

**VI ENCONTRO VIRTUAL DO
CONPEDI**

**DIREITO AMBIENTAL, AGRÁRIO E
SOCIOAMBIENTALISMO II**

VALMIR CÉSAR POZZETTI

HERON JOSÉ DE SANTANA GORDILHO

ROGERIO BORBA

Todos os direitos reservados e protegidos. Nenhuma parte destes anais poderá ser reproduzida ou transmitida sejam quais forem os meios empregados sem prévia autorização dos editores.

Diretoria - CONPEDI

Presidente - Prof. Dr. Orides Mezzaroba - UFSC - Santa Catarina

Diretora Executiva - Profa. Dra. Samyra Haydêe Dal Farra Napolini - UNIVEM/FMU - São Paulo

Vice-presidente Norte - Prof. Dr. Jean Carlos Dias - Cesupa - Pará

Vice-presidente Centro-Oeste - Prof. Dr. José Querino Tavares Neto - UFG - Goiás

Vice-presidente Sul - Prof. Dr. Leonel Severo Rocha - Unisinos - Rio Grande do Sul

Vice-presidente Sudeste - Profa. Dra. Rosângela Lunardelli Cavallazzi - UFRJ/PUCRio - Rio de Janeiro

Vice-presidente Nordeste - Profa. Dra. Gina Vidal Marcilio Pompeu - UNIFOR - Ceará

Representante Discente: Prof. Dra. Sinara Lacerda Andrade - UNIMAR/FEPODI - São Paulo

Conselho Fiscal:

Prof. Dr. Caio Augusto Souza Lara - ESDHC - Minas Gerais

Prof. Dr. João Marcelo de Lima Assafim - UCAM - Rio de Janeiro

Prof. Dr. José Filomeno de Moraes Filho - Ceará

Prof. Dr. Lucas Gonçalves da Silva - UFS - Sergipe

Prof. Dr. Valter Moura do Carmo - UNIMAR - São Paulo

Secretarias

Relações Institucionais:

Prof. Dra. Daniela Marques De Moraes - UNB - Distrito Federal

Prof. Dr. Horácio Wanderlei Rodrigues - UNIVEM - São Paulo

Prof. Dr. Yuri Nathan da Costa Lannes - Mackenzie - São Paulo

Comunicação:

Prof. Dr. Liton Lanes Pilau Sobrinho - UPF/Univali - Rio Grande do Sul

Profa. Dra. Maria Creusa De Araújo Borges - UFPB - Paraíba

Prof. Dr. Matheus Felipe de Castro - UNOESC - Santa Catarina

Relações Internacionais para o Continente Americano:

Prof. Dr. Heron José de Santana Gordilho - UFBA - Bahia

Prof. Dr. Jerônimo Siqueira Tybusch - UFSM - Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Paulo Roberto Barbosa Ramos - UFMA - Maranhão

Relações Internacionais para os demais Continentes:

Prof. Dr. José Barroso Filho - ENAJUM

Prof. Dr. Rubens Beçak - USP - São Paulo

Profa. Dra. Viviane Coêlho de Séllos Knoerr - Unicritiba - Paraná

Eventos:

Prof. Dr. Antônio Carlos Diniz Murta - Fumec - Minas Gerais

Profa. Dra. Cinthia Obladen de Almendra Freitas - PUC - Paraná

Profa. Dra. Livia Gaigher Bosio Campello - UFMS - Mato Grosso do Sul

Membro Nato - Presidência anterior Prof. Dr. Raymundo Juliano Feitosa - UMICAP - Pernambuco

D597

Direito ambiental, agrário e socioambientalismo II [Recurso eletrônico on-line] organização CONPEDI

Coordenadores: Heron José de Santana Gordilho; Rogerio Borba; Valmir César Pozzetti – Florianópolis; CONPEDI, 2023.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-5648-727-4

Modo de acesso: www.conpedi.org.br em publicações

Tema: Direito e Políticas Públicas na era digital

1. Direito – Estudo e ensino (Pós-graduação) – Encontros Nacionais. 2. Direito ambiental. 3. Socioambientalismo. VI Encontro Virtual do CONPEDI (1; 2023; Florianópolis, Brasil).

CDU: 34



VI ENCONTRO VIRTUAL DO CONPEDI

DIREITO AMBIENTAL, AGRÁRIO E SOCIOAMBIENTALISMO II

Apresentação

A edição do VI Encontro Virtual do CONPEDI, nos ofereceu produções científicas inestimáveis, no âmbito do Direito Ambiental, Agrário e Socioambientalismo. Os trabalhos apresentados abordam uma conjuntura de temas e ideias necessárias à reflexão da comunidade científica sobre os problemas ambientais e as possíveis soluções. Dentro deste contexto, no Grupo de Trabalho - DIREITO AMBIENTAL, AGRÁRIO E SOCIOAMBIENTALISMO II - constatou-se qualificadas contribuições para o campo das Ciências Sociais Aplicadas; além de profícuo debate de todos os presentes na sala virtual.

O tema do VI Encontro Virtual do CONPEDI contou com apresentações que abordaram diferentes temáticas relativas a assuntos que apresentaram problemáticas e sugestões de crescimento humano e desenvolvimento sustentável dentro destas áreas. Assim, o presente relatório faz destaque aos trabalhos apresentados no dia 22 de junho de 2023, no GT “Direito Ambiental, Agrário e Socioambientalismo”, coordenado pelos professores doutores Heron José de Santana Gordilho (UFBA), Rogerio Borba (UNIFACVEST) e Valmir César Pozzetti (UEA/UFAM).

A obra que ora apresentamos reúne os artigos selecionados através do sistema de dupla revisão cega por avaliadores ad hoc, de modo que temos certeza que os temas a seguir apresentados são instigantes e apresentam significativas contribuições para as reflexões dos Programas de Pós Graduação em Direito reunidos no CONPEDI.

A autora Glenda Grando de Meira Menezes apresentou o trabalho intitulado “O DANO SOCIOAMBIENTAL DA ESCRAVIDÃO CONTEMPORÂNEA E A IMPUTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE CIVIL OBJETIVA DO ESTADO: EM DEFESA DA MÁXIMA EFETIVIDADE DA PROTEÇÃO AMBIENTAL” , discorrendo sobre os fundamentos jurídicos e jurisprudenciais da responsabilidade civil, objetiva e de execução subsidiária, do Estado por danos socioambientais relacionados ao trabalho escravo, com fundamento em sua omissão no dever de fiscalizar e controlar tais práticas ilícitas, tendo em vista a proteção integral do meio ambiente e a máxima efetividade da Constituição e dos tratados internacionais de direitos humanos.

Jessica Mello Tahim e Marcia Andrea Bühring apresentam o trabalho intitulado “CERTIFICADO DE CRÉDITO DE RECICLAGEM (CCRLR) NA PROMOÇÃO DA

LOGÍSTICA REVERSA”, e destacam a necessidade de se colocar um freio no consumismo exagerado e voltar-se para a renovação dos recursos, a partir da reciclagem de bens ambientais com a aplicação efetiva dos mecanismos da política nacional de resíduos sólidos, observando a novel sistemática da emissão de Certificados de Crédito de Reciclagem e o reaproveitamento dos resíduos através da logística reversa.

No trabalho intitulado “EDUCAÇÃO AMBIENTAL NÃO-FORMAL: UM ESTUDO DE CASO DO PROJETO CIRCUITO DA CIÊNCIA, DESENVOLVIDO PELO INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA (INPA)”, Eid Badr e Jéssica Dayane Figueiredo Santiago destacam os resultados obtidos com o projeto Circuito da Ciência, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, segundo as normas jurídicas definidoras da educação ambiental e da Política Nacional da Educação Ambiental – PNEA e a sua contribuição para a inserção do ensino do direito ambiental a partir do ensino fundamental.

O artigo “A MINERAÇÃO LUNAR E AS DISCUSSÕES SOBRE A QUESTÃO DO MEIO AMBIENTE ESPACIAL” , de Anderson de Jesus Menezes destaca as digressões doutrinárias sobre a utilização de recursos naturais ambientais da Lua e dos planetas. Em seguida, Clarissa Gaspar Massi , Miguel Etinger de Araujo Junior, no artigo intitulado “A IMPORTÂNCIA DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE URBANAS E AS QUESTÕES CLIMÁTICAS: RETROCESSO DA LEI Nº 14.825/2021”, criticam a redução da metragem das Áreas de Preservação Permanente Urbana estabelecida pela Lei nº 14.825 /2021, uma vez que essa redução pode proporcionar impactos negativos em questões envolvendo as mudanças climáticas.

O artigo intitulado “ACESSO AO CRÉDITO RURAL COMO TECNOLOGIA SOCIAL DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL” , de Emanuelle Siqueira Primon, analisa o socioambientalismo no âmbito do direito ambiental e do agronegócio, destacando a necessidade de se conjugar a sustentabilidade ambiental visando um crescimento qualitativo e não apenas quantitativo e, dessa forma, proteger a propriedade familiar no contexto do desenvolvimento humano, na redução das desigualdades e da pobreza e na promoção da justiça social.

Antonio José de Mattos Neto, Waldir Macieira da Costa Filho e Asafe Lucas Correa Miranda, no artigo intitulado “EDUCAÇÃO NO CAMPO: UM DIREITO FUNDAMENTAL SOCIAL INDISPENSÁVEL PARA O DESENVOLVIMENTO HUMANO DA AMAZÔNIA”, analisam os direitos sociais como direitos fundamentais e contextualizaram a precária educação dos moradores das áreas rurais, concluindo que o

Estado vem falhando na implementação desse direito fundamental dos habitantes do meio agroambiental amazônico.

No segundo bloco de apresentações, o artigo MUDANÇAS CLIMÁTICAS, SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL E O ENFRENTAMENTO DA DESIGUALDADE SOCIAL NA AMÉRICA LATINA, de Talissa Truccolo Reato , Luiz Ernani Bonesso de Araujo e Karen Beltrame Becker Fritz, analisa a mitigação das mudanças climáticas, a busca por igualdade social e pelo alcance da sustentabilidade (na sua dimensão ambiental) como desafios para a América Latina, questionando em que medida as mudanças climáticas e a falta de uma efetiva sustentabilidade ambiental influenciam na desigualdade social na América Latina, concluindo pela necessidade de a América Latina precisar fomentar seu crescimento, porém, ao mesmo tempo, precisa preservar a Natureza.

Já o artigo EDUCAÇÃO NO CAMPO: UM DIREITO FUNDAMENTAL SOCIAL INDISPENSÁVEL PARA O DESENVOLVIMENTO HUMANO DA AMAZÔNIA, de Antonio José De Mattos Neto , Waldir Macieira Da Costa Filho e Asafe Lucas Correa Miranda, versou sobre a educação do campo no meio ambiente amazônico, tendo como objetivo demonstrar que o direito à educação do campo é um direito fundamental social, sendo contributo para ampliação das suas possibilidades e do bem-estar da sociedade, especialmente o povo do campo amazônico, concluindo que o direito à educação do campo é um direito fundamental social dos habitantes do meio agroambiental amazônico, a quem deve ser garantido políticas públicas com ensino adequado à realidade local, em respeito aos saberes, cultura e tradições regionais.

Em seguida foi apresentado o artigo REFORMA AGRÁRIA CONSTITUCIONAL E O PROCESSO DE FINANCEIRIZAÇÃO DA TERRA RURAL, de Eriberto Francisco Bevilaqua Marin e Paulo Henrique Faria, onde se discutiu a alteração pontual da estrutura agrária brasileira vigente, em regiões do país, que eventualmente não estejam a observar a função social da terra (e da propriedade rural) e os princípios de justiça social, na forma proposta pela Constituição da República de 1988, posto que abriga normas cogentes de direitos sociais fundamentais.

Ainda Eriberto Francisco Bevilaqua Marin e Paulo Henrique Faria apresentaram AS NORMAS DE PROPRIEDADE INTELECTUAL INERENTES À PRODUÇÃO DE ALIMENTOS: UMA REVISÃO NECESSÁRIA, onde se propôs uma reflexão inerente à atual regulamentação dos direitos de propriedade intelectual em território nacional, no tocante à produção e comercialização de sementes de grãos, visando entender o aparato jurídico posto, bem como de se propor medidas de direcionamento econômico, que possam,

por meio de instrumentos específicos, reposicionar a agulha diretiva da economia atual, verificando-se que o aparato jurídico-administrativo atual privilegia apenas os detentores de direitos de propriedade intelectual sobre sementes de diversos grãos, notadamente o de soja, apresentando-se medidas propositivas que visam enquadrar o capital em meios que possibilitem a geração de riqueza, mediante a criação de mercados internos regionalizados, voltados prioritariamente a garantir o direito à alimentação

Já encerrando o segundo bloco, A CONSTRUÇÃO DE DECISÕES AMBIENTAIS DEMOCRÁTICAS E O ACORDO DE ESCAZÚ, de Marcos Paulo Andrade Bianchini e Giselle Marques De Araújo analisaram a proposta de mineração em terras indígenas no Brasil, que foi apresentada no Projeto de Lei n. 191/2020, e a imposição constitucional de oitiva das comunidades afetadas, em meio aos debates para a implementação dos compromissos assumidos no Acordo Regional sobre Acesso à Informação, Participação Pública e Acesso à Justiça em Assuntos Ambientais na América Latina e no Caribe, celebrado em Escazú, Costa Rica. Concluiu-se que somente por meio do processo, de acordo com a Teoria Neoinstitucionalista, é possível criar um espaço de decisibilidade que propicie a participação popular na criação, aplicação, extinção ou transformação de direitos que versem sobre o meio ambiente, em especial a normatização que diz respeito à exploração da mineração em terras indígenas, bem como o desenvolvimento sustentável e outras atividades potencialmente poluidoras.

E o último artigo, também de Marcos Paulo Andrade Bianchini e Giselle Marques De Araújo, VIOLAÇÃO DO PRINCÍPIO DA VEDAÇÃO À PROTEÇÃO INSUFICIENTE NA LEI DE CRIMES AMBIENTAIS, analisou os mecanismos do Direito Penal dispostos na legalidade, relacionados ao rompimento da barragem da Vale S.A. em Brumadinho/MG, ocorrido em 2019, buscando avaliar a proporcionalidade das sanções penais aplicáveis no contexto fático, a fim de compreender se as sanções tipificadas na legalidade, de fato, trazem proteção aos bens jurídicos tutelados pelo Direito Penal, especialmente no que se refere à poluição do Rio Paraopeba, concluindo-se que as penas cominadas nos crimes ambientais apurados no caso de Brumadinho não observaram o dever de proporcionalidade e violaram o princípio da vedação à proteção deficiente. Tal constatação evidencia a necessidade de se repensar as normas ambientais e a legislação penal, a fim de garantir uma proteção adequada dos bens jurídicos tutelados pelo Direito Penal, bem como prevenir tragédias ambientais semelhantes no futuro

No último bloco, o artigo COMUNIDADES INDÍGENAS, MEIO AMBIENTE E TERRITÓRIO: OS CAOS DOS TERRITÓRIOS RAPOSA SERRA DO SOL NO BRASIL E DO PARQUE NACIONAL NATURAL EL COCUY NA COLÔMBIA, da pesquisadora

colombiana Yenifer Marcela Muños Caron, mestranda do PPGD/UCSAL, analisa comparativamente a violação dos direitos das comunidades indígenas a partir dos casos Raposo Terra do Sol no Brasil e do Parque Nacional Natural El Cocuy na Colômbia.

O artigo A LUTA DOS POVOS ORIGINÁRIOS PELA PRESERVAÇÃO AMBIENTAL DOS TERRITÓRIOS ANCESTRAIS NA AMÉRICA-LATINA, do Professor Doutor Heron Gordilho (PPGD/UFBA e PPGD/UCSAL), em co-autoria com a pesquisadora colombiana Yenifer Marcela Muños Caron, mestranda do PPGD/UCSAL analisa a revisão analisa o papel dos povos originários da América-latina na sustentabilidade ambiental e a implantação da "renda verde" como forma de pagamento pelos serviços ambientais globais por eles prestados.

O artigo REGISTRO PAROQUIAL: ANÁLISE JURÍDICA E HISTÓRICA, da professora Adriana de Avis (FIBRA, FABEL, FCC), em co-autoria com Natália Altieri Santos de Oliveira, Doutoranda em Direito na UFPA, analisa o instituto do Regime Paroquial e sua aplicação a partir do Decreto n. 1.318/1854, enquanto instrumento jurídico e histórico de ocupação fundiária no Brasil, concluindo que apesar de não poder ser utilizado como documento comprobatório de direitos reais, ele pode ser visto como uma fonte histórica para a melhor compreensão da História fundiária brasileira.

O artigo A CONTRIBUIÇÃO DA DOUTRINA AFRICANA UBUNTU À UMA PERPECTIVA NÃO ANTROPOCÊNTRICA EM PROL DA PROTEÇÃO DO MEIO AMBIENTE, do Professor Doutor Tagore Trajano Silva, (Coordenador do PPGD/UCSAL), em co-autoria com a pesquisadora de Guiné-Bissau Baónandje Antonio Silva Bianguê, mestranda do PPGD/UCSAL, analisa como a doutrina tradicional africana ensina valores ambientais que contribuem com a sustentabilidade ambiental.

O artigo O ECO-FEMINISMO EM ÁFRICA: A EXPERIÊNCIA DA LÍDER AMBIENTAL, da pesquisadora de Guiné-Bissau Baónandje Antonio Silva Bianguê, mestranda do PPGD /UCSAL, analisa a contribuição da eco-feminista Wangari Muta Maathai, líder ambiental e primeira mulher africana a vencer o Prêmio Nobel em 2004.

Com a certeza de que esta publicação fornece importantes instrumentos para que pesquisadores e aplicadores do Direito somem aos seus conhecimentos, os organizadores desta obra prestam sua homenagem e agradecimento a todos que contribuíram para esta louvável iniciativa do Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Direito (CONPEDI) e, em especial, a todos os autores que participaram da presente coletânea.

25 de junho de 2023.

Prof. Dra. Heron José de Santana Gordilho Universidade Federal da Bahia

Prof. Dr. Rogério Borba Centro Universitário UNIFACVEST

Prof. Dr. Valmir César Pozzetti - UFAM/UEA

A MINERAÇÃO LUNAR E AS DISCUSSÕES SOBRE A QUESTÃO DO MEIO AMBIENTE ESPACIAL

LUNAR MINING AND DISCUSSIONS ON THE SPACE ENVIRONMENT ISSUE

Anderson de Jesus Menezes ¹

Resumo

A mineração espacial surgiu como um dos tópicos mais comentados do século 21. Com o desenvolvimento de novas tecnologias, os especialistas começaram a explorar a possibilidade de colher recursos da Lua e de outros planetas. A mineração espacial da lua, por exemplo pode oferecer recursos valiosos, como o hélio-3, mas também pode causar impactos significativos no ambiente ultraterrestre. Por um lado, o satélite natural da Terra não é tecnicamente parte de nenhuma nação e é virtualmente impossível de controlar ou governar. Por outro lado, desempenha um papel crucial na exploração do espaço, e seus recursos poderiam ser utilizados para beneficiar a humanidade. Com o objetivo de propiciar uma reflexão sobre o assunto, o presente artigo realiza uma pesquisa bibliográfica qualitativa, valendo-se do método hipotético-dedutivo, para compreender como a mineração lunar deixou de ser uma possibilidade e se tornou algo inevitável nos próximos anos. Mas será que todo esse processo poderá trazer prejuízos para o meio ambiente espacial? Conclui-se que o princípio da precaução pode ser usado como ferramenta para lidar com os impactos potenciais da mineração espacial, além de promover a transparência necessária para se conduzir esse processo. É importante pensar o entender o futuro com cautela. Fato é, de que a humanidade está testemunhando a história sendo feita diante de seus olhos.

Palavras-chave: Mineração espacial, Hélio-3, Direito espacial internacional, Meio ambiente espacial, Princípio da precaução

Abstract/Resumen/Résumé

Space mining has emerged as one of the most talked about topics of the 21st century. With the development of new technologies, experts have begun to explore the possibility of harvesting resources from the moon and other planets. Space mining the moon, for example, may offer valuable resources such as helium-3, but it could also have significant impacts on the ultraterrestrial environment. On the one hand, the Earth's natural satellite is not technically part of any nation and is virtually impossible to control or govern. On the other hand, it plays a crucial role in space exploration, and its resources could be used to benefit humanity. In order to provide some food for thought on the subject, this paper conducts a qualitative bibliographic research, using the hypothetical-deductive method, to understand how lunar mining has gone from being a possibility to something inevitable in the coming

¹ Mestrando em Direito, com área de concentração em Ambiental e Desenvolvimento Sustentável, do Programa de Pós-Graduação em Direito da Escola Superior Dom Helder Câmara, PPGD-ESDHC

years. But could this whole process bring damage to the space environment? We conclude that the precautionary principle can be used as a tool to deal with the potential impacts of space mining, as well as to promote the transparency necessary to conduct this process. It is important to think and understand the future with caution. The fact is, humanity is witnessing history being made before its eyes.

Keywords/Palabras-claves/Mots-clés: Space mining, Helium-3, International space law, Space environment, Precautionary principle

1. INTRODUÇÃO

A lua tem sido há muito tempo uma fonte de fascínio para os humanos e, mais recentemente, uma fonte de controvérsia. Ao longo da história, ela foi frequentemente vista como um símbolo de mistério, beleza e poesia. Existem aqueles que sempre acreditaram que a ela poderia afetar o destino das pessoas e até mesmo interferir na sua personalidade. Mas uma coisa é fato: a forma como a humanidade vê e se relaciona com o satélite natural da terra, mudará completamente nos próximos anos.

Os seres humanos ainda não resolveram questões ligadas ao descarte do lixo e desastres causados pela mineração aqui na Terra, mas apesar disso, já polui e planeja minerar o espaço. E com o desenvolvimento acelerado de novas tecnologias, muito provavelmente questões relativas ao meio ambiente espacial farão parte das discussões acadêmicas, econômicas e políticas, de agora pra frente.

A mineração espacial é uma indústria emergente, mas é importante lembrar que é uma atividade complexa e dispendiosa. No entanto, muitos governos e empresas estão investindo na mineração espacial, pois acreditam que ela pode ser altamente lucrativa e tem o potencial de fornecer à humanidade novos e valiosos recursos. A capacidade de extrair materiais valiosos do espaço pode abrir novas oportunidades econômicas e ajudar a expandir ainda mais a exploração espacial.

Em meio a tudo isso, alguns questionamentos podem ser levantados: mas afinal, o que tem de tão precioso no satélite natural da Terra que tem chamado a atenção de tantos cientistas, governos e empresas? vale a pena gastar fortunas para minerar a Lua e o espaço? A lua é uma “terra sem lei”? É possível se falar em meio ambiente espacial? E ainda, é possível aplicar, por analogia, o princípio da precaução e assim nortear questões sobre exploração e mineração espacial? Para responder essas e outras questões ao longo do texto, a metodologia utilizada nesta pesquisa será a do método dedutivo; quanto aos meios, a pesquisa será bibliográfica, com uso da doutrina, tratados e legislação e, quanto aos fins, qualitativa.

2. HÉLIO-3: O COMBUSTÍVEL DO FUTURO E SEUS DESAFIOS

Na mitologia grega, Hélio era a personificação do sol, um titã filho de Hiperiôn e Téia, tinha como irmãos Eos (representação do amanhecer) e Selene (a lua). Era responsável pelo

transporte diário do Sol através do céu, e considerado o responsável pelo aquecimento do planeta, sendo que para os gregos, seu calor era visto como algo necessário para a vida.

O elemento químico Hélio leva esse nome em homenagem ao titã, pois, foi observado pela primeira vez em 1868 por Pierre Jansen, por meio da detecção de uma luz amarela no espectro solar durante um eclipse. Posteriormente, Edward Frankland e Norman Lockyer confirmarão tais observações e batizaram o novo elemento com o nome da divindade grega do Sol.

O hélio-3 é um isótopo relativamente raro do hélio, que contém dois prótons e um nêutron no núcleo e tem o potencial de revolucionar a indústria energética. Sua exploração está atualmente em andamento, e o potencial que possui é imenso.

Atualmente, as usinas nucleares, utilizam reatores para produzir calor e o processo para isso é chamado de fissão nuclear, em que os núcleos de urânio se dividem gerando energia e, conseqüentemente, calor. Em seguida, a água ao redor dos reatores ferve, tornando-se vapor, que por sua vez gira uma turbina, produzindo-se assim eletricidade.

Porém, no processo de fissão nuclear, são produzidas quantidades perigosas de radiação e geram resíduos radioativos que podem ser perigosos para o meio ambiente e para a saúde humana. Estes resíduos são normalmente armazenados em instalações seguras até que possam ser descartados com segurança, mas isto é um desafio. Os materiais radioativos podem permanecer perigosos por centenas ou, até mesmo, milhares de anos.

Por muitos anos, cientistas estão desenvolvendo um novo tipo de reator nuclear que, potencialmente, poderia fornecer soluções seguras e um ambiente aceitável para o problema da geração de energia a longo prazo. Essa tecnologia a ser usada nesses novos reatores é a de fusão nuclear.

A fusão nuclear é o processo de fusão de núcleos atômicos para liberar energia. Em outras palavras, é o processo que faz com que o Sol e outras estrelas brilhem e considerado uma forma mais segura de energia nuclear, pois não há risco de uma reação em cadeia descontrolada que ocorre em reatores nucleares atuais:

A fusão nuclear é um processo de produção de energia a partir do núcleo de um átomo. Este fenômeno ocorre naturalmente no interior do Sol e das estrelas. Núcleos leves como o do hidrogênio e seus isótopos, o deutério e o trítio, se fundem e criam elementos de um núcleo mais pesado, como o hélio. (CERCONI, MELQUIADES, TOMINAGA, 2009, p. 31)

O processo de fusão nuclear é muito mais eficiente que a fissão, pois produz menos resíduos radioativos e também é menos propenso a acidentes. Tem o potencial de produzir uma

quantidade significativa de eletricidade barata, limpa e segura. No entanto, o desenvolvimento de um reator de fusão nuclear eficaz ainda é um desafio científico e tecnológico substancial.

Filipe Wiltgen, em seu trabalho sobre futuros reatores a fusão nuclear, explica como esse processo é concebido:

A reação de fusão nuclear é capaz de gerar uma quantidade de energia centenas de vezes maior do que uma reação de fissão nuclear, ou seja, sob o aspecto de eficiência a reação de fusão nuclear é muito mais eficiente do que a reação de fissão nuclear na quantidade de energia térmica liberada. A união de átomos leves é uma proeza da natureza, isso porque é preciso vencer a barreira eletrostática de Coulomb, a qual impede um átomo de se fundir com outro naturalmente, sem a presença de enormes quantidades de energia térmica e gravitacional como ocorre no Universo. Este é o principal motivo do estudo da fusão nuclear, conseguir com pouco combustível formado por átomos leves (isótopos do hidrogênio) produzir uma quantidade enorme de energia, tal como fazem as estrelas no Cosmos (WILTGEN, 2022, p.3).

O problema nesse processo é que o nêutron que é produzido após a fusão é muito difícil de conter, o que leva a uma perda significativa de energia. E é justamente neste contexto que entra o hélio-3, anteriormente citado, pois ele é mais leve que o deutério e trítio, os combustíveis de fusão mais comumente usados. Além disso, o hélio-3 possui uma estrutura atômica muito estável, o que significa que não há necessidade de adicionar outros elementos para estabilizar o processo de fusão. Isso diferencia o hélio-3 da maioria dos combustíveis de fusão nucleares, que requerem que outros elementos sejam adicionados para estabilizar o processo de fusão.

O hélio-3, portanto, é um combustível seguro e limpo para reatores de fusão nuclear, e se for encontrado em grandes quantidades, poderá fornecer ao mundo uma fonte de energia abundante e sustentável. Também permitirá à humanidade reduzir a dependência de combustíveis fósseis e mitigar os efeitos da mudança climática.

Porém, um grande problema a ser enfrentado é o fato que o hélio-3 é extremamente escasso na Terra. Acredita-se que, se conseguirem encontrar uma maneira de colhê-lo e utilizá-lo, poderia fornecer aos países um suprimento de energia quase ilimitado. Além disso, o Hélio-3 poderia ser a chave para a exploração humana do espaço. Seu potencial para alimentar foguetes e outras naves espaciais poderia significar que futuras missões à Lua e, até mesmo, a Marte seriam mais viáveis do que nunca. Todas estas potencialidades são a razão pela qual é tão importante explorar e pesquisar o Hélio-3, pois com a descoberta potencial deste isótopo, a indústria de energia poderia mudar para sempre.

Reatores de Fusão Nuclear já são uma realidade. Um exemplo claro disso é o experimento ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) que nada mais é do que um reator experimental de fusão nuclear localizado na França, e cujo projeto por objetivo principal desenvolver tecnologias de fusão nuclear para produzir energia limpa e segura. Foi iniciado em 2006 e o reator experimental deverá ser concluído em 2025. A energia produzida

pelo ITER será usada para fins científicos, mas a tecnologia desenvolvida também pode ser usada para produzir energia comercialmente:

O objetivo primordial da Organização ITER é a demonstração da viabilidade científica e tecnológica da energia de fusão para fins pacíficos. O instrumento principal para a consecução desse objeto é uma máquina experimental, o tokamak ITER em Cadarache/Saint-Paul-lez-Durance, cujo projeto, construção e operação deverá indicar o caminho para a primeira geração de reatores capazes de produzir eletricidade a partir de reações controladas de fusão. Como costumam repetir as lideranças da Organização, essa será a “máquina mais complexa já construída pelo ser humano”, um “quebra-cabeça de 23 mil toneladas e mais de um milhão de peças de alta tecnologia”. Será, acima de tudo, um extraordinário exemplo de articulação entre governos de 35 países, sete Agências Domésticas, dezenas de universidades e centros de pesquisa e desenvolvimento, e centenas de empresas, muitas das quais de pequeno ou médio porte. (PESTANA, 2015, p. 144)

O ITER está programado para iniciar a operação em 2035. Se tudo der certo, este pode ser o primeiro reator de fusão nuclear viável e totalmente operacional do mundo. Portanto, um dos desafios da ciência atual para a viabilidade dos reatores de fusão nuclear do futuro é administrar, nas próximas duas décadas, a falta de hélio-3. Para resolver essa questão, surgem inúmeras propostas de se buscar no espaço esse elemento tão raro na terra.

3. A MINERAÇÃO ESPACIAL: UMA REALIDADE PRÓXIMA

As missões à lua realizadas por Estados Unidos e União Soviética no século passado, trouxeram de volta à terra amostras de solo lunar que continha, dentre outras coisas, hélio-3. Isso demonstrou que este elemento é potencialmente abundante na Lua.

De acordo com Harrison Schmitt, autor do livro *Return to the moon: exploration, enterprise and energy in the human settlement of space*¹, conforme citado por Victória Flório:

O hélio-3 é escasso na Terra porque os ventos solares que carregam o elemento são bloqueados pelo nosso campo magnético, e na atmosfera ele é produzido em pequenas quantidades (bombardeio de raios cósmicos em átomos de hélio-4). Mas na lua, onde o hélio-3 proveniente de ventos solares consegue se fixar, estima-se que a abundância seja tal que um pedaço de solo lunar com área de dois quilômetros quadrados e profundidade de três metros, contenha 100 quilos de hélio-3 [...] volume suficiente para abastecer uma usina de fusão 1000-megawatt durante um ano. (apud FLÓRIO, 2016, p. 18)

Com o desenvolvimento da tecnologia de mineração espacial, a ideia de colher o Hélio-3 da Lua não é mais um conceito rebuscado. Na verdade, ela está se tornando uma realidade próxima. Grandes empresas, como a Space X, já estão começando a investir em tecnologia de

¹ Retorno à Lua: exploração, empreendimento e energia na colonização humana do espaço

mineração espacial, e alguns especialistas acreditam que isso pode se tornar uma indústria viável dentro da próxima década.

A China é um dos países que está atualmente pesquisando formas de extrair hélio-3 da lua. A pesquisa chinesa ainda está em seus estágios iniciais, mas eles já fizeram alguns avanços significativos. Um exemplo claro disso é que a missão Chang'e-5, em 2020, conseguiu pousar um rover na lua e, posteriormente, retornar à terra carregando consigo cerca de 2kg do solo lunar.

O Programa Artemis dos Estados Unidos é um projeto iniciado para enviar humanos para a Lua até 2024. O objetivo do programa é continuar a exploração e utilização do satélite natural da Terra, em preparação para futuras missões humanas a Marte e além. O programa é liderado pela NASA em parceria com Japão, Canadá e membros da Agência Espacial Europeia e, dentre outras coisas, inclui a exploração robótica e humana, com ênfase na construção de uma presença humana a longo prazo na Lua. A missão inclui, também, o desenvolvimento de uma variedade de tecnologias, incluindo sistemas avançados de propulsão, novos sistemas de navegação, e projetos avançados de naves espaciais:

A capacidade de extrair e utilizar recursos na Lua, Marte, cometas e asteróides será fundamental para apoiar a exploração e o desenvolvimento espacial seguro e sustentável. A extração e utilização dos recursos espaciais sob o Programa Artemis será conduzida em conformidade com o Tratado do Espaço Exterior. (UNITED STATES, 2020, p.2).

Ou seja, o programa também investigará o potencial de extração de recursos e a utilização de recursos *in loco*. Trata-se de um projeto ambicioso e espera-se que ele empurre os limites da exploração humana e da utilização do espaço, de forma nunca antes visto.

A Rússia é outro exemplo claro de país que planeja a exploração do solo lunar. A agência espacial russa Roscosmos está trabalhando para expandir sua presença na lua, com foco na exploração de recursos naturais. Seu plano inclui, dentre outras coisas, desenvolver um novo foguete para cargas extremamente pesadas.

A previsão é que os astronautas russos deem os seus primeiros passos na Lua em 2030. Esta missão lunar russa servirá como uma etapa importante para aumentar a presença humana no espaço e estabelecer instalações permanentes na Lua.

Portanto, percebe-se que a mineração lunar não é mais uma possibilidade distante, mas uma realidade próxima. Governos e empresas de todo o mundo estão investindo pesquisas e tecnologias nessa tarefa. Com vistas nestes fatos, as discussões sobre direito espacial internacional se tornam necessárias, atuais e urgentes.

As atividades humanas no espaço trazem consigo uma série de questões jurídicas, como aquelas relacionadas à soberania, responsabilidade por acidentes ou danos, e a proteção ambiental. A quem pertence a Lua? Estas e outras questões não podem ser ignoradas e são particularmente urgentes à medida que a exploração espacial continua a aumentar.

4. A QUESTÃO DA SOBERANIA NO ESPAÇO ULTRATERRESTRE E O DIREITO ESPACIAL INTERNACIONAL

À época das grandes navegações, na segunda metade do milênio passado, exploradores advindos de vários cantos da Europa, fincavam suas bandeiras nos territórios por eles descobertos e reivindicavam a soberania sobre eles. Porém, em se tratando de questões espaciais, convencionou-se que tal prática não seria aceitável. Tais regras estão contidas no que é comumente chamado de Direito Espacial Internacional.

De acordo com o jurista e mestre em Direito Internacional, José Monserrat Filho, o Direito Espacial Internacional é:

É o ramo do Direito Internacional Público que regula as atividades dos Estados, de suas empresas públicas e privadas, bem como das organizações internacionais intergovernamentais, na exploração e uso do espaço exterior, e estabelece o regime jurídico do espaço exterior e dos corpos celestes. (MONSERRAT FILHO, 1998, p. 2).

O Direito Espacial Internacional é o conjunto de regras e princípios consagrados no Direito Internacional que regem as atividades espaciais, incluindo navegação, exploração e utilização do espaço exterior para fins pacíficos. Esta área de direito abrange questões tanto regionais quanto globais, tais como o uso do espaço sideral, visto que a exploração e utilização do espaço exterior tem impactos diretos na soberania de estados e na segurança internacional. Por isso, o Direito Espacial Internacional tem como objetivo proteger os direitos soberanos dos estados e promover a cooperação e a paz entre as nações.

A sociedade, como é hoje organizada, é totalmente dependente de questões relacionadas ao espaço. Por exemplo, é difícil imaginar como seria nos dias atuais a vida sem tecnologias como satélites e GPS. Assim sendo, o Direito Espacial Internacional, surge como um ramo do direito extremamente relevante e ao mesmo tempo complexo e por muitos ainda desconhecido. Conhecer suas origens e fundamentos, ajuda a compreendê-lo melhor.

5. AS ORIGENS DO DIREITO ESPACIAL INTERNACIONAL

Na Grécia Antiga, o filósofo pré-socrático Heráclito de Éfeso afirmava que “a guerra é a mãe de todas as coisas e de todas as coisas é rainha” (apud REALE e ANTISERI, 1990, p.36) e foi justamente a guerra um dos motores propulsores do desenvolvimento de tecnologias espaciais e, conseqüentemente, do direito espacial.

Em linhas gerais, o Direito Espacial Internacional tem suas raízes na época da Guerra Fria, quando a corrida espacial entre União Soviética e os Estados Unidos se intensificou. Esta era ficou marcada pela tensão entre as duas superpotências e o surgimento de novos desafios de segurança global. Durante esse período, as duas superpotências competiram para mostrar seu poder e influência de várias maneiras, incluindo a corrida armamentista, a rivalidade ideológica entre capitalismo e comunismo e a disputa por hegemonia.

A corrida espacial foi um dos principais focos de disputa entre estes países. Embora eles não tivessem nenhum confronto armado direto, as duas potências buscavam demonstrar sua superioridade tecnológica e militar para o resto do mundo.

Nessa disputa pelo espaço, a União Soviética saiu na frente, em 1957, foi a primeira nação a lançar um satélite a orbitar a Terra (o Sputnik 1) e em 1961 foi o primeiro país a colocar um homem no espaço, o cosmonauta Yuri Gagarin. No entanto, os Estados Unidos conseguiram superar os soviéticos em 1969, quando o astronauta Neil Armstrong foi o primeiro homem a pisar na Lua. Essa conquista foi um triunfo para os Estados Unidos, que mantiveram a superioridade tecnológica na corrida espacial durante a Guerra Fria.

“We choose to go to the moon in this decade and do the other things, not because they are easy, but because they are hard.”² Esta foi uma célebre frase dita pelo ex-presidente dos Estados Unidos, John F. Kennedy, durante seu discurso no Rice Stadium, no Texas, em 12 de setembro de 1962. Tal discurso é uma excelente ilustração do espírito de disputa que pairava sobre as grandes potências, durante a guerra mundial.

Em 1959, o jurista e precursor do Direito Espacial no Brasil, Haroldo Valladão afirmou em sua obra Paz, Direito e Técnica:

A verdade é que as grandes invenções, dando ao homem um excessivo poder material, mas expondo seus semelhantes, também, aos maiores perigos, exigem logo uma nova disciplina jurídica a impedir que o abuso do poder técnico ofenda os direitos da pessoa humana e leve a atentados contra a Justiça. (VALLADÃO, 1959, p. 400)

² “Optamos por ir à Lua nesta década e fazer as outras coisas, não porque sejam fáceis, mas porque são difíceis.”

A fala de Valladão é um claro exemplo do que iria ocorrer no futuro: a Guerra Fria e o intenso desenvolvimento de tecnologias espaciais fez com que surgisse um receio enorme dos Estados e isso fez com que se buscassem limites para as atividades espaciais. Tratados sobre Direito Espacial foram feitos buscando criar normas e sistema que garantisse que os Estados continuassem a explorar o espaço em seus benefícios sem que isso se tornasse um prejuízo para outros.

No ano de 1967, entrou em vigor o Tratado sobre os Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Exterior, inclusive a Lua e demais Corpos Celestes. Chamado por muitos de “A Carta Magna do Espaço” e também apelidado “Tratado Guarda-chuva”. Seu principal objetivo foi o de criar uma estrutura para a exploração e utilização do espaço que fosse segura e sustentável, bem como para proteger o meio ambiente de quaisquer impactos negativos. Atualmente este tratado conta com 111 Estados-parte, incluindo o Brasil que o promulgou através do Decreto-lei Nº 64.362, de 17 de abril de 1969.

Esse dispositivo legal, em seus artigos 1º e 2º, incentiva a cooperação e coordenação entre todas as nações, bem como um compromisso com a exploração e utilização pacífica do espaço e proíbe a apropriação soberana por parte dos Estados:

Artigo I: A exploração e o uso do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, só deverão ter em mira o bem e interesse de todos os países, qualquer que seja o estágio de seu desenvolvimento econômico e científica, e são incumbência de toda a humanidade. O espaço cósmico, inclusive a Lua e demais corpos celestes, poderá ser explorado e utilizado livremente por todos os Estados sem qualquer discriminação em condições de igualdade e em conformidade com o direito internacional, devendo haver liberdade de acesso a todas as regiões dos corpos celestes. O espaço cósmico, inclusive a Lua e demais corpos celestes, estará aberto às pesquisas científicas, devendo os Estados facilitar e encorajar a cooperação internacional naquelas pesquisas.

Artigo II: O espaço cósmico, inclusive a Lua e demais corpos celestes, não poderá ser objeto de apropriação nacional por proclamação de soberania, por uso ou ocupação, nem por qualquer outro meio. (BRASIL, 1969)

O Tratado ressalta, em seu artigo 4º, que o uso pacífico do espaço é um sistema basilar que regulamenta o direito espacial e impõe responsabilidades aos Estados-membros para preservar a paz no espaço e evitar ações que possam causar danos a outros:

Artigo IV: Os Estados Partes do Tratado se comprometem a não colocar em órbita qualquer objeto portador de armas nucleares ou de qualquer outro tipo de armas de destruição em massa, a não instalar tais armas sobre os corpos celestes e a não colocar tais armas, de nenhuma maneira, no espaço cósmico. Todos os Estados Partes do Tratado utilizarão a Lua e os demais corpos celestes exclusivamente para fins pacíficos. Estarão proibidos nos corpos celestes o estabelecimento de bases, instalações ou fortificações militares os ensaios de armas de qualquer tipo e a execução de manobras militares. Não se proíbe a utilização de pessoal militar para fins de pesquisas científicas ou para qualquer outro fim pacífico. Não se proíbe, do mesmo modo, a utilização de qualquer equipamento ou instalação necessária à exploração pacífica da Lua e demais corpos celestes. (BRASIL, 1969)

Posteriormente outros Tratados internacionais foram assinados, tais como: Acordo de Salvamento de Astronautas e Restituição de Astronautas e de Objetos Lançados ao Espaço Cósmico (1968); A Convenção sobre Responsabilidade Internacional por Danos Causados por Objetos Espaciais (1972); A Convenção Relativa ao Registro de Objetos Lançados no Espaço Cósmico (1974) e o Acordo da Lua (1979). Sobre esse último, vale ressaltar:

O Acordo da Lua reafirma os princípios do Tratado do Espaço, mas ainda define a Lua e os demais corpos celestes como patrimônio comum da humanidade, sujeitando sua exploração econômica à existência de um regime internacional. A condição de patrimônio comum da humanidade pressupõe que os benefícios da sua exploração econômica devem ser compartilhados. Logo, a atividade econômica só será autorizada se puder contribuir para o bem comum. No entanto, a extensão desse compartilhamento não é previamente definida por esse documento, nem há uma definição consensual entre os estudiosos. Nessa conjuntura, a ausência de consenso para a criação e definição dos mecanismos para o funcionamento desse regime internacional fez com que os principais países engajados nas atividades espaciais não participassem do acordo (tampouco o Brasil) e, até hoje, apenas 18 Estados são partes do Acordo da Lua. (OAB/SANTOS, 2021, p. 14)

Em linhas gerais, esses tratados estabeleceram diretrizes para as atividades espaciais e foram concebidos para assegurar que os Estados cumpram com suas obrigações. Até hoje eles fornecem uma estrutura para a resolução de disputas e a exploração pacífica do espaço exterior.

Contudo, vale ressaltar que desde a década de 70, pouco foi discutido no âmbito de novos Tratados Internacionais. Muito disso se deve ao fato de que a tecnologia foi se desenvolvendo e isso fez com que os consensos se tornassem mais difíceis. Enquanto no passado o objetivo principal era chegar ao espaço, atualmente o objetivo principal é explorá-lo economicamente. E isso fica claro com a proximidade das nossas missões espaciais como o Projeto Artemis.

6. DE APOLLO A ÁRTEMIS: A NOVA CORRIDA ESPACIAL

Na mitologia grega, Apolo era considerado o deus da música, da poesia, da cura e da profecia, sendo responsável por permitir aos seres humanos acesso ao conhecimento divino. Era o líder das musas, as deusas da inspiração. Seu nome foi utilizado pela NASA para batizar uma série de missões realizadas entre 1961 e 1972, com o objetivo de levar humanos à Lua.

O programa Apollo foi um feito de engenharia sem precedentes, com cada missão fazendo avanços em tecnologia e ciência. Ampliou os limites do que se pensava ser possível e inspirou gerações de cientistas e engenheiros. As missões Apollo também ajudaram a unir o mundo durante uma época de intensa tensão global.

A primeira missão tripulada foi a Apollo 11, em que o astronauta Neil Armstrong foi o primeiro homem a pisar na Lua. As missões Apollo também trouxeram para a Terra a primeira amostra de rocha lunar para estudo. A série de missões teve como objetivo principal fornecer dados essenciais para o desenvolvimento de futuras missões espaciais.

Cinquenta anos após o programa Apollo, a NASA lança o projeto Artemis (UNITED STATES, 2022, p.1). Com forte apelo simbólico, tal missão levará a primeira mulher e o próximo homem ao satélite natural da terra até 2024. Seu nome é uma homenagem à deusa grega da Lua e irmã gêmea de Apolo.

Uma clara diferença entre os programas Apollo e Artemis é que, enquanto o primeiro buscava levar o homem à lua e com isso demonstrar poderio tecnológico, o segundo busca formas de explorar economicamente os recursos do espaço. Com seus objetivos ambiciosos e avanços tecnológicos revolucionários, o programa Artemis certamente será um esforço emocionante e importante para a exploração do espaço e as questões relativas ao ambiente espacial, serão cada vez mais discutidas daqui pra frente, por isso é imprescindível compreendê-las.

7. O MEIO AMBIENTE ESPACIAL: OS PROBLEMAS ATUAIS E OS RISCOS FUTUROS

A empresa Space X, do bilionário Elon Musk, lançou ao espaço no dia 6 de fevereiro de 2018, uma réplica do Tesla Roadster que é um carro elétrico fabricado pela Tesla Inc. O veículo foi lançado no foguete Falcon Heavy, sendo o primeiro carro a ser enviado ao espaço. Na verdade, percebe-se que esta era uma ação de marketing feita pela empresa para mostrar ao mundo seu poderio e capacidade de tecnologia espacial. Por outro lado, tal ação mostra ao cosmos questões incômodas sobre a natureza humana, tais como: que a vaidade, aliada à irresponsabilidade, promove ações inconsequentes. Pois, se não bastassem os inúmeros detritos que já poluem a órbita da terra e são um imenso problema a ser considerado na atualidade, os humanos são capazes de lançar um novo detrito espacial que, dessa vez poluirá outros locais do universo.

Diante de questões como o lixo espacial e a mineração no espaço, uma nova área de discussão começa a surgir e se difundir: a ideia de meio ambiente espacial. Embora questões relativas ao tema do meio ambiente espacial ainda sejam pouco discutidas atualmente, provavelmente será uma tendência nos próximos anos, devido ao aumento da presença humana

no espaço. Tauã Lima Verdan, em seu artigo intitulado Meio Ambiente Espacial e a Proeminência do Tratado sobre Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico, afirma:

Em uma visão mais contemporânea, ultrapassando a tradicional caracterização do meio ambiente, é possível fazer alusão a um meio ambiente espacial, cuja área de incidência é o espaço fora da Terra, constituído de corpos celestes. Trata-se de mais um desdobramento imprescindível do ideário de solidariedade que norteia, de maneira geral, os direitos pertencentes a terceira dimensão. Nesta linha de visão, ao se conceber o direito ao meio ambiente espacial ecologicamente equilibrado, materializa-se a premissa que o meio ambiente, enquanto direito inerente à espécie humana, não encontra limitação apenas ao planeta Terra, mas se estende ao espaço. [...] Há que se destacar, portanto, que a edificação de um meio ambiente espacial é verdadeiro desdobramento de uma realidade contemporânea, pautada pelos avanços científicos e progresso presenciado pela espécie humana. (VERDAN, 2015).

O espaço sideral é um ambiente único, onde a ação humana pode ter consequências significativas e desastrosas. A preservação do meio ambiente espacial é uma questão importante e urgente que deve ser considerada pelos países interessados na exploração espacial. Esta é a única maneira de garantir que os recursos naturais sejam utilizados de forma responsável e que o equilíbrio entre a exploração e a preservação seja mantido.

Como não é difícil imaginar, o ambiente extraterrestre ou espacial tem relação direta com o ambiente dos corpos celestes como os planetas, pois o seu desequilíbrio poderá trazer consequências desastrosas às condições climáticas dos planetas, entre eles a Terra, prejudicando no nosso caso as formas de vida. Evidentemente as forças que regem os astros estão fora de controle do ser humano, mas quanto ao ambiente espacial próximo a Terra o ser humano pode ter responsabilidade por alguns danos, já que com o aumento da exploração espacial estamos começando a utilizar este espaço outrora inacessível, deixando muito “lixo espacial” ao redor do nosso planeta, colocando em risco não só as espaçonaves tripuladas como as cidades e mesmos áreas rurais e naturais com as quedas destes artefatos, inclusive pela radioatividade que pode existir em alguns casos. Aliás, não podemos esquecer que as explorações espaciais já remontam algumas décadas e se iniciaram com o envio das sondas espaciais, seguidos dos satélites artificiais, naves tripuladas e finalmente das estações espaciais. (SANTOS, 2003)

A questão do lixo espacial, abordada anteriormente, é um problema crescente e preocupante que pode comprometer a capacidade das pessoas de usarem o espaço para exploração e comunicação. Este lixo consiste em vários tipos de objetos, desde velhos satélites até fragmentos de estágios de reforço de foguetes e, até mesmo, minúsculas manchas de tinta. Estes detritos viajam em alta velocidade e podem causar sérios danos e perigos a outras naves espaciais, satélites e até mesmo à Estação Espacial Internacional:

O espaço em torno da Terra, mais que nunca, é extensão do nosso planeta. Em 63 anos da Era espacial, inaugurada em outubro de 1957, já lançamos mais de cinco mil objetos espaciais – foguetes, satélites, sondas etc. Vale perguntar: o espaço acima de nosso céu também se inclui no Antropoceno? Sem dúvida. Basta ver o aumento impetuoso do “lixo espacial” nas órbitas mais usadas pelos humanos. Segundo a Agência Espacial Europeia (ESA), mais de 170 milhões de escombros de objetos lançados ao espaço giram ao redor da Terra, ameaçando as comunicações e sistemas

satelitais, o que torna indispensável remover o monturo. (MONTSSERRAT FILHO, 2019. p.6)

Como o número de satélites e outros objetos no espaço continua a crescer, o mesmo acontece com a quantidade de detritos. Todo esse lixo espacial pode gerar riscos como: 1. Impactos na órbita, pois os objetos espaciais têm a capacidade de destruir outros objetos e destruir a órbita dos satélites, o que pode interferir nas comunicações, navegação e outras operações; 2- Perigo para astronautas, visto que o lixo espacial representa um risco para as missões espaciais, pois pode causar danos aos astronautas e aos veículos espaciais; 3- Risco para a Terra, tendo em vista que o lixo espacial pode cair na Terra, o que representa um risco de danos ao planeta; 4. Poluição radioativa, pois alguns objetos espaciais contêm materiais radioativos, que representam um risco para a saúde humana e para o meio ambiente.

Com a possibilidade cada vez mais próxima da mineração espacial, alguns riscos ambientais também podem ser vislumbrados, por exemplo, a mineração da Lua apresenta um potencial risco de poluição espacial, uma vez que os objetos espaciais e os resíduos gerados pela mineração podem se tornar uma ameaça, inclusive para outras missões. O uso de combustíveis fósseis para propulsão de naves espaciais para a mineração pode levar a um aumento na emissão de gases de efeito estufa aqui na Terra. O aumento do tráfego espacial pode aumentar o risco de objetos espaciais caindo no Planeta. Isso, dentre outras coisas, pode causar danos ao meio ambiente e às populações humanas.

Como visto, embora os tratados de Direito Espacial Internacional cubram uma ampla gama de tópicos, um aspecto importante que não se detalha é sobre a mineração de corpos planetários como os asteroides, planetas e a Lua. Como tal, é importante que seja estabelecido regras e princípios norteadores para governar tais atividades. E um princípio importantíssimo do direito ambiental que pode e deve ser utilizado é o da precaução.

8. A POSSIBILIDADE DE APLICAÇÃO DO PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO ÀS QUESTÕES ESPACIAIS

Com o avanço da tecnologia, o espaço está se tornando cada dia mais acessível à humanidade, fornecendo recursos que podem ser usados para expandir os horizontes. A mineração espacial é uma das principais tendências, com a busca por recursos como hélio-3 no topo da lista. No entanto, à medida que a mineração espacial se torna mais viável, deve-se começar a perguntar se os impactos ambientais reais ou potenciais serão considerados.

Conforme afirma Carla Martins, em seu artigo intitulado “Meio Ambiente Espacial – É hora de entender e preservar”:

Todo desenvolvimento tem um preço e, não raras vezes, muito alto. O Universo mostra-se como lugar de inigualáveis (e ainda inimagináveis) riquezas, envolto em mistérios naturais. Daí gera facilmente a cobiça financeira. O que não podemos aceitar é a existência de uma exploração menos científica e mais comercial, uma vez que o Meio Ambiente Espacial não é propriedade privada, mas um lugar a ser compartilhado por todos. (MARTINS, 2013)

É importante ter em mente que, em se tratando de questões ambientais “não há como exigir o risco zero. É importante entender que riscos sempre existirão e não apenas a sociedade deve estabelecer o patamar aceitável de risco, como também assumir a responsabilidade no caso do risco se converter em uma situação prejudicial” (NAVES e REIS, 2019, p. 162). Para que a inovação tecnológica seja realmente benéfica para o meio ambiente, é necessário que ela seja desenvolvida de forma responsável, conforme enfatiza Solange Teles da Silva:

[...] Se por um lado, a pesquisa científica e as inovações tecnológicas trazem promessas, por outro, trazem também ameaças ou, pelo menos um perigo potencial. Nesse sentido, algumas indagações podem ser feitas: tudo que é tecnicamente possível deve ser realizado? Há necessidade de se refletir sobre o caminho da pesquisa científica e das inovações tecnológicas. O princípio da precaução surge, assim, para nortear as ações, possibilitando a proteção e a gestão ambiental em face das incertezas científicas (SILVA, 2004, p. 78-79).

A falta de legislação para regulamentar a mineração espacial torna ainda mais importante a aplicação de princípios gerais de direito. Um dos princípios mais importantes, neste contexto é o da precaução.

O princípio da precaução foi desenvolvido como uma forma de lidar com as incertezas científicas que envolvem a exploração do meio ambiente. O princípio da precaução tem como objetivo garantir que as decisões governamentais sejam tomadas com base na melhor informação disponível, bem como na avaliação dos benefícios e custos envolvidos. O princípio requer que os tomadores de decisão tomem medidas para prevenir danos ao meio ambiente e à saúde humana, mesmo quando os efeitos potenciais dessas decisões não são conhecidos.

O princípio de precaução é baseado na ideia de que, quando há incerteza em relação aos efeitos potenciais de uma ação, a prevenção é o melhor curso de ação. “Condutas perigosas não devem ocorrer, pois colocam o homem diante de situações limite, em que a salvaguarda dos direitos muitas vezes não pode ser realizada de maneira completa em função da urgência” (NAVES e REIS, 2019, p. 163). Portanto, a prevenção é preferível à cura.

A aplicação do princípio de precaução à mineração espacial significa que é imprescindível adotar medidas para evitar ou minimizar quaisquer impactos potenciais no ambiente ultraterrestre antes que a mineração seja iniciada. Além disso, é importante promover

a transparência na mineração espacial. Isso significa que os dados sobre a mineração, os impactos ambientais e os resultados das avaliações de impacto ambiental devem ser disponibilizados publicamente. O que permitirá que as partes interessadas compreendam os riscos em potencial e tomem medidas para minimizá-los.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como pode ser visto, a mineração espacial de Hélio-3 na Lua é uma tecnologia que tem o potencial de trazer grandes benefícios para a humanidade, mas também pode ter consequências negativas se mal aplicada. Por isso, para o bem das pessoas, é importante que os tomadores de decisão levem em consideração os princípios da precaução e a lei espacial internacional antes de embarcarem nessa jornada.

A mineração espacial de Hélio-3 na Lua tem o potencial de trazer grandes benefícios para a humanidade, mas, também pode ter consequências negativas se mal aplicada. Como visto a tarefa de definir este novo ambiente é desafiadora, pois envolve diversas partes interessadas. Neste contexto, é imprescindível aos governos que liderem o diálogo, a regulamentação e a implementação das políticas necessárias para garantir a proteção do espaço, enquanto os cientistas e pesquisadores provam os dados, tecnologias e conhecimentos necessários para que se possa melhorar a compreensão do ambiente espacial. Além disso, as empresas têm um papel importante a desempenhar, pois elas são responsáveis pela produção e desenvolvimento dos meios e dos serviços necessários para a exploração do espaço.

Para se preservar o meio ambiente espacial, é necessário que medidas de prevenção sejam adotadas, tais como o controle de lançamentos, proteção dos satélites, limpeza de detritos espaciais, uso de combustíveis alternativos, etc. É essencial que os países explorem o espaço com responsabilidade, a fim de manter o equilíbrio entre a tecnologia e a preservação do meio ambiente.

Por fim, é importante, também a regulamentação sobre a forma como os resíduos espaciais são geridos, até a implementação de mecanismos para o aproveitamento dos recursos espaciais. Somente assim, será possível garantir que o espaço seja explorado de forma sustentável e que ele possa continuar sendo uma fonte de descobertas e inovações para toda a humanidade.

REFERÊNCIAS

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 04/11/2022.

CERCONI, Claudinei; MELQUIADES, Fábio Luiz e TOMINAGA, Tânia Toyomi: Energia nuclear, o que é necessário saber? **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Vol.11 nº 1, Jan/Jun 2009. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/RECEN/article/view/119/887>. Acesso em: 28/11/2022.

FLÓRIO, Victória: Mineração de hélio-3 na lua. **Revista Ciência e Cultura**, Vol. 68, nº 4, São Paulo, out/dez 2016. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v68n4/v68n4a07.pdf>. Acesso em: 06/11/2022.

MONSERRAT FILHO, José. Antropoceno no Espaço. **Revista Brasileira de Direito Aeronáutico e Espacial**. 2019. SBDA. nº 98. Disponível em: <https://sbda.org.br/wp-content/uploads/2020/08/Revista-SBDA-N98.pdf>. Acesso em: 06/11/2022.

MONSERRAT FILHO, José. **Introdução ao Direito Espacial**. 1998. SBDA. Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://sbda.org.br/wp-content/uploads/2018/10/Dir_Esp.rtf&ved=2ahUKEwiOuMLqkJrzAhWsq5UCHXMoD5EQFnoECAkQAQ&usg=AOvVaw35im_4NrkHRGfOHqsOPyPP. Acesso em: 02/11/2022.

NAVES, Bruno Torquato de Oliveira; REIS, Émilien Vilas Boas. **Bioética ambiental: premissas para o diálogo entre a ética, a bioética, o biodireito e o direito ambiental**. 2. ed., rev. e aum. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2019.

OAB. Subseção Santos. Comissão de Direito Espacial. **Noções Introdutórias do Direito Espacial**. 2021. Disponível em: https://www.oabsantos.org.br/arquivos/download/2022_5_11_16_7_46_43153.pdf. Acesso 02/11/2022.

PESTANA, Augusto. **ITER, os caminhos da energia de fusão e o Brasil** / Augusto Pestana. – Brasília: FUNAG, 2015.

REALE, Giovanni; ANTISERI, Dario. **História da Filosofia**. 3 vols. 4. ed. São Paulo: Paulus, 1990.

SANTOS, Antônio Silveira R. dos. **Meio Ambiente Espacial: Considerações**. Disponível em: <http://www.ultimaarcadenoe.com.br/meio-ambiente-espacial-2/>. Acesso 25/11/2022.

SILVA, Solange Teles da. **Princípio da Precaução: Uma nova postura em face dos riscos e incertezas científicas**. In: PLATIAU, Ana Flávia Barros & VARELLA, Marcelo Dias (orgs.). Princípio da precaução. Belo Horizonte: Del Rey, 2004.

UNITED STATES. Embassy and Consulates in Brazil. **Acordos Artemis: Unidos pela Exploração Pacífica do Espaço Profundo**, 2020. Disponível em: <https://br.usembassy.gov/wp-content/uploads/sites/32/artemis-pt-1.pdf>. Acesso em: 08/11/2022.

VALLADÃO, Haroldo: **Paz. Direito. Técnica.** José Olympio, Rio de Janeiro, 1959.

VERDAN, Tauã Lima. Meio Ambiente Espacial e a Proeminência do Tratado sobre Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico. **Revista Conteúdo Jurídico**, Brasília-DF: 16 jul 2015. Disponível em: <https://conteudojuridico.com.br/consulta/Artigos/44787/meio-ambiente-espacial-e-a-proeminencia-do-tratado-sobre-principios-reguladores-das-atividades-dos-estados-na-exploracao-e-uso-do-espaco-cosmico>. Acesso em: 10/11/2022.

WILTGEN, F., **Futuro Reator a Fusão Nuclear do Tipo Tokamak – Máquina de Engenharia Desafiadora.** XI Congresso Nacional de Engenharia Mecânica - CONEM 2022. Teresina, 07-11 de agosto. pp.1-10, 2022. Disponível em: file:///D:/Meus%20Documentos/Downloads/CONEM_2022_FUTURO_REATOR_FUSAO_NUCLEAR_TIPO_TOKAMAK_FWILTGEN.pdf. Acesso em: 06/11/2022.