problemas perversos adicionados aos quatro.

A problemática dos detritos espaciais se amolda como problema super perverso. Inicialmente é válido mencionar que existe um crescente aumento de detritos espaciais em órbita, que inevitavelmente irão gerar colisões e interferências, sendo assim uma questão de tempo até que a síndrome de Kessler se efetive, caso medidas não sejam tomadas.

Todos os *players* envolvidos na exploração das atividades espaciais são afetados em caso de uma catástrofe e impossibilidade de uso da órbita terrestre. Logo, também é de interesse deles encontrar uma solução.

⁷⁵ Tradução do autor. No original: “time is running out; those who cause the problem also seek to provide a solution; the central authority needed to address it is weak or non-existent; and, partly as a result, policy responses discount the future irrationally”.

Em decorrência dos pontos acima mencionados, as respostas políticas existentes no momento para lidar com detritos espaciais não decorrem fundamentalmente de perspectivas lógicas e efetivas, pois não há na doutrina comprovações de que as medidas adotadas hodiernamente estejam tendo resultados rápidos o suficiente em relação ao crescimento do problema. Portanto, os detritos espaciais são efetivamente um problema super perverso e o desenvolvimento de soluções efetivas prescinde de uma abordagem mais adequada e abrangente, ou seja, a ampliação de ações de governança e educação ambiental como catalizadores das ações realizadas.

3.2 O Direito Ambiental Internacional e a governança ambiental global: lições para o Direito Espacial

Conforme Denny e Granziera (2017, p. 16), para lidar com problemas super perversos contemporâneos o desenvolvimento de novos arranjos institucionais são necessários, devendo ser caracterizados por sistemas não lineares, onde todos interagem de formas imprevisíveis; serem afetados reflexivamente por todas as ações; e por enfrentar a tendência humana de superexploração de recursos⁷⁶.

O ramo do direito que absorveu de maneira mais efetiva a lógica para lidar com problemas globais complexos, ou seja, problemas perversos e super perversos, é o Direito Ambiental Internacional (DAI). Entretanto, não o fez de maneira isolada, sendo necessário destacar o papel da governança como fundamento da transformação de seu arcabouço de possibilidades para enfrentar tais problemas. As experiências do Direito Ambiental Internacional com a governança devem inspirar o desenvolvimento de soluções adequadas ao Direito Espacial.

3.2.1 O Direito Ambiental Internacional e os problemas globais

Segundo Rei (2017, p. 31) o Direito Ambiental Internacional é um novo ramo do direito que evolui das deficiências e limitações do Direito Internacional do Meio

⁷⁶ O texto original utilizados pelas autoras é: “1) by non-linear systems, where everybody interacts in unpredictable ways, 2) by the fact that They are affected reflectively by all actions, and 3) by facing the human tendency to overexploit resources”.

Ambiente, que tinha como uma de suas principais deficiências a super dependência de ações estatais e de organizações internacionais.

Sob um ponto de vista analítico, considerando a transição entre o Direito Internacional do Meio Ambiente e o Direito Ambiental Internacional, Rei (2006, p. 9) explica que há um equilíbrio complexo por se tratar de um ramo que é produto dos Estados, mas reconhece o crescimento e a influência das Organizações Internacionais (OIs), que por sua vez são impulsionadas pelas ações e deliberações de ONGs, bem como pelo conhecimento científico. Este cenário torna-se propício para o fortalecimento da *soft law*, que além de fonte do direito, é ferramenta para o desenvolvimento de normas internacionais fluidas, adequadas com os “novos desafios da sociedade contemporânea, na impossibilidade de se avançar com regras impositivas em determinados campos”.

Segundo Rei (2017, p. 31) o Direito Ambiental Internacional é baseado em um sistema legal de natureza interdisciplinar, visando a regulação, coexistência, cooperação e relações interdependentes, sejam institucionalizadas ou não, por atores internacionais que visam a proteção ambiental.

O Direito Ambiental Internacional não se limita ao conceito clássico do Direito Internacional Público:

O Direito Ambiental Internacional é derivado de um processo de expansão do Direito Internacional moderno, que não trata apenas de fronteiras, como o Direito Internacional clássico, mas também de problemas comuns, processo típico de um período de globalização jurídica (VARELLA, 2004, p. 22).

Conforme Rei (2017, p. 31), o Direito Ambiental Internacional resulta de processos e necessidades oriundos do Direito Internacional contemporâneo, cuja conjunção de esforços em torno do objetivo comum tem proporções globais, tal como a sustentabilidade.

Garcez (2017, p. 18) explica que:

O Direito Ambiental Internacional permite o tratamento das questões ambientais globais (ampliadas em razão da atual Sociedade do Risco) com instrumentos para enfrentar a complexidade desta realidade (jurídicos, como convenções e tratados internacionais; e não jurídicos, como resultados de painéis e pesquisas da comunidade científica), através de mecanismos de solução inter (e multi) disciplinares (com simbiose entre outras áreas do conhecimento, como tecnologia,

informação, engenharia, entre outras).

Assim, a reflexibilidade deste novo ramo, considerando a complexidade que se propõe a enfrentar, impõe a necessidade de aceitação de modos novos de percepção das relações entre os Estados e os demais atores internacionais, ampliando a gama de possibilidades com as quais eles se relacionam e interferem no processo regulatório do direito ou no desenvolvimento de conjuntos normativos, institucionalizados ou não, jurídicos ou não. Assim, é possível ampliar as possibilidades de estudos e produção de normas internacionais (REI; NASSER, 2007, p. 02).

Um ponto fundamental para o desenvolvimento efetivo do Direito Ambiental Internacional foi a conscientização dos Estados quanto a matéria ambiental, sendo possível reconhecer sua importância e aceitação pacífica no plano internacional, influenciadas tanto pelos Estados, quanto por outros atores das relações internacionais (REI, 2006, p. 10).

Sob um ponto de vista de conquista de visibilidade e equilíbrio entre as questões econômicas e ambientais, Rei (2006, p. 11) dá como exemplo a Organização Mundial do Comércio (OMC), cujo desenvolvimento normativo fora influenciado pelo então Direito Internacional do Meio Ambiente, revelando sinais de maturidade institucional na aceitação e aplicação de normas ambientais na esfera econômica, sendo possível mencionar que este é um exemplo da globalização de interesses.

Ainda nesse sentido:

Importante destacar no trabalho dos advogados no sistema de controvérsias da OMC a comum, e por vezes extensa, invocação de dispositivos da Agenda 21, instrumento das teses de proteção ao meio ambiente, o que vem a dar a esse instrumento de *soft law* a sua importância, seja no que diz respeito a seu grau de normatividade e de eficácia, seja no que concerne à existência de obrigações internacionais dos Estados, na esfera de proteção do meio ambiente, *in casu*, em confronto com as normas reguladoras do comércio internacional (REI, 2006, p. 11).

É importante mencionar que os instrumentos não vinculantes possuem uma efetividade jurídica e também são “inegavelmente dotados de intenção e de real função normativa, no sentido que de fato, influenciam as condutas dos atores a quem se dirigem” (NASSER, 2006, p. 25-26). Sendo assim, tornam-se mais efetivos para

lidar com desafios globais complexos, cujo desenvolvimento de soluções decorra de governança multinível.

Nesse sentido, Conforme Rei (2017, p. 32):

O Direito Ambiental Internacional parece ser um ramo do direito no qual o uso da chamada *soft law* tem se tornado legítima e muito mais efetiva devido à dinâmica flexível e maleável desses instrumentos. O Direito Ambiental Internacional é mais pragmático, finalístico, que se preocupa com os resultados, com o cumprimento dos objetivos propostos. É uma cooperação baseada na lei⁷⁷.

Rei e Granziera (2015, p.153) entendem que o papel da *soft law* é reforçado pela inserção de novos atores no desenvolvimento de relações multilaterais, processos políticos e pelas contribuições advindas do conhecimento científico. Nesse sentido, a *soft law* desempenharia um papel de auxílio na adaptação do Direito Internacional clássico ao enfrentar novos desafios da sociedade contemporânea, considerando a impossibilidade de avanço normativo juridicamente vinculante em determinadas áreas.

Conforme Rei (2017, p.32), as mudanças contínuas advindas da pós modernidade demonstram as dependências e limitações do direito quando tenta lidar com problemas complexos de forma isolada. O Direito Ambiental Internacional, em consonância com as relações internacionais, visa transformar as relações entre Estados, governos e estruturas de governança, fomentando a cooperação e a coordenação entre os atores para desenvolver soluções com fundamento científico que sejam capazes de garantir a dignidade humana e o bem estar ambiental sob uma perspectiva transgeracional.

3.2.2 A governança ambiental global

Garcez (2017, p. 20) explica que “o aumento da interdependência dos povos (fenômeno derivado da globalização) deu origem a diversos problemas que não permaneceram aprisionados às fronteiras dos Estados”. É válido mencionar que além

⁷⁷ Tradução do autor. No original: “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 flexible and malleable dynamics of these instruments. The international environmental law is a more pragmatic, finalistic law that is concerned about the results, the achievement of the goals proposed. It is a law based cooperation”.

disso, as “novas relações internacionais e o advento de tecnologias da comunicação consolidam a interdependência global” (POLISTCHUCK; TRINTA, 2003, p. 41)

Portela (2017, p. 37) explica que

o atual contexto internacional veio a tornar evidente a necessidade de que os entes estatais e os organismos internacionais atuem conjuntamente no tocante a temas que têm impacto direto sobre a vida das pessoas e que, por sua complexidade, magnitude e capacidade de gerar efeitos em mais de uma parte do mundo, exigem cooperação internacional, como a manutenção da paz, a promoção dos direitos humanos e a proteção do meio ambiente.

Conforme Gonçalves (2014, p. 83), existe uma preocupação crescente no estabelecimento de formas e mecanismos de gestão compartilhada de poder, transparentes e que permitam a participação ampliada, ou seja, não se limitem apenas aos Estados, mas reconheçam a importância da participação de OIs, empresas multinacionais e organizações da sociedade civil.

O conceito de governança da década de 1980 tinha uma conotação liberal, vinculada ao Banco Mundial e sua "cartilha prescritiva" de práticas que levariam à boa governança. Após a década de 1990, o conceito rompe com os limites de sua conotação anterior e passa a integrar politicamente novos atores no processo de tomada de decisões, ampliando sua esfera de envolvimento (GONÇALVES; COSTA, 2011, p. 28-30).

Com isso, a gestão de poder e o desenvolvimento de soluções se torna cada vez mais alinhados com as perspectivas modernas de governança, que por sua vez se alinham ao Direito Internacional Público moderno, ao reconhecer a participação ampliada dos atores para dar celeridade aos processos negociais inerentes à sociedade global (COSTA; MARTINS, 2017, p. 34).

O conceito moderno de governança, conforme Gonçalves (2006, p. 4), possui três dimensões:

a primeira diz respeito a seu caráter de instrumento, ou seja, de meio e processo capaz de produzir resultados eficazes; a segunda envolve os atores envolvidos no seu exercício, salientando a questão da participação ampliada nos processos de decisão; e a terceira enfatiza o caráter do consenso e persuasão nas relações e ações, muito mais do que a coerção (GONÇALVES, 2006, p. 4)

De forma simples, a “governança é meio, ferramenta, instrumento para solução de problemas”. Assim, é capaz de produzir arranjos institucionais que podem reconfigurar a ordem ou a economia mundial, de forma consensual. Entretanto, sua ausência pode significar a incapacidade de avanços no processo de desenvolvimento, apesar de contínuas e significativas transferências de recursos (GONCALVES; COSTA, 2015, p. 93-109).

Conforme Garcez (2017, p. 21), o conceito de governança global surge em 1992 com a criação da Comissão sobre Governança Global, tendo como definição:

a totalidade das diversas maneiras pelas quais os indivíduos e instituições, públicas e privadas, administram seus problemas comuns. É um processo contínuo pela qual é possível acomodar interesses conflitantes e realizar ações cooperativas. Governança diz respeito não só a instituições e regimes formais autorizados a impor obediência, mas a acordos informais que atendam aos interesses das pessoas e instituições (COMISSÃO SOBRE GOVERNANÇA GLOBAL, 1996, p. 2).

A governança se utiliza de instrumentos formais e não formais, especialmente após 1996, quando possibilita um diálogo e negociações mais livres, que construam o consenso e a persuasão pelo diálogo amplo entre atores e sujeitos no processo de tomadas de decisões, provando que a participação ampliada fortalece a democracia. A construção do consenso, de forma democrática, pode ser feita em quaisquer níveis, do doméstico ao global (GONÇALVES; COSTA, 2011, p. 30).

Como já foi dito, a globalização impeliu o aumento da interdependência dos povos, sendo necessário o desenvolvimento de novas instituições capazes de lidar com as demandas oriundas da economia globalizada inerente à sociedade global e os fenômenos a ela atrelados. Os novos regimes internacionais fundados na governança global têm sido a resposta mais efetiva (MATIAS, 2005, p. 445)

Segundo Rei (2019, p. 36-37), os novos modelos de governança ambiental são percebidos como exemplos de deliberação e cooperação, apresentam-se como funcionais e capazes de lidar com problemas complexos, intersetoriais, multiníveis e de grande alcance, vinculados à problemática ambiental.

Conforme Olson (1971, p. 15), o engajamento efetivo só é viável se houver um envolvimento de múltiplos atores, cooperando entre si, de forma transparente em múltiplos níveis e sob uma auto supervisão.

De forma complementar, Denny e Granziera (2017, p. 15) entendem que:

Unidades menores de governança vinculadas por redes de monitoramento são o modelo mais viável, uma vez que grandes soluções negociadas globalmente tornam-se absolutamente ineficazes se não houver endosso de iniciativas policêntricas com ação local. Por exemplo, mesmo que todos os estados membros das Nações Unidas concordem em perseguir metas de desenvolvimento sustentável, esse esforço global será prejudicado se as iniciativas subnacionais não transformarem esses princípios genéricos em ações, especialmente em uma base local⁷⁸.

Uma das formas existentes e mencionáveis de modelos de governança ambiental nos moldes supramencionados é a Nrg4SD, que é uma coalisão internacional que reúne governos subnacionais e associações regionais de governos, tendo como função a promoção do desenvolvimento sustentável por eles (REI; FARIAS, 2015, p. 115-135)

Conforme Rei (2019, p. 37), as incertezas oriundas do enfrentamento de um problema global complexo exigem a participação ativa do maior número de atores possível, bem como ações multinível entre as diferentes esferas do governo, sociedade civil e mercado a fim de garantir legitimidade e qualidade democrática na política ambiental global.

De acordo com o programa da Organização das Nações Unidas para o Meio Ambiente:

A governança ambiental é a chave para alcançar o desenvolvimento sustentável nos níveis nacional, regional e global. Portanto, os processos de tomada de decisão e o trabalho das instituições devem seguir métodos informados, coerentes, unificados e abrangentes e, ao mesmo tempo, devem ser amparados por marcos regulatórios adequados que facilitem esses processos⁷⁹.

O desenvolvimento de marcos regulatórios adequados e legítimos que amparem os processos de tomada de decisões pode decorrer de muitas formas no

⁷⁸ Tradução do autor. No original: "Minor governance units linked by monitoring networks are the most viable model, since large globally negotiated solutions become absolutely ineffective if there is no endorsement of polycentric initiatives with local action. For instance, even if all the member states of the United Nations agree to pursue sustainable development goals, that global effort will be jeopardized if subnational initiatives do not convey those generic principles into actions especially on a local basis".

⁷⁹ Tradução do autor. No original: "La gobernanza ambiental es clave para alcanzar el desarrollo sostenible, a nivel nacional, regional y global. Por ello, los procesos de toma de decisiones y el trabajo de las instituciones deben seguir métodos informados, coherentes, unificados e integrales y, al mismo tiempo, deben apoyarse en marcos normativos adecuados que faciliten estos procesos".

Direito Internacional, entretanto, a consuetudinização de um método pode se tornar uma possibilidade mais célere aos interesses da sociedade global.

Quanto as questões de legitimidade, Bulkeley (2010, p. 237-253) explica que a ausência de ações institucionais efetivas para o enfrentamento das questões ambientais permite o surgimento de novas formas de autoridade, sem soberania ou controle, em distintos níveis.

Conforme Rei (2017, p. 34):

a complexidade para a formulação de uma resposta internacional tradicional, especialmente por meio de regimes jurídicos internacionais, e a necessidade crescente e desafiadora de ações práticas e pragmáticas para enfrentar as questões ambientais globais têm legitimado progressivamente o surgimento de novas formas de autoridade.⁸⁰

Como consequência, Rei e Granziera (2015, p. 155) explicam que o desenvolvimento de respostas multilaterais e estruturas menos rígidas envolvem discussões e ações de múltiplos atores, levando a uma participação mais ampla e à possibilidade de criar consenso. De forma complementar, Matias (2005, p. 445) explica que na sociedade global, os novos atores absorvem parte do poder dos Estados, sejam eles transnacionais ou supranacionais.

Um exemplo significativo de participação ampliada como fundamento de governança ambiental global, segundo Rei (2017, p. 35), é a participação da comunidade científica no processo de decisão em fóruns internacionais, tal como ocorreu no Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC*). Este exemplo é fundamentalmente importante por ter provido base científica para que governos em todos os níveis desenvolvessem política públicas relativas à mudança climática.

A participação ampliada, Costa e Martins (2017, p. 38) exemplificam participações de novos atores no processo de governança ambiental global:

1) COPs - Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática, realizadas regularmente para acompanhar a operação de tratados, bem como monitorar o progresso

⁸⁰ Tradução do autor. No original: “the complexity for the formulation of a traditional international response, specially by means of international legal regimes, and the increasing and challenging need for practical and pragmatic actions to face global environmental issues have progressively legitimated the rising of new forms of authority”.

e propor protocolos e emendas aos governos. Destaca-se a participação de diversas ONGs e da comunidade científica no processo de discussão que leva a criação das normas existentes nos protocolos propostos (GONÇALVES; COSTA, 2011, p. 92); 2) O alerta do Comitê Internacional da Cruz Vermelha sobre o Tratado de Erradicação de Minas e o movimento de ONGs ao redor do mundo deu maior visibilidade para o problema que criou a Campanha Internacional para o banimento de Minas Terrestres, que foi essencial para a elaboração do Tratado de Erradicação de Minas (MENEZES, 2006, p. 90-95); 3) A criação do Tribunal Penal Internacional teve um ponto distintivo, que foi a criação de uma coalizão de ONGs para o Tribunal Penal Internacional, dentre elas: Anistia Internacional, Human Rights Watch etc. O rascunho final do tratado para o estabelecimento do TPI foi fruto desta coalizão supracitada (MENEZES, 2006, p. 96-100).

Conforme Matias (2005, p. 463), as ONGs colaboram para a governança global ao influenciar comportamentos por meio da mídia, pressionando empresas transnacionais, contribuindo para redefinir a forma como determinados assuntos deverão ser abordados no plano mundial.

Vale destacar que a mídia, na forma dos veículos de comunicação em massa, assenta-se de maneira progressiva como um dos atores emergentes para o direito e para as relações internacionais (GARCEZ, 2017, p. 40), e afinal participam da dinâmica social internacional, possuindo influência na cooperação ou conflito existente no cenário (OLIVEIRA, 2005, p. 183).

A mídia, segundo Garcez (2017, p.40-41), possui um forte papel na condução da opinião pública, que é potencializado pelas redes sociais e novas tecnologias da informação, inclusive influenciando na política externa e conduzindo os “rumos da sociedade internacional no que tange assuntos de interesse global”.

A noção de difusão global de informações, inerente à globalização, potencializa a influência e alcance da mídia como ator internacional, sendo capaz de gerar uma mudança cognitiva que se expressa na forma de conscientização popular sobre acontecimentos longínquos que podem lhes afetar localmente (HELD; MCGREW, 2001, p.13).

KUSHWAHA (2015, p. 3) explica que a mídia desempenha um papel importante na formação de atitudes positivas do público em relação ao meio ambiente, pois aumenta a consciência ambiental da população.

O desenvolvimento de valores ambientais coletivos difundidos pela mídia, cujas capacidades são potencializadas pelas redes sociais, tem o “potencial de

conscientizar a população (como resultado de análise e atuação crítica) e criar um consenso por meio de estratégias da informação e, até mesmo, por pressão” (GARCEZ, 2017, p. 43).

Portanto, a mídia como ator internacional, independente ou colaborador, pode exercer a função de catalizador de objetivos globais comuns, tais como as questões inerentes às mudanças de paradigmas e comportamentos frente as questões ambientais globais, influenciando em comportamentos e pressionando os agentes que não se adequem às condutas condizentes aos valores da sociedade global.

3.3 O desenvolvimento e aprimoramento de mecanismos e soluções para os detritos espaciais e o papel da governança

O Direito Espacial é um ramo em pleno desenvolvimento e transformação e seu momento político e histórico o coloca em uma situação delicada, cuja ausência de consenso impede o desenvolvimento de instrumentos juridicamente vinculantes, tal como tratados, para lidar com a complexidade dos detritos espaciais.

Entretanto, como já foi mencionado, a ausência do desenvolvimento deste tipo de instrumento desde a década de 1980 e uma aparente estagnação no desenvolvimento normativo não implicam na efetiva estagnação, mas ao revés, impelem o desenvolvimento de outras abordagens, tal como a criação de diretrizes não vinculantes para gerenciar a evolução das atividades espaciais que já não se limitam à lógica beligerante e estatal que a estruturou, tendo influência civil e comercial mais ampla, instaurando uma lógica de desenvolvimento sustentável, pautada na participação ampliada.

Assim, o desenvolvimento ou aprimoramento de soluções ou instrumentos normativos para o Direito Espacial podem se utilizar da governança como meio para fazê-lo, bem como se inspirar no Direito Ambiental Internacional e como ele tem se adequado para lidar com os problemas super complexos.

3.3.1 A educação ambiental espacial

Existe uma simbiose entre a globalização e o alargamento das atividades espaciais, que levaram a uma transformação nas relações internacionais pelo aumento na difusão de informações. Nesse sentido, Held (2003, p. 160-186) explica

que a revolução na tecnologia da informação e em computadores levou à transferência instantânea de informações, especialmente quando combinados com tecnologias como televisão e satélites, alteraram a natureza da comunicação política.

Segundo Denny e Granziera (2017, p. 17), as inovações revolucionárias em tecnologia da informação, somada à mobilidade de capital e instrumentos financeiros de risco, foram são responsáveis por enfraquecer as esferas de poder tradicional, possibilitando que novos atores participassem da arena política de forma efetiva, tendo como exemplo os interesses dos consumidores e da publicidade dos meios de comunicação. Com isto, tornou-se possível a observação de efeitos difusos que influenciam a política dos Estados e agenda internacional.

A conscientização dos Estados pela matéria ambiental foi elemento chave para que o Direito Ambiental Internacional pudesse se desenvolver (REI, 2006, p. 10). Assim, deverá esse ponto ser abordado pelo Direito Espacial como catalizador para o desenvolvimento de soluções a curto, médio e longo prazo.

O Direito Espacial deve desenvolver a conscientização sobre as questões espaciais. Entretanto, conforme Garcez (2013, p. 68-69), “não é possível a formação de um debate de qualidade com a sociedade sem que sejam concedidas as informações necessárias para tanto”. Desta forma, a disseminação da informação e da educação espacial tornam-se um pilar essencial na construção de quaisquer soluções, tanto as que envolvam interesses públicos primários, como meio ambiente, bem como a fiscalização das ações dos governos e demais atores na execução de programas de políticas públicas.

A educação ambiental espacial passa a ser, portanto, um elemento essencial para o desenvolvimento da consciência sobre as questões que envolvem o espaço, a fim de dar subsídios para que os atores intervenientes nos processos de tomada de decisão, desenvolvimento de soluções e fiscalização tenham domínio amplo da temática. Portanto, segundo Garcez (2013, p. 69):

a informação pública e a educação são bens jurídicos indispensáveis para a realização da democracia participativa, na medida em que o acesso à informação propicia a instrução necessária para a participação da sociedade nos processos decisórios.

Conforme o UNOOSA, as tecnologias espaciais são instrumentais para o desenvolvimento sustentável, o que amplia a necessidade de legislação e política a

nível internacional e nacional relativo às atividades espaciais. O desenvolvimento normativo e de políticas a nível nacional depende da capacitação de profissionais.

A capacitação, o treinamento e a educação em Direito Espacial ajudam a promover o desenvolvimento e a cooperação internacional em atividades espaciais, e ajudam a desenvolver a expertise e a capacidade nacional em países com capacidades espaciais emergentes. Também fornece os meios para uma melhor compreensão dos papéis interdependentes da ciência, tecnologia e direito nas atividades espaciais (UNOOSA, online)⁸¹.

Ferretti (2020, p. 1) explica que:

A construção da capacidade espacial não envolve apenas treinamento e educação, como muitas vezes se presume, mas abrange uma gama muito mais ampla de atividades destinadas a equipar as nações com as ferramentas necessárias para implantar, empregar e explorar com sucesso as atividades espaciais. Portanto, também inclui processos como P&D, desenvolvimento e transferência de tecnologia, empreendedorismo e a criação de novos mercados de negócios, desenvolvimento e aplicação de ferramentas e políticas legais, cooperação e parcerias internacionais e adaptação de soluções espaciais para necessidades específicas (ou locais)⁸².

“O Escritório para Assuntos do Espaço Exterior organiza regularmente workshops sobre Direito Espacial em cooperação com os Estados-membros, e mantém um diretório de oportunidades de educação em Direito Espacial” (UNOOSA, s/d, online)⁸³.

O Brasil, atualmente, não possui nenhuma oportunidade acadêmica disponível, de acordo com as informações do site do UNOOSA. Entretanto, existe legislação nacional suficiente para que seja exigido, por parte da população, ONGs e outros

⁸¹ Tradução do autor. No original: “Capacity-building, training and education in space law helps to promote international development and cooperation in space activities, and helps build national expertise and capacity in countries with emerging space capabilities. It also provides the means for a better understanding of the interdependent roles of science, technology and law in space activities”.

⁸² Tradução do autor. No original: “Space capacity building doesn’t only involve training and education, as is often assumed, but encompasses a much broader range of activities designed to equip nations with the tools needed to successfully deploy, employ and exploit space activities. It therefore also includes processes such as R&D, technology development and transfer, entrepreneurship and the creation of new business markets, developing and enforcing legal tools and policies, international cooperation and partnerships, and tailoring of space solutions to specific (or local) needs”.

⁸³ Tradução do autor. No original: “The Office for Outer Space Affairs regularly organises workshops on space law in cooperation with member States, and maintains a directory of education opportunities in space law”.

atores com atuação nacional o desenvolvimento de oportunidades de capacitação, treinamento e educação em Direito Espacial no Brasil.

O artigo 1º da Lei nº. 9.795/99 da Lei da Educação Ambiental, define:

Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

Já foi demonstrado de forma clara nesta tese que o desenvolvimento das atividades tem impacto direto no desenvolvimento sustentável. Assim, a educação espacial é capaz de prover de forma congruente valores sociais, conhecimentos e atitudes que levem à sustentabilidade.

A Universidade Católica de Santos (UniSantos) possui uma linha de pesquisa em Direito e Política Espacial e cuja atuação a nível internacional é reconhecida, em especial pela participação no Grupo Internacional de Trabalho da Haia sobre Governança de Recursos Espaciais. Assim, seria de grande valia o desenvolvimento de um programa de capacitação, o treinamento e a educação em Direito Espacial em parceria com o UNOOSA.

Outra forma de aprofundamento de capacitação espacial foi desenvolvida em 2009 pelo UNOOSA com o lançamento da Iniciativa de Tecnologia Espacial Básica (*Basic Space Technology Initiative BSTI*), que engloba uma série de atividades de apoio à capacitação em desenvolvimento de tecnologia espacial (BALOGH, 2011, p. 2).

A Iniciativa de Tecnologia Espacial Básica do UNOOSA, segundo BALOGH, 2011, p 2) tem os seguintes objetivos:

Responder, no âmbito do Programa das Nações Unidas sobre Aplicações Espaciais, ao interesse de muitos países em estabelecer capacidades locais no desenvolvimento de tecnologia espacial básica; Abordar o papel crescente dos nano e pequenos satélites para a educação, ciências espaciais básicas e para aplicações operacionais; Auxiliar os países em seus esforços para garantir a conformidade com as estruturas legais e regulamentares relevantes e promover o uso de padrões apropriados quando aplicável; e Promover a cooperação internacional e o intercâmbio de informações em capacitação em tecnologia espacial básica⁸⁴.

⁸⁴ Tradução do autor. No original: "Respond, under the framework of the United Nations Programme on Space Applications, to the interest in many countries to establish indigenous capacities in basic space technology development; Address the growing role of nano- and small satellites for education, basic

Existe atualmente um Centro Regional para Educação em Ciência e Tecnologia Espacial para a América Latina e o Caribe (*Regional Centre for Space Science and Technology Education for Latin America and the Caribbean - CRECTEALC*), que representa o Programa de Aplicações Espaciais (*Programme on Space Applications - PSA*), que atua em cooperação com o INPE e “opera para promover e alcançar os benefícios da ciência e tecnologia espaciais em todos os níveis da sociedade” (FERRETI, 2020, p. 16).

O UNOOSA que desenvolveu uma série de currículos de educação voltados para aplicações em tópicos como meteorologia, comunicações, sensoriamento remoto e ciência espacial, em uso nos Centros e em instituições de ensino de todo o mundo (BALOGH, 2011, p. 3).

O atual rascunho da Agenda Space 2030 e seu plano de implementação já tem como meta no Objetivo 1 a conscientização sobre a importância da ciência e tecnologia espaciais para o cumprimento dos ODS. Neste sentido, somado às iniciativas acima citadas, é possível destacar a participação dos veículos de comunicação em massa como disseminadores da Agenda Space 2030 e de seu reconhecimento, assim como ocorreu com o termo sustentabilidade, que ganhou mais notoriedade na Conferência Rio-92 e foi “sendo incorporado nas pautas cotidianas dos diversos veículos de comunicação, nas agendas de grande parte das nações e nos vários segmentos sociais” (VIEIRA, 2020, p. 644).

Por fim, o Conselho Consultivo da Geração Espacial (*Space Generation Advisory Council*), em apoio ao UNOOSA constitui uma organização e rede global não governamental sem fins lucrativos, que visa representar estudantes universitários e jovens profissionais espaciais com idades entre 18 e 35 anos para a ONU, agências espaciais, indústria e academia. A rede SGAC de membros, voluntários e ex-alunos tem mais de 15.000 membros, representando mais de 150 países.

Quanto à atuação, o SGAC:

trabalha diligentemente para aumentar a conscientização entre a próxima geração de profissionais espaciais em uma escala global, trabalhando em conjunto com o Escritório das Nações Unidas para

space science and for operational applications; Assist countries with their efforts to ensure compliance with the relevant legal and regulatory frameworks and promote the use of appropriate standards where applicable; and Promote international cooperation and information exchange in capacity building in basic space technology”.

Assuntos do Espaço Exterior (UNOOSA) na promoção de workshops e atividades da ONU e no apoio aos membros do SGAC para participar de workshops, eventos e Fóruns de alto nível. O Conselho Consultivo de Geração do Espaço é um observador permanente do Comitê para os Usos Pacíficos do Espaço Exterior (COPUOS), bem como do subcomitê técnico-científico (STSC) e do subcomitê Jurídico (LSC) e envia vários membros do SGAC como representantes as seções destes comitês a cada ano. Ao hospedar eventos internacionais, regionais, locais e temáticos, bem como participar de vários eventos globalmente, o SGAC oferece aos seus membros a oportunidade de expandir seus conhecimentos sobre questões de política espacial internacional, bem como tópicos espaciais de natureza científica ou técnica, pensar criativamente sobre a direção futura do uso do espaço pela humanidade e se envolver com líderes atuais de agências espaciais, indústria e academia. SGAC administra as visões e opiniões de estudantes e jovens profissionais para garantir que sua criatividade e vigor sejam empregados para o avanço da humanidade através do uso pacífico do espaço sideral⁸⁵.

A educação ambiental espacial, por meio dos exemplos acima mencionados, extrapola a esfera estatal, podem envolver múltiplos setores da sociedade civil, possibilitando o desenvolvimento e integração de uma governança multinível, informando, educando, capacitando novos atores, agentes, líderes e trabalhadores que ao compreender melhor as temáticas, tornar-se-ão mais conscientes, de tal sorte que poderão exercitar seus direitos democráticos de forma mais assertiva.

Esse processo deve transformar o Direito Espacial, tornando-o em um ramo mais fluido quanto as formas de abordagem de suas problemáticas, incorporando a governança ambiental em seu cerne e se torne um novo ramo, ou um ramo ainda mais específico, tal qual ocorreu com o Direito Ambiental Internacional. Nesse sentido, teríamos a gênese do Direito Ambiental Espacial.

3.3.2 Tratados internacionais e o desenvolvimento de um regime para detritos espaciais

⁸⁵ Tradução do autor. No original: "SGAC works diligently to raise awareness among the next generation of space professionals on a global scale working together with the United Nations Office for Outer Space Affairs (UNOOSA) in promoting UN workshops and activities, and in supporting SGAC members to attend UNOOSA workshops, events and High Level Fora. The Space Generation Advisory Council is a permanent observer to the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space (COPUOS) as well as the Science and Technical Subcommittee (STSC) and the Legal Subcommittee (LSC) and sends various SGAC members as representatives to these committee sessions each year. By hosting international, regional, local and thematic events, as well as attending various events globally, SGAC provides its members with opportunities to expand their knowledge of international space policy issues as well as space topics of a scientific or technical nature, think creatively about the future direction of humanity's use of space, and engage with current leaders from space agencies, industry and academia. SGAC stewards the views and opinions of students and young professionals to ensure their creativity and vigour is employed for the advancement of humanity through the peaceful uses of outer space".

Os tratados internacionais de temática espacial foram fundamentais para estabelecer o desenvolvimento do Direito Espacial como ramo autônomo, bem como para manter a paz e criar mecanismos democráticos que mantivessem o equilíbrio de poder entre as nações soberanas.

Entretanto, a estagnação na produção de instrumentos juridicamente vinculantes após a década de 1980 deixou lacunas, sendo possível enumerar a ausência de um regime internacional para governar os detritos espaciais (KURT, 2015, p. 314).

Conforme Wouters, De Man e Hansen (2015, p. 6):

A falta de progresso no estabelecimento de fortes regras internacionais para a remediação de detritos espaciais pode ser atribuída às dificuldades em incorporar harmoniosamente o conceito de detritos espaciais em uma estrutura legal que foi desenvolvida e aplicada por várias décadas sem abordar diretamente a noção.

Os tratados espaciais existentes, segundo Imburgia (2011, p. 614-618), são totalmente inadequados para lidar com a crise atual, pois não fazem menção a “detritos espaciais”, apenas a “objetos espaciais”, reforçando a ausência de segurança jurídica por não haver clareza se o último termo abrange o primeiro.

Imburgia (2011, p. 614-618) reforçar insegurança jurídica causada pela incerteza quanto à aplicação da Convenção de Responsabilidade de 1972 aos detritos espaciais, sendo esta uma notória lacuna no Direito Espacial. Outrossim, a dificuldade de provar a culpa para fins de imputação de responsabilidade limita a eficácia do Tratado e torna improvável a mudança dos atores espaciais.

Conforme Kurt (2015, p. 314) existem múltiplas razões para o não desenvolvimento de convenções internacionais, dentre elas questões procedimentais, métodos de implementação, medidas de monitoramento e cumprimento, determinação do escopo das questões a serem cobertas, a definição de um protocolo de mitigação, a definição de responsabilidade e a força política para levar ao consenso.

Kurt (2015, p. 314), em análise ao possível desenvolvimento e consolidação de um regime específico para detritos espaciais, percebe que:

A ampliação do escopo das questões pode fornecer uma abordagem mais completa à correção do problema, mas também implica preocupações com a segurança nacional, a capacidade dos programas espaciais de operar com eficácia e as barreiras à entrada de nações que desejam se tornar ativas no espaço⁸⁶.

Sendo assim, o desenvolvimento de um instrumento vinculante parece improvável neste momento histórico. Entretanto, não há empecilhos para o desenvolvimento de itens essenciais que comporiam um tratado compreensivo que fosse lidar com os detritos espaciais.

O desenvolvimento de um regime de detritos espaciais não se limita a um tratado internacional, entretanto, sua consolidação prescinde de reconhecimento e adequação de conduta por parte dos atores envolvidos. Assim, o desenvolvimento de conteúdo útil e adequado para lidar com os detritos espaciais podem ser feitos por instrumentos não vinculantes, tais como as diretrizes e códigos de conduta, facilitando a consolidação da *soft law* com impactos significativo no comportamento dos atores e perceptíveis na adoção dos padrões que garantam a sustentabilidade das atividades espaciais.

Todos os mecanismos regulatórios, ou seja, instrumentos jurídicos ou técnicos que determinem regras, princípios, diretrizes e normativas, precisam ser mais reconhecidos e ter sua importância difundida, assim, terão mais impacto na conduta dos atores e influirão na consecução do objetivo desejado, a sustentabilidade, mesmo que não haja qualquer instrumento juridicamente vinculante, auxiliando na consolidação do regime de detritos espaciais.

⁸⁶ Tradução do autor. No original: "Lack of progress in establishing strong international rules for space debris remediation can be attributed to the difficulties in harmoniously incorporating the concept of space debris in a legal framework that has been developed and applied for several decades without directly addressing the notion".

4 - MECANISMOS REGULATÓRIOS DOS DETRITOS ESPACIAIS

Os problemas envolvendo detritos espaciais, conforme foi demonstrado no capítulo anterior, ganharam mais notoriedade a partir do fim da década de 1970 com a publicação da Síndrome de Kessler. Considerando que a sociedade internacional estava focada no desenvolvimento e publicação do Tratado da Lua, que ocorreu em 1979, o desenvolvimento de consenso quanto a outro tratado era improvável.

Yakovlev (2005, p. 1) aduz que após a primeira colisão registrada entre objetos espaciais, que ocorreu em 24 de julho de 1996, entre o satélite francês Cerise e um fragmento do lançador Ariane, bem como aproximações perigosas e sorradeiras de grandes fragmentos à Estação Espacial Internacional (ISS), criando uma ameaça para a tripulação, as nações líderes no domínio de atividades espaciais compreenderam os riscos impostos pelos detritos espaciais e a necessidade da preservação do ambiental espacial, com ênfase nas órbitas mais próximas a Terra.

Os princípios fundamentais para a mitigação de detritos, conforme Yakovlev, (2005, p. 1) são: a) a limitação de detritos lançados durante as operações normais; b) a minimização do potencial de rupturas e colisões em órbita; c) a remoção de objetos não operacionais de regiões povoadas.

Com base nestes princípios basilares, o desenvolvimento de diretrizes para mitigação de detritos espaciais foi realizado pelas principais nações líderes no domínio de atividades espaciais, tendo como expoentes primários os EUA em 1995, Japão em 1996, França em 1999, Federação Russa em 2000 e China em 2005 (JOHNSON, 2007, p. 1)

A NASA foi a primeira agência espacial do mundo a desenvolver um conjunto abrangente de diretrizes de mitigação de detritos orbitais. Após dois anos, o governo norte americano desenvolveu um conjunto de Práticas Padrão de Mitigação de Detritos Orbitais (*Debris Mitigation Standard Practices*) com base naquelas diretrizes (NASA, online, b).

Conforme Johnson (2007, p. 1):

Nos últimos anos, a ênfase mudou dos esforços nacionais para controlar a população de detritos espaciais para os internacionais. Aqui, também, grande progresso foi feito, principalmente pelo Comitê de Coordenação Inter-Agência de Detritos Espaciais (IADC) e o Comitê sobre Usos Pacíficos do Espaço Exterior (COPUOS) das Nações Unidas. Hoje, um firme consenso internacional está sendo

construído rapidamente sobre as principais medidas de mitigação de detritos espaciais⁸⁷.

É válido frisar que o trecho supramencionado foi publicado em 2007, ou seja, anteriormente ao desenvolvimento das Diretrizes para a sustentabilidade a longo prazo das atividades espaciais. Ademais, o reconhecimento das diretrizes do IADC promoveu mais convergência entre as ações adotadas pelos Estados e suas respectivas agências espaciais. Sendo assim é um ponto significativo para o desenvolvimento de medidas mais efetivas para mitigação de detritos espaciais.

Considerando os avanços de reconhecimento pela sociedade internacional e o consenso realizados após o desenvolvimento das diretrizes, é possível mencionar que as diretrizes do IADC colaboraram para o desenvolvimento de pelo menos outros dois instrumentos: a) os padrões privados pela Organização Internacional para Padronização (*International Organization for Standardization*) ISO 24113, desde 2010, tendo sido revisada em 2011 e 2019. (STOKES et al, 2020, p. 1-9); b) os padrões técnicos da NASA para processos de limitação de detritos orbitais de 2019, tendo como referência expressa as diretrizes produzidas pelo IADC.

O papel das diretrizes produzidas pelo IADC não se limita a si próprio, tendo influência no desenvolvimento das diretrizes publicadas pelo COPUOS e posteriormente nas diretrizes para a sustentabilidade a longo prazo das atividades espaciais. O conjunto destes mecanismos somados a códigos de conduta, a padrões privado (ISO), além da possibilidade de legislação nacional, constitui um conjunto de mecanismos que tem capacidade de ação integrada ou de forma individual, com potencial de impactar na conduta dos agentes envolvidos e modificar a percepção sobre a necessidade de promover sustentabilidade das atividades satelitais.

Assim, o presente capítulo, irá analisar de forma mais profunda essas três diretrizes, bem como outros mecanismos regulatórios que possuam impacto na conduta dos atores ou outras formas de abordagem que podem ter este efeito.

4.1 As Diretrizes de Mitigação de Detritos Espaciais do IADC

⁸⁷ Tradução do autor. No original: "In recent years, emphasis has shifted from national efforts to control the space debris population to international ones. Here, too, great progress has been made, most notably by the Inter-Agency Space Debris Coordination Committee (IADC) and the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space (COPUOS) of the United Nations. Today, a firm international consensus is rapidly building on the principal space debris mitigation measures".

O IADC foi formado em 1993 com a missão harmonizar os esforços de diversas agências espaciais para lidar com os problemas causados pelos detritos espaciais.

Quanto ao propósito do IADC e seus membros, as Diretrizes para Mitigação de Detritos Espaciais de 2002 declaram que:

O principal propósito do IADC é trocar informações sobre as atividades de pesquisa de detritos espaciais entre as agências espaciais membros, para facilitar as oportunidades de cooperação na pesquisa de detritos espaciais, revisar o progresso das atividades cooperativas em andamento e identificar opções de mitigação de detritos⁸⁸.

Após 9 anos de esforços conjuntos, ou seja, em 2002, o IADC adotou, por consenso, um conjunto de diretrizes para mitigar o aumento dos detritos espaciais, mais conhecidas como Diretrizes de Mitigação de Detritos Espaciais do IADC. Ressalta-se ainda que essas diretrizes foram submetidas ao subcomitê técnico-científico do COPUOS em 18 de novembro de 2002 e formalmente apresentadas em sua 40ª sessão em fevereiro de 2003. As diretrizes do IADC compõem um documento de natureza técnica, com proposição de aplicação à veículos orbitais, abordando o seu planejamento, projeto e operação da missão. (GROOSE, 2013, p. 25).

Os membros do IADC, conforme o conteúdo das Diretrizes de 2002, revisadas em 2007, são: a Agência Espacial Italiana (ASI), o Centro Espacial Nacional Britânico (BNSC), o Centro Nacional de Estudos Espaciais (CNES), a Administração Espacial Nacional da China (CNSA), o Centro Aeroespacial Alemão (DLR) da Alemanha, Agência Espacial Europeia (ESA), Organização de Pesquisa Espacial Indiana (ISRO), Japão, Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (NASA), Agência Espacial Nacional da Ucrânia (NSAU) e Agência Russa de Aviação e Espacial (Rosaviakosmos).

A perspectiva fundamental da troca de informações e sobre atividades de pesquisa e o trabalho conjunto entre agências especializadas é fundamental para o desenvolvimento de consenso e a produção de regras técnicas com eficácia. Nesse sentido, é válido mencionar que as Diretrizes do IADC incluem uma lista de membros

⁸⁸ Tradução do autor. No original: "The primary purpose of the IADC is to exchange information on space debris research activities between member space agencies, to facilitate opportunities for co-operation in space debris research, to review the progress of ongoing co-operative activities and to identify debris mitigation options".

participantes, bem como de instrumentos técnicos (diretrizes técnicas e padrões) que fundamentaram a sua confecção.

As Diretrizes de Mitigação de Detritos Espaciais do IADC descrevem as principais prática existentes para limitar a geração de detritos espaciais no meio ambiente, dando ênfase a:

- (1) Limitação de detritos lançados durante as operações normais;
- (2) Minimização do potencial para rupturas em órbita;
- (3) Eliminação pós-missão;
- (4) Prevenção de colisões em órbita.⁸⁹

Quanto à aplicação das diretrizes, são abordados o planejamento da missão, o projeto e a operação das espaçonaves, bem como os estágios orbitais a serem descartados na órbita terrestre, de tal sorte que as organizações são encorajadas a utilizar estas diretrizes para identificar os padrões adequados aos estágios supramencionados. Em caso de a missão ter sido realizada sem a utilização das diretrizes, as organizações são encorajadas a aplicá-las o máximo possível.

Outro aspecto significativo abordado pelas diretrizes do IADC é a eliminação pós-missão do(s) objeto(s) espacial(is). De forma específica, o documento determina que:

A nave espacial ou estágios orbitais que estão encerrando suas fases operacionais em órbitas que passam pela região LEO, ou têm o potencial de interferir com a região LEO, devem ser desorbitados (reentrada direta é preferível) ou, quando apropriado, manobrados para uma órbita com uma vida útil orbital residual esperada de 25 anos ou menos. A probabilidade de sucesso do descarte deve ser de no mínimo 90%. Para operações específicas, como grandes constelações, pode ser necessária uma vida útil orbital residual mais curta e / ou uma maior probabilidade de sucesso. A recuperação também é uma opção de descarte⁹⁰.

⁸⁹ Tradução do autor. No original: "(1) Limitation of debris released during normal operations; (2) Minimisation of the potential for on-orbit break-ups; (3) Post-mission disposal; (4) Prevention of on-orbit collisions".

⁹⁰ Tradução do autor. No original: "Spacecraft or orbital stages that are terminating their operational phases in orbits that pass through the LEO region, or have the potential to interfere with the LEO region, should be deorbited (direct re-entry is preferred) or where appropriate manoeuvred into an orbit with an expected residual orbital lifetime of 25 years or shorter. The probability of success of the disposal should be at least 90%. For specific operations such as large constellations, a shorter residual orbital lifetime and/or a higher probability of success may be necessary. Retrieval is also a disposal option".

Segundo Williamson (2012, p. 156), as diretrizes do IADC incluem práticas importantes como trazer satélites não funcionais em LEO de volta à Terra dentro de 25 anos, elevar satélites não funcionais da órbita geoestacionário, além de tomar medidas para evitar que estágios superiores de lançamento explodam após o uso acidentalmente em órbita, tendo conseguido retardar o crescimento de detritos orbitais resultantes de operações espaciais.

Conforme Grosse (2013, p. 26), as Diretrizes do IADC são uma evolução da consciência do problema imposto pelos detritos espaciais, tendo trazido discussões sobre a sua mitigação e servirão como ímpeto para o COPUOS aprovar suas próprias diretrizes.

4.2 As diretrizes para mitigação de detritos espaciais do COPUOS

Como já foi abordado no primeiro capítulo, o COPUOS foi criado em 1959 pela Resolução 1.472 (XIV). Além disso, é um corpo permanente responsável pelas questões espaciais, sendo composto por dois subcomitês, o subcomitê técnico-científico (*Scientific and Technical Subcommittee - STSC*) e o subcomitê jurídico (*Legal Subcommittee*).

De forma complementar, Grosse (2013, p. 27) explica que as questões envolvendo dos detritos espaciais têm sido tratadas desde 1994, principalmente no subcomitê técnico-científico.

De acordo com o prefácio das diretrizes do COPUOS, em 1994 o STSC considerou pela primeira vez, de forma prioritária, os assuntos associados aos detritos espaciais. Como resultado, o STSC considerou sob esse item a pesquisa científica relativa aos detritos espaciais, incluindo estudos relevantes, modelagem matemática e outros trabalhos analíticos sobre a caracterização do ambiente de detritos espaciais.

O prefácio das diretrizes do COPUOS informa ainda que o STSC decidiu sobre um plano de trabalho plurianual para o período de 1996 a 1998 e adotou o “Relatório Técnico sobre Detritos Espaciais” (*technical report on space debris*) em 1999. Em 2001, o STSC concordou em estabelecer um plano de trabalho para o período de 2002 a 2005 com fulcro de acelerar a sua adoção internacional de medidas voluntárias de mitigação de detritos, bem como a manutenção de relatório sobre pesquisas fornecidas pelos Estados membros e pelas Organizações Internacionais. Em 2002, o IADC publicou suas diretrizes para mitigação de detritos espaciais, que foi

apresentada em 2003 no STSC durante a sua quadragésima sessão. Ainda durante esta sessão, o subcomitê iniciou a revisão da proposta e os meios para endossar sua utilização.

O prefácio destaca ainda que:

Em sua quadragésima primeira sessão, em 2004, o subcomitê estabeleceu um grupo de trabalho para considerar os comentários dos Estados membros sobre as propostas do IADC acima mencionadas sobre a mitigação de detritos. O Grupo de Trabalho recomendou que os Estados membros interessados, observadores do subcomitê e membros do CID se envolvessem na atualização das propostas do CID sobre mitigação de detritos espaciais para consideração do Grupo de Trabalho na próxima sessão do subcomitê. Durante a quadragésima segunda sessão do subcomitê, em 2005, o Grupo de Trabalho concordou com um conjunto de considerações para as diretrizes de mitigação de detritos espaciais e preparou um novo plano de trabalho para o período de 2005 a 2007, que foi posteriormente adotado pelo subcomitê. O Grupo de Trabalho também concordou com o texto do projeto revisado das diretrizes de mitigação de detritos espaciais (A / AC.105 / 848, anexo II, parágrafos 5-6), submeteu o texto ao subcomitê para consideração e recomendou que o projeto revisado das diretrizes de mitigação de detritos espaciais seja distribuído em nível nacional para garantir o consentimento para a adoção das diretrizes pelo subcomitê em sua quadragésima quarta sessão, em 2007. Em sua quadragésima quarta sessão, em 2007, o subcomitê adotou as diretrizes de mitigação de detritos espaciais (A / AC.105 / 890, parágrafo 99). Em sua quinquagésima sessão, em 2007, o Comitê endossou as diretrizes de mitigação de detritos espaciais e concordou que sua aprovação dessas diretrizes voluntárias aumentaria o entendimento mútuo sobre atividades aceitáveis no espaço e, assim, aumentaria a estabilidade em questões relacionadas ao espaço e diminuiria a probabilidade de atrito e conflito (A / 62/20, parágrafos 118-119)⁹¹.

⁹¹ Tradução do autor. No original: "At its forty-first session, in 2004, the Subcommittee established a working group to consider comments from member States on the above-mentioned proposals of IADC on debris mitigation. The Working Group recommended that interested member States, observers to the Subcommittee and members of IADC become involved in updating the IADC proposals on space debris mitigation for the Working Group's consideration at the next session of the Subcommittee. During the forty-second session of the Subcommittee, in 2005, the Working Group agreed on a set of considerations for space debris mitigation guidelines and prepared a new workplan for the period from 2005 to 2007, which was subsequently adopted by the Subcommittee. The Working Group also agreed on the text of the revised draft space debris mitigation guidelines (A/AC.105/848, annex II, paras. 5-6), submitted the text to the Subcommittee for its consideration and recommended that the revised draft space debris mitigation guidelines be circulated at the national level to secure consent for adoption of the guidelines by the Subcommittee at its forty fourth session, in 2007. At its forty-fourth session, in 2007, the Subcommittee adopted the space debris mitigation guidelines (A/AC.105/890, para. 99). At its fiftieth session, in 2007, the Committee endorsed the space debris mitigation guidelines and agreed that its approval of those voluntary guidelines would increase mutual understanding on acceptable activities in space and thus enhance stability in space-related matters and decrease the likelihood of friction and conflict" (A/62/20, paras. 118-119).

Em análise ao contexto descrito no prefácio supramencionado, bem como de seu conteúdo, é possível reconhecer virtudes e exemplos de boas práticas. Inicialmente, é importante anuir que o trabalho para o desenvolvimento de diretrizes tem um caráter eminentemente técnico-científico, ou seja, não há como afastar a ciência do seu desenvolvimento. O papel de liderança do COPUOS para o desenvolvimento e cooperação entre os Estados, agências espaciais, organizações internacionais e a academia tem sido efetivo.

Vale ressaltar que a criação de um instrumento não vinculante pode auxiliar o desenvolvimento de outros. Neste sentido, as Diretrizes do IADC contribuíram para a construção do consenso em torno das Diretrizes do COPUOS e posteriormente seu reconhecimento pela Assembleia Geral da ONU, tornando-o instrumento de *soft law*, que conforme já foi explicado implica na possibilidade de mudança de comportamento dos atores internacionais. Por fim, arranjos como grupos de trabalho, reconhecidos, demonstram-se essenciais para a criação de um arcabouço básico de normas, que posteriormente foram submetidas aos comentários dos Estados, o que auxilia na sua legitimidade e no consenso. Em suma, a governança aplicada pode auxiliar de forma fática na construção de novos instrumentos jurídicos, ainda que não vinculantes.

As diretrizes do COPUOS são compostas por 7 itens:

- Diretriz 1: Limitar detritos liberados durante as operações normais;
- Diretriz 2: Minimizar o potencial de rupturas durante as fases operacionais;
- Diretriz 3: Limitar a probabilidade de colisão acidental em órbita;
- Diretriz 4: Evitar destruição intencional e outras atividades prejudiciais;
- Diretriz 5: Minimizar o potencial de rupturas pós-missão resultante da energia armazenada;
- Diretriz 6: Limitar a presença de longo prazo de naves espaciais e estágios orbitais de veículos de lançamento na região da órbita terrestre baixa (LEO) após o final de sua missão;
- Diretriz 7: Limitar a interferência de longo prazo de estágios orbitais de espaçonaves e veículos lançadores com a região da órbita terrestre geossíncrona (GEO) após o final de sua missão.⁹²

⁹² Tradução do autor. No original: "Guideline 1: Limit debris released during normal operations; Guideline 2: Minimize the potential for break-ups during operational phases; Guideline 3: Limit the probability of accidental collision in orbit; Guideline 4: Avoid intentional destruction and other harmful activities; Guideline 5: Minimize potential for post-mission break-ups resulting from stored energy; Guideline 6: Limit the long-term presence of spacecraft and launch vehicle orbital stages in the low-Earth orbit (LEO) region after the end of their mission; Guideline 7: Limit the long-term interference of spacecraft and launch vehicle orbital stages with the geosynchronous Earth orbit (GEO) region after the end of their mission".

Conforme Masson-Zwaan e Hofmann (2019, p. 124-25), apesar de não serem juridicamente vinculantes, as Diretrizes do COPUOS são qualificadas como *soft law*. Inclusive explicam que é possível a internalização pelos Estados das diretrizes, ou seja, sua incorporação ao sistema jurídico doméstico e conseqüentemente a possibilidade de exigência jurídica de seu cumprimento, especialmente pelas empresas privadas que desejam obter licença, por exemplo.

Ademais, a Resolução 68/75 da Assembleia Geral da ONU, de 11 de dezembro de 2013, fornece recomendações sobre o desenvolvimento de legislação nacional relevante para a exploração e uso pacíficos do espaço sideral, inclusive com referências a mitigação de detritos espaciais, para manter o uso sustentável do espaço sideral.

Segundo Grosse (2013, p. 30), as diretrizes do COPUOS possuem um número de elementos de cuidado essenciais para o estabelecimento da responsabilidade por culpa e, em caso de dano causado a terceiros, a violação dessas diretrizes pode indicar falha no contexto da responsabilidade.

A análise supramencionada visa auxiliar a efetividade do Tratado de Responsabilidade de 1972. Entretanto, a autora reconhece que as diretrizes não são vinculantes e haveria uma grave violação ao princípio do *pacta sunt servanda* caso assim fossem considerados.

Os instrumentos de *soft law* podem codificar o direito consuetudinário internacional preexistente ou ajudar a formar um novo direito consuetudinário internacional. Entretanto, para que isso ocorra, é necessário o preenchimento dos critérios básicos estabelecidos pela CIJ, ou seja, a prática estatal e a *opinio iuris*. A natureza especial das atividades espaciais é reconhecida como um fator que acelera a formação dos costumes; assim, uma atividade concentrada no tempo pode ser qualificada como prática estatal, caso seja uniforme, extensa e consistente para demonstrar sua validade jurídica. As diretrizes produzidas são desenvolvidas com a participação de representantes do governo, sejam as do IADC ou do COPUOS, de tal sorte que as últimas refletem a *opinio iuris* dos principais Estados que realizam atividades espaciais e por terem sido adotadas por consenso na Assembleia Geral da ONU refletem a opinião de nações quanto as práticas de mitigação de detritos espaciais (GROSSE, 2013, p. 30-31).

Apesar da interpretação da autora demonstrar como as diretrizes podem influir na construção de instrumentos juridicamente vinculantes no Direito Espacial, até o

presente momento ainda não há o preenchimento destes requisitos. A autora reconhece que a doutrina diverge especialmente quanto ao preenchimento do requisito de *opinio iuris*.

4.3 As Diretrizes para a Sustentabilidade de Longo Prazo das Atividades Espaciais

O subcomitê técnico-científico do COPUOS criou um grupo de trabalho sobre sustentabilidade a longo prazo das atividades espaciais⁹³ em 2010, cujo principal objetivo era identificar áreas de preocupação, propor medidas para melhorar a sustentabilidade e produzir diretrizes voluntárias a fim de reduzir riscos para a sustentabilidade das atividades espaciais.

As Diretrizes para a Sustentabilidade de Longo Prazo das Atividades Espaciais (*Guidelines for the Long-term Sustainability of Outer Space Activities*) foram produzidas pelo grupo de trabalho do COPUOS e publicadas na forma de Artigo de sala de conferência do Presidente do Grupo de Trabalho sobre a Sustentabilidade de Longo Prazo das Atividades Espaciais em junho de 2018, tendo a seguinte definição:

A sustentabilidade a longo prazo das atividades do espaço sideral é definida como a capacidade de manter indefinidamente a condução de atividades espaciais no futuro, de maneira a realizar os objetivos de acesso equitativo aos benefícios da exploração e uso do espaço sideral para fins pacíficos, a fim de satisfazer as necessidades das gerações presentes, preservando o ambiente do espaço sideral para as gerações futuras. Isto é consistente e apoia os objetivos da Declaração de Princípios Legais que Regem as Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Sideral e no Tratado sobre Princípios que Regem as Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Sideral, incluindo o Lua e Outros Corpos Celestes (Outer Space Treaty), posto que tais objetivos estão integralmente associados com um compromisso de conduzir atividades espaciais de uma maneira que aborde a necessidade básica de assegurar que o ambiente no espaço sideral permaneça adequado para exploração e uso pelas presentes e futuras gerações. Os Estados entendem que manter a exploração e o uso do espaço sideral para fins pacíficos é um objetivo a ser perseguido no interesse de toda a humanidade⁹⁴.

⁹³ Em inglês, *Long-Term Sustainability of Space Activities* (LTSSA).

⁹⁴ Tradução do autor. No original: "The long-term sustainability of outer space activities is defined as the ability to maintain the conduct of space activities indefinitely into the future in a manner that realizes the objectives of equitable access to the benefits of the exploration and use of outer space for peaceful purposes, in order to meet the needs of the present generations while preserving the outer space environment for future generations. This is consistent with, and supports, the objectives of the Declaration of Legal Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer

O grupo de trabalho precisou criar subdivisões para discutir tópicos específicos e propor diretrizes para lidar com a sustentabilidade a longo prazo das atividades espaciais de forma mais pontual. As áreas temáticas são: A – Utilização sustentável do espaço para apoiar o desenvolvimento sustentável na Terra; B – Detritos espaciais, operações espaciais e ferramentas para suportar o espaço colaborativo; consciência situacional; C - Clima espacial; D - Regimes regulatórios e orientação para novos atores na arena espacial (WOLNY, 2018, p. 1).

Segundo Masson-Zwaan e Hofmann (2019, p. 125-126), os grupos entregaram seus relatórios em 2014 e em 2016 foram acordadas doze diretrizes. Em 2018 houve consenso sobre outras nove diretrizes, totalizando vinte e uma diretrizes não vinculantes, que tratam dos aspectos políticos, regulatórios, operacionais, de segurança, científicos, técnicos, de cooperação internacional e de capacitação das atividades espaciais, sendo divididos em quatro grupos:

- (1) Políticas e estrutura regulatórias para atividades espaciais (cinco diretrizes);
- (2) Segurança das operações espaciais (dez diretrizes);
- (3) Cooperação internacional, capacitação e conscientização (quatro diretrizes);
- (4) Pesquisa e desenvolvimento científico e técnico (duas diretrizes); e orientações para a Assembleia Geral sobre como proceder nas restantes sete orientações.

Por fim, Masson-Zwaan e Hofmann (2019, p. 126) destacam que “as diretrizes devem ser vistas como um documento vivo que será periodicamente revisto, revisado ou adicionado, de modo que possa continuar a garantir a sustentabilidade de longo prazo das atividades espaciais”⁹⁵.

Em análise das diretrizes em si, algumas tem menções diretas aos detritos espaciais. Neste sentido, a diretriz A.2, (b) e (f) recomendam a implementação de diretrizes para mitigação dos detritos espaciais do COPUOS, bem como a

Space and the Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies (Outer Space Treaty), as such objectives are integrally associated with a commitment to conducting space activities in a manner that addresses the basic need to ensure that the environment in outer space remains suitable for exploration and use by current and future generations. States understand that maintaining exploration and use of outer space for peaceful purposes is a goal to be pursued in the interest of all humankind”.

⁹⁵ Tradução do autor. No original: “In any case, the guidelines must be seen as a living document which will be periodically reviewed, revised, or added to, so that they may continue to ensure the long-term sustainability of outer space activities”.

implementação dos padrões técnicos, tais como os privados da ISO, além da adoção das diretrizes do IADC.

Outro ponto fundamental é o monitoramento dos detritos espaciais. A diretriz B.3, 1 recomenda que os Estados e as organizações intergovernamentais internacionais desenvolvam e usem tecnologias para monitorar as propriedades físicas e orbitais dos detritos, bem como promover o compartilhamento de tais informações para dar suporte às pesquisas e à cooperação internacional para a detecção da população de detritos espaciais.

Quanto ao projeto e operação de objetos espaciais, independentemente de suas características físicas e operacionais, a diretriz B.8, 2, encoraja os Estados e as organizações intergovernamentais internacionais a projetar os objetos para implementar padrões e/ou diretrizes internacionais e nacionais de mitigação de detritos espaciais, a fim de limitar a presença de longo prazo de objetos espaciais em regiões protegidas do espaço sideral após o fim de sua missão. Neste item também há disposição sobre o compartilhamento de informações para a comunidade científica.

A diretriz C.4, 4, que versa sobre o aumento da conscientização sobre as atividades espaciais, aborda diretamente a perspectiva da governança intersetorial como necessária para o desenvolvimento da sustentabilidade das atividades espaciais:

A cooperação entre governos e entidades não governamentais deve ser incentivada e fomentada. Entidades não governamentais, incluindo associações profissionais e industriais e instituições acadêmicas, podem desempenhar um papel importante no aumento da consciência internacional das questões associadas à sustentabilidade do espaço, bem como na promoção de medidas práticas para aumentar a sustentabilidade do espaço. Essas medidas podem incluir a adoção das Diretrizes de Mitigação de Detritos Espaciais do Comitê para Usos Pacíficos do Espaço Sideral; conformidade com os Regulamentos de Rádio da UIT relacionados a serviços espaciais; e o desenvolvimento de padrões abertos e transparentes para a troca de dados necessários para evitar colisões, interferências de radiofrequência prejudiciais ou outros eventos prejudiciais no espaço sideral. As entidades não governamentais também podem desempenhar papéis importantes ao reunir as partes interessadas para desenvolver abordagens comuns a certos aspectos das atividades espaciais que podem aumentar coletivamente a sustentabilidade das atividades espaciais a longo prazo⁹⁶.

⁹⁶ Tradução do autor. No original: "Cooperation between Governments and non-governmental entities should be encouraged and fostered. Non-governmental entities, including professional and industry associations and academic institutions, can play important roles in increasing international awareness

Por fim, a diretriz D.2, 1 e 2, encoraja os Estados e as organizações intergovernamentais internacionais a investigar a necessidade e a viabilidade de novas medidas, incluindo soluções tecnológicas, a fim de gerenciar a evolução e da população de detritos espaciais a longo prazo. “Essas novas medidas, juntamente com as já existentes, devem ser consideradas de modo a não impor custos indevidos aos programas espaciais de nações emergentes em viagens espaciais”⁹⁷. Ademais, as diretrizes encorajam a tomada de medidas em nível nacional e internacional, incluindo cooperação internacional e capacitação, para aumentar a conformidade com as Diretrizes de Mitigação de Detritos Espaciais do COPUOS.

Fica claro que as diretrizes para sustentabilidade a longo prazo das atividades espaciais do COPUOS incorporam a governança e a cooperação entre os múltiplos atores que integram, tangenciam e influenciam as atividades espaciais, bem como reconhecem a importância da educação ambiental espacial como fator de capacitação para o desenvolvimento da consciência e de novas tecnologias capazes de auxiliar no desenvolvimento de medidas que garantam a sustentabilidade das atividades espaciais.

É possível inclusive perceber paralelos entre as diretrizes para sustentabilidade a longo prazo das atividades espaciais com a Agenda 2030, que demonstrou amadurecimento na forma de criar agenda comum integrado de forma tão perceptível a governança em todos os níveis e por todos os agentes, inclusive, absorvendo premissas que são essenciais para o desenvolvimento de soluções adequadas a problemas super perversos, tais como: educação, importância da ciência, ações multisetoriais, integrativas e que possuam o máximo de visões e ações possíveis, visando a transformação integral da sociedade como forma de lidar com o problema.

of issues associated with space sustainability, as well as promoting practical measures to enhance space sustainability. Such measures could include adoption of the Space Debris Mitigation Guidelines of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space; compliance with the ITU Radio Regulations related to space services; and the development of open, transparent standards for the exchange of data necessary to avoid collisions, harmful radio frequency interference or other harmful events in outer space. Non-governmental entities can also play important roles in bringing stakeholders together to develop common approaches to certain aspects of space activities that can collectively enhance the long-term sustainability of space activities”.

⁹⁷ Tradução do Autor. No original: “These new measures, together with existing ones, should be envisaged so as not to impose undue costs on the space programmes of emerging spacefaring nations”.

4.4 O gerenciamento do tráfego espacial (*Space Traffic Management*) e o Relatório da Academia Internacional de Astronáutica (*International Academy of Astronautics Space Traffic Management Report*)

Segundo Masson-Zwaan e Hofmann (2019, p. 124-125), a Gestão do Tráfego Espacial (*Space Traffic Management - STM*) é uma forma de criar 'regras de trânsito' operacionais em um sentido amplo, podendo minimizar a produção de detritos espaciais, porque os operadores, ao observar regras claras de tráfego, podem reduzir o risco de colisões entre objetos espaciais.

Conforme Antoni (2020, p. 31), o STM foi definido como “o conjunto de disposições técnicas e regulamentares para promover o acesso seguro ao espaço sideral, as operações no espaço sideral e o retorno do espaço sideral à Terra, livre de física e radiofrequência interferência”⁹⁸ em 2006 no Relatório da Academia Internacional de Astronáutica (*International Academy of Astronautics, Space Traffic Management Report*). Assim, segundo o autor, o STM pode servir de base para garantir a segurança do espaço, salvaguardando os princípios da cooperação internacional e do uso pacífico do espaço sideral.

Masson-Zwaan e Hofmann (2019, p. 127 a 129) explicam que:

vários relatórios importantes sobre STM foram publicados, mostrando a relevância do assunto. A Academia Internacional de Astronáutica publicou seu relatório sobre Gestão do Tráfego Espacial: Rumo a um Roteiro para Implementação (IAA 2018). Este foi um seguimento de um relatório anterior, o Estudo Cósmico sobre Gerenciamento de Tráfego Espacial (IAA 2006). A NASA publicou o Orbital Traffic Management Study: Final Report (2016), e o German Aerospace Centre (DLR) publicou o White Paper sobre a implementação de um Sistema Europeu de Gerenciamento de Tráfego Espacial (2017)⁹⁹.

Grosse (2013, p. 32) explica que:

⁹⁸ Tradução do autor. No original: “the set of technical and regulatory provisions for promoting safe access into outer space, operations in outer space and, return from outer space to Earth free from physical and radio-frequency interference”.

⁹⁹ Tradução do autor. No original: “Recently several major reports on STM were published, showing the relevance of the topic. The International Academy of Astronautics published its report on Space Traffic Management: Towards a Roadmap for Implementation (IAA 2018). This was a follow-up to an earlier report, the Cosmic Study on Space Traffic Management (IAA 2006). NASA published the Orbital Traffic Management Study: Final Report (2016), and the German Aerospace Centre (DLR) published the White Paper on the Implementation of a European Space Traffic Management System (2017)”.

Os princípios do conceito de STM foram amplamente discutidos entre a sociedade internacional de forma implícita por meio do Código de Conduta para Atividades Espaciais Exteriores da União Europeia (EUCoC) e da Sustentabilidade de Longo Prazo das Atividades Espaciais (LTSSA)¹⁰⁰.

Portanto, fica claro que o Relatório do IAA também teve influência na constituição das diretrizes para sustentabilidade a longo prazo das atividades espaciais do COPUOS.

Conforme Masson-Zwaan e Hofmann (2019, p. 124), o aumento do uso do espaço sideral, especialmente com as atividades envolvendo voos suborbitais, utilização de recursos espaciais e mega-constelações, aumentará o risco de colisões e conseqüentemente a quantidade de detritos. Assim, desenvolver a temática do STM é essencial para garantir a segurança das operações espaciais e preservar o ambiente espacial.

Um elemento do STM é a Consciência Situacional Espacial (*Space Situational Awareness - SSA*), que permite detectar, rastrear e identificar objetos no espaço sideral. Com isso, é possível proteger objetos espaciais ativos e prever e prevenir colisões (MASSON-ZWAAN; HOFMANN, 2019, p. 124).

Segundo Bittencourt Neto e Almeida (2020, p. 662) a SSA foi definida de acordo com o grupo de trabalho da Space Generation - "*Space Safety & Sustainability Working Group*" como: "o conhecimento abrangente de objetos espaciais e a capacidade de rastrear, compreender e prever sua localização futura"¹⁰¹. Ainda conforme os autores, o principal objetivo das iniciativas de SSA é salvaguardar as atividades e os sistemas baseados no espaço, que são reconhecidamente fundamentais para o desenvolvimento sustentável de todas as nações.

Quanto às iniciativas brasileiras para a promoção do SSA:

Recentemente, o Ministério da Defesa do Brasil assinou, em 12 de dezembro de 2018, um acordo de Consciência Situacional Espacial (SSA) com o Departamento de Defesa dos EUA, como parte de um esforço maior para aumentar a segurança das operações espaciais. A verificação cruzada de dados entre as partes aplicáveis fornece suporte essencial para atividades espaciais, como lançamento e

¹⁰⁰ Tradução do autor. No original: "Principles of the STM concept have been widely discussed among the international community as an implied manner through the Code of Conduct for Outer Space Activities of the European Union (EUCoC) and the Long-Term Sustainability of Space Activities (LTSSA)".

¹⁰¹ Tradução do autor. No original: "the comprehensive knowledge of space objects and the ability to track, understand and predict their future location".

desativação de satélite, planejamento de manobra de satélite, suporte para anomalias em órbita, investigação de interferência eletromagnética e avaliações de conjunção em órbita¹⁰² (BITTENCOURT NETO; ALMEIDA, 2020, p. 664)

As medidas tomadas pelo Brasil complementam as iniciativas norte americanas, que tem visado uma postura mais ativa para o desenvolvimento do SSA. Entretanto, é válido mencionar que existe uma mudança de postura do governo norte americano quanto a forma de lidar com os novos desafios impostos pela mudança no cenário, especialmente em decorrência das mega constelações.

Undseth, Jolly e Olivari (2020, p. 34) afirmam que houve uma transferência da gestão do SSA do Departamento de Defesa para o Departamento de Comércio, exceto quanto aos dados militares. Ademais, as autoras informam que o Escritório para Comércio Espacial (*Office for Space Commerce*) que pertence ao Departamento para o Comércio Espacial (*Department of Commerce*) fornecerá serviços para as partes comerciais interessadas. Outra atribuição do escritório supramencionado é coordenar as atividades entre as agências dos EUA para criar e atualizar padrões, práticas e diretrizes relacionadas à mitigação de detritos e gestão de tráfego espacial, bem como estabelecer novas diretrizes para projetos de satélites comerciais, que serão integrados nos respectivos processos de licenciamento.

Essa mudança mostra como a perspectiva civil da exploração das atividades espaciais tem ganhado força, tornando-se força motriz para o desenvolvimento, aprimoramento e definição de padrões a serem seguidos pelos demais *players* e *stakeholders*.

Além disso, a indústria norte americana tem realizado ações importantes, tais como a criação da Associação de Dados Espaciais (*Space Data Association*), criada em 2009, que compartilha dados operacionais e promove as melhores práticas do setor, além de trabalhar para melhorar a precisão e a oportunidade das notificações de aviso de colisão. Outro exemplo é a Coalisção para Segurança Espacial (*Space Safety Coalition*), formada em 2019 para promover a segurança espacial por meio da

¹⁰² Tradução do autor. No original: "Recently, the Brazilian Ministry of Defense signed, in December 12, 2018, a Space Situational Awareness (SSA) agreement with USA Defense Department, as part of a larger effort to increase safety of space operations. Data cross-check among applicable parties provides essential support for space activities, such as satellite launching and decommissioning, satellite maneuver planning, support for in-orbit anomalies, electromagnetic interference investigation, and in-orbit conjunction assessments".

adoção voluntária de padrões, diretrizes e práticas internacionais (UNDSETH, JOLLY, OLIVARI, 2020, p. 34).

Outro elemento do STM é o estabelecimento de "regras de trânsito" (*rules of the road*) para o tráfego espacial, comparáveis ao Gerenciamento de Tráfego Aéreo (*Air Traffic Management - ATM*) no direito aéreo. Masson-Zwaan e Hofmann (2019, p. 124-125) explica que o consenso sobre regras de trânsito internacionalmente acordadas “facilitará a atribuição de responsabilidade em caso de colisão no espaço sideral, que está sujeita à responsabilidade por culpa nos termos do Artigo III da Convenção sobre Responsabilidade”¹⁰³.

Outra possibilidade decorrente das regras de trânsito, segundo as autoras, é a definição de um padrão de cuidado e devida diligência para atividades espaciais contra as quais o comportamento dos atores espaciais possa ser avaliado, a fim de atribuir culpa. Por fim, apesar da inclusão do STM na agenda do subcomitê jurídico do COPUOS, nenhum resultado concreto foi obtido até o momento. Apesar disso, o “STM foi considerado como estando intimamente ligado ao tópico da sustentabilidade de longo prazo das atividades espaciais”¹⁰⁴.

4.5 A remediação de detritos espaciais

Masson-Zwaan e Hofmann (2019, p. 125-126) aduzem que a remediação de detritos ou remoção ativa de detritos (*active debris removal – ADR*) é a remoção de objetos que não são mais funcionais no espaço sideral, para reduzir a população de detritos. A redução da quantidade de detritos espaciais em órbita implica na redução do risco de colisões, inclusive contribuindo para evitar a ocorrência da síndrome de Kessler.

Apesar de parecer algo em desenvolvimento ou experimental, Aglietti (2020, p. 4) aduz que, em 1984, a missão *Space Shuttle Discovery STS-51-A* foi capaz de recuperar e trazer de volta à Terra dois satélites que não funcionavam mais, tendo sido, possivelmente, o primeiro exemplo de ADR.

¹⁰³ Tradução do autor. No original: “facilitate the attribution of liability in case of a collision in outer space, which is subject to fault liability under Article III of the Liability Convention”.

¹⁰⁴ Tradução do autor. No original: “STM was considered to be closely connected to the topic of the long-term sustainability of space activities”.

A remoção ativa de detritos espaciais pode ser realizada de várias maneiras, dependendo da localização dos detritos e, segundo Masson-Zwaan e Hofmann (2019, p. 125-126), os objetos em órbita geoestacionária podem ser impulsionados para uma órbita mais alta que não é usada, enquanto objetos em LEO podem ser forçados a reentrar na atmosfera da Terra e queimar em reentrada controlada. As autoras reforçam ainda que a indústria está desenvolvendo muitas tecnologias diferentes para ADR, especialmente em LEO, que requerem três etapas, sendo elas o encontro, acoplagem (ganchos, arpões, redes, cola, espuma, tentáculo, etc) ou desmonte e posteriormente transporte para uma altitude inferior.

Em 2009, a Agência de Projetos de Pesquisa de Defesa dos EUA (*US Defense Research Projects Agency - DARPA*) avaliou a possibilidade de remoção ativa de detritos e os métodos técnicos para isso. Uma das conclusões do estudo foi de que a maneira mais eficaz para realizar ADR era mediante remoção de grandes objetos em LEO, que se fragmentariam com o tempo, tornando-se fonte de milhares de detritos de médio porte. Além disso, o relatório da DARPA observou a forte sinergia entre os métodos de remoção de detritos e reparo e reabastecimento de satélite em órbita, o que dá um incentivo adicional para o desenvolvimento de métodos para ambas as tarefas (WILLIAMSON, 2012, p. 156).

De forma complementar, McCormick (2013, p. 810) explica que antes de iniciar as ações com ADR é preciso esclarecer seu objetivo. Assim, segundo a autora, se o objetivo for a estabilização da população de destroços e reduzir as colisões, a remoção deve se concentrar prioritariamente na faixa entre 800-1000km. Ademais, segundo a autora existem estimativas que a remoção de cinco objetos por ano, a partir de 2020, seria suficiente para manter o nível comparável com o estado atual pelos próximos 200 anos. Se o objetivo for a redução da ameaça de fim de missão para a maioria das espaçonaves operacionais, a ênfase das operações muda para a remoção de detritos de 5mm a 1cm.

A remoção ativa de detritos espaciais pode ser feita por distintas técnicas, tais como de - orbitação, que tem sido recomendada para agências espaciais. Outro ponto envolvendo detritos espaciais são questões políticas e jurídicas, principalmente relacionadas a responsabilidade, custo, e proteção em torno da realocação dos detritos (Grosse, 2013, p. 7). De forma complementar Undseth, Jolly e Olivari (2020, p. 8) explicam os pontos que mais causam dúvidas são as questões jurídicas relativas à propriedade dos detritos, à responsabilidade e ao financiamento de operações de

longo prazo. Por fim, Dobos e Prazak (2019, p. 217-223) ainda levantam outro questionamento que está vinculado a questões militares e de defesa, que é a utilização de sistemas, equipamentos e tecnologias voltadas para remoção ativa de detritos espaciais como armas antissatélites.

Degrange (2019, p. 1-17) analisa a situação da remoção ativa de detritos espaciais como uma oportunidade para a criação de uma força tarefa conjunta, que deverá cooperar para promover benefícios para humanidade, entendendo que há necessidade da criação de uma organização internacional especializada em ADR, bem como o desenvolvimento de um tratado especializado na temática.

4.6 Grupos de Trabalho como exemplo de governança adaptativa

Segundo o site da Universidade de Leiden (online), o Grupo Internacional de Trabalho da Haia sobre Governança de Recursos Espaciais foi estabelecido em 2016 com objetivo de avaliar a necessidade de uma estrutura de governança sobre recursos espaciais e lançar suas bases. Assim, desenvolveu um conjunto de elementos construtivos (*Building blocks*) que poderiam integrar estruturas de governanças e ser considerado pelos Estados e organizações internacionais como fundamento para tais estruturas.

O site da Universidade de Leiden (online) informa que o grupo de trabalho era composto pelo consórcio dos seguintes membros: *Institute of Air and Space Law of Leiden University*, como representante da Holanda; Universidade Católica de Santos, como representante do Brasil; *Indonesian Centre for Air and Space Law of Padjajaran University*, como representante da Indonésia; *Secure World Foundation*, como representante dos EUA; *University of Cape Town*, como representante da África do Sul; *University of Luxembourg*, como representante de Luxemburgo; *Institute of Advanced Legal Studies*, como representante do Japão e a *Ten to the Ninth Plus Foundation*, também dos EUA. Quanto aos membros, o site explica que estes são interessados em atividades de recursos espaciais e representam parceiros do consórcio, tais como indústria, Estados, organizações internacionais, academia e ONGs, não havendo um limite para o número de observadores.

Na introdução dos *Building blocks for the development of an international framework on space resource activities*, existe menção expressa ao princípio da governança adaptativa como orientador das atividades do Grupo de Trabalho.

Conforme Schultz, Folke, Österblom e Olsson (2015, p. 7369), a governança adaptativa refere-se:

às colaborações flexíveis e baseadas na aprendizagem e processos de tomada de decisão envolvendo atores estatais e não estatais, muitas vezes em vários níveis, com o objetivo de negociar e coordenar de forma adaptativa a gestão de sistemas socioecológicos e serviços ecossistêmicos terrestres e marinhos. A colaboração envolve a construção de conhecimento e compreensão da dinâmica e serviços do ecossistema, alimentando esse conhecimento em práticas de manejo adaptativo, apoiando instituições flexíveis e sistemas de governança multinível e lidando com perturbações externas, incertezas e surpresas. (...) A governança adaptativa expande as medidas disponíveis e fornece a coordenação e o contexto para escolher entre as ferramentas, monitorar seu efeito e ajustá-las à medida que o sistema socioecológico evolui.

Fica claro que a governança adaptativa não apenas demonstra ser uma ferramenta eficiente para sustentar o Grupo Internacional de Trabalho da Haia sobre Governança de Recursos Espaciais e sua produção, mas também demonstra a efetividade e as potencialidades desse tipo de ferramenta quando aplicada a outras formas não institucionais de produção técnica de qualidade que sirva como fundamento para o desenvolvimento de legislações.

Assim, é plausível considerar que o desenvolvimento de Grupo de Trabalho nos moldes do que foi realizado na Haia, com foco nos detritos espaciais, a fim de desenvolver novas perspectivas e avaliar os próximos passos.

4.7 Legislação nacional, incentivos econômicos, ativos intangíveis e *compliance*

Outra forma de promover a adoção do conteúdo disciplinado nas diretrizes ou produzidos por Grupos de Trabalho como o da Haia é através da legislação nacional. Nesse sentido, como já foi dito por Masson-Zwaan e Hofmann (2019, p. 124-25), os Estados podem tornar obrigatório aos atores privados a adoção de diretrizes que promovam a mitigação de detritos espaciais, ou seu conteúdo, sob pena de não concessão de licença.

Apesar deste tipo de medida ser aparentemente uma forma de criar mais barreiras, ou criar desvantagens competitivas a nível internacional, influenciando diretamente na liberdade da gestão empresarial, é fato que os valores sociais e ambientais também integram valores que compõe a empresa. Teng, Wu e Chou

(2013, p. 25) explicam que “Indústrias e empresas têm gradualmente reconhecido a gestão ambiental como uma responsabilidade social em resposta às crescentes preocupações internacionais com a proteção ambiental”¹⁰⁵.

A exigência da incorporação de diretrizes para mitigação de detritos espaciais que estejam condizentes com as condições econômicas e tecnológicas das empresas que exploram as atividades espaciais não precisariam sequer ser feitas por meio de legislação, afinal as empresas poderiam assumir de forma espontânea suas responsabilidades.

Há uma aparente antinomia quanto à assunção de investimentos ambientais, pois não há uma vantagem competitiva ou aumento na margem de lucro em decorrência desse tipo de compromisso.

Conforme Teng, Wu e Chou (2014, p. 25-26), a relação entre o desempenho econômico e a utilização de padrões privados, como a ISSO, não é estritamente negativa nem estritamente positiva. Embora uma empresa arque com os custos de gestão ambiental no curto prazo, os benefícios da gestão ambiental se acumulam com o tempo após a certificação ambiental, e uma empresa se beneficia da gestão ambiental no longo prazo. Ademais, os autores concluíram que um sistema de gestão ambiental voluntário e baseado em processos, tal como a ISO, tem capacidade efetiva para substituir as regulamentações ineficientes de comando e controle produzidas pelo Estado, além de ter vantagens a longo prazo. Para lidar com os custos adicionais a curto prazo, os autores sugerem que o governo forneça subsídios para as empresas terem certificação ISO.

Chen e Chang (2011, p. 540), ao analisar os efeitos positivos de compromissos ambientais e ativos intangíveis verdes e sua vantagem competitiva, concluiu que as empresas que assumiram compromissos ambientais obtiveram melhor gestão e inovação ambiental, bem como se associaram positivamente aos ativos intangíveis.

Com isso, é possível inferir que as empresas que assumirem compromissos como a ISO 24113:2019, além de terem uma vantagem competitiva a médio e longo prazo pela melhor gestão ambiental, também acrescerão ativos intangíveis, ou seja, valores não palpáveis, contabilizáveis, mas que possuem afinidade com o mercado e com os investidores.

¹⁰⁵ Tradução do autor. No original: “Industries and firms have gradually recognized environmental management as a social responsibility in response to increasing international concerns for environmental protection”.

Os subsídios com motivação ambiental, de acordo com Undseth, Jolly e Olivari (2020, p. 40), mostram-se como boas opções para compelir as empresas espaciais a adotar diretrizes para mitigação dos detritos espaciais. Assim, isenções, créditos fiscais para investimento em pesquisa, desenvolvimento ou implementação de tecnologias mais eficientes se tornam um suporte para externalidades positivas.

O uso indiscriminado desta forma, pois ao projetar políticas públicas como estas é preciso observar fluxos de mercado que levem ao bloqueio de tecnologia, efeitos rebote, ganhos inesperados. Ademais, complementam informando que os critérios de elegibilidade devem ser baseados em medidas de desempenho neutras, bem como a incorporação de práticas que sejam positivas (UNDSETH, JOLLY e OLIVARI, 2020, p. 40).

Outras formas de promoção de *compliance* quanto às diretrizes para mitigação de detritos espaciais podem ser consideradas. De acordo com Undseth, Jolly e Olivari (2020, p. 44-45) um estudo da OCDE de 2009 identificou tendências e boas práticas para realização do *compliance* ambiental, sendo elas:

- Divulgação de informações para a comunidade regulamentada: podendo incluir visitas de inspetores, workshops temáticos, orientação de melhores práticas com a ajuda de associações industriais, estudos e planos dedicados sobre gestão ambiental cofinanciados com a indústria. O benchmarking de desempenho ambiental pode ser uma ferramenta útil.
- Promoção da conformidade por meio de “recompensas” administrativas e reconhecimento público: vários países da OCDE promovem ativamente a conformidade usando reconhecimento público, permissão acelerada e outra flexibilidade regulatória. Nos Estados Unidos, a Agência de Proteção Ambiental (EPA) às vezes exige o estabelecimento de tais sistemas como parte de suas ações corretivas, enquanto a existência de tais sistemas pode resultar em isenção de penalidades. Na Europa, o padrão EMAS pode dar às operadoras certos privilégios nos processos de licenciamento (por exemplo, na Holanda e no Reino Unido).
- Papel da pressão pública: o medo de publicidade adversa pode atuar como um forte impedimento para o não cumprimento dos requisitos ambientais. A divulgação pública pode, portanto, ser uma ferramenta poderosa. Nos Estados Unidos, a EPA e as agências estaduais emitem sistematicamente comunicados à imprensa e notícias sobre ações de coação. A EPA também divulga todos os registros de aplicação e conformidade. Na União Europeia, o Registro Europeu de Liberação e Transferência de Poluentes fornece informações sobre as emissões industriais para o ar, a água e a terra, bem como sobre a transferência de resíduos.
- Incentivos financeiros: o uso de incentivos financeiros geralmente está relacionado ao investimento em tecnologias ambientais

inovadoras e geralmente inclui incentivos fiscais, empréstimos a juros baixos e doações (por exemplo, na Finlândia, França e Japão)¹⁰⁶.

Com as práticas supramencionadas, é possível notar que a educação, capacitação, disseminação de informação por meios tradicionais e não tradicionais, bem como a veiculação por meio da mídia dos comportamentos empresariais são formas de compelir as empresas a adotarem padrões e diretrizes que levem à mitigação de danos ambientais, no caso específico desta tese, que promovam a mitigação de detritos espaciais.

Assim, é possível concluir que a adoção conjunta das formas de mitigação de detritos trabalhadas neste tópico tem potencialidade para desenvolver soluções integradas, instrumentalizadas pela governança, de forma consensual e com o devido conhecimento científico, com capacidade para lidar com os detritos espaciais de forma adequada.

¹⁰⁶ Tradução do autor. No original: “• Dissemination of information to the regulated community: This may include inspector visits, thematic workshops, best practices guidance with the help of industry associations, dedicated studies and plans on environmental management co-financed with industry. Benchmarking of environmental performance can be a useful tool; • Promotion of compliance through administrative “rewards” and public recognition: Several OECD countries actively promote compliance using public recognition, expedited permitting and other regulatory flexibility. In the United States, the Environmental Protection Agency (EPA) sometimes requires the establishment of such systems as part of their corrective actions, while the existence of such systems may result in a waiver of penalty. In Europe, the EMAS standard can give operators certain privileges in permitting processes (e.g. in the Netherlands and the United Kingdom); • Role of public pressure: The fear of adverse publicity can act as a strong deterrent for non-compliance with environmental requirements. Public disclosure can therefore be a powerful tool. In the United States, EPA and state agencies systematically issue press releases and news stories about enforcement actions. EPA also discloses all enforcement and compliance records. In the European Union, the European Pollutant Release and Transfer Register provides information about industrial emissions into air, water and land as well as waste transfer; • Financial incentives: The use of financial incentives is generally related to the investment in innovative environmental technologies, and often includes tax incentives, low-interest loans and grants (e.g. in Finland, France and Japan)”.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Direito Espacial tem suas origens intrinsecamente vinculadas a Guerra Fria, momento em que as duas superpotências da época Estado Unidos da América e a extinta União das Republicas Socialistas Soviéticas estavam em conflito geopolítico e ideológico, que se estendiam a disputa pela hegemonia bélica.

O lançamento bem sucedido do *Sputnik 1* foi um marco que trouxe muitas apreensões para o cenário internacional, pois considerando a tecnologia existente na época, um ataque vindo diretamente do espaço daria poucas chances de defesa.

É válido mencionar que os lançamentos de satélites não possuíam precedentes e apenas os Estados tinham condições financeiras para realizar os lançamentos de veículos espaciais. Essa dinâmica perpetrou o medo da armamentização do espaço e conseqüentemente temor da deflagração de guerras nucleares ou ataques de mísseis balísticos intercontinentais, bem como facilitou o consenso entre as nações, que inclusive ainda tinham que lidar com as próprias pressões das superpotências da época.

A sociedade internacional percebeu a urgência de desenvolver instrumentos internacionais vinculantes que harmonizassem as tensões e garantissem a paz. A ONU, através do COPUOS, que é um comitê permanente, assumiu um papel de liderança para apaziguar as tensões impostas pela crescente militarização do espaço, principalmente com o mecanismo do consenso, que evitou a imposição da vontade de uma superpotência sobre a outra ou sobre os demais membros da sociedade internacional.

A criação de tratados, com normas vinculantes, foi essencial para definir obrigações jurídicas para os Estado e criar uma estrutura normativa que serviu de guia para as ações nos anos subsequentes, evitando a deflagração de guerras.

O cenário de produção normativa atual, por não estar sob uma tensão bélica constante, ou seja, por não possuir um temor central ou objetivo central, além de ter

aumentado a quantidade de conteúdos e Estados membros, tem tido dificuldade de alcançar o consenso.

A estagnação na produção de instrumentos juridicamente vinculantes não implica na ausência de produção normativa no Direito Espacial, que tem utilizado diretrizes não vinculantes como uma das principais formas de continuar avançando no desenvolvimento deste ramo autônomo do direito.

Apesar da ausência de obrigatoriedade, os instrumentos não vinculantes como diretrizes e códigos de conduta tem sido fundamentais para o desenvolvimento da *soft law*, principalmente como transformadora da conduta e percepção dos atores espaciais, que já não se limitam mais aos Estados.

Nesse sentido, a presente tese trouxe diversos elementos que demonstram que instrumentos de *soft law* são suficientes e essenciais para lidar com a fluidez e dinamicidade das atividades espaciais, além de equalizar os interesses dos atores. É importante mencionar que a disseminação de informações e o aumento da incorporação das normas não vinculantes terão força suficiente para alcançar a sustentabilidade desejada, especialmente se for devidamente instrumentalizada pela governança.

Com o amadurecimento do cenário e dos *players* será possível a maturação da *soft law* como um direito em formação, além de ser modificador da conduta dos agentes e sua consuetudinização representará o reconhecimento comum de sua incidência obrigatoriedade sob uma perspectiva jurídica. Entretanto, ainda é necessária uma prévia prática estatal reiterada e a *opinio iuris* para que isso ocorra.

Apesar das diretrizes para mitigação de detritos espaciais do IADC e do COPUOS terem uma excelente aceitação na sociedade internacional, ainda não é possível afirmar que os requisitos para a consuetudinização das mesmas já foram preenchidos ou que o serão, entretanto, é possível afirmar que as normas de *soft law* tem guiado e preenchido as lacunas oriundas da inexistência do consenso sobre o tema e poderão ser úteis para o desenvolvimento de um Tratado, cujo surgimento tardio poderá ser meramente compilador das práticas já adotadas.

Após a percepção do cenário jurídico-normativo e a carga emocional atrelada aos resquícios da formação deste ramo, é possível entender que existem empecilhos ao desenvolvimento normativo mais fluido do Direito Espacial. Entretanto, ainda há a perspectiva econômico-social que justifica a não aceitação de compromissos vinculantes ou a incorporação imediata de diretrizes não vinculantes.

Primeiramente é necessário pontuar que as tecnologias utilizadas para os lançamentos de satélites, bem como nos satélites ou ônibus espaciais, estão correlacionadas ao desenvolvimento de inúmeras tecnologias, processos e produtos que foram adaptados e posteriormente comercializados na Terra. Assim, apesar de haver um distanciamento imaginário entre as atividades espaciais e o desenvolvimento de tecnologias essenciais para a sociedade contemporânea, trata-se na verdade de uma associação vinculada ao desconhecimento.

Em regra, a população mundial não tem consciência da importância das atividades espaciais para os serviços que utilizam diariamente, bem como não correlacionam o desenvolvimento de tais serviços com a superlotação orbital. Isso decorre da falta de informação da população sobre questões espaciais, que são muito relevantes para a humanidade.

A faixa orbital de LEO é a mais acessível para exploração, tendo sido demonstrado que custos para os lançamentos hodiernos são viáveis para empresas de pequeno e médio porte, bem como universidades, por exemplo.

Os projetos atuais de constelações de satélites em LEO visam prover internet banda larga para os pontos mais remotos da Terra. É inegável que esse tipo de iniciativa tem a capacidade de levar conhecimento, serviços e auxiliar no desenvolvimento sustentável na Terra; entretanto, seu custo para o espaço impacta na sustentabilidade das atividades espaciais presentes e futuras, influenciando diretamente nos riscos relacionados as colisões, sejam entre detritos, detritos e satélites ou detritos e astronautas. Esta informação traz à tona o risco de ocorrência da síndrome de Kessler e as colisões em cascata que se retroalimentam e podem inutilizar uma faixa orbital ou levar ao colapso do ecossistema de atividades espaciais.

Com isso, é possível deixar claro que apesar das atividades espaciais auxiliarem no desenvolvimento sustentável, as mesmas não o são, inclusive, poderão tornar faixas orbitais inexploráveis, violando direito das futuras gerações, o que não pode e não deve ser aceito pela sociedade internacional.

As soluções fáceis não se aproximam deste cenário, que tem previsões para se tornar a próxima indústria trilionária. A limitação de novos lançamentos, a parada total de novos lançamentos ou remoção imediata dos detritos não se mostram opções viáveis ou aceitáveis pelas empresas ou Estados, que também tem grande interesse econômico nas atividades espaciais. Portanto, temos um claro exemplo de ocorrência da tragédia dos comuns, em que a exploração de determinadas faixas orbitais,

principalmente em LEO, que são finitas e tem uma demanda crescente pelo seu uso, levará inequivocamente ao seu esgotamento e/ou inutilização.

Não há uma formulação simples e definitiva para os detritos espaciais, que são essencialmente problemas super perversos. Assim, o desenvolvimento de soluções adequadas precisa definir como lidar com a multiplicidade de facetas e consequências a ela correlacionadas. É possível exemplificar a seguinte situação: impedir a continuidade das atividades espaciais impactaria na própria forma como a população mundial vive, desenvolve e projeta suas relações, sejam elas econômicas, jurídicas ou sociais. O impedimento poderia se dar tanto pela tragédia dos comuns ou pelo consenso de não realização de novos lançamentos. A perspectiva de não realização de novos lançamentos implicaria na impossibilidade de reparos ou missões de suporte, e conseqüentemente no colapso ou redução da vida útil de muitos satélites ativos. Assim, as conseqüências seriam inevitavelmente as mesmas em ambas situações.

O aumento da quantidade de atores e a multiplicidade de relações, demandas e incertezas jurídicas, bem como os riscos econômicos e sociais, têm impulsionado e pressionado o desenvolvimento de formas eficientes para lidar e regular os problemas enfrentados pelos atores espaciais, sem que sejam impostas demasiadas barreiras que impeçam a expansão deste ramo sob as perspectivas empresarial e jurídica.

O papel da governança aplicada ao Direito Internacional do Meio Ambiente foi essencial para transformá-lo no atual Direito Ambiental Internacional, que não apenas a internalizou, mas a utilizou como ferramenta para o desenvolvimento de soluções adequadas aos problemas que enfrenta, que são essencialmente problemas super perversos, a despeito do desenvolvimento sustentável e do aquecimento global.

As boas práticas do Direito Ambiental Internacional prescindiram da governança como instrumento transformador estrutural e de abordagem deste ramo, que deu destaque e desenvolveu diversos pontos essenciais para sua dinâmica, sendo válido mencionar a importância da ciência e tecnologia como formas de criar soluções que podem ser utilizada pela multiplicidade de atores envolvidos, em quaisquer níveis, inclusive na criação de instrumentos normativos; a importância da educação ambiental e dos atores na disseminação dessa informação, que capacita, transforma e politiza os atores que passam a ter um papel mais ativo na cobrança dos gestores e criadores de políticas voltadas ao enfrentamento dos problemas perversos;

a governança ambiental global como ferramenta integrativa de soluções, diálogos e ações, independentemente do nível, se local, nacional, regional ou internacional.

Cabe ainda uma crítica quanto a não proatividade do Direito Ambiental Internacional, seja influenciando na construção e desenvolvimento normativo de forma conjunta Direito Espaciais em seus moldes atuais, seja pela ausência de reconhecimento que a problemática relativa ao meio ambiente espacial também lhe é inerente e própria.

O Direito Espacial pode passar pela mesma transformação que o Direito Ambiental Internacional e se adequar a fluidez e celeridade dos problemas que enfrenta e, eventualmente, se tornar um novo ramo jurídico, o Direito Ambiental Espacial. Entretanto, precisará dar mais atenção ao papel da educação espacial como fundamento para atingir os resultados que deseja. A informação de qualidade promovida pela mídia, a adequação da linguagem para explicação das questões envolvendo os detritos espaciais, a definição de formas de promover a educação espacial e sua efetiva incorporação ao cotidiano da população servirá como elemento transformador da consciência coletiva sobre as ações necessárias, bem como a postura da população quanto à exigência de medidas pelos governantes e adequação da postura empresarial que explora as atividades espaciais. Neste sentido, vale uma breve reflexão sobre a mudança de postura das empresas após a internalização social do conceito de sustentabilidade e responsabilidade ambiental.

A mudança da sociedade e a capacitação de agentes envolvidos nos processos de tomada de decisão e desenvolvimento de políticas públicas poderá levar à retomada do consenso quanto a criação de novos instrumentos juridicamente vinculantes no Direito Espacial ou demonstrar que o desenvolvimento da consciência coletiva é capaz de modificar o comportamento social e facilitar a consecução da sustentabilidade das atividades satelitais, seja por instrumentos de *soft law*, seja pelo desenvolvimento de novas tecnologias que efetivem a sustentabilidade, seja pela adoção de regras técnicas que, se adotadas, provam a sustentabilidade espacial.

Existem muitas lacunas no Direito Espacial a serem preenchidas e uma delas é relativa à ausência de tratados internacionais que mencionem o termo detritos espaciais ou quaisquer outros instrumentos que deem segurança jurídica quanto ao enquadramento daquele como objeto espacial, para que haja aplicação normativa dos demais tratados sobre si. Apesar da doutrina já ter enfrentado essa questão, não é possível afirmar com plenitude que existam elementos suficientes que essa

interpretação seria reafirmada pela Corte Internacional de Justiça, por exemplo. Entretanto, é válido mencionar que existe um regime se desenvolvendo em função dos detritos espaciais, que tem como fundamento os mecanismos regulatórios existentes, sejam diretrizes, códigos de conduta, padrões privados e regras de *compliance*.

Dentre as principais formas atuais de mitigação de detritos espaciais, a análise das Diretrizes do IADC, do COPUOS e as Diretrizes para a Sustentabilidade a Longo Prazo das Atividades Espaciais demonstram que a governança tem tido efetividade no Direito Espacial, especialmente no processo de produção normativa, que envolve Estados, Organizações Internacionais, agências espaciais e a indústria, provendo mais credibilidade, receptibilidade e adoção das normas em decorrência do envolvimento destes agentes.

É possível mensurar que existem inúmeros documentos, relatórios técnicos, modelos de análise econômicas, de colisão, padrões privados, etc., que levam em conta o que foi compilado nas diretrizes supramencionadas. Portanto, é inegável que existe um ciclo virtuoso em torno das diretrizes, que têm demonstrado um caminho em desenvolvimento, cujo aprimoramento pode contar ainda com a mídia como catalizadora de incorporação dos preceitos abordados nestes instrumentos.

A cooperação entre os atores e o compartilhamento de informações é essencial para a construção ou atualização de instrumentos normativos, especialmente os não vinculantes, bem como para a produção de dados técnico científicos que embasarão a tomada de novas medidas.

Outra forma de mitigação dos detritos espaciais é a consciência situacional espacial e o tráfego espacial. Para isso, é essencial a cooperação entre as agências espaciais e as iniciativas civis e empresariais, a fim de dar ciência plena e em tempo real para todos os operadores dos detritos conhecidos e com isso, evitar que colisões ocorram e gerem novos detritos.

A remediação de detritos espaciais ou, mais precisamente, a remoção ativa de detritos é uma forma de remover os detritos da órbita terrestre. Há protocolos para a remoção ativa destes detritos, ou seja, redução de velocidade para realização de sua reentrada orbital, por exemplo. O desenvolvimento de tecnologias capazes de capturar e forçar a reentrada de detritos, destruindo-os ou resgatando-os pode levar ao desenvolvimento de um mercado especializado em ADR. Entretanto, ainda existem muitas incertezas jurídicas quanto aos rios decorrentes dessa atividade, sejam

relativos à responsabilidade ou quanto a questões de defesa pelo uso da ADR como armas antissatélites. A criação de um grupo de trabalho especializado pode auxiliar no desenvolvimento de um arcabouço normativo basilar e um futuro regime específico.

O Grupo Internacional de Trabalho da Haia sobre Governança de Recursos Espaciais é um exemplo de governança adaptativa que exemplifica uma estrutura não institucional capaz de produzir um arcabouço normativo, cuja estrutura congrega membros de múltiplos países e de distintas áreas e interesses, trazendo o máximo de pontos de vista possíveis para a construção de normas e princípios fundamentais para a temática.

Replicar o que foi desenvolvido pelo Grupo Internacional de Trabalho da Haia sobre Governança de Recursos Espaciais para os detritos espaciais é uma forma de acelerar a produção normativa que englobe o máximo de possibilidades, tal como deve ocorrer no desenvolvimento de soluções adequadas aos problemas complexos.

O desenvolvimento da legislação nacional pode impulsionar a adequação das empresas de múltiplas formas, seja na obrigatoriedade da adoção de diretrizes para mitigação dos detritos espaciais ou adoção de padrões privados como fundamento para concessão de licença, seja pelos incentivos econômicos na forma de financiamento, isenções, créditos fiscais para investimento em pesquisa e desenvolvimento, mas com a devida supervisão.

Lidar com os detritos espaciais não é uma tarefa simples ou que será solucionada com a adoção de apenas uma das formas mencionadas, mas com todas, de forma integrada e complementar, bem como novas formas que forem se desenvolvendo ao longo dos anos.

A utilização de todas as formas de mitigação e remediação de detritos, de forma coordenada, pelo máximo de atores possíveis, nos mais diversos níveis e formas de governança possível trará resultados mais palpáveis e a ciência aplicada indicará quais soluções tem demonstrado mais eficácia, devendo ser replicadas e ampliadas, a fim de obter, por meio da governança, o aprimoramento e o desenvolvimento de soluções integradas, adequadas a complexidade do problema dos detritos espaciais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCIOLY, Hildebrando; CASELLA, Paulo Borba; SILVA, Geraldo Eulálio do Nascimento e. **Manual de Direito Internacional público**. 20ª ed. São Paulo: Saraiva, 2012.

AGLIETTI, GS. Current Challenges and Opportunities for Space Technologies. In: **Frontiers in Space Technologies**. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frspt.2020.00001/full>. Acesso em: jan. 2021.

AKERS, Agatha. To Infinity and beyond: Orbital Space Debris and How to Clean It Up. In: **University of La Verne Law Review**, 33, rev. 285, 2012. Disponível em: <https://heinonline.org/HOL/LandingPage?handle=hein.journals/jjuvl33&div=16&id=&page=>. Acesso em: jan. 2021.

ANTONI, Ntorina. Definition and Status of Space Security. In: **Handbook of Space Security Policies, Applications and Programs**. Editors: Schrogl, Kai-Uwe (Ed.) et al. Springer Nature Switzerland AG, 2nd edition, 2020.

ARGULHES, D. de O.; PALMA, R. F.; ARÊDES, R. A. G. S.. A GÊNESE DOUTRINÁRIA DO DIREITO ESPACIAL COMO INSURGENTE RAMIFICAÇÃO DO DIREITO INTERNACIONAL PÚBLICO DURANTE A GUERRA FRIA. In **R. Esc. Guerra Nav.**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 1, p. 253-271. janeiro/abril 2019. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjptvm14NbpAhWUA9QKHXE2AcwQFjAAegQIARAB&url=https%3A%2F%2Frevista.egn.mar.mil.br%2Findex.php%2Frevistadaegn%2Farticle%2Fdownload%2F806%2Fpdf&usg=AOvVaw3vDNCj-uYS18zHhaJ1nCXi>. Acesso em: jan. 2021.

BALOGH, Werner. Capacity building in space technology development: A new initiative within the United Nations programme on space applications, In: **Space Policy**, Volume 27, Issue 3, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2011.04.014>. Acesso em: jan. 2021.

BERKMAN, PA; VYLEGZHANIN, AN; YUZHASHYAN, MR; MAUDUIT, J-C; (2018) **International Space Law: General Challenges and Prospects for Russia and the USA**. Moscow Journal of International Law, 106 (1), pp. 16-34.

BITTENCOURT NETO, Olavo de Oliveira. **Direito Espacial Contemporâneo: responsabilidade internacional**. Curitiba: Juruá, 2011.

BITTENCOURT NETO, Olavo de Oliveira; ALMEIDA, Daniel Freire e. Space Security in Brazil. In: **Handbook of Space Security Policies, Applications and Programs**. Editors: Schrogl, Kai-Uwe (Ed.) et al. Springer Nature Switzerland AG, 2nd edition, 2020.

BRASIL. **Decreto nº 64.362**, de 17 de abril de 1969. Promulga o tratado sobre exploração e uso do espaço cósmico. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1950-1969/D64362.html. Acesso em: jan. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 71.989**, de 26 de março de 1973. Promulga o Acordo sobre Salvamento de Astronautas e Restituição de Astronautas e de objetos Lançados ao Espaço Cósmico. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1970-1979/D71989.html#:~:text=DECRETO%20Nº%2071.989%2C%20DE%2026,objetos%20Lançados%20ao%20Espaço%20Cósmico. Acesso em: jan. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 71.981**, de 22 de março de 1973. Promulga a convenção sobre Responsabilidade Internacional por Danos Causados por Objetos Espaciais. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1970-1979/D71981.html#:~:text=DECRETO%20Nº%2071.981%2C%20DE%2022,Danos%20Causados%20por%20Objetos%20Espaciais.&text=O%20PRESIDENTE%20DA%20REPÚBLICA%20%2C&text=Decreta%20que%20a%20Convenção%2C%20apena,inteiramente%20como%20nela%20se%20contém. Acesso em: jan. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 5.806**, de 19 de junho de 2006. Promulga a Convenção Relativa ao Registro de Objetos Lançados no Espaço Cósmico, adotada pela Assembléia-

Geral das Nações Unidas em 12 de novembro de 1974, e pelo Brasil em 17 de março de 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/decreto/D5806.htm#:~:text=DECRETO%20N%205.806%2C%20DE%2019,17%20de%20março%20de%202006. Acesso em: jan. 2021.

BRASIL. **Decreto legislativo nº 30**, de 1964. Aprova o Tratado de Prescrição das Experiências com Armas Nucleares na Atmosfera, no Espaço Cósmico e sob a Água, firmado pelo Brasil, em Moscou a 9 de agosto de 1963. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decleg/1960-1969/decretolegislativo-30-5-agosto-1964-350220-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em: jan. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 2.962**, de 23 de fevereiro de 1999. Promulga a Constituição e a Convenção da União Internacional de Telecomunicações, concluídas em Genebra, em 22 de dezembro de 1992, e seu instrumento de Emenda aprovado em Quioto, em 14 de outubro de 1994. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2962.htm. Acesso em: jan. 2021.

BRESSACK, L. Addressing the problem of orbital pollution: defining a standard of care to hold polluters accountable. In: **Washington International Law Review**. Vol. 43. 2011.

BRIGGS, Hebert W. The Colombian-Peruvian Asylum Case and Proof of Customary International Law. In: **The American Journal of International Law**, Vol. 45, No. 4 (October, 1951), p. 728-731.

BRITTO, Luiz Navarro de. Conteúdo Político do Direito do Espaço Cósmico. In: **Revista de informação legislativa**, v. 13, n. 51, jul./set. 1976. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/handle/id/180962>. Acesso em jan. 2021.

BROWNLIE, Ian. **Principles of Public International Law**. 8.ed. Oxford, Inglaterra: Oxford University Press, 2012.

BULKELEY, H.. Cities and the Governing Climate Change. In: **Annual Review of Environment and Resources**, 35(1), 2010. Disponível em:

<https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev-environ-072809-101747>.
Acesso em jan. 2021.

BURROWS, William E. **This New Ocean**. Nova York: Modern Library, 1999.

CASSESE, Antonio. **International law**. New York: Oxford University Press, 2005.

CHENG, Bin. **Studies on International Space Law**. Oxford: Clarendon Pr, 1997.

CHEN, YS.; CHANG, CH. Enhance environmental commitments and green intangible assets toward green competitive advantages: an analysis of structural equation modeling (SEM). In: **Qual Quant** 47, 529–543 (2013). Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11135-011-9535-9>. Acesso em: jan. 2021.

COCCA, Aldo Armando. **Teoria del Derecho Interplanetario**. Editora: Bibliografica Argentina. 1957.

COMISSÃO SOBRE GOVERNANÇA GLOBAL. **Nossa comunidade global - Relatório da Comissão sobre Governança Global**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 1996.

COMMITTEE ON THE PEACEFUL USES OF OUTER SPACE. **Revised Zero draft of the “Space2030” Agenda and implementation plan**. Sixty-second session, Vienna, 12–21 June 2019. Disponível em: https://www.unoosa.org/res/oosadoc/data/documents/2019/aac_1052019crp/aac_1052019crp_15_0_html/AC105_2019_CRP15E.pdf. Acesso em: jan. 2021.

COPUOS. **Conference room paper by the Chair of Working Group on the Long-term Sustainability of Outer Space Activities**, UN DOC. A/AC.105/2018/CRP.20. 2018. Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwimg6LR_LHrAhUUHrkGHQ36B7EQFjAAegQIBhAB&url=https%3A%2F%2Fwww.unoosa.org%2Fres%2Foosadoc%2Fdata%2Fdocuments%2F2018%2Faac_1052018c

rp%2Faac_1052018crp_20_0_html%2FAC105_2018_CRP20E.pdf&usg=AOvVaw0_EDEnkVvzqf42YZGh5ge. Acesso em: jan. 2021.

COSTA; Francisco Campos da; Bittencourt Neto, Olavo de Oliveira. A CONVENÇÃO DE RESPONSABILIDADE INTERNACIONAL POR DANOS CAUSADOS POR OBJETOS ESPACIAIS DE 1972 E A PROVA DA CULPA. In: **Leopoldianum [recurso eletrônico]: revista de estudos e comunicações da Universidade Católica de Santos**. Santos: Editora Universitária, Ano 46, n.º. 129, 2020. Disponível em pdf: <https://periodicos.unisantos.br/leopoldianum/article/view/1002/856>. Acesso em: jan. 2021.

COSTA, F. C.; MARTINS, Eliane. M. O.. A participação da organização marítima internacional na governança sobre a exploração de petróleo offshore. In: **V encontro internacional do conpedi montevidéu, Uruguai, 2016**, montevideo. Florianopolis: CONPEDI, 2016. v. 1. p. 27-46.

CROWTHER, R. Orbital debris: a growing threat to space operations. In: **Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, 361(1802), 157–168, 2002. Disponível em: doi:10.1098/rsta.2002.1118. Acesso em: jan. 2021.

DEGRANGE, Valentin. Active Debris Removal: A Joint Task and Obligation to Cooperate for the Benefit of Mankind. In: **Space Security and Legal Aspects of Active Debris Removal**. Ed: Annette Froehlich. European Space Policy Institute: Vienna, Austria, Springer Nature Switzerland AG, 2019.

DENNY, D. M. T.; GRANZIERA, M. L. M. . TRAGEDY OF THE COMMONS AND GOVERNANCE IN TIMES OF EMOTIVISM. In: Fernando Rei; Maria Luiza Machado Granziera. (Org.). **GLOBAL ENVIRONMENTAL ISSUES: LAW AND SCIENCE**. 1ed.Santos: Editora Universitária Leopoldianum, 2017.

DENNERLEY, Joel A. State Liability for Space Object Collisions: The Proper Interpretation of ‘Fault’ for the Purposes of International Space Law. In: **The European Journal of International Law**, Vol. 29 no. 1, 2018.

DIEDERIKS-VERSCHOOR; I. H. Ph; KOPAL, V. **An Introduction to Space Law**. 3. Ed. Netherlands: Kluwer Law International, 2008.

DIETRICH, D., DEKOVA, R., DAVY, S., FAHRNI, G., & GEISSBÜHLER, A.. Applications of Space Technologies to Global Health: Scoping Review. In: **Journal of medical Internet research**, 20(6), e230, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/jmir.9458>. Acesso em: jan. 2021.

DINH, Nguyen Quoc; PELLET, Alain; DAILLER, Patrick. Direito Internacional público. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1999.

DOBOS, Bohumil; PRAZAK, Jakub. To Clear or to Eliminate? Active Debris Removal Systems as Antisatellite Weapons. In: *Space Policy*, Volume 47, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2019.01.007>. Acesso em: jan. 2021.

EARL, Andrew. Space Debris: What is it and Why Should We Care?. In: **Project Asteria 2019 Space Debris Traffic Management & Space Sustainability**. Michael Spencer (Ed.). 2019. Disponível em: <https://airpower.airforce.gov.au/Publications/Project-Asteria-2019-Space-Debris,-Space-Traffic-M>. Acesso em: jan. 2021.

EUROPEAN SPACE AGENCY, ESA, a. **Space debris by the numbers**. Novembro de 2020, online. Disponível em: https://www.esa.int/Safety_Security/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers. Acesso em: jan. 2021.

EUROPEAN SPACE AGENCY, ESA, b. **What is the Space Economy?**. 2019. Disponível em: https://space-economy.esa.int/article/33/what-is-the-space-economy#_ftn1. Acesso em: jan. 2021.

FERRETI, Stefano. Space Capacity Building in the XXI Century. In: **Space Capacity Building in the XXI Century**. Editors: Ferretti, Stefano (Ed.). *Studies in Space Policy*, v 22, Springer International Publishing, 2020.

FLURY, W.; CONTANT, J. M. The updated IAA position paper in orbital debris. In: **Sawaya-Lacoste H. (Ed.) Proceedings of the Third European Conference on Space Debris**, 1st edition. ESA Publications Division, Darmstadt, 2001.

GARCEZ, Gabriela Soldano. **Cubatão: degradação e recuperação ambiental de uma cidade industrial. Importância da participação da sociedade no processo de recuperação**. 2013, 117p. Dissertação (mestrado). Santos: Universidade Católica de Santos, 2013.

GARCEZ, Gabriela Soldano. **O papel da mídia na formação da opinião pública: o status de ator emergente para o direito internacional com influência na proteção ambiental**. 2017. 179p. Tese (doutorado). Santos: Universidade Católica de Santos, 2017.

GARCEZ, Gabriela Soldano. O turismo de massa e a busca de cidades sustentáveis de acordo com a Agenda 2030: Uma oportunidade para a paradiplomacia.. In: **Fernando Rei; Maria Luiza Machado Granziera; Alcindo Gonçalves.. (Org.). Paradiplomacia Ambiental - Environmental Paradiplomacy**. 1ed. v. 1, pp. 159-176. Santos: Editora Universtária Leopoldianum, 2019.

GOLDMAN, Nathan C. **American Space Law: International and Domestic**. Ames: Iowa, State University Press, 1998.

GOMES, Oscar Martins. Aspectos do novíssimo direito interplanetário. In: **Crônica Universitária**. Paraná: Universidade Federal do Paraná, 1963. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/direito/article/view/6680/4781>>. Acesso em: jan. 2021.

GONÇALVES, Alcindo; COSTA, José A. Fontoura. **Governança Global e Regimes Internacionais**. 1.ed. São Paulo: Almedina, 2011.

GONÇALVES, Alcindo. Governança Global e o Direito Internacional Público. In: JUBILUT, Líliliana Lyra (org). **Direito Internacional Atual**. São Paulo: Elsevier, 2014.

GONÇALVES, Alcindo. A legitimidade na governança global. In: **Conselho Nacional de Pesquisa e Pós Graduação em Direito – CONPEDI**, Anais. Manaus: 2006. Disponível em: http://www.conpedi.org.br/manaus/arquivos/anais/manaus/direito_e_politica_alcindo_goncalves.pdf. Acesso em: jan. 2021.

GONÇALVES, Alcindo; COSTA, José Augusto Fontoura. Governança Ambiental Global: possibilidades e limites. In GRANZIERA, Maria Luiza Machado; REI, Fernando Cardozo Fernandes (coord.). **Direito Ambiental Internacional: Avanços e retrocessos**. São Paulo: Atlas, 2015.

GOROVE, S. Sources and Principles of Space Law. In: JASENTULIYANA, Nandasiri (Coord.). **Space Law: Development and Scope**. Westport: Praeger Publishers, 1992.

GREENBAUM, D. (2020). Space debris puts exploration at risk. **Science**, 370(6519), 922–922. Disponível em: doi:10.1126/science.abf2682. Acesso em: jan. 2021.

GROSSE, Claudia. **SPACE DEBRIS AND SPACE TRAFFIC MANAGEMENT: TWO CONTEMPORARY ISSUES OF SUSTAINABLE SPACE SECURITY**. Seminar aus Völkerrecht. Wien, Mai, 2013. Disponível em: https://eur-int-comp-law.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/i_deicl/VR/VR_Personal/Marboe/Internetpublikationen/Grosse_2013_Space_debris.pdf. Acesso em: jan. 2021.

HARDIN, G. The tragedy of the Commons. **Science**, 13 dez. 1968. v. 162, N. 3859, P.1243-1248.

HELD, David. From executive to cosmopolitan multilateralism. In: Held, David and Koenig-Archibugi, Mathias, (eds.) **Taming Globalization: Frontiers of Governance**. Oxford, UK: Polity Press, 2013.

HELD, David; MCGREW, Anthony. **Prós e Contras da Globalização**. Rio de Janeiro: Zahar, 2001.

IMBURGIA, Joseph S.. Space Debris and Its Threat to National Security: A Proposal for a Binding International Agreement to Clean Up the Junk. In: **44 VAND.J.TRANSNAT'L. 589**, 2011. Disponível em: <https://heinonline.org/HOL/LandingPage?handle=hein.journals/vantl44&div=20&id=&page=>. Acesso em: jan. 2021.

INTERNATIONAL COURT OF JUSTICE (ICJ). **North Sea Continental Shelf**. February 20, 1969. Disponível em: <<https://www.icj-cij.org/en/case/52>>. Acesso em: jan. 2021.

JANKOWITSCH, Peter. The background and history of space law. In: VON DER DUNK, Frans; TRONCHETTI, Fabio (eds). In: **Handbook of Space Law**. USA: Edward Elgar Publishing, Inc. 2015.

JOHNSON, N. L. (2007). Developments in space debris mitigation policy and practices. **Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part G: Journal of Aerospace Engineering**, 221(6), 907–909. Disponível em: doi:10.1243/09544100jaero166. Acesso em: jan. 2021.

KELSO, T. S. Analysis of the 2007 Chinese ASAT Test and the Impact of its Debris on the Space Environment. Technical Papers, In: **8th Advanced Maui Optical and Space Surveillance Technologies Conference**, Maui, HI (Vol. 7), 2007. Disponível em: <https://celestrak.com/publications/AMOS/2007/AMOS-2007.pdf>. Acesso em: jan. 2021.

KELSO, T. S., **Analysis of the Iridium 33-Cosmos 2251 Collision**, presented at the 10th Advanced Maui Optical and Space Surveillance Technologies Conference, Maui, HI, 2009. Disponível em: <https://celestrak.com/publications/AAS/09-368/>. Acesso em: jan. 2021.

KESSLER, D. J., COUR-PALAIS, B. G. Collision frequency of artificial satellites: The creation of a debris belt. In: **J. Geophys. Res.**, 83 (A6), 2637– 2646, 1978. Disponível em: 10.1029/JA083iA06p02637. Acesso em: jan. 2021.

KESSLER, D. J. Collisional cascading: The limits of population growth in low earth orbit. In: **Advances in Space Research**, 11(12), 63–66, 1991. Disponível em: 10.1016/0273-1177(91)90543-s. Acesso em: jan. 2021.

KESSLER, D. J., JOHNSON, N. L., LIOU, J. C., MATNEY, M., The Kessler syndrome: implications to future space operations. In: **Adv. Astronaut. Sci.** 137 (8), 2010. Disponível em: <http://aquarid.physics.uwo.ca/kessler/Kessler%20Syndrome-AAS%20Paper.pdf>. Acesso em: jan. 2021.

KOPAL, Vladimir. OUTER SPACE – A LEGAL ISSUE. In: **Outer Space in Society, Politics and Law**. Editors: Brünner, Christian, Soucek, Alexander (Eds.). Springer-Verlag/Wien. 2011.

KOPPENSTEINER, Franz. The 1982 UN Principles Governing the Use by States of International Direct Television Broadcasting. In: MARBOE, Irmgard (eds). **Soft Law in Outer Space: the Function of Non-binding Norms in International Space Law**, Vienna: Böhlau Verlag, 2012.

KUNZ, Josef L. The Nature of Customary International Law. **The American Journal of International Law**, October 1953: 662-669.

KURT, J. Triumph of the Space Commons: Addressing the Impending Space Debris Crisis Without an International Treaty. In: **William and Mary Environmental Law and Policy Review**, Vol. Vol. 40, issue 1, November 2015. Disponível em <https://scholarship.law.wm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1641&context=wmelpr>. Acesso em dezembro de 2020.

KUSHWAHA, Vibha Singh. Mass media in disseminating environmental awareness. In: **International Journal of Research - GRANTHAALAYAH**, v. 3, n. 9, p. 1-4, 2015. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/144846643.pdf>. Acesso em: jan. 2021.

LACHS, Manfred. **El Derecho del Espacio Ultraterrestre**. Madri: Fondo de Cultura Económica, 1977.

LAMPERTIUS, James P. The Need for an Effective Liability Régime for Damage Caused by Debris in Outer Space. In: **Michigan Journal of International Law**. Vol. 3, Issue 2. Disponível em: <http://repository.law.umich.edu/mjil/vol13/iss2/5>. Acesso em: jan. 2021.

LIOU, J.; JOHNSON, N.L. Chinese Anti-satellite Test Creates Most Severe Orbital. In: **Orbital Debris Quaterly News** 11, issue 2, 2007. Disponível em: <https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/quarterly-news/pdfs/odqnv11i2.pdf>. Acesso em: jan. 2021.

LIOU, J. C.; JOHNSON, N. L. Planetary science. Risks in space from orbiting debris. In: **Science**. 2006 Jan, Vol 311, Issue 5759. Disponível em: <https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/library/sciencemag-risks-in-space-from-orbiting.pdf>. Acesso em: jan. 2021.

LEISTER, Valnora. O Comitê para o Uso Pacífico do Espaço Sideral (COPUOS) da Organização das Nações Unidas. In: MERCADANTE, Arajaminta; MAGALHÃES, José Carlos de. (Coords.). **Reflexões sobre os 60 Anos da ONU**. Ijuí: Unijuí, 2005.

LEVIN, K.; CASHORE, B.; BERNSTEIN, S.; AULD, G. Overcoming the tragedy of super wicked problems: constraining our future selves to ameliorate global climate change. In: **Policy Sciences**, 45(2), 123–152, 2012. Disponível em: [doi:10.1007/s11077-012-9151-0](https://doi.org/10.1007/s11077-012-9151-0). Acesso em: jan. 2021.

LYALL, Francis; LARSEN, Paul, B. **Space Law A Treatise**. Surray: Ashgate Publishing Limited, 2009.

MALANCZUK, Peter. **Space Law as a Branch of International Law**, 25 Neth. Y.B. INT'L L.1994.

MANN, Adam. **Starlink: SpaceX's satellite internet project**. 2020. Disponível em: <https://www.space.com/spacex-starlink-satellites.html>. Acesso em: jan. 2021.

MASSON-ZWAAN, Tanja; HOFMANN, Mahulena. **Introduction to Space Law. Kluwer Law International**. 4.ed. 2019.

MATIAS, Eduardo Felipe P. **A Humanidade e suas fronteiras: do estado soberano à sociedade global**. São Paulo: Paz e Terra, 2005.

MATTOS, José Dalmo Fairbanks Belfort de. Direito Astronáutico. Diretrizes e Normas. In **Revista da Faculdade de Direito UFPR**, v. 6, 1958, p. 101-125.

MAZZUOLI, Valério de Oliveira. **Curso de Direito Internacional público: parte geral**. 4.ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2008.

MCCORMICK, Patricia K.. Space debris: Conjunction opportunities and opportunities for international cooperation. In: **Science and Public Policy**, Volume 40, Issue 6, December 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/scipol/sct028>. Acesso em: jan. 2021.

MCDOUGALL, Walter A. **The Heavens and the Earth: A political history of the Space Age**. EUA: Basic Books, 1985.

MEDVEDEVA, Anastasia. Space Debris Remediation: an International Relations Approach. A Master's Thesis submitted for the degree of "Master of Science". IN: **MSc Program Environmental Technology & International Affairs**, 2015. Disponível em: <https://repositum.tuwien.at/handle/20.500.12708/2159>. Acesso em dezembro de 2020.

MEJÍA-LEMOS, D.G. Some considerations regarding "Instant' International Customary Law", fifty years later. In: **Indian Journal of International Law** 55, 85–108 (2015).

MERGES, Robert P.; REYNOLDS, Glenn H.. Rules of the Road for Space?: Satellite Collisions and the Inadequacy of Current Space Law. In: **Environmental Law Institute®**, Washington, DC. reprinted with permission from ELR®, NEWS & ANALYSIS, 40 ELR 10009. Disponível em: <https://elr.info/news->

analysis/40/10009/rules-road-space-satellite-collisions-and-inadequacy-current-space-law. Acesso em: jan. 2021.

MONSERRAT FILHO, José. **Introdução ao Direito Espacial**. Rio de Janeiro: SBDA, 1997.

MONSERRAT FILHO, José; PATRICIO SALIN, A.. O Direito Espacial e as hegemonias mundiais. **Estud. av.**, São Paulo, v. 17, n. 47, p. 261-271, Apr. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142003000100016&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: jan. 2021.

MOURÃO, Ronaldo Rogério de Freitas. **Astronáutica: do sonho à realidade: história da conquista espacial**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

MOROZOVA, Elina; VASYANIN, Yaroslav. **International Space Law and Satellite Telecommunications**. Oxford Research Encyclopedia of Planetary Science. 23 Dec. 2019. Disponível em: <<https://oxfordre.com/planetaryscience/view/10.1093/acrefore/9780190647926.001.0001/acrefore-9780190647926-e-75>>. Acesso em: jan. 2021.

MUÑOZ-PATCHEN, Chelsea. Regulating the Space Commons: Treating Space Debris as Abandoned Property in Violation of the Outer Space Treaty, In: **Chicago Journal of International Law**: Vol. 19: No. 1, Article 7. Disponível em: <https://chicagounbound.uchicago.edu/cjil/vol19/iss1/7>. Acesso em: jan. 2021.

NASSER, Salem Hikmat. Direito internacional do meio ambiente, Direito transformado, *jus cogen* e *soft law*. In: Nasser, S; Rei, F. (Org.). **Direito Internacional do Meio Ambiente: ensaios em homenagem ao Prof. Guido Soares**. Editora Atlas S.A.: São Paulo, 2006.

NASSER, Salem Hikmat. **Fontes e Normas do Direito Internacional: Um Estudo sobre a Soft Law**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2006.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. **Orbital Debris Quarterly News**, Vol. 24/1, 2020. Disponível em: <https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/quarterly-news/pdfs/odqnv24i1.pdf>. Acesso em: jan. 2021.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. **NASA Technical Translation**. 1970. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=op8jAAAAMAAJ&pg=RA1-PA2&lpg=RA1-PA2&dq=etheronautical&source=bl&ots=vdRfKIUJ9d&sig=ACfU3U2LxoRcZtF5ad-rJtwUaiUYSzxSeg&hl=pt-BR&sa=X&ved=2ahUKEwjA5Y69I73nAhVUHrkGHbwzC30Q6AEwAHoECAgQAQ#v=onepage&q=etheronautical&f=false>>. Acesso em: jan. 2021.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. Process for Limiting Orbital Debris. In: **NASA TECHNICAL STANDARD**. NASA-STD-8719.14B. Approved: 2019-04-25 Superseding NASA-STD-8719.14A. Disponível em: <https://standards.nasa.gov/standard/osma/nasa-std-871914>. Acesso em: jan. 2021.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. The 2019 U.S. Government Orbital Debris Mitigation Standard Practices Orbital Debris. In: **Quarterly News**, Vol. 24, issue 1, February 2020. Disponível em: <https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/quarterly-news/pdfs/odqnv24i1.pdf>. Acesso em: jan. 2021.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. Fifty Years Ago. In: **Orbital Debris**. Volume 17, Issue 3 July 2013. Disponível em: <https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/quarterly-news/pdfs/odqnv17i3.pdf>. Acesso em: jan. 2021.

NEGER, Thomas; WALTER, Edith. Space law – an independent branch of the legal system. In: **Outer Space in Society, Politics and Law**. Editors: Brünner, Christian, Soucek, Alexander (Eds.). Springer-Verlag/Wien. 2011.

OECD. OECD Handbook on Measuring the Space Economy, In: **OECD Publishing**, Paris, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/9789264169166-en>. Acesso em: jan. 2021.

OECD. The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy. In: **OECD Publishing**, Paris, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/c5996201-en>. Acesso em: jan. 2021.

OLIVEIRA, Odete Maria de. Organizações Internacionais e a ONU: O Paradoxo do Poder de Veto do Conselho de Segurança. In: MERCADANTE, Araminta de Azevedo; MAGALHÃES, José Carlos de (Orgs.). **Reflexões sobre os 60 anos da ONU**. Ijuí: Unijuí, 2005

OLSON, M. **The logic of collective action: Public goods and the theory of groups, second printing with new preface and appendix**. Revised edition ed. Cambridge, Mass: Harvard University Press, 1971.

OSTROM, E. **Governing the Commons: The Evolution of Institutions for collective action**. 1st edition ed. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 1990.

PAIC, A.; VIROS, C.. Governance of science and technology policies, In: **OECD Science, Technology and Industry Policy Papers**, Nº. 84, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/2b3bc558-en>.

PELTON, Joseph N.. **New Solutions for the Space Debris Problem**. New York. Springer International Publishing, 2015.

PIRADOV, A. S. **International Space Law**. Honolulu: University Press of Pacific, 2000.

POLISTCHUCK, Ilana; TRINTA, Aluizio Ramos. **Teorias da comunicação: o pensamento e a prática do jornalismo**. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

PORTELA, Paulo Henrique Gonçalves. **Direito Internacional Público e Privado: Incluindo Noções de Direitos Humanos e Direito Comunitário/Paulo Henrique Gonçalves Portela**. 9.ed. Salvador: JusPODIVM. 2017.

PUNNAKANTA, Luke. Space Torts: Applying Nuisance and Negligence to Orbital Debris. In: **Southern California Law Review**, Vol. 86, No 1, Novembro de 2012. Disponível em: <https://southerncalifornialawreview.com/2012/11/03/space-torts-applying-nuisance-and-negligence-to-orbital-debris-note-by-luke-punnakanta/>. Acesso em: jan. 2021.

RANGEL, Vicente Marotta. Codificação do Direito Espacial. In: **Revista de Direito Aeronáutico e Espacial – SBDA**. Rio de Janeiro, n. 67, set. 1995.

RAO, A. The Economics of Orbit Use: Theory, Policy, and Measurement. **Thesis submitted to the Faculty of the Graduate School of the University of Colorado in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy**, Department of Economics, 2019. Disponível em: https://scholar.colorado.edu/concern/graduate_thesis_or_dissertations/jh343s34j. Acesso em: jan. 2021.

REI, F; FARIAS, V. C.. Paradiplomacia Ambiental: La Cooperación Decentralizada Hispano-Brasileña. In: **Conpedi Law Review**; v. 1, n. 16, 2015.

REI, Fernando Cardozo Fernandes. A peculiar dinâmica do Direito Internacional do Meio Ambiente. In: Nasser, S; Rei, F. (Org.). **Direito Internacional do Meio Ambiente: ensaios em homenagem ao Prof. Guido Soares**. Editora Atlas S.A.: São Paulo, 2006.

REI, Fernando Cardozo Fernandes. Paradiplomacia en la gobernanza ambiental global: 15 años de Nrg4SD y sus nuevos desafíos. In: Fernando Rei; Maria Luiza Machado Granziera; Alcindo Gonçalves. (Org.). **Environmental Paradiplomacy**. 1ed.Santos: Editora Universitária Leopoldianum, 2019, v. 1, p. 33-54.

REI, Fernando Cardozo Fernandes; NASSER, Salem Hikmat. Direito Internacional do meio ambiente: Ensaio em homenagem ao prof. Guido Fernando Silva Soares. In **Interfacehs**. vol. 1, nº.3 – Resenha 1. São Paulo: Centro Universitário SENAC, 2007. Disponível em: http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/InterfacEHS/wp-content/uploads/2013/07/resenha01_versao-portugues.pdf. Acesso em: jan. 2021.

REI, Fernando Cardozo Fernandes; GRANZIERA, Maria Luiza Machado. Direito Ambiental Internacional: novos olhares para a ciência do direito. In: Granziera, M.L.M.; Rei, F.. (Org.). **Direito Ambiental Internacional: Avanços e Retrocessos 40 Anos de Conferências das Nações Unidas**. 1ª ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2015, v. 1, p. 149-158.

REI, Fernando Cardozo Fernandes. International Environmental Law: approaches concerning the influence of science and technology. In: Rei, F; Granziera, M.L.M.. (Org.). **Global Environmental Issues: law and science**. 1ed., v. 1, Santos: Editora Universitária Leopoldianum, 2017.

RITTEL, H. W. J.; WEBBER, M. M.. Dilemmas in a general theory of planning. In: **Policy Sciences**, 4(2), 1973. Disponível em: doi:10.1007/bf01405730. Acesso em: jan. 2021.

SACHDEVA, G.S. Select Tenets of Space Law as Jus Cogen. In: **Recent Developments in Space Law, Opportunities & Challenges**. RAO, R. V.; GOPALKRISHNAN, V.; ABHIJEET, Kumar (eds). Singapore: Springer Nature Singapore Pte Ltd., 2017.

SALTER, Alexander William. Space Debris A Law and Economics Analysis of the Orbital Commons. In: **Stanford Technology Law Review (STLR)**. **Stanford, California: Stanford University**, vol. 19, issue 2, 2016. Disponível em: <https://law.stanford.edu/publications/space-debris-a-law-and-economics-analysis-of-the-orbital-commons/>. Acesso em: jan. 2021.

SCHLADEBACH, M.. Space Debris as a legal challenge, In: **Max Planck Yearbook of United Nations Law**, Vol. 17. 2013.

SCHULTZ, Lisen; FOLKE, Carl; ÖSTERBLOM, Henrik; OLSSON, Per. Adaptive governance, ecosystem management, and natural capital. In: **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Jun 2015, 112 (24) 7369-7374. Disponível em: 10.1073/pnas.1406493112. Acesso em jan. 2021.

SEARA VAZQUEZ, Modesto. **Introduccion al derecho internacional cósmico**. Imprenta: Mexico, Univesidad Nacional Autonoma de Mexico, 1961.

SENDAI FRAMEWORK FOR DISASTER RISK REDUCTION 2015-2030. In: **UN world conference on disaster risk reduction**, 2015 March 14-18, Sendai, Japan. Geneva: United Nations Office for Disaster Risk Reduction; 2015. Disponível em: http://www.wcdrr.org/uploads/Sendai_Framework_for_Disaster_Risk_Reduction_2015-2030.pdf. Acesso em: jan. 2021.

SOARES, Guido Fernando Silva. **Curso de Direito Internacional Público**. São Paulo: Atlas, 2002.

SPARK, James. ISS Dodges Chinese ASAT Debris. In: **Space Safety Magazine**. Disponível em: www.spacesafetymagazine.com/news/iss-forced-dodge-chineseasat-debris/. Acesso em: jan. 2021.

STOKES, H.; AKAHOSHI, Y.; BONNAL, C.; DESTEFANIS, R.; GU, Y.; KATO, A., ... TANG, M. (2020). Evolution of ISO's space debris mitigation standards. In: **Journal of Space Safety Engineering**. Volume 7, Issue 3, 2020. Disponível em: doi:10.1016/j.jsse.2020.07.004. Acesso em: jan. 2021.

SURYAATMADJA, Shannon; MAULANI, Nova. Contributions Of Space Technology To Global Health In The Context Of Covid-19. In: **Jurnal Administrasi Kesehatan Indonesia**, Vol 8, No ,1 Special Issue. Published by Universitas Airlangga, 2020. Disponível em: 10.20473/jaki.v8i2.2020.60-73. Acesso em: jan. 2021.

TRONCHETTI, Fabio. **Fundamentals of Space Law and Policy**. New York: Springer. 2013.

TENG, M.-J.; WU, S.-Y.; CHOU, S.J.-H. Environmental Commitment and Economic Performance – Short-Term Pain for Long-Term Gain. In: **Env. Pol. Gov.**, 24: 16-27. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/eet.1634>. Acesso em: jan. 2021.

UNDSETH, M; JOLLY; OLIVARI, M.. **Space sustainability: The economics of space debris in perspective**, OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 87, OECD Publishing, Paris, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/a339de43-en>. Acesso em: jan. 2021.

UNCOPUOS Scientific and Technical Subcommittee (1999): **Technical Report on Space Debris**. 1st edition, United Nations Publication, New York. ISBN: 92-1-100813-1. Disponível em: https://www.orbitaldebris.jsc.nasa.gov/library/un_report_on_space_debris99.pdf. Acesso em: jan. 2021.

UNITED NATIONS RES 62/217, **International cooperation in the peaceful uses of outer space**, UN Doc. A/RES/62/217, (22 Dec. 2007). The UN guidelines are included as Annex to the Report of the 50th Session of UNCOPUOS, see Official Records of the General Assembly, Sixty-second Session, Supplement No. 20 (A/62/20). Disponível em: http://www.unoosa.org/pdf/gadocs/A_62_20E.pdf. Acesso em: jan. 2021.

UNITED NATIONS. RES 1148 (XII). **Resolutions Adopted On The Reports Of The First Committee**. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj7hba8p4rqAhU7LLkGHQYPCD4QFjAAegQIARAB&url=https%3A%2F%2Fwww.un.org%2Fdisarmament%2Fwp-content%2Fuploads%2F2017%2F02%2FA-RES-1148.pdf&usg=AOvVaw0S8SHMaPkqjqhF6DaKSI6y>. Acesso em: jan. 2021.

UNITED NATIONS. RES 1149 (XII). **Collective action to inform and enlighten the peoples of the world as to the dangers of the armaments race, and particularly**

as the destructive effects of modern weapons. Disponível em: <https://research.un.org/en/docs/ga/quick/regular/12>. Acesso em: jan. 2021.

UNITED NATIONS RES 1348 (XIII). **Question of the peaceful use of outer space.** Disponível em: <https://research.un.org/en/docs/ga/quick/regular/13>. Acesso em: jan. 2021.

UNITED NATIONS RES 1472 (XIV). **International co-operation in the peaceful uses of outer space.** Disponível em: <https://research.un.org/en/docs/ga/quick/regular/14>. Acesso em: jan. 2021.

UNITED NATIONS RES 1721 (XIV). **International co-operation in the peaceful uses of outer space.** Disponível em: <https://research.un.org/en/docs/ga/quick/regular/16>. Acesso em: jan. 2021.

UNITED NATIONS. RES 1884 (XVIII). **Question of general and complete disarmament.** Disponível em: <https://research.un.org/en/docs/ga/quick/regular/18>. Acesso em: jan. 2021.

UNITED NATIONS. RES 1962 (XVIII). **Declaration of Legal Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Uses of Outer Space.** Disponível em: <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/principles/legal-principles.html#:~:text=Outer%20space%20and%20celestial%20bodies,in%20accordance%20with%20international%20law.&text=Outer%20space%20and%20celestial%20bodies%20are%20not%20subject%20to%20national,or%20by%20any%20other%20means>. Acesso em: jan. 2021.

UNOOSA. **RESOLUTION ADOPTED BY THE GENERAL ASSEMBLY 37/92. Principles Governing the Use by States of Artificial Earth Satellites for International Direct Television Broadcasting.** Disponível em: <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/principles/dbs-principles.html>. Acesso em: jan. 2021.

UNOOSA. **COPUOS History.** Disponível em: <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/copuos/history.html>. Acesso em: jan. 2021.

UNOOSA. **Members of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space.** Disponível em: <https://www.unoosa.org/oosa/en/members/index.htm>. Acesso em: jan. 2021.

UNOOSA. **COMMITTEE ON THE PEACEFUL USES OF OUTER SPACE – COPUOS.** COPUOS 2020 Session. 2020. Disponível em: <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/copuos/index.html>. Acesso em: jan. 2021.

VALLADÃO, Haroldo. O Direito de Espaço Interplanetário. In: **Novas Dimensões do Direito.** São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 1970.

VALLADÃO, Haroldo. Direito Interplanetário e Direito Inter Gentes Planetárias. v. 274. São Paulo: RT, 1958.

VARELLA, Marcelo Dias, **Direito Internacional econômico ambiental.** Belo Horizonte: Del Rey, 2004.

VERËLL, I. I. Laura. **The Effectiveness of the Liability Regime in the 1972 Liability Convention on Damage Caused by Space Debris to the Space Object of a State in Outer Space.** Thesis presented to FdR MA International and European Law: Public International Law. 2017. P. 9-12.

VERESHCHETIN, Vladlen S. Outer Space. In: **The Max Planck Encyclopedia of Public International Law.** Ed Wolfrum Rüdiger. 10 volume set. Oxford University Press, 2012.

VERESHCHETIN, V. S., DANILENKO, G. M. Custom as source of international law of outer space. **Journal of Space Law 13**, 1985.

VIEIRA, Andrée Marie Louise de Ridder. Comunicação, educação e comunidades sustentáveis. In: **Educomunicação, transformação social e desenvolvimento**

sustentável [livro eletrônico]/ [organização Ismar de Oliveira Soares, Claudemir Edson Viana, Paola Diniz Pradini. São Paulo: Associação Brasileira de Pesquisadores e Profissionais de Educomunicação, 2020. Disponível em: <https://abpeducom.org.br/publicacoes/index.php/portal/catalog/book/25>. Acesso em: jan. 2021.

VIIKARI, Lotta. Environmental aspects of space activities. In: **Handbook of Space Law**. Edited by Frans von der Dunk and Fabio Tronchetti. USA: Edward Elgar Publishing, Inc. 2015.

VON DER DUNK, Frans. International space law. In: **Handbook of Space Law**. Edited by Frans von der Dunk and Fabio Tronchetti. USA: Edward Elgar Publishing, Inc. 2015.

VON DER DUNK, Frans. European Space Law. In: **Handbook of Space Law**. Edited by Frans von der Dunk and Fabio Tronchetti. USA: Edward Elgar Publishing, Inc. 2015.

WANG, Peng. Tragedy of Commons in Outer Space - The Case of Space Debris. In: **64th International Astronautical Congress 2013, 56th IISL Colloquium on the Law of Outer Space (E7)**, Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2260856>. Acesso em: jan. 2021.

WASSENBERGH, Henri. **Principles of Outer Space in Hightsight**. EUA: Springer, 1991.

WEEDEN, Brian. **Policy and Priorities for Tackling Super Wicked Problems and Avoiding the Tragedy of the Commons (In Space)**. 2014 CODER Workshop Nov 18-20, College Park, USA. Disponível em: <https://swfound.org/news/all-news/2014/11/brian-weeden-moderates-policy-panel-and-delivers-policy-keynote-at-inaugural-coder-space-debris-workshop/>. Acesso em: jan. 2021.

WILLIAMSON, Ray A., Assuring the sustainability of space activities. In: **Space Policy**, Volume 28, Issue 3, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2012.06.010>. Acesso em: jan. 2021.

WOLNY, Josh. **The UN COPUOS Guidelines on the Long-term Sustainability of Outer Space Activities. A secure world foundation fact sheet.** Updated August 2018. Disponível em: https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjch6u45I7fAhWDPpAKHeJhC90QFjAAegQICRAC&url=https%3A%2F%2Fswfound.org%2Fmedia%2F206227%2Fswf_un_copuos_its_guidelines_fact_sheet_august_2018.pdf&usg=AOvVaw1HJaQwfvPWbWL1csvVwKdo. Acesso em: jan. 2021.

WOUTERS, Jan; DE MAN, Philip; HANSEN, Rik. **Space Debris Remediation, its Regulation and the Role of Europe.** Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2589429>. Acesso em: jan. 2021.

YAKOVLEV, M.. The "IADC Space Debris Mitigation Guidelines" and Supporting Documents. In: **Proceedings of the Fourth European Conference on Space Debris**, Darmstadt, Germany, 18-20 April, 2005 (ESA SP-587, August 2005). Disponível em: <http://adsabs.harvard.edu/pdf/2005ESASP.587..591Y>. Acesso em: jan. 2021.

YUZHBYAN, M. Potential Uniform International Legal Framework For Regulation of Private Space Activities. In: **New Perspectives on Space Law, The Proceedings of the 53rd IISL Colloquium on The Law of Outer Space.** SUNDAHL, M.; GOPALAKRISHNAN, V. (eds). First Ed: Paris, France: The International Institute of Space Law, 2011.

ZHUKOV, G.; KOLOSOV, Y.. **International Space Law.** Transl. by B. Belitzky. – 2nd ed., stereotyped. – M.: Statut, 2014. – 176 p. [Международное космическое право. – 2-е изд., стер. – М.: Статут, 2014. – На английском языке]. ISBN 978-5-8354-1066-8 (в пер.).

DECLARAÇÕES, RESOLUÇÕES E OUTROS DOCUMENTOS RELEVANTES

UNGA Resolution 1148 (XII), “Regulation, limitation and balanced reduction of all armed forces and all armaments; conclusion of an international convention (treaty) on the reduction of armaments and the prohibition of atomic, hydrogen and other weapons of mass destruction”. 14 Nov. 1957.

UNGA Resolution 1348 (XIII), “Questions of the Peaceful Use of Outer Space”, 13 December 1958.

Principles Governing the Use by States of Artificial Earth Satellites for International Direct Television Broadcasting, UNGA Res. 37/92, of 10 December 1982; UN Doc. A/AC.105/572/Rev.1, at 39.

Principles Relating to Remote Sensing of the Earth from Outer Space, UNGA Res. 41/65, of 3 December 1986; UN Doc. A/AC.105/572/Rev.1, at 43; 25 ILM 1334 (1986).

Principles Relevant to the Use of Nuclear Power Sources in Outer Space, UNGA Res. 47/68, of 14 December 1992; UN Doc. A/AC.105/572/Rev.1, at 47.

Declaration on International Cooperation in the Exploration and Use of Outer Space for the Benefit and in the Interest of all States, Taking into Particular Account the Needs of Developing Countries, UNGA Res. 51/122, of 13 December 1996; UN Doc. A/RES/51/122.

STATUTE OF THE INTERNATIONAL COURT OF JUSTICE. Disponível em: <<https://www.icj-cij.org/en/statute>>. Acesso em: jan. 2021.

SITES CONSULTADOS

<https://spacepolicyonline.com/topics/commercial-space-activities/>.

Acesso em: jan. 2021.

<https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2020/05/31/nave-dragon-crew-com-dois-astronautas-chega-a-estacao-espacial-internacional.ghtml>. Acesso em: jan. 2021.

<https://www.usatoday.com/story/money/2019/07/08/space-race-inventions-we-use-every-day-were-created-for-space-exploration/39580591/>. Acesso em: jan. 2021.

<https://www.jpl.nasa.gov/infographics/infographic.view.php?id=11358> (a). Acesso em: jan. 2021.

<https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/mitigation/> (b). Acesso em: jan. 2021.

<https://nacoesunidas.org/pos2015/>. Acesso em: jan. 2021.

<https://www.cgesp.org/v3/monitoramento.jsp>. Acesso em: jan. 2021.

<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: jan. 2021.

<https://swfound.org/news/all-news/2014/11/brian-weeden-moderates-policy-panel-and-delivers-policy-keynote-at-inaugural-coder-space-debris-workshop/>. Acesso em: jan. 2021.

<https://spectrum.ieee.org/tech-talk/aerospace/satellites/amazons-project-kuiper-is-more-than-the-companys-response-to-spacex>. Acesso em: jan. 2021.

<https://spaceflightnow.com/2020/10/18/spacex-launches-another-batch-of-starlink-satellites/>. Acesso em: jan. 2021.

<http://www.pnuma.org/gobernanza/>. Acesso em: jan. 2021.

<https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/capacitybuilding.html>. Acesso em: jan. 2021.

<https://spacegeneration.org/about>. Acesso em: jan. 2021.

<https://www.universiteitleiden.nl/en/law/institute-of-public-law/institute-of-air-space-law/the-hague-space-resources-governance-working-group>. Acesso em: jan. 2021.

<http://www.unoosa.org/oosa/en/SAP/centres/index.html>. Acesso em: jan. 2021.