



Congresso Internacional de Administração  
ADM 2021

Administração Ágil  
Inovação e Trabalho Remoto

25 a 27  
de outubro

Ponta Grossa - Paraná - Brasil

## GOVERNANÇA E GESTÃO SUSTENTANTÁVEL DO LIXO ESPACIAL GOVERNANCE AND SUSTAINABLE MANAGEMENT OF ORBITAL DEBRIS

### ÁREA TEMÁTICA: ESTRATÉGIA EM ORGANIZAÇÕES

Afonso Farias de Sousa Júnior, Universidade da Força Aérea, Brasil, [afonsofariasjunior@gmail.com](mailto:afonsofariasjunior@gmail.com)

Fernanda Diógenes Gomes Vieira, Universidade da Força Aérea, Brasil, [fediogeness@gmail.com](mailto:fediogeness@gmail.com)

### Resumo

O presente trabalho é resultado de pesquisas bibliográficas, documentais e entrevistas. O objetivo geral direcionou-se a analisar a sustentabilidade e governança das ações internacionais existentes para conter os riscos (materiais e humanos) relacionados aos detritos espaciais. É notória a discrepância existente na quantidade de objetos no espaço apontada pelos diversos organismos. No entanto, essa imprecisão de volume dos vetores espaciais não é relevante, neste momento, uma vez que mais de 90% deles estão descontrolados e representam constante perigo em órbita e para a humanidade. O estudo fundamentou-se em várias abordagens teóricas, como: gestão da sustentabilidade, ecologia profunda, limites da sustentabilidade, ecodesenvolvimento, ambiente espacial, detritos espaciais na órbita terrestre, entre outros. Relatórios e documentos de organismos nacionais e internacionais foram consultados (Escritório das Nações Unidas para Assuntos do Espaço Exterior; Nasa; Copuos; Associação Brasileira de Direito Aeroespacial; Agência Espacial Europeia; Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais; Comando Estratégico dos Estados Unidos, Comitê de Usos Pacíficos do Espaço Exterior etc.). Como resultado, foi apontado que: apesar de existirem esforços para desenvolver pesquisas em Espaço - Meio Ambiente - Redução de Riscos Espaciais, poucos países dominam completamente a gestão integrada para lançamentos de objetos espaciais, o que resulta em assimetrias na hora de discutir esses assuntos. Finalizando, concluiu-se que: a implementação da governança global interpaíses otimizará a cooperação internacional para a aplicação de novas tecnologias voltadas para a mitigação de desastres e detritos espaciais e facilitará os arranjos, equipamentos e sistemas necessários para produzir sustentabilidade nas ações e empreendimentos espaciais.

**Palavras-chave:** Detritos Espaciais; Meio Ambiente; Governança Global.

### Abstract

*The present work is the result of bibliographical research, documents and interviews. The general objective was aimed at analyzing the sustainability and governance of existing international actions to contain risks (material and human) related to space debris. The discrepancy existing in the amount of objects in space pointed out by the different organisms is notorious. However, this inaccuracy in the volume of space vectors is not relevant at this time, since more than 90% of them are out of control and pose constant danger in orbit and to humanity. The study was based on several theoretical approaches, such as: sustainability management, deep ecology, limits of sustainability, ecodesvelopment, space environment, space debris in the earth orbit, among others. Reports and documents from national and international bodies were consulted (United Nations Office for Outer Space Affairs; Nasa; Copuos; Brazilian Aerospace Law Association; European Space Agency; National Space Research Institute; United States Strategic Command, Uses Committee Pacific from Outer Space etc.). As a result, it was pointed out that: despite efforts to develop research in Space - Environment - Space Risk Reduction, few countries completely dominate the integrated management for launching space objects, which results in asymmetries when discussing these issues. Finally, it was concluded that: the implementation of intercountry global governance will optimize international cooperation for the application of new technologies aimed at mitigating disasters and space debris and will facilitate the arrangements, equipment and systems necessary to produce sustainability in space actions and ventures.*

**Keywords:** Space Debris; Environment; Global Governance

## 1. INTRODUÇÃO

Primeiramente, o homem conquistou os ares em 1906, com o voo dirigido e motorizado de Santos Dumont. Foi feito espetacular e divulgado nos diversos jornais europeus. O brasileiro inventor juntamente com Otto Lilienthal (pai do voo planado) foram os primeiros degraus dessa escalada espacial. Vale ressaltar aqui as ideias e obras de Júlio Verne e de Leonardo Da Vinci. Tudo é conhecimento, mas sem imaginação e ação não se pode voar!

Dentro desse espectro, 51 anos depois, em 1957, a humanidade ousou com o lançamento do primeiro satélite artificial, o Sputnik-1 (União Soviética). Esse movimento iniciou a era espacial e o acúmulo de detritos no espaço. O primeiro lixo espacial catalogado foi uma parte do foguete que levou esse primeiro satélite à órbita do planeta. Outros mais se sucederam e, hoje, a quantidade é memorável. Destaca-se que a explosão em órbita do Ablestar (que transportava o satélite Transit 4A), em 1961, acelerou inicialmente essa acumulação, pois gerou mais de 300 resíduos (Stone, 2015).

Para aclarar o entendimento, qualquer objeto, minúsculo ou gigante, lançado no espaço e que perdeu a utilidade e ainda se encontra na órbita da Terra é caracterizado como detrito, resíduo ou lixo espacial. Podem ser: parafusos, partes de naves espaciais, sacos, ferramentas, satélites inoperantes etc. (Talarico, n.d.).

No Brasil, há diversos relatos de detritos espaciais encontrados em águas e solo nacional. Em 1966, um tanque de combustível de um foguete Saturno, com um metro de diâmetro, caiu na costa do Pará – foi resgatado por pescadores. Na madrugada de 11 de março de 1978, partes de um foguete soviético reentraram na atmosfera acima da cidade do Rio de Janeiro e caíram no Oceano Atlântico. Foi um belo espetáculo. No entanto, se a reentrada tivesse acontecido alguns minutos depois, teríamos uma tragédia, pois os detritos seriam jogados diretamente em área urbana da cidade e não no oceano. Em 1995 vários fragmentos de um satélite chinês de comunicação caíram no interior de São Paulo, no município de Itapira (Las Casas, 2008).

O primeiro detrito espacial encontrado em solo brasileiro foi achado na cidade de Ibirubá-RS. Era um fragmento (confirmado pela NASA – em 1994) do satélite estadunidense da série *Orbital Solar Observatory* (OSO) que caiu naquela cidade gaúcha, em 1993. Hoje, encontra-se em exposição no Museu Internacional de Ufologia, História e Ciência Victor Mostajo – na cidade de Itaara-RS.

A título de ilustração e conforme afirma Las Casas (2008), o primeiro lixo espacial que deixou o mundo e os cientistas apreensivos foi a estação espacial norte americana *Skylab* (69 toneladas), que caiu descontroladamente na Terra, em julho de 1979. Várias de suas partes atingiram o oeste da Austrália e o Oceano Índico. Cerca de quatro anos antes, um estágio de 38 toneladas do foguete Saturno II, que lançou a Skylab, já havia chamado a atenção dos cientistas ao cair descontroladamente no Oceano Atlântico, ao sul dos Açores.

Essa sujeira espacial levou a pesquisadora Stone (2015) a afirmar que, desde que foi adquirido o *know-how* tecnológico para a conquista espacial, os humanos estão há décadas sujando o quintal cósmico da Terra - descartando satélites usados, cascos de foguetes e outros fragmentos. Esses detritos somente vieram a preocupar as autoridades internacionais após diversos alertas de cientistas sobre os prejuízos que poderiam ser causados por esses resíduos

espaciais – tanto para questões tecnológicas/comunicação e vigilância como para sequelas socioambientais, econômicas e de Defesa nacional/internacional.

Em 2009, um satélite de comunicações em operação colidiu com um satélite militar russo inativo. A conta pelos milhares de fragmentos gerados chegou dois anos depois quando a Estação Espacial Internacional (ISS) teve que se mover para desviar dos destroços do choque.

Como se pode perceber, essa questão dos detritos na órbita da Terra iniciou em 1957 e, nesses 63 anos, acumulou milhões de detritos no espaço. A rápida velocidade que se movem produz riscos diversos, mas o que mais preocupa são os objetos maiores, como: satélites inativos e restos de foguete. O espaço, paulatinamente, foi tornando-se um lixão de proporções preocupantes.

Segundo a *European Space Agency* (ESA), em números atualizados até 12 de agosto de 2021, o total de detritos espaciais na órbita da Terra é: a) para objetos maiores do que 10 cm, 34.000 unidades; b) objetos maiores do que 1 cm, 900.000; e c) objetos maiores do que 1 mm, 128 milhões.

Pelo exposto, países estão preocupados com essa questão e já procuram conhecer a real situação e investir para que a órbita da Terra continue viável para satélites, naves e estações espaciais.

Em sentido mais amplo, o contexto espacial abrange a Terra e a própria insere-se nessa teia de relações do Cosmos – ela é parte do universo e há relações com os sistemas solares e galáxias em atividade. Ademais, Gaia relaciona-se nessa dimensão sideral (dentro do sistema solar a que pertence) em conjunto com outros planetas e satélites, mais próximos ou longínquos.

Como é sabido, o meio ambiente da Terra está sofrendo com os diversos tipos de poluição. Parece que a humanidade está exportando para o espaço sideral suas dificuldades em manter águas, solo e ar livre (ou com níveis mínimos) de poluição. Quais serão os impactos que poderão advir dessa poluição espacial? Haverá consequências somente para a Terra? Como essa carga de resíduos espaciais poderá afetar na segurança de objetos ativos tripulados ou não? Como inibir que mais resíduos sejam abandonados no espaço? Essa poluição espacial poderá provocar, em futuro próximo, sérios prejuízos ambientais e socioeconômicos, assim como acidentes não desejáveis, que poderão levar países a desenvolver conflitos político-diplomáticos e chegar ao último estágio disso: uma guerra entre Estados.

Finalizando esta parte inicial, este ensaio está dividido em mais duas partes e um comentário final. A próxima abordagem refere-se às questões do Desenvolvimento Sustentável e Sustentabilidade no/do Espaço. A parte seguinte relata sobre as ações e providências que países e instituições estão desenvolvendo para mitigar ou eliminar os detritos espaciais e poluição orbital.

## **2. ESPAÇO E MEIO AMBIENTE: DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E SUSTENTABILIDADE**

### **2.1 Sustentabilidade, Ecodesenvolvimento e Desenvolvimento Sustentável**

O modo de pensar sobre o mundo tem mudado desde que a primeira pessoa do gênero Homo iniciou suas especulações sobre o ambiente onde vivia. De lá para cá, as transformações

aconteceram e, atualmente, o conhecimento e a tecnologia aceleraram as modificações nas diversas aplicações humanas e nos próprios seres. A antiga visão limitada (percepção mágica e mítica) das coisas não progride na contemporaneidade desta geração – objetiva, prática e veloz.

Pensar sustentabilidade direciona as pessoas para materiais recicláveis, uso de água, reutilização, preservação de recursos naturais etc. De imediato, o leigo pensa em algo que não agrida o meio ambiente. Mas quando se aprofunda a questão, poucos sabem realmente o que está em jogo.

Grande parte da população ainda não tem consciência ou senso crítico para entender os impactos ambientais negativos que o lixo, o desmatamento, a poluição sonora e do ar, por exemplo, podem causar aos viventes da Terra. Educar os infantes e dar continuidade a essa questão de forma transversal faz com que o jovem adulto adote posturas proativas à preservação da litosfera, hidrosfera, biosfera e atmosfera. A interação e sinergia entre esses espaços da ecosfera é que faz brotar a vida, todas as vidas.

O homem, ao indagar-se sobre a o tempo que tem para viver, deseja que tudo aconteça nesse período de atuação biológica do ser. Ele quer mais dinheiro, mais sucesso, mais bens etc. O tangível está na sua mente. Ele valora praticamente tudo de forma financeira. Esquece que os valores reais são exatamente incomensuráveis, em termos de finanças: a honra, a ética, a vida, o amor, o caráter, a família, a natureza, dentre outros. Para o pesquisador ou cientista a responsabilidade sobre aquilo que pensa, diz e faz é resultante de uma constelação de percepções integradas aos valores e ações humanos, como afirmou Capra (2019):

Na realidade, os fatos científicos emergem de toda uma constelação de percepções, valores e ações humanos - em uma palavra, emergem de um paradigma - dos quais não podem ser separados. Embora grande parte das pesquisas detalhadas possa não depender explicitamente do sistema de valores do cientista, o paradigma mais amplo, em cujo âmbito essa pesquisa é desenvolvida, os cientistas são responsáveis pelas suas pesquisas não apenas intelectual, mas também moralmente.

Vive-se ainda o modismo da palavra sustentável ou sustentabilidade. As pessoas e as empresas incorporaram essas palavras em suas falas, discursos e normalizações. As corporações vão além e inserem em seus regramentos internos várias recomendações de sustentabilidade e as divulgam pelas paredes da organização, nos balanços socioambientais, nas embalagens de seus produtos ou serviços e em suas publicidades. No entanto, quando as auditorias de gestão socioambiental são realizadas nas empresas, o fracasso é notório – pouco se cumpre ou se faz daquilo que foi recomendado ou até mesmo imposto pela cúpula organizacional. Muitos ainda não têm noções exatas ou senso crítico para entender, refletir e mudar hábitos de vida para contribuir efetivamente com a sustentabilidade ou com o Desenvolvimento Sustentável. A imposição mercadológica ou organizacional ajuda, mas é o fator educacional, de forma continuada – desde a primeira infância – que gerará posturas e ações com naturalidade nos humanos.

De um modo geral, percebe-se que a construção histórica do conceito de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável está relacionada ao aumento da preocupação

com a questão da manutenção e existência dos recursos naturais e a continuidade das gerações futuras.

Para otimizar a compreensão, é na ecologia social que se busca aprofundar essas questões sobre recursos naturais e gerações futuras. Nesse sentido, faz-se necessário aludir ao que Capra (2006) afirmou:

O solo comum das várias escolas de ecologia social é o reconhecimento de que a natureza fundamentalmente antiecológica de muitas de nossas estruturas socioeconômicas está arraigada no que Riane Eisler chamou de “sistema do dominador” de organização social. O patriarcado, o imperialismo, o capitalismo e o racismo são exemplos de dominação exploradora e antiecológica. A mudança de paradigmas requer, portanto, não somente uma expansão das percepções e das maneiras de pensar, mas sobretudo de nossos valores

Na mesma linha do autor supracitado encontra-se Celso Furtado (2000), afirmando que o desenvolvimento habita em dois sentidos ambíguos: a) como a eficácia da acumulação e da técnica de um sistema social e b) como o grau de satisfação das necessidades humanas. Ele vai além, vislumbrando a tendência inicial dos intelectuais de compreender o avanço das técnicas como um meio de contornar a escassez. É como se a invenção de máquinas acontecesse sempre com o objetivo de superação das dificuldades e satisfação de necessidades humanas, mas não é. A constante renovação técnica (e a conquista de novas tecnologias) acaba condicionada aos interesses dominantes.

Frente a essas dicotomias, contradições e diferenças, passar-se-á a esclarecer sobre os três conceitos que normalmente surgem no cotidiano de discursos e publicações na área pública ou empresarial: sustentabilidade, ecodesenvolvimento e desenvolvimento sustentável.

O termo sustentabilidade significa o uso racional dos recursos naturais, culturais e/ou humanos; além disso é a visão do homem, econômica, sociológica, cultural, tecnológica, ambiental ou política que vai definir o tipo de sustentabilidade, segundo Becker et al. (2002 apud Moretto; Schons, 2007).

Já Foladori (2002) alega que a sustentabilidade é tridimensional: ecológica, econômica e social. Os outros tipos de sustentabilidade (territorial, cultural e política) propostos por alguns escritores podem ser incorporados na sustentabilidade social.

No tocante ao ecodesenvolvimento, o criador do termo, Ignacy Sachs, utilizava desenvolvimento sustentável e ecodesenvolvimento como sinônimos. Nada de diferente ou contraditório entre eles. (Montibeller filho, 1993)

Raynaut e Zanoni (1993), evidenciam o que Sachs compreendia sobre ecodesenvolvimento para um determinado país ou região:

O Ecodesenvolvimento significa o "desenvolvimento endógeno e dependente de suas próprias forças, tendo por objetivo responder problemática da harmonização dos objetivos sociais e econômicos do desenvolvimento com uma gestão ecologicamente prudente dos recursos e do meio.

Assim, o Ecodesenvolvimento pressupõe uma solidariedade sincrônica com a geração atual, na medida em que desloca a lógica da produção para a ótica das necessidades fundamentais da maioria da população; e uma solidariedade diacrônica, expressa na economia de recursos naturais e na perspectiva ecológica para garantir às gerações futuras as possibilidades de desenvolvimento (Montibeller filho, 1993).

O Desenvolvimento sustentável começou a surgir em 1983, quando a ONU indicou Gro Harlem Brundtland para chefiar a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, com a finalidade de aprofundar as propostas ambientais para o planeta. Em 1987, Gro Brundtland apresentou o documento *Nosso Futuro Comum* (Relatório Brundtland), com a seguinte definição de desenvolvimento sustentável: forma como as atuais gerações satisfazem as suas necessidades sem, no entanto, comprometer a capacidade de as gerações futuras satisfazerem suas próprias necessidades, que, em essência, é um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas – conforme prescrito no Relatório Brundtland.

É notório perceber que onde as necessidades básicas já são atendidas, há desenvolvimento sustentável. Se há desenvolvimento sustentável, ele é compatível com o crescimento econômico. No entanto, uma grande atividade produtiva pode coexistir com a pobreza disseminada, contribuindo para incremento do risco ambiental. Dessa forma, o desenvolvimento sustentável demanda claramente que as sociedades se voltem ao atendimento das necessidades humanas, tanto aumentando o potencial de produção, quanto assegurando a todos as mesmas oportunidades (Brasil, 2021).

Os conceitos de desenvolvimento sustentável, sustentabilidade e ecodesenvolvimento, possuem semelhança efetiva e podem ser, na maioria das vezes, utilizados como sinônimos. Para que haja o desenvolvimento de uma sociedade deve-se conciliar o crescimento da sua economia com o atendimento das necessidades humanas e o respeito aos limites de suporte dos ecossistemas.

Pelo exposto neste tópico, verifica-se que o espaço sideral já é uma fronteira de exploração e exploração. A quantidade de objetos lançados para a órbita da Terra e também fora dela agigantou-se em número e qualidade tecnológica. Isso poderá incrementar a poluição espacial e aumentar o risco de desastres orbitais.

## **2.2 Meio Ambiente Espacial: Satélites, Viagens e Poluição.**

A Terra é parte integrante do Universo, que acolhe no Espaço Sideral vários corpos, conhecidos ou não: cometas, satélites, planetas, estrelas, galáxias etc. São belezas admiráveis e mundos desconhecidos que se entrelaçam, interagem e se relacionam ainda de forma desconhecida, daí necessidade de manter esses padrões para estudá-los. Pesquisas nesse campo podem trazer diversas respostas à: física, matemática, medicina, biologia, sociologia, psicologia etc.

O custo de projetar, desenvolver e lançar um objeto tripulado ou não no espaço é vultoso. Demanda qualificação especializada e adoção de materiais com preços exorbitantes. Os objetos, tripulados ou não, lançados ao espaço atendem à demandas científicas e geram maravilhosos resultados à humanidade, mas já começam a incomodar quanto às consequências disso: lixo espacial. Esses detritos ficam vagando no espaço e podem gerar prejuízos incomensuráveis – tanto materiais como humanos, assim como impactar no meio ambiente espacial. São milhares de materiais espalhados pela órbita terrestre. Já houve colisões e a luta hoje é para se livrar desses resíduos, tanto nas questões de recolhimento ou eliminação quanto evitar rotas de colisão com objetos operacionais. Por vezes, vidas humanas estão em jogo nesse cenário e, a medida que o tempo passa, mais lixo espacial se acumula no espaço. Para se ter ideia, quando do lançamento do satélite brasileiro AMAZONIA 1, em 28 fevereiro 2021, mais 18 satélites também seguiram com ele no foguete batizado de “Veículo de Lançamento de Satélites Polares” (Polar Satellite Launch Vehicle, ou PSLV). Em apenas um lançamento, seguiram mais dezenove novos objetos operacionais que passarão a habitar o espaço – não esquecer do foguete lançador.

Como alega McCoustra (2020), pesquisador da Heriot-Watt University/Edinburgh – UK, o aumento do uso e comercialização do espaço tendem a aumentar o risco de eventos catastróficos associados ao lixo orbital. Daí a preocupação de intuições públicas e privadas para resolver duas questões: a) como eliminar o lixo espacial existente na atualidade? E b) como fazer para não gerar mais resíduos espaciais?

Essa consciência deve ser exaltada. O conceito de desenvolvimento sustentável e, mais precisamente, a questão da sustentabilidade deve ser evocada aqui, uma vez que a não adoção desses parâmetros poderão gerar efeitos nocivos de grande monta à humanidade e à Terra. Essas questões podem ser pautadas em vários fóruns nacionais e internacionais, pois dizem respeito a todos os humanos – países e continentes. É notório perceber que uma simples questão jurídica pode gerar discussões infundáveis, por exemplo: a quem imputar a responsabilidade civil e criminal pela sujeira (e consequências advindas) espacial? Outras questões, de cunho ambiental, podem produzir inúmeras respostas e demandas: preservar ou conservar o espaço sideral? Quais as relações entre o meio ambiente espacial e o terrestre? Como se pronunciam os impactos, quem é mais afetado? Quais ações realizadas no espaço sideral podem beneficiar o meio ambiente terreno e/ou a vida na Terra? Quem dominará esse conhecimento e realizará ações de precaução, prevenção ou controle de danos? O tema é complexo e demanda racionalidade e sinergia de compreensão.

Outra questão a ser observada é o projeto Starlink– da SpaceX, que lançou sessenta novos satélites em 2020. Hoje, a SpaceX pode operar até doze mil satélites, pois tem aprovação da Agência de Telecomunicações dos EUA para isso. Neste momento, o programa funciona com 482 satélites a uma altitude de 550 km. Esses objetos estarão dispostos em camadas (Shells) orbitais da Terra – são 1.584 satélites por camada, para atingir cobertura global. Após completar a primeira camada a SpaceX planeja outras, a 384 km e 1.200 km de altitude. Na verdade, a SpaceX pretende operar com um número muito maior de satélites, uma vez que já pediu autorização para lançar mais trinta mil unidades satelitais – o que performará um total de 42 mil satélites em órbita. (Rigues, 2020)

No dia 14 de março de 2021, a SpaceX levou mais 60 satélites Starlink para a órbita. Esta foi a terceira missão em um intervalo de 10 dias e marcou um novo recorde para o propulsor do foguete Falcon 9: nona viagem de ida e volta ao espaço, com pouso bem-sucedido. Com este lançamento, a SpaceX já soma mais de 1.300 satélites em órbita, sendo que alguns deles eram protótipos e já se queimaram ao reentrar na atmosfera terrestre. (Cassita, 2021)

Viagens espaciais acessíveis ao povo ainda estão distantes, mas é seguro que acontecerão brevemente, pois as empresas SpaceX e Blue Origin desenvolvem seus projetos e lançamentos para que isso torne realidade.

Segundo Rick Braddy (CEO da SoftNAS Inc.), a sobrevivência a longo prazo da humanidade está correlacionada à conquista do espaço. No curto prazo, é ótimo ver pessoas com visão e força financeira tomarem medidas corajosas para ampliar capacidades espaciais por meio do impulso comercial e espírito empreendedor. Esses pioneiros do espaço descobrirão modelos de negócios reais e sustentáveis que prosperarão e farão crescer, em longo prazo, um novo caminho empresarial para a humanidade. Outra questão, conforme Daniel Levitt (CEO da Bioz) esclarece, é a exploração mineral espacial, que fará com que muitos tentem adentrar a esse nicho de negócio espacial. Grandes empresas tentarão explorar as viagens espaciais (turismo - hotéis em órbita e resorts lunares já têm sido projetados) e, ao mesmo tempo, garimpar minérios espaciais. (Forbes, 2018)

Em 2018, Luxemburgo criou sua própria Agência Espacial (LSA) para impulsionar a exploração e a utilização comercial de recursos orbitais. E em continuidade, criou um Centro Europeu de Inovação de Recursos Espaciais (ESRIC), para exploração de recursos extraterrestres. Juntamente com a Agência Espacial Europeia (ESA), Luxemburgo pretende tornar-se um centro internacionalmente reconhecido de especialização em aspectos científicos, técnicos, comerciais e econômicos relacionados ao uso de recursos espaciais, incluindo água e metais na lua e minerais em asteroides. Apoiará ainda iniciativas comerciais e startups, oferecendo um componente de incubação de empresas e permitindo a transferência de tecnologia entre as indústrias espaciais e não espaciais. Foi criado também quadro jurídico voltado para a exploração dos recursos espaciais. A lei, aprovada em 2017, diz que as empresas privadas podem ter direito aos recursos que exploram no espaço sideral, mas não podem possuir corpos celestes. (Jamasmie, 2020)

Para alavancar as pretensões supraditas, o país abriu linha de crédito de € 200 milhões (US\$ 225 milhões) para que empreendedores espaciais instalem suas sedes europeias em seu território. Importante frisar que, em 2015, os EUA também elaboraram lei que concede direitos aos cidadãos americanos sobre os recursos extraídos do espaço.

Jamasmie (2020) ainda aponta que a NASA, recentemente, fez uma chamada solicitando ofertas de exploradores que financiassem seus próprios projetos de viagens à Lua, para coletar amostras de solo ou rocha. O objetivo é a mineração na superfície lunar visando permitir a prospecção de materiais úteis para colônias na lua ou em outros planetas. A agência deseja iniciar as operações de mineração na Lua já em 2025, uma vez que há evidências de que a superfície lunar é mais rica em metais do que o solo da Terra. Para estimular esse intento, os

EUA lançaram também o Desafio Lunar Break the Ice – direcionado a impulsionar o objetivo acima descrito.

Recentemente, a Nasa também assinou um acordo com a Blue Origin para o uso do foguete New Shepard, que visa a simular a gravidade lunar em experimentos em órbita terrestre - vital para o sucesso do programa Artemis. Upgrades no New Shepard permitirão usar o sistema de controle de reação do foguete para rotacionar uma cápsula com experimentos. Como resultado, a cápsula inteira age essencialmente como uma grande centrífuga para criar ambientes de gravidade artificial para as cargas. (Spry, 2021)

Há uma Nova Era em gestação: o turismo e a mineração espaciais. Quais serão as consequências disso? Ou esse novo arranjo privado será a solução para a limpeza do lixo orbital ou grande fonte de discórdias entre países?

Como afirmou Martins (2014), o Universo possui inigualáveis - e inimagináveis – riquezas. Tudo ainda encoberto e muito a ser descoberto. Isso produz ganâncias e cobiças direcionadas à exploração (egoísta e continuada) com fins unicamente financeiros. A existência de uma exploração mais comercial e menos científica pode produzir prejuízos incalculáveis, uma vez que o Meio Ambiente Espacial não é propriedade privada, mas um lugar a ser compartilhado por todos.

Portanto, se não tivermos consciência e responsabilidade socioambiental plena, as consequências de nossas intervenções espaciais deixarão sérias e graves sequelas. Equilibrar essa relação público-privada é salutar, pois remete desde cedo aos critérios de sustentabilidade dos empreendimentos, o que manterá o espaço sideral viável para os diversos objetivos. Poucas pessoas terão condições financeiras de ir até o espaço – hoje e pelos próximos anos. Além disso, é exigida boas condições de saúde para participar da jornada. No entanto, olhar para o céu e contemplá-lo é uma faculdade natural dos seres humanos, ninguém quer ver lixo orbital caindo e muitos menos sofrer os efeitos desse impacto. Humanos querem e gostam de ver estrelas, lua, sol etc.

Desses empreendimentos privados de instalação de satélites e viagens orbitais, espera-se interação (e estabelecimento de limites exploratórios) entre o poder público e as empresas, uma vez que a vida é uma só, nem pública nem privada, mas cósmica.

Programas de educação (meio ambiente espacial), gestão (do espaço e de desastres) e normas específicas podem ser criadas pelo conjunto de países que atualmente desenvolvem seus projetos espaciais – em consórcio com a iniciativa privada ou como evento estatal. Cooperação internacional e gestão compartilhada de ações e eventos são mecanismos preciosos para harmonizar propósitos socioeconômicos, políticos, tecnológicos e ambientais.

### **3. GOVERNANÇA GLOBAL E DETRITOS ESPACIAIS.**

O Tratado sobre Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico exterior, inclusive a Lua e demais Corpos Celestes, também conhecido por Tratado do Espaço Exterior (TEE), é o documento primário de singular autoridade, que trata sobre a regulamentação do espaço, aprovado em 19 dezembro de 1966, entrando em vigor em 10 de outubro de 1967. Busca-se estabelecer as diretrizes do direito espacial, empregando a

Declaração dos Princípios Jurídicos Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico por meio da Resolução 1962 de 13 de dezembro de 1963 (Unoosa, 1967). Além disso, foi ratificado por 111 países e assinado por 23, conforme descrito pelo *Committee on the Peaceful Uses of Outer Space* [Copuos] (2021).

Assim, percebe-se que o Tratado do Espaço Exterior não aborda expressamente os detritos espaciais, sendo necessário analisá-los com base nos princípios da cooperação e da assistência mútua. Com isso, os Estados devem se pautar nesses princípios, exercendo suas atividades exploratórias em conformidade com os interesses de todos os signatários, consoante o art. 9º do TEE, que traz o seguinte entendimento:

In the exploration and use of outer space, including the Moon and other celestial bodies, States Parties to the Treaty shall be guided by the principle of co-operation and mutual assistance and shall conduct all their activities in outer space, including the Moon and other celestial bodies, with due regard to the corresponding interests of all other States Parties to the Treaty. States Parties to the Treaty shall pursue studies of outer space, including the Moon and other celestial bodies, and conduct exploration of them so as to avoid their harmful contamination and also adverse changes in the environment of the Earth resulting from the introduction of extraterrestrial matter and, where necessary, shall adopt appropriate measures for this purpose. If a State Party to the Treaty has reason to believe that an activity or experiment planned by it or its nationals in outer space, including the Moon and other celestial bodies, would cause potentially harmful interference with activities of other States Parties in the peaceful exploration and use of outer space, including the Moon and other celestial bodies, it shall undertake appropriate international consultations before proceeding with any such activity or experiment. A State Party to the Treaty which has reason to believe that an activity or experiment planned by another State Party in outer space, including the Moon and other celestial bodies, would cause potentially harmful interference with activities in the peaceful exploration and use of outer space, including the Moon and other celestial bodies, may request consultation concerning the activity or experiment (Unoosa, 1967).

O princípio da cooperação internacional é a base do direito espacial internacional. Esse princípio visa garantir uma oportunidade igualitária para todos os Estados signatários e os não signatários quanto às atividades de exploração e uso pacífico do espaço sideral, com o fim de manter a paz e a segurança internacional, segundo aduz o art. 1º do TEE. Portanto, essa acessibilidade de uso do global common deve ser assegurada a longo prazo por todos, bem como a sua sustentabilidade, haja vista que com a crescente atividade espacial, houve também um aumento da poluição no espaço.

Isto posto, nota-se que, no Tratado do Espaço Exterior, não há uma proibição explícita quanto à geração de detritos espaciais e nenhuma exigência aos Estados lançadores para a remoção desses objetos da órbita da Terra, razão pela qual, diretrizes de mitigação foram criadas para preencher as lacunas deixadas pelo referido tratado sobre essa temática. Ademais, tem-se que essas medidas não são vinculativas, sendo adotadas apenas por 39 países membros em caráter voluntário (Copuos, 2021).

Baseado no Compêndio de padrões de mitigação de detritos espaciais adotados por Estados e Organizações Internacionais, identifica-se que 20 dos 39 Estados não possuem aplicabilidade de mecanismos nacionais para a redução dos detritos espaciais e apenas 2 países têm links com outros mecanismos nacionais, como a Alemanha e Estados Unidos da América (Copuos, 2021).

A partir do Relatório do Subcomitê Científico e Técnico em sua 57ª sessão realizada em Viena no ano de 2020, pode-se inferir que 76 países participaram da sessão, bem como o Subcomitê conjuntamente com o Comitê e o Subcomitê Legal, apoiados pelo Escritório de Assuntos do Espaço Exterior, promoveram um fórum internacional único, com a finalidade de viabilizar a cooperação internacional no que diz respeito ao uso pacífico e à exploração do espaço sideral. É “an appropriate environment to discuss matters that had a great impact on the development of States for the betterment of humankind” (Copuos, 2020, p. 6).

Além disso, foi observado que o papel da agenda Space2030 e sua implementação contribuem para aprimorar e crescer a conscientização sobre as vantagens das atividades espaciais e as ferramentas necessárias para o desenvolvimento sustentável em decorrência das mesmas (Copuos, 2020). Nessa acepção, alguns Estados expressaram a seguinte opinião, *in verbis*:

[...]  
the space treaties developed in the framework of the United Nations constituted the cornerstone of the global governance of outer space activities.  
[...]  
the need to foster increased international cooperation and establish principles guiding responsible behaviour in, and the sustainability of, space activities (Copuos, 2020, p. 8).

Outrossim, constata-se que, para o aumento da cooperação internacional, é preciso que os Estados-membros, as Entidades das Nações Unidas, as organizações intergovernamentais e não governamentais, as entidades da indústria e do setor privado compartilhem dados e informações geoespaciais, pesquisas científicas sobre o espaço, ciência, sensoriamento remoto e experiências no uso de tecnologia espacial para o desenvolvimento sustentável.

No que tange aos detritos espaciais, foram apresentados alguns programas que se destinam a mitigar esse tema, como “Space debris mitigation activities at ESA in 2019”, by ESA; “Current status of Inter-Agency Space Debris Coordination Committee (IADC) activities”, by France; “The 2019 United States Government orbital debris mitigation standard practices”, by the United States; “Overview of recent activities on space situational awareness in the Republic of Korea”, by the Republic of Korea; “Russian Federation space debris mitigation activities in 2019”, by the Russian Federation; “2019 space debris activities in France: highlights”, by France; “Space safety and the IAASS Manifesto”, by IAASS; “Space debris laser ranging: recent progress and new applications”, by Austria (Copuos, 2020).

Nesse entendimento, Escritório de Assuntos do Espaço Exterior e o Governo do Japão agirão de forma conjunta no combate aos detritos espaciais, trabalhando unidos para propagar

o conhecimento acerca dessa discussão no mundo, com o intuito de divulgar pesquisas científicas recentes, bem como em alertar os demais atores para a importância da implementação das diretrizes de mitigação existentes (Copuos, 2020).

Ressalta-se que as Diretrizes de Mitigação de Detritos Espaciais do Comitê de Usos Pacíficos do Espaço Exterior é considerada, por muitos Estados, como fonte norteadora para o controle da problemática dos lixos espaciais, tendo por objetivo complementar suas próprias diretrizes, por exemplo “melhorar o design dos veículos de lançamentos, desenvolver softwares especiais, reorbitar satélites, passivação, vida extensão, operações de fim de vida e descarte” (Copuos, 2020, p. 18).

É notório que algumas indagações pelos Estados ainda não foram respondidas, como o posicionamento de grandes e mega constelações de satélites e suas inferências, tal como, aponta-se a falta consenso sobre a maneira que os detritos espaciais serão removidos e o dever dos responsáveis em realizar tal remoção sob um acordo internacional.

Quanto ao que está sendo produzido para usar e explorar de forma sustentável o espaço sideral, observa-se que pesquisas científicas e técnicas como, “ISU team project ‘Sustainable Moon’”, by the ISU; “Advancing planet Earth’s resource resiliency through synthetic aperture radar (SAR) analytics”, by Israel; “The impact of mega-constellations of communications satellites on astronomy”, by the IAU; “IAASS position on space debris management”, by the IAASS; “United Arab Emirates capacity-building and international collaborations via space projects”, by the United Arab Emirates (Copuos, 2020). À vista disso, várias iniciativas foram criadas para implementar as diretrizes de sustentabilidade a longo prazo:

such as the establishment of the Network for Space Object Tracking and Analysis (NETRA), a system for space object tracking and analysis to enhance space debris observation capacity; a new initiative of the Asia-Pacific Regional Space Agency Forum aimed at enhancing the understanding of space law and increasing the capacity to draft and revise national space legislation and national space policy; the launch of the Office for Outer Space Affairs project entitled “Space law for new space actors: fostering responsible national space activities” and the UNISpace Nanosatellite Assembly and Training capacity-building programme of the Indian Space Research Organization (UNNATI) (Copuos., 2020, p. 31).

Portanto, a importância da soma de medidas para garantir a sustentabilidade do espaço exterior é notória e merece ser observada por todos os Estados para garantir a continuidade das atividades espaciais. É necessária mais cooperação entre os países, porque novas tecnologias e novos serviços precisarão ser desenvolvidos para o benefício do ambiente espacial.

## CONCLUSÃO

Dessa forma, pode-se inferir que poucos países dominam tecnologia espacial necessária para lançar objetos espaciais e geri-los, conforme demonstrado acima que somente 111 países ratificaram e 23 assinaram o Tratado do Espaço Exterior, bem como nota-se que esses mesmos Estados não realizam a devida cooperação proposta nas diretrizes de mitigação dos detritos espaciais do Comitê de Uso Pacífico do Espaço (COPUOS), com outros países em

desenvolvimento na área espacial, que querem promover ações para reduzir ou neutralizar tal problemática, segundo atestado que apenas 2 países dos 39 voluntários têm links com os demais mecanismos nacionais.

Destarte, constata-se ainda que há esforços de alguns países para encontrar meios que mitiguem o lixo espacial, podendo ser visto por meio das pesquisas científicas e técnicas descritas no Relatório do Subcomitê Científico e Técnico em 2020. Outro exemplo citado é a cooperação entre o Escritório de Assuntos do Espaço Exterior e o Governo do Japão que pretendem disseminar conhecimento acerca da discussão sobre o lixo espacial em todos os âmbitos.

Ademais, fica evidente que, com o aumento das atividades espaciais, novas diretrizes precisarão ser desenvolvidas em prol da sustentabilidade, uma vez que outras demandas sobre o lixo espacial surgirão e caberá a cada Estado implementá-las em nível nacional, de forma coordenada para evitar a fragmentação na governança global das atividades do espaço sideral. Entretanto, essa implementação deveria ser obrigatória, com a finalidade de padronizar e regulamentar os procedimentos de lançamento e monitoramento dos objetos espaciais e, por conseguinte, alcançar o desenvolvimento sustentável no espaço e a segurança dos habitantes da Terra.

Finalizando este estudo, evidencia-se que é salutar promover plena consciência coletiva para gerir essas questões e educar as pessoas/países para que internalizem a responsabilidade socioambiental envolvida nesse contexto, para conter as consequências graves e críticas que poderão advir dessas intervenções no Espaço. Acompanhar e equilibrar as relações público-privadas nas questões do lixo espacial é mandatário, pois é um compromisso precoce com os critérios de sustentabilidade dos projetos e empreendimentos, mantendo o espaço exterior viável para diversos fins – turismo, exploração mineral, comunicação-telemática, pesquisa etc. Hoje e nos próximos anos, poucas pessoas terão condições de viajar para o Espaço. Assim, faz-se necessário não explorar abusivamente nem tão somente explorar, mas gerenciar de forma sustentável, cooperativa e coletivamente os sistemas, equipamentos e negócios atinentes a essa nova fronteira. Romanticamente, a contemplação do Universo é uma faculdade natural do ser humano e ninguém quer ver destroços orbitais caindo na Terra, muito menos sofrer os efeitos desses impactos. Por fim, deixa-se uma indagação: a contemplação do Universo é uma questão romântica?

## REFERÊNCIAS

- Capra, F. (1996). *A teia da vida. Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos* (9ª ed.). São Paulo: Editora Cultrix Ltda.
- Capra, F. (2006). Rumo à ecologia profunda. *Revista ECO-21* (ed. 117, agosto, 2006). Recuperado de <http://www.eco21.com.br/textos/textos.asp?ID=1403>
- Cassita, D. (2021). Foguete Falcon 9 lança mais satélites Starlink e alcança recorde de 9 missões, <https://canaltech.com.br/espaco/foguete-falcon-9-lanca-mais-satelites-starlink-e-alcanca-recorde-de-9-missoes-180565/> (18 de Março de 2021).

- Committee on the Peaceful Uses of Outer Space. (2020). Report of the Scientific and Technical Subcommittee on its fifty-seventh session, held in Vienna from 3 to 14 February 2020, [https://www.unoosa.org/oosa/documents-and-resolutions/search.jsp?f=oosaDocument.doctags.doctag\\_s%3ASTSCRDOCS&view=documents](https://www.unoosa.org/oosa/documents-and-resolutions/search.jsp?f=oosaDocument.doctags.doctag_s%3ASTSCRDOCS&view=documents) (1 de Junho de 2021).
- Committee on the Peaceful Uses of Outer Space. (2021). Compendium of space debris mitigation standards adopted by States and international organizations, [https://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/sd/Space\\_Debris\\_Compndium\\_COPUOS\\_17\\_june\\_2021.pdf](https://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/sd/Space_Debris_Compndium_COPUOS_17_june_2021.pdf) (1 de Junho de 2021).
- Committee on the Peaceful Uses of Outer Space. (2021). Status of International Agreements relating to activities in outer space as at 1 January 2021, [https://www.unoosa.org/res/oosadoc/data/documents/2021/aac\\_105c\\_22021crp/aac\\_105c\\_22021crp\\_10\\_0\\_html/AC105\\_C2\\_2021\\_CRP10E.pdf](https://www.unoosa.org/res/oosadoc/data/documents/2021/aac_105c_22021crp/aac_105c_22021crp_10_0_html/AC105_C2_2021_CRP10E.pdf) (1 de Junho de 2021).
- European Space Agency (2021). *Space debris by the numbers*, [https://www.esa.int/Safety\\_Security/Space\\_Debris/Space\\_debris\\_by\\_the\\_numbers](https://www.esa.int/Safety_Security/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers) (15 de agosto de 2021)
- Foladori, G. (2002). Avanços e limites da sustentabilidade social. *Revista Paranaense de Desenvolvimento*, (102), 103-113. Recuperado em 1 fevereiro, 2021, <http://www.ipardes.pr.gov.br/ojs/index.php/revistaparanaense/article/view/214/176>.
- Forbes Technology Council. (2018). Eight Ways Commercial Space Travel Will Change Things, <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2018/07/06/eight-ways-commercial-space-travel-will-change-things/?sh=7ed257b61961> (18 de Março de 2021).
- Furtado, C. (2000). *Introdução ao desenvolvimento: enfoque histórico-estrutural*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Jamasmie, C. (2020). Luxembourg to set up Europe space mining centre, <https://www.mining.com/luxembourg-to-create-space-resources-centre/> (18 de Fevereiro de 2021).
- Las Casas, R. Lixo espacial (2008). *UFMG-Observatório Astronômico Frei Rosário*. Caeté-MG, 1 de abril de 2008. <http://xingu.fisica.ufmg.br:8087/oap/public/Pas81.htm> (01 de Março de 2021).
- Martins, C. (2014). Meio ambiente espacial - É hora de entender e preservar, <https://www.plurale.com.br/site/noticiasdetalhes.php?cod=13368&codSecao=2> (17 de fevereiro de 2021).
- Mccoustra, M. (2020). **Space junk: astronomers worry as private companies push ahead with satellite launches**, <https://theconversation.com/space-junk-astronomers-worry-as-private-companies-push-ahead-with-satellite-launches-137572> (17 de Fevereiro de 2021).
- Montibeller Filho, G. (1993). Ecodesenvolvimento e desenvolvimento sustentável; conceitos e princípios. *TEC textos de economia*. Recuperado em 1 fevereiro, 2021, <https://periodicos.ufsc.br/index.php/economia/article/view/6645>.
- Moretto, C. F., Schons, M. A. (2007). *Pobreza e meio ambiente: evidências da relação entre indicadores sociais e indicadores ambientais nos estados brasileiros*, [http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/vii\\_en/mesa3/trabalhos/pobreza\\_e\\_meio\\_ambiente.pdf](http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/vii_en/mesa3/trabalhos/pobreza_e_meio_ambiente.pdf) (1 de Abril de 2021).

- Museu Internacional de Ufologia, História e Ciência Victor Mostajo (n. d.). **Primeiro lixo espacial a cair no Brasil é acervo inédito do museu. Itaara – RS.** <https://www.museufo.org.br/Templates/Primeiro%20Lixo%20Espacial.htm> (1 de Fevereiro de 2021).
- Raynaut, C., Zanoni, M. (1993, julho). La Construction del'interdisciplinarité en Formation intégrée de l'environnement et du Développement. Paris: Unesco (*Document préparé pour la Réunion sur les Modalités de travail de CHAIRES UNESCO DU. DÉVELOPPEMENT DURABLE*. Curitiba, 1 - 4 juillát 93).
- Rigues, R. (2020). Saiba tudo sobre o projeto starlink, <https://olhardigital.com.br/2020/06/05/ciencia-e-espaco/saiba-tudo-sobre-o-projeto-starlink/> (17 de Fevereiro de 2021).
- Senado Federal. (2012). *Do ecodesenvolvimento ao conceito de desenvolvimento sustentável no Relatório Brundtland, da ONU, documento que coloca temas como necessidades humanas e de crescimento econômico dos países, pobreza, consumo de energia, recursos ambientais e poluição. Em discussão!* Brasília-DF. <https://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/rio20/temas-em-discussao-na-rio20/ecodesenvolvimento-conceito-desenvolvimento-sustentavel-relatorio-brundtland-onu-crescimento-economico-pobreza-consumo-energia-recursos-ambientais-poluicao.aspx> ( 01 fev. 2021).
- Spry, J. (2021). NASA and blue origin upgrading new shepard spacecraft for artificial gravity, <https://www.syfy.com/syfywire/nasa-and-blue-origin-upgrade-new-shepard-for-artificial-gravity> (18 de Março de 2021).
- Stone, M. (2015). Assista a 60 anos de lixo espacial se acumulando em torno da terra., <https://gizmodo.uol.com.br/video-lixo-espacial-terra> (1 de Fevereiro de 2021).
- Talarico, I. Lixo espacial: o que é e quais riscos pode trazer, <https://www.ecycle.com.br/8483-lixo-espacial.html> (1 de Fevereiro de 2021).
- United Nations Office for Outer Space Affairs. (1967). Outer Space Treaty, <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/outerspacetreaty.html> (1 de Junho de 2021).