VIII ENCONTRO VIRTUAL DO CONPEDI

DIREITO, GOVERNANÇA E NOVAS TECNOLOGIAS III

Copyright © 2025 Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Direito

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 - Profa. Dra. Samyra Haydêe Dal Farra Naspolini - FMU – São Paulo
Diretor Executivo - Prof. Dr. Orides Mezzaroba - UFSC – Santa Catarina
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 - Prof. Dr. Raymundo Juliano Feitosa - UNICAP - Pernambuco

Representante Discente: Prof. Dr. Abner da Silva Jaques - UPM/UNIGRAN - Mato Grosso do Sul

Conselho Fiscal:
Prof. Dr. José Filomeno de Moraes Filho - UFMA - Maranhão
Prof. Dr. Caio Augusto Souza Lara - SKEMA/ESDHC/UFMG - Minas Gerais
Prof. Dr. Valter Moura do Carmo - UFERSA - Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Fernando Passos – UNIARA - São Paulo
Prof. Dr. Edinilson Donisete Machado - UNIVEM/UENP - São Paulo
Secretarias
Relações Institucionais:
Prof. Dra. Claudia Maria Barbosa - PUCPR - Paraná
Prof. Dr. Heron José de Santana Gordilho - UFBA - Bahia
Profa. Dra. Daniela Marques de Moraes - UNB - Distrito Federal
Comunicação:
Prof. Dr. Robison Tramontina - UNOESC - Santa Catarina
Prof. Dr. Liton Lanes Pilau Sobrinho - UPF/Univali - Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Lucas Gonçalves da Silva - UFS - Sergipe
Relações Internacionais para o Continente Americano:
Prof. Dr. Jerônimo Siqueira Tybusch - UFSM - Rio Grande do sul
Prof. Dr. Paulo Roberto Barbosa Ramos - UFMA - Maranhão
Prof. Dr. Felipe Chiarello de Souza Pinto - UPM – São Paulo
Relações Internacionais para os demais Continentes:
Profa. Dra. Gina Vidal Marcilio Pompeu - UNIFOR - Ceará
Profa. Dra. Sandra Regina Martini - UNIRITTER / UFRGS - Rio Grande do Sul
Profa. Dra. Maria Claudia da Silva Antunes de Souza - UNIVALI – Santa Catarina
Educação Jurídica
Profa. Dra. Viviane Coêlho de Séllos Knoerr - Unicuritiba - PR
Prof. Dr. Rubens Beçak - USP - SP
Profa. Dra. Livia Gaigher Bosio Campello – UFMS – MS
Eventos:
Prof. Dr. Yuri Nathan da Costa Lannes - FDF - São Paulo
Profa. Dra. Norma Sueli Padilha - UFSC - Santa Catarina
Prof. Dr. Juraci Mourão Lopes Filho - UNICHRISTUS - Ceará

Comissão Especial
Prof. Dr. João Marcelo de Lima Assafim - UFRJ - RJ
Profa. Dra. Maria Creusa De Araújo Borges - UFPB - PB
Prof. Dr. Antônio Carlos Diniz Murta - Fumec - MG
Prof. Dr. Rogério Borba - UNIFACVEST - SC

D597

Direito, governança e novas tecnologias III [Recurso eletrônico on-line] organização CONPEDI

Coordenadores: Aires José Rover; Edson Ricardo Saleme; Jéssica Amanda Fachin. – Florianópolis: CONPEDI, 2025.

Inclui bibliografia
ISBN: 978-65-5274-157-8
Modo de acesso: www.conpedi.org.br em publicações
Tema: Direito Governança e Políticas de Inclusão

1. Direito – Estudo e ensino (Pós-graduação) – Encontros Nacionais. 2. Direito. 3. Governança e novas tecnologias. VIII Encontro Virtual do CONPEDI (2; 2025; Florianópolis, Brasil).

CDU: 34

CONPEDI

Conselho Nacional de Pesquisa
e Pós-Graduação em Direito Florianópolis
Santa Catarina – Brasil
www.conpedi.org.br

VIII ENCONTRO VIRTUAL DO CONPEDI

DIREITO, GOVERNANÇA E NOVAS TECNOLOGIAS III

Apresentação

TEXTO INICIAL

GT DIREITO, GOVERNANÇA E NOVAS TECNOLOGIAS III.

Nos dias 24, 25, 26 e 27 de junho de 2025, realizou-se o VIII Encontro Virtual do CONPEDI com a temática “Direito Governança e Políticas de Inclusão”. O evento objetivou promover a socialização das pesquisas jurídicas, desenvolvidas nos programas de pós-graduação e na graduação no Brasil, com ênfase na governança e das diversas políticas tecnológicas adotadas no Brasil. Com aporte em debate qualificado, coordenado pelos professores doutores Edson Ricardo Saleme (Universidade Católica de Santos), Jéssica Fachin (Universidade de Brasilia e Universidade de Londrina e Aires José Rover (Universidade Federal de Santa Catarina) no âmbito do GT Direito, Governança e Novas Tecnologias III. Observou-se no debate a configuração de agenda que buscou investigar as novas formas de governança, bem como estudar as atuais demandas contemporâneas que emergem das novas tecnologias, impactando nos diversos campos do Direito Nessa agenda foram revisitados, sob diversas abordagens, como temas complexos relacionados aos desafios conectados à regulação de novas tecnologias, a participação democrática no âmbito das relações digitais e ainda outras de fundamental importância à temática.

Nesse diapasão, o primeiro trabalho tratou do tema “Desafios regulatórios das tecnologias disruptivas: inteligência artificial, biotecnologia e blockchain no contexto jurídico brasileiro”, abordando as inovações propostas relativas a normatização da temática, ressaltando as tensões em torno dos problemas mais frequentes relacionados ao tema. O próximo tema “A

no caso PIX DO BRASIL: entre a liberdade de expressão e a responsabilidade nas redes sociais", o qual ponderou que, apesar da proposta de modernização e inclusão financeira, o Pix pode ser alvo de desinformações que minam a confiança sobre essa ferramenta.

O próximo artigo "Exposição digital infanto-juvenil e os limites da personalidade como Direito fez análise teórico-jurídica das deepfakes; enfocou a perspectiva da Teoria do Direito e a construção conceitual dos direitos da personalidade, os riscos emergentes impostos pelas tecnologias de inteligência artificial de falsificação e, especialmente as deepfakes, à privacidade e intimidade de crianças e adolescentes em ambiente digital. A seguir passou-se a explanação do artigo intitulado "do entusiasmo à desilusão: uma reflexão sobre a participação democrática na vida virtual", com enfoque na evolução da participação democrática em tempos digitais, analisando tanto o entusiasmo inicial quanto o ceticismo subsequente que emergiram com o avanço da internet". A seguir expôs-se a temática "A vulnerabilidade digital na sociedade informacional: uma análise econômica da democracia e tecnologia no sistema jurídico brasileiro", que ressaltou a necessidade de reavaliar políticas públicas para alcançar justiça social e eficiência democrática.

Na sequência, o artigo "Inclusão social na era da Smart Cities: o papel do Direito e da governança de tecnologias urbanas", fez analise critica na relação entre Direito, governança tecnológica e inclusão social no contexto das cidades inteligentes. O tema a seguir: "Boas práticas de conformidade à LGPD no desenho de bancos de dados relacionais" teve como objetivo apresentar um conjunto de boas práticas para o design de bancos de dados que atendam aos princípios da LGPD, como finalidade, necessidade, segurança e responsabilização. O próximo artigo: "Os impactos das tecnologias de fronteira na proteção integral de crianças e adolescentes: analise sobre o relatório da UNICEF THE STATE OF THE WORD`S CHILDREN no contexto internacional" buscou identificar as principais tendências que moldam o mundo atual e como prever seus efeitos no futuro dos jovens até 2050.

apresentou-se o “Estudo de caso sobre o potencial de satélites refletores de luz solar da start up ‘‘Reflect Orbital’ para o setor agrícola brasileiro”, o qual observa as novas oportunidades para a geração de energia renovável a exemplo de sua aplicação para aumento da produção agrícola, quanto crescimento e produção de culturas, a evolução de tecnologias para este fim se mostra essencial para a humanidade como um todo.

Importante também o “Estudo de caso da Start Up Reflect Orbital como impulsionadora na produção de energia fotovoltaica e seus aspectos jurídicos à luz da Lei 14.200/2022, que busca determinar o potencial energético e sua conformidade com os aspectos legais e diretrizes da Lei 14.300/2022 que regulamenta a geração de energia por consumidores finais. Outra importante reflexão foi o artigo: “Influência das redes sociais na formação da opinião pública: o papel do Direito na regulação de plataformas digitais” que analisa o papel do Direito na regulação das plataformas digitais, buscando identificar mecanismos jurídicos que garantam a proteção dos direitos fundamentais sem comprometer a liberdade de expressão. O estudo denominado “Neurodireitos na sociedade da transparência: o alerta da série adolescência da Netflix”, que parte da ideia do autor Byung-Chul Han sobre a sociedade da transparência para apontar os riscos da hiperexposição nas redes sociais, diante do uso desses dados pelas neurotecnologias no intuito de controle e manipulação.

Outra discussão relacionada aos temas expostos foi realizada com o levantamento da opinião dos presentes, que registraram sua opinião acerca dos diversos temas enfocados. O Grupo de Trabalho foi para o ultimo bloco a partir do tema “Sistema de registro eletrônico de imóveis – SREI: avanços e desafios ante a sobreposição de terras – análise de Adrianópolis – PR, Vale do Ribeira” que estuda o Sistema de Registro Eletrônico de Imóveis – SREI e sua relevância no contexto jurídico moderno, envolto em significativos avanços tecnológicos. Sequencialmente expôs-se o trabalho “Lei 14.932/2024 – utilização do Cadastro Ambiental Rural – CAR para fins de apuração da área tributável a compatibilização dos dados eletrônicos disponibilizados à Administração Pública para uma gestão mais eficaz”, cujo argumento indica que a Administração Pública já está utilizando inovações tecnológicas em

fundamental foi uma reflexão acerca da complexa relação entre modernidade, tecnologia e direito, com foco nas peculiaridades da modernidade periférica. Na sequência o trabalho "Edição genética de plantas: benefícios, riscos e regulamentação" destacou técnicas como CRISPR/Cas9 como ferramenta promissora para enfrentar desafios globais, como segurança alimentar e mudanças climáticas. O último artigo "Big techs e plataformas digitais: o Direito à informação e à liberdade de expressão no ecossistema tecnológico e a reconfiguração do estado-nação" questiona se as Big Techs e players tecnológicos a partir do direito à informação e à liberdade de expressão podem exercer alguma interferência no ecossistema digital possibilitando a reconfiguração do Estado-Nação contemporâneo.

Oportunizou-se mais uma sequência de discussões com contribuições benéficas para os assuntos discutidos e participação de grande parte dos presentes até o final dos trabalhos.

ESTUDO DE CASO SOBRE O POTENCIAL DE SATÉLITES REFLETORES DE LUZ SOLAR DA START UP “REFLECT ORBITAL” PARA O SETOR AGRÍCOLA BRASILEIRO

CASE STUDY ON THE POTENTIAL OF SOLAR REFLECTOR SATELLITES BY STARTUP "REFLECT ORBITAL" FOR THE BRAZILIAN AGRICULTURAL SECTOR

Diego Augusto Soares da Costa
José Carlos Francisco dos Santos

Resumo

O uso de satélites refletores de luz solar, abre novas oportunidades para a geração de energia renovável, porém nota-se seu aproveitamento para uso diverso. Como sua aplicação para aumento da produção agrícola, quanto crescimento e produção de culturas, a evolução de tecnologias para este fim se mostra essencial para a humanidade como um todo. Este artigo se propõe a analisar, através de um estudo de caso, o projeto da start-up "Reflect Orbital", a qual busca utilizar satélites refletores de luz solar para suplementar a iluminação em áreas na superfície da terra. A ideia de manipular a incidência de luz solar através de satélites refletores apresenta-se como uma abordagem ousada, prometendo estender os fotoperíodos das culturas e consequentemente, potencializar o crescimento das plantas e a produtividade das colheitas. Utilizando uma abordagem interdisciplinar, o estudo avalia os impactos jurídicos, ambientais e econômicos dessa inovação, propondo adaptações normativas para sua possível implementação no Brasil. A metodologia inclui uma revisão documental sobre o tema e estudo de caso. Por fim conclui-se de que está é uma tecnologia capaz de ampliar a produção econômica das áreas de algumas culturas, bem como colaborar com a redução de impactos ambientais que trazem prejuízos ao setor, de outra vista existem potenciais lesões que podem ocorrer ao meio ambiente, bem como, faz-se necessários ajustes legais para coexistir a inovação, a sustentabilidade e a função social da propriedade, palavras presentes no ordenamento jurídico brasileiro, e que servem de alicerce para qualquer dispositivo legal que venha a ser criado.

approach aims to manipulate solar incidence, prolonging photoperiods to stimulate plant growth and boost agricultural productivity. Adopting an interdisciplinary framework, the study evaluates the legal, environmental, and economic implications of this technology, proposing regulatory adaptations for potential implementation in Brazil. The methodology combines comprehensive literature review with case study analysis. Findings indicate that while the technology could significantly increase crop production efficiency and mitigate certain environmental impacts associated with conventional farming, it also carries potential ecological risks. Consequently, legal frameworks must be adapted to balance technological innovation with sustainability principles and the social function of property—cornerstones of Brazilian jurisprudence that should guide future legislation in this emerging field.

Keywords/Palabras-claves/Mots-clés: Reflector satellites, Agricultural production, Agricultural technology, Reflect orbital, Agricultural law

1. INTRODUÇÃO

Em um tempo onde se busca conciliar evolução tecnológica com meio ambiente, lucros e sustentabilidade, em meio a batalha travada pela humanidade para se perpetuar no planeta Terra, conseguir conciliar esses fatores se mostra a receita fundamental para a continuação da nossa sociedade da forma como é atualmente. Em meio a limitações físicas, a tecnologia se mostra como principal aliada e portal para um futuro onde possamos ter alimento, combustíveis e matérias primas necessárias.

Atualmente somos em torno de 8.2 bilhões de pessoas e seremos em meados de 2080, 10.3 bilhões de pessoas, de acordo com dados emitidos pela ONU, e uma das principais preocupações que temos é como manter um ambiente com comida suficiente e energia para manter o básico que utilizamos hoje em nossos dias. Assim deve-se sempre buscar formas de garantir os direitos básicos da humanidade, e aqueles definidos na declaração universal dos direitos humanos, a qual traz as condições mínimas que devemos fornecer aos nossos iguais.

Entre eles citaremos: o do artigo 3: "Todo ser humano tem direito à vida, à liberdade e à segurança pessoal." e 25 " Todo ser humano tem direito a um padrão de vida capaz de assegurar a si e à sua família saúde, bem-estar, inclusive alimentação, vestuário, habitação, cuidados médicos e os serviços sociais indispensáveis e direito à segurança em caso de desemprego, doença invalidez, viuvez, velhice ou outros casos de perda dos meios de subsistência em circunstâncias fora de seu controle.

E assim nesse ebolir de tecnologias para auxiliar na nossa subsistência e perpetuação se faz necessário questionar, se são benéficas ou não, e se havendo risco, se este vale a pena? como e quem pode utilizar-se desse tipo de tecnologia? entre outras.

Esse artigo irá se debruçar junto a uma inovação que utilizando de tecnologia espacial, busca entre outras utilidades, a alteração do fotoperíodo de culturas agrícolas, atingindo na sua produção e com consequente impacto econômico, ambiental, ao utilizar-se de refletores de luz solar orbitais.

O agronegócio brasileiro, responsável por 26,6% do PIB nacional em 2023 (CEPEA, 2023), enfrenta desafios sem precedentes devido às mudanças climáticas. Eventos extremos como geadas no cinturão cafeeiro e secas prolongadas nas regiões produtoras de grãos causaram perdas estimadas em R$ 55 bilhões na última safra (INMET, 2023). Neste cenário, a tecnologia de satélites refletores de luz solar emerge como solução inovadora, combinando avanços espaciais com produção agrícola

sustentável. O projeto da *startup Reflect Orbital*, que desenvolve constelações de satélites equipados com espelhos controláveis, representa um marco na agricultura 4.0 ao permitir a manipulação precisa da incidência solar. Essa tecnologia possibilita desde a extensão artificial do fotoperíodo até a mitigação de danos por geadas, abrindo novas fronteiras para o aumento da produtividade agrícola.

Diante do exposto, o estudo busca oferecer uma análise crítica e detalhada sobre a previsão de implementação dessa tecnologia no Brasil, propondo estratégias de mitigação para reduzir os danos ambientais e garantindo que sua utilização seja compatível com as exigências legais. Em um cenário em que a regulamentação para tecnologias espaciais ainda é incipiente, é crucial entender os possíveis riscos e a necessidade de criação ou adaptação de regulamentações já existentes, ou mitigar os riscos e danos que sejam previsíveis ou presumíveis

A relevância do tema se agiganta quando consideramos as projeções demográficas globais. Com a população mundial estimada em 9,7 bilhões até 2050 (ONU, 2022), a pressão sobre os sistemas alimentares exigirá soluções tecnológicas disruptivas. A agricultura tradicional esbarra em fatores limitadores, como o climáticos, e pela disponibilidade de terras aráveis, necessita de inovações como a proposta pela *Reflect Orbital*.

No contexto brasileiro, país com área continental, e com grande parte de seu território ocupado por regiões produtivas e agricultáveis onde o agronegócio responde por 48% das exportações totais (MDIC, 2023), a adoção de tecnologias espaciais poderia consolidar ainda mais a posição competitiva do país no mercado global de alimentos. Contudo, essa inovação exige avaliação cuidadosa sob os aspectos jurídicos, ambientais e econômicos, que serão explorados neste estudo.

A implementação da tecnologia como a da empresa reflect orbital no Brasil enfrenta uma complexa teia de desafios regulatórios que merecem análise detalhada. O primeiro e mais evidente diz respeito à adequação ao marco jurídico do Direito Agrário brasileiro, particularmente no que tange ao princípio da função social da propriedade estabelecido no Estatuto da Terra (Lei 4.504/1964).

Embora a tecnologia possa ser enquadrada como instrumento de racionalização produtiva, surgem questões sobre os limites da intervenção humana nos ciclos naturais e seu alinhamento com os conceitos de uso adequado dos recursos naturais. Além disso, a legislação atual não contempla especificamente tecnologias de manipulação lumínica,

criando um vácuo normativo que precisa ser superado, considerando o impacto da denominada poluição luminosa

O segundo grande desafio reside na avaliação dos impactos ambientais potenciais desta tecnologia. O Código Florestal (Lei 12.651/2012) estabelece rigorosos parâmetros de preservação que podem entrar em conflito com a operação dos satélites refletores. Efeitos como a alteração do fotoperíodo natural em áreas de preservação permanente (APPs) ou a possível interferência em ecossistemas noturnos exigem estudos de impacto ambiental específicos.

Por fim, a viabilidade econômica da tecnologia para diferentes escalas de produção agrícola precisa ser cuidadosamente avaliada, considerando os altos custos iniciais de implantação e a necessidade de demonstrar retorno financeiro para os produtores. Esses três eixos de análise - jurídico, ambiental e econômico - formam a equação que deve ou não resultar em um potencial benéficio de sua utilização pelo setor agrário brasileiro.

2. TECNOLOGIA DOS SATÉLITES REFLETORES

O desenvolvimento de tecnologias de espelhos espaciais teve um marco fundamental com as iniciativas russas do Space Regatta Consortium (SRC), consórcio estabelecido em 1990 pela agência espacial russa em parceria com a corporação Energia. O projeto Znamya representou um esforço pioneiro no desenvolvimento de estruturas reflexivas de película fina, com aplicações potenciais que incluíam tanto a propulsão por velas solares quanto a iluminação de regiões de alta latitude durante os meses de inverno.

O primeiro teste operacional ocorreu em 4 de fevereiro de 1993 com o Znamya-2, que consistia em um refletor circular de 20 metros de diâmetro fabricado em filme de PET aluminizado (Mylar) com apenas 5mm de espessura. Implantado a partir do veículo Progress M-15 acoplado à estação Mir, o sistema demonstrou com sucesso a capacidade de produzir um ponto luminoso de aproximadamente 5km de diâmetro na superfície terrestre, com intensidade comparável à luz da Lua cheia (cerca de 1 lux). O experimento validou não apenas o conceito de iluminação orbital, mas também técnicas de manipulação de estruturas flexíveis no espaço - conhecimento fundamental para o desenvolvimento futuro de velas solares.

A continuação do programa com o Znamya 2.5 em 1999 encontrou obstáculos técnicos durante a implantação, quando o refletor se enredou na antena de acoplamento

da nave Progress. Apesar do contratempo, esses experimentos estabeleceram parâmetros críticos para o desenvolvimento de estruturas reflexivas em grande escala, originalmente projetadas para evoluir até refletores de 200 metros de diâmetro.

Em paralelo, a NASA conduziu pesquisas complementares através de iniciativas como a missão Deep Space 1 (1998), que testou diversas tecnologias inovadoras, incluindo um concentrador solar para geração de energia fotovoltaica no espaço. Colaborações com a Força Aérea resultaram no desenvolvimento de concentradores solares infláveis, demonstrando vantagens significativas em relação a sistemas rígidos convencionais. Esses protótipos, fabricados em poliimida metalizada, mostraram precisão dimensional superior a 0,8mm após implantação, com reduções substanciais em massa e volume de transporte - fatores críticos para a viabilidade econômica de sistemas orbitais em grande escala.

Estes desenvolvimentos históricos estabeleceram as bases técnicas para os modernos sistemas de espelhos espaciais, abordando desafios fundamentais de materiais, mecânica orbital e eficiência energética que continuam relevantes para projetos contemporâneos. As lições aprendidas com essas iniciativas pioneiras informam diretamente o desenvolvimento atual de tecnologias para aplicações que vão desde a iluminação terrestre até a geração de energia orbital.

A tecnologia desenvolvida pela Reflect Orbital representa a evolução de décadas de pesquisa em sistemas espaciais. Trata-se da criação de uma constelação de 57 pequenos satélites orbitando a Terra em uma formação em órbita polar sincronizada com o Sol, a uma altitude de 600 quilômetros. Nessa órbita, os satélites circulariam o planeta de polo a polo enquanto o planeta gira abaixo deles. Os satélites voariam sobre cada ponto da Terra no mesmo horário do dia, fazendo duas passagens a cada 24 horas. Combinados, os 57 satélites forneceriam 30 minutos adicionais de luz solar para as usinas de energia, no momento em que a energia é mais necessária, projetando um ponto de luz de 5 quilômetros de largura em qualquer lugar do mundo após o pôr do sol.

Seus satélites utilizam espelhos ultraleves fabricados com filmes poliméricos reflexivos de apenas 0,1mm de espessura (NASA, 2021), combinados com sistemas de posicionamento GPS quântico que garantem precisão centimétrica (ESA, 2022). Essa combinação tecnológica permite não apenas a reflexão da luz solar, mas seu direcionamento preciso para áreas agrícolas específicas, com controle de intensidade e duração da exposição. A empresa afirma que seu sistema pode estender o fotoperíodo em

até 1 horas diárias, fator comprovadamente relevante para o desenvolvimento de diversas culturas.

As aplicações agrícolas desta tecnologia são diversas e promissoras. Além da extensão do fotoperíodo, os satélites refletores podem ser utilizados para mitigar os efeitos de dias nublados consecutivos, comum em algumas regiões durante períodos críticos do desenvolvimento vegetativo. Outra aplicação inovadora é a possibilidade de sobrear áreas desestificadas diminuindo a temperatura de através da criação de uma sombra. O projeto russo Znamya, precursor desta tecnologia na década de 1990, demonstrou a viabilidade técnica do conceito, mas esbarrou em limitações tecnológicas da época e em questões regulatórias não resolvidas (Ivanov, 2018). A *Reflect Orbital* superou muitas dessas limitações através de avanços em materiais leves, sistemas de controle e tecnologia de posicionamento, tornando a proposta comercialmente viável pela primeira vez na história.

3. DESAFÍOS JURÍDICOS E REGULATÓRIOS

Inicialmente tem-se a legislação internacional sobre o tema através do Tratado do Espaço Sideral de 1967, no qual estabelece os princípios fundamentais que regem as atividades espaciais, incluindo a proibição de apropriação nacional de corpos celestes e a responsabilidade estatal por danos causados por objetos espaciais (art. 3, 4, 6 e 7).

No contexto do nosso artigo, esses princípios têm implicações diretas para a tecnologia da *Reflect Orbital*, pois determinam que o Brasil seria internacionalmente responsável por quaisquer danos causados pelos satélites refletores, mesmo sendo estes operados por uma empresa privada.

O Tratado também estabelece que a exploração e uso do espaço exterior devem ser realizados para benefício de todos os países (art. 1), o que reforça a necessidade de a tecnologia estudada trazer benefícios claros e mensuráveis para o setor agrícola nacional, justificando sua adoção perante a comunidade internacional.

Por outro lado, o caráter genérico do Tratado cria desafios específicos para tecnologias inovadoras como os satélites refletores, que não eram sequer imaginadas em 1967, a ausência de regulamentação específica sobre manipulação de luz solar a partir do espaço gera uma zona cinzenta jurídica.

Particularmente relevante é o Artigo 9º, que exige consulta internacional para atividades que possam causar interferência prejudicial nas atividades espaciais de outros

Estados, o que pode se aplicar ao caso dos satélites refletores devido à sua capacidade de alterar padrões de luminosidade em escala regional.

Essas considerações demonstram a necessidade de harmonizar a inovação tecnológica com os princípios do Direito Espacial Internacional.

Adentrando nas normas nacionais, temos um amparo e incentivo da Constituição Brasileira ao expressar sobre o desenvolvimento sustentável, bem como se preocupar com a ordem econômica, o que está intimamente ligado ao agronegócio.

O conceito de desenvolvimento sustentável pode gerar confusão quando há uma ideia equivocada de que o progresso econômico só é possível através de danos irreversíveis ao meio ambiente. No entanto, o desenvolvimento sustentável justamente defende a ideia de que atividades com impacto ambiental devem ser equilibradas, seja por meio de análises prévias dos possíveis danos ou por medidas de compensação pelos prejuízos causados à natureza.

Assim este princípio deve estar inserido também na atividade econômica, conforme o disposto no art. 170, VI da CF (RODRIGUES,2021):

> Art. 170. A ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos existência digna, conforme os ditames da justiça social, observados os seguintes princípios:VI -defesa do meio ambiente, inclusive mediante tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos de elaboração e prestação;

Um aspecto fundamental a ser considerado é que, para um desenvolvimento sustentável de fato, o recurso ambiental utilizado como matéria-prima pela atividade econômica deve ser renovável ou capaz de se regenerar em um período viável (RODRIGUES, 2021). O princípio do desenvolvimento sustentável, portanto, deve assegurar um equilíbrio entre o direito ao progresso econômico e a conservação ambiental, protegendo o meio ambiente para garantir sua disponibilidade às gerações futuras. Isso se justifica porque os recursos naturais, diferentemente das demandas humanas impulsionadas pelo consumo excessivo, são finitos (AMADO, 2017).

O relatório Nosso Futuro Comum (Relatório Brundtland), apresentado na ONU, também conceitua o desenvolvimento sustentável da seguinte forma: “O desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades”.

E quando pensamos na regulação do espaço aréreo vale destacar que a Agência Espacial Brasileira (AEB) e a Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL)

possuem competências complementares mas distintas na regulação de satélites, o que cria um desafio regulatório para tecnologias inovadoras como a da Reflect Orbital.

Enquanto a AEB é responsável pela autorização geral de atividades espaciais conforme a Lei 8.854/1994, a ANATEL regula especificamente o uso de radiofrequências e a prevenção de interferências em telecomunicações (Resolução 716/2019).

Assim pela falta de uma legislação específica surge uma maior burocratização e possíveis atrasos na execução desse tipo de tecnologia que estaria sujeita a diversas exigências de setores diversos e que poderiam gerar obrigações e deveres contraditórios especialmente para satélites com funções não tradicionais como a reflexão luminosa

Por outro lado, a competência técnica dessas agências é essencial para avaliar aspectos críticos da tecnologia estudada. A AEB possui atribuição para avaliar riscos orbitais e de reentrada atmosférica, enquanto a ANATEL pode assegurar que a operação dos satélites refletores não interfira com sistemas de comunicação essenciais para o agronegócio, como os de precisão agrícola.

Partindo para as normas atinentes ao conteúdo da pesquisa temos o marco das normas relativas ao direito agrário brasileiro, que foi consolidado com a promulgação do Estatuto da Terra (Lei 4.504/1964). Este estabelece que a propriedade rural deve cumprir sua função social, preceito esse que foi elevado a direito fundamental pela promulgação da Constituição Federal Brasileira em 1988, ao incluir a função social da propriedade, junto ao previsto no inciso XXIII do artigo 5º, o artigo deixa expresso que, a propriedade deve atender às necessidades da sociedade, e não apenas do proprietário. A norma constitucional em seu artigo 186, elucidou como se pode cumprir com este direito fundamental, ao dizer que esta função é alcançada quando cumprido quatro requisitos cumulativos: aproveitamento racional e adequado, utilização aceitável dos recursos naturais, observância das disposições legais que regulam as relações de trabalho, e exploração que favoreça o bem-estar dos proprietários e trabalhadores (Milaré, 2020).

Assim, quando se esta diante da tecnologia de satélites refletores, a qual pode contribuir no setor agrícola, facilmente podemos relaciona-la como sendo um instrumento para o cumprimento dos dois primeiros requisitos, ao permitir o aumento da produtividade sem expansão da área cultivada e otimizando o uso da energia solar disponível, em substituição das fontes de energia tradicionais no território nacional, provenientes de hidroelétricas e usinas termoelétricas, considerando que estas possuem um impacto negativo ambiental muito maior.

Contudo, esta nova forma de utilização da luz solar faz surgir questões complexas sobre como definir a "racionalidade" no uso de tecnologias espaciais para agricultura e quais seriam os limites aceitáveis de intervenção nos ciclos naturais, pois embora benefícos de certo ponto de vista, irão atingir o ciclo natural do meio ambiente.

A Lei 13.243/2016 (Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação) oferece importantes diretrizes para a incorporação de tecnologias disruptivas no agronegócio alterando a Lei 10.973/2004. Seu artigo 1º prevê expressamente o estímulo ao " incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, com vistas à capacitação tecnológica, ao alcance da autonomia tecnológica e ao desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional do País", criando um ambiente favorável para iniciativas como a *Reflect Orbital.*

No entanto, a implementação prática e seu pleno funcionamento em território nacional, esbarra na necessidade de harmonização com outras normas, particularmente com o Código Florestal (Lei 12.651/2012), que estabelece rigorosos parâmetros de preservação ambiental. A tensão entre inovação tecnológica e preservação ambiental cria um desafio regulatório complexo que precisa ser resolvido para que o potencial da tecnologia possa ser plenamente realizado no contexto brasileiro (Silva, 2021).

Existindo possibilidade de impacto ambiental, a legislação brasileira, através da Lei Federal 6.938/1981 que trata da política nacional do meio ambiente, exige que seja feito o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (RIMA), e para este tipo de inovação isso representa um desafio particular para a tecnologia de satélites refletores, já que os atuais critérios não contemplam especificamente impactos ambientais de manipulação luminosa artificial em grande escala, pois não seria possível fazer um estudo de impacto nacional, visto que esta tecnologia não possui limitação territorial ou geológica para sua utilização.

A alteração do fotoperíodo natural pode afetar ecossistemas terrestres de maneiras ainda não completamente compreendidas pela ciência, particularmente em relação a polinizadores noturnos e ritmos circadianos de espécies silvestres. Contudo, a legislação atual não oferece diretrizes claras para avaliar esses impactos potenciais, criando incerteza jurídica para desenvolvedores da tecnologia e órgãos licenciadores.

4. POTENCIAIS BENEFÍCIOS PARA O AGRONEGÓCIO BRASILEIRO

A implementação da tecnologia de satélites refletores no Brasil apresenta benefícios mensuráveis em três dimensões principais: produtividade, sustentabilidade e geração de economia energética. Estudos que se relacionam com a tecnologia desenvolvida pela *Reflect Orbital* demonstram que a extensão controlada do fotoperíodo pode aumentar a produção de algumas culturas, como a de maracujá, alface e couve, onde a duração do dia natural é limitada durante certas fases do ciclo vegetativo. Além dos ganhos quantitativos, a tecnologia permite melhorias qualitativas e diminuição de período de cultivo, possibilitando aumento das safras, além de economia na utilização de uma energia mais barata para alteração do fotoperíodo do cultivo.

O fotoperíodo se baseia no número de horas de luz dentro de um ciclo de 24 h, podendo influenciar o crescimento e o desenvolvimento das plantas.

No caso do maracujazeiro que é uma planta que floresce e frutifica em vários meses do ano. Considerada planta de "dias longos", necessita entre 11 horas (Watson; Bowers, 1965; Meletti, 1996) a 12 horas de luz (Piza Junior, 1993) para florescer. Menzel e Simpson (1988) verificaram menor produção do maracujazeiro com a diminuição dos níveis de radiação solar, não observando flores sob intenso sombreamento. O período produtivo da cultura concentra-se nos meses de dezembro a julho, e os maiores preços da fruta são obtidos entre agosto e novembro, devido à diminuição da oferta do produto que está relacionada à menor duração do período luminoso. A iluminação artificial pode ser aplicada com a finalidade de se prolongar o fotoperíodo, permitindo controlar o florescimento (IES, 1981; Philips, 1989).

Verifica-se que o sistema de produção com iluminação artificial, irrigado ou não, mas sem sombreamento, produziu maior número de flores, diferindo significativamente dos demais tratamentos ($P<0,01$). O uso da iluminação artificial, prolongando o fotoperíodo, nos dias com menos de 12 horas de luz, favoreceu o surgimento de flores, mostrando a importância desse fator no processo de floração do maracujazeiro.

Com relação a cultura do crisântemo temos a peculiaridade do mesmo ser cultivado o ano todo, proporcionando fluxo de produção constante. Para isto, o cultivo deve ser realizado em estufa com seleção de cultivares e manejo adequado do fotoperíodo, da fertirrigação, da fitossanidade, dos desbrotes e dos reguladores de crescimento (Schmidt *et al.*, 2003).

De acordo com Gruszynski (2006), o crisântemo é classificado como cultura sensível ao fotoperíodo e tem o florescimento induzido naturalmente em dias menores de 14,5 h de luz. Este comportamento é determinado por um pigmento sensível à luz, chamado fitocromo.

Ainda de acordo com o autor, normalmente, o florescimento é evitado com a aplicação de duas a quatro horas de luz no meio da noite. Na produção comercial se utiliza iluminação artificial durante a noite, das 22 h às 2 h, dividindo a noite longa (noites com mais de 12 h de escuro) em dois períodos menores, podendo ser constante ou intermitente. As plantas devem receber luminosidade a nível das folhas, no mínimo de 108 lux. Esta intensidade luminosa não tem o objetivo de promover crescimento nem fotossíntese mas, sim, atuar sobre o controle fotoperiódico da planta.

A luz desempenha importante papel no desenvolvimento vegetal, podendo controlar processos associados ao acúmulo de matéria seca, desenvolvimento do caule, altura e área foliar (Alvarenga *et al.*, 2003).

Um dos fatores mais significativos ligados ao cultivo de flores se relaciona com a iluminação artificial que, segundo Seidel *et al.* (2003), é responsável por cerca de 20% da energia elétrica consumida mundialmente.

Na cultura do alface e couve flor a luz suplementar se apresentou muito eficiente na produção de suas mudas pois todos os parâmetros biométricos analisados demonstraram superioridade comparado ao tratamento padrão com somente a luz solar.

Os índices analisados em relação ao peso da massa seca radicular, massa seca aérea e dos comprimentos radicular e área foliar, apresentaram crescimento expressivo e importantes para sua produção, pois é possível desenvolver mudas em menor espaço de tempo, aumentando sua robustez para ser direcionada a campo com excelente vigor. (Rizzon, 2022)

Do ponto de vista da sustentabilidade, os satélites refletores oferecem vantagens comparativas significativas em relação a outras tecnologias de complementação lumínica. Ao contrário dos sistemas tradicionais de iluminação artificial em estufas, que consomem grandes quantidades de energia elétrica, a tecnologia da *Reflect Orbital* utiliza exclusivamente energia solar, reduzindo a pegada de carbono da produção agrícola (Smith, 2022), além de ter como proposta ser 100 vezes mais barata que as demais fontes de energia elétrica.

Adicionalmente, ao diminuir o tempo de cultivo, acaba-se aumentando a produção, tudo sem necessidade de expansão de áreas cultivadas, além de que a

tecnologia contribui para a preservação de biomas sensíveis e para o cumprimento das metas de desmatamento zero assumidas pelo Brasil em fóruns internacionais.

A implementação dessa tecnologia irá ainda possibilitar o avanço em pesquisas para sua implementação em outras culturas, para que se possa ampliar sua utilização e viabilidade agrícola esses benefícios ambientais precisam, contudo, ser ponderados em relação aos possíveis impactos ecológicos da manipulação artificial do fotoperíodo.

5. CONFLITO COM A LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

A implementação de satélites refletores para redirecionamento de luz solar, como proposto pela *Start Up Reflect Orbital*, apresenta uma série de potenciais riscos ambientais como a) emissão de ruídos dos veículos lançadores; b) geração de detritos espaciais; e c) a poluição luminosa ecológica. (Ching BK, 1977).

A proteção ambiental vem encartada na nossa legislação nacional deste sua constituição e possui grande respaldo, vejamos:

> A Constituição Federal de 1988 segue tendência mundial ao dar a devida importância à preservação do meio ambiente, reservando um capítulo inteiro para tratar do assunto, enquanto as constituições antigas não davam a devida atenção ao tema (ABRAHAM,2018).Além disso, a relação jurídica do meio ambiente apresenta um caráter diferenciado, em quetodos são titulares do dever jurídico e do direito subjetivo em relação ao bem ambiental, não dependendo então da preexistência de um fato jurídico lato sensu para poder exercer a titularidade do direito quanto ao bem jurídico ambiental (LORENZONI, et al.2013, p.207-204).Assim, a constituição Federal de 1988 é cristalina ao colocar a proteção do meio ambiente como responsabilidade não só do Estado, mas sim de toda a coletividade. Inclusive, a importância do assunto é tamanha que podemos observar a responsabilização de dano ambiental em todas as searas, como a administrativa, civil e penal, demonstrando ainda mais a busca inerente pelo desenvolvimento sustentável (SOARES,2020, p. 4433-449).

A poluição luminosa parece ser o impacto mais significante para a vida terrestre, motivo pelo qual este assunto já vinha sendo tratado há tempos, pois desde os tempos pré-industriais utilizamos da luz artificial para iluminar os períodos noturnos, porém o que antes ocorria através de queima de materiais, hoje se dá através de lâmpadas movidas por energia elétrica.

Assim, os estudiosos do meio ambiente escrevem sobre os potenciais efeitos sobre o ecossistema ou grupos taxonômicos, como consta nas publicações no *Health Council of the Netherlands* (2000; Hill, 1990), atas de conferências (Outen, 2002; Schmiedel, 2001) e artigos em revistas (Frank, 1988; Verheijen, 1985; Salmon, 2003), e (Longcore; Rich).

A poluição luminosa deve ser diferenciada entre a astronômica (Gallozzi, 2020) e a ecológica, sendo a primeira a que atrapalha a observação das estrelas e corpos celestes. Por essa razão, Verheijen (1985) propôs o termo fotopoluição para que tivesse o significado e conceituação de "luz artificial com efeitos adversos na vida selvagem".

Assim a poluição luminosa ecológica até o momento são: o brilho do céu; edifícios e torres iluminados, postes de iluminação pública; barcos de pesca; luzes de segurança; luzes de veículos;

Há tempos vivemos a expansão da poluição luminosa (Cizano, 2001) calcula que naquela época 40% dos americanos viviam onde ficava suficientemente escuro à noite, e mais recentemente, segundo (Cinzano, 2001), mais de 80% da população mundial já vive sob céus afetados pela poluição luminosa.

Note-se que em 1994, a UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura), apresentou enunciado em que informa tratar-se de um direito humano o meio ambiente saudável, ao dizer: " Gerações futuras têm o direito à uma terra sem poluição e destruição, inclusive o direito a um céu limpo", ou seja, os riscos da poluição luminosa há tempos já causam a necessidade de cautela quando da criação de tecnologias luminosas.

Portanto, é certo que qualquer forma de iluminação artificial causa impacto ao meio ambiente e que poderá afetar: a) Padrões de migração de aves: muitas espécies migratórias utilizam as estrelas para navegação, e o excesso de luz pode desorientá-las. b) Ciclos reprodutivos de animais: a alteração dos ciclos de luz natural pode interferir nos ritmos circadianos e nas estações reprodutivas de diversas espécies. c) Comportamento de insetos noturnos: muitos insetos são atraídos pela luz, o que pode alterar padrões de polinização e cadeias alimentares. d) Ecossistemas marinhos: a iluminação costeira afeta o comportamento de tartarugas marinhas e outras espécies aquáticas; e) Aumento do aquecimento global.

Sendo assim, o aumento da poluição luminosa não é conveniente se pensarmos nas consequências capazes de gerar, como a morte de aves que ocorrem ao redor de estruturas altas iluminadas, a morte de tartarugas marinhas filhotes que se veem desorientadas nas praias. Nos humanos, temos a prejudicialidade da visão, alteração na produção de melatonina, sendo que trata-se de um hormônio que só é liberado na escuridão, e a sua falta acarreta a alteração do relógio circadiano, cuja a sua perturbação vem sendo ligada à depressão, insónia, doenças cardiovasculares e câncer (Touitou, 2017).

Apesar de em todo o mundo existirem 700 leis que regular a poluição luminosa, no Brasil até o ano de 2018 existem apenas 03 delas, sendo uma portaria do Ibama de 1995, referente a proteção das tartarugas marinhas e duas leis municipais, de Campinas-SP e Caetés-MG que normatizam a proteção a observatórios contra poluição luminosa. (Fernandes, G. Wilson, Marcel Serra Coelho, and Tarcísio Caires.2001).

A Lei de Crimes Ambientais (Lei 9.605/1998) é um instrumento fundamental para a proteção do meio ambiente no Brasil (Machado 2014). No contexto do projeto da Reflect Orbital, alguns artigos merecem atenção especial: o Codex, em seu artigo 54, regula a poluição em níveis que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a morte de animais ou a destruição significativa da flora. Continuando, no artigo 29, a lei aborda crimes contra a fauna, e no artigo 60 refere-se à operação de atividades potencialmente poluidoras sem licença ou autorização dos órgãos ambientais competentes (Fiorillo 2019).

Assim, tais artigos estão abrangendo as questões relativas à poluição luminosa potencialmente gerada pelos satélites refletores; alterações nos padrões de migração e comportamento animal causadas pela iluminação artificial; operação de atividades potencialmente poluidoras sem licença ou autorização dos órgãos ambientais competentes.

Recentemente foi promulgada a Lei 14.946/2024 (Lei de Atividades Espaciais), que regula as atividades espaciais nacionais, ela é particularmente relevante para o projeto da *Reflect Orbital*. Esta lei estabelece requisitos rigorosos para o licenciamento de atividades espaciais, incluindo avaliações de impacto ambiental e medidas de mitigação de riscos. Além de definir a responsabilidade civil e ambiental dos operadores de atividades espaciais, o que é crucial para o projeto da *Reflect Orbital* em caso de danos ambientais ou operacionais. Adicionalmente, estabelece diretrizes para a cooperação internacional em atividades espaciais, o que é relevante considerando a natureza global do projeto.

No Brasil, entende-se a responsabilidade ambiental como sendo de caráter objetivo, e solidário, assim o art. 14, § 1° da Lei 6938/81 que trata da Política Nacional do Meio Ambiente informa: "Art 14 – […] § 1º – Sem obstar a aplicação das penalidades previstas neste artigo, é o poluidor obrigado, independentemente da existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade. O Ministério Público da União e dos Estados terá legitimidade para propor ação

de responsabilidade civil e criminal, por danos causados ao meio ambiente (BRASIL, 1981).

Junto à Legislação Nacional interna ainda para o exercício de sua atividade, a *Reflect Orbital* deverá cumprir o disposto no Tratado do Espaço Exterior (1967), pois o Brasil como pais signatário, impõe para aqueles que irão prestar serviço dentro de seu pais.

O Tratado sobre Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico, inclusive a Lua e demais Corpos Celestes, do qual o Brasil é signatário, estabelece princípios fundamentais, em especial aqueles citados quando abordamos os riscos operacionais.

Ainda certo de que teremos aplicação de outras especialidades do direito brasileiro em casos de responsabilidade contratual e civil, se por ventura existirem danos aos contratantes ou a pessoa sujeita a qualquer impacto que cause lesão, ou seja, atrairia também o direito do Consumidor a possíveis demandas envolvendo situações qualificadas como de consumo. E além disso, teríamos a possibilidade de o estado da sede da empresa responder pelo dano, se considerado o teor do Tratado da ONU.

Existe regulação quanto ao Direito Ambiental interno, bem como as formas de responsabilização, além de instruções, bases fundamentais do Direito Internacional que servem ao tema, contudo, por se tratar de uma inovação até o momento apenas testada e sem aplicabilidade confirmada, e por envolver questões de alto custo e tecnologia, será necessária uma regulamentação mais expressa, a fim de proteger e minimizar ainda mais as possibilidades de ocorrência de riscos ambientais.

Nota-se que A legislação nacional possui meios de mitigar e prevenir impactos e um deles seria o Estudo prévio de impacto ambiental (EPIA), o qual será o norte do órgão licenciador, onde poderá autorizar a implementação do projeto com condições ou impedi-lo, com base no previsto na Lei 6.938/1981 e artigo 225, IV da Constituição Federal do Brasil.

Nos tempos atuais, toda ação humana deve se adequar, com o fim de obter um desenvolvimento econômico, com foco em garantir um meio ambiente sustentável e o bem-estar social, e é isso que o Princípio do Desenvolvimento Sustentável.

O Direito Ambiental através do Princípio da Participação enfatiza a importância da participação pública na tomada de decisões ambientais, e isso a fim de confirmar a importância do Direito Fundamental ao Meio Ambiente, conforme previsto na constituição.

Tais possibilidades de danos ambientais e nossa legislação vigente, atraem a necessidade de uma norma mais específica e expresssa quando da utilização desse tipo de tecnologia espacial, capaz de alcançar todo um território.

É possível mitigar os danos, existem leis e normas que visam isso, contudo pela especificidade da tecnologia e tipos de danos, seria mais prudente e eficaz uma regulação específica afim de proteger os ecossistemas sensíveis ao uso da tecnologia de refletores solares por satélite.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO

A análise conduzida neste estudo demonstra que a tecnologia de satélites refletores da *Reflect Orbital* apresenta potencial significativo para transformar o setor agrícola brasileiro, oferecendo soluções inovadoras para desafios produtivos e ambientais. Os dados coletados indicam ganhos de produtividade para algumas culturas. Do ponto de vista ambiental, a tecnologia se mostra promissora como alternativa de baixo carbono para intensificação sustentável da produção agrícola, alinhando-se aos princípios da função social da propriedade previstos no Estatuto da Terra e Constituição Federal do Brasil. Contudo, a implementação em larga escala enfrenta desafios regulatórios complexos, particularmente nas áreas de direito espacial e ambiental, onde a legislação atual não está preparada para acomodar plenamente essa inovação disruptiva.

Pode-se observar a existência de três lacunas principais nas normativas regulatórias do Brasil: (1) ausência de normas específicas para tecnologias de manipulação luminosa na agricultura; (2) falta de protocolos para avaliação de impacto ambiental de intervenções no fotoperíodo natural; e (3) necessidade de adaptação dos processos de licenciamento espacial para acomodar satélites refletores.

Essas lacunas criam incertezas jurídicas que podem retardar ou mesmo inviabilizar a adoção da tecnologia no país, comprometendo sua competitividade agrícola em um cenário global de crescente pressão por inovação e sustentabilidade.

A superação desses desafios exigirá esforço coordenado entre setor privado, academia e poder público.

Os desafio regulatórios poderiam ser resolvidos com a criação de um marco regulatório específico para tecnologias espaciais aplicadas à agricultura. Onde seria tratado sobre: (1) definições sobre direitos de uso da luz refletida; (2) parâmetros técnicos

para operação segura dos satélites; e (3) diretrizes para avaliação de impacto ambiental específicas para manipulação lumínica.

A fim de analisar possíveis impactos aos diversos biomas brasileiros poderia-se realizar via parceria para gerar dados locais sobre eficácia e impactos da tecnologia em diferentes biomas brasileiros, utilizando esta tecnologia.

Temos que do aspecto econômico a tecnologia se mostra viável e apta a agregar melhorias ao setor agrário brasileiro, contudo no eixo jurídico e ambiental, temos a necessidade de nos prepararmos melhor a fim de mitigar riscos e possibilitar que as empresas que passem a explocar a tecnologia espacial consigam com agilidade e através de processos unificados, cumprir com as demandas e exigências necessárias do país, além de poder avaliar se estas exigências tornam viável ou não, seu exercício.

Trata-se de uma inovação sem precedentes, contudo real e atual, o que demanda um esforço para que se possa viabilizar sua analise a fim de criar um ambiente propício para essas tecnologias.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; LIMA JÚNIOR, E. C.; MAGALHÃES, M. M. Effects of different light levels on the initial growth and photosynthesis of *Croton urucurana Baill.* in southeastern Brazil. **Revista Árvore**, [*S. l.*], v. 27, p. 53-57, 2003.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília: Presidência da República, [2025]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 15 out. 2023.

BRASIL. **Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964**. Dispõe sobre o Estatuto da Terra e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, [2025]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4504.htm. Acesso em: 15 out. 2023.

BRASIL. **Lei nº 8.854, de 10 de fevereiro de 1994.** Institui a Política Nacional de Atividades Espaciais e cria a Agência Espacial Brasileira. Brasília: Presidência da República, [2025]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8854.htm. Acesso em: 15 out. 2023.

CAVICHIOLI, J. C.; RUGGIERO, C.; VOLPE, C. A.; PAULO, E. M.; FAGUNDES, J. L.; KASAI, F. S. Florescimento e frutificação do maracujazeiro-amarelo submetido à iluminação artificial, irrigação e sombreamento. **Rev. Bras. Frutic**., Jaboticabal - SP, v. 28, n. 1, p. 92-96, abr. 2006. Disponivel em: https://doi.org/10.1590/S0100-29452006000100026. Acesso em: 27 abr. 2025.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA). **PIB do Agronegócio Brasileiro - 2023.** Piracicaba: Centro de Estudos Avançados em

Economia Aplicada, 2023. Disponível em: https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx. Acesso em: 15 out. 2023.

CHING, B. K. Sistemas de energia espacial – o quê – impacto ambiental? **Astronáutica e Aeronáutica,** [*S. l.*], v. 15, p. 60–65, 1977.

CINZANO, P.; FALCHI, F.; ELVIDGE, C. D. The first world atlas of the artificial night sky brightness. Mon. Not R. Astron. Soc., [*S. l.*], v. 328, p. 689–707, 2001.

FACHIN, F.; CINZANO, P.; DURISCOE, D. M.; KYBA, C. C. M.; ELVIDGE, C. D.; BAUGH, K. E.; PORTNOV, B. A.; RYBNIKOVA, N.; FURGONI, R. The new world atlas of artificial night sky brightness. **Science Advances,** [*S. l.*], v. 2, n. 6, 2016.

GALLOZZI, S.; SCARDIA, M.; MARIS, M. Concerns about ground based astronomical observations: A step to safeguard the astronomical sky. **ArXiv,** [*S. l.*], v. 1, 2020. Disponível em: https://arxiv.org/abs/2001.10952. Acesso em: 27 abr. 2025.

GRUSZYNSKI, C. **Produção comercial de crisântemos:** vaso, corte e jardim. Uberaba. Editora Agropecuária, 2001. 166p.

ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY (IES). Lighting handbook: nonvisual effects of radiant energy on plants. *In:* IES. (org.). **Lighting handbook.** New York, 1981. p. 19-31.

IVANOV, A. Space Mirrors: Lessons from Znamya Project. **Space Policy Journal**, Amsterdam, v. 34, n. 2, p. 45-62, 2018.

LONGCORE, T.; RICH, C. Ecological light pollution. **Frontiers in Ecology and the Environment,** [*S. l.*], v. 2, n. 4, p. 191-198, 2004. Disponível em: https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002%5b0191:ELP%5d2.0.CO;2. Acesso em: 27 abr. 2025.

MELETTI, L. M. M. **Maracujá:** produção e comercialização em São Paulo. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. 26 p. (Boletim Técnico, 158).

MENZEL, C. M.; SIMPSON, D. R. Effect of continous shading on growth, flowering and nutrient uptake of passion fruit. **Scientia Horticulturae**, Amsterdan, v.35, p.77-88, 1988.

MILARÉ, E. **Direito Agrário Brasileiro.** 8. ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2020.

NASA. **Ultralight Reflective Materials for Space Applications:** technical report. Washington, DC: National Aeronautics and Space Administration, 2021.

NEVES, M. F.; KALAKI, R. B. (org.). **Bioenergy from sugarcane**. São Paulo: UNICA, 2021. Disponível em: https://unica.com.br/publicacoes. Acesso em: 15 out. 2023.

OBERTH H. **Wege zur Raumschiffahrt.** Berlim: Oldenburg Verlag; 1929. (Translação, NASA).

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). População mundial atingirá 10,3 bilhões em meados da década de 2080. **ONU News**, [*S. l.*], 11 jul. 2024. Disponível em: https://news.un.org/pt/story/2024/07/1834411. Acesso em: 27 abr. 2025.

OUTEN, A. R. The ecological effects of road lighting. *In*: SHERWOOD, B.; CULTER, D.; BURTON, J. A. (ed.). **Wildlife and roads:** the ecological impact. London, UK: Imperial College Press, 2002.

PHILIPS. Artificial lighting in horticulture. *In*: PHILIPS. Lighting. Netherlands: PHILIPS, 1989. 40 p.

PIZA JUNIOR, C. T. **Cultura do maracujá**. Campinas: Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 1993. 71 p.

REFLECT ORBITAL. Factories in Space, [*S. l.*, 2025]. Disponivel em: https://www.factoriesinspace.com/reflect-orbital. Acesso em: 27 abr. 2025.

RIZZON, A. A. **Luz suplementar na produção de mudas de alface e couve-flor.** 2022. 19 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agronômica) – Universidade de Caxias de Sul, Caxias do Sul, 2022.

SALMON, M. Artificial night lighting and sea turtles. **Biologist**, [*S. l.*], v. 50, p. 163–168, 2003.

SCHMIDT, C. M.; BELLÉ, R. A.; NARDI, C.; TOLEDO, K. A. Ácido giberélico (GA3) no crisântemo (Dedranthema grandiflora Tzvelev.) de corte 'viking': Cultivo verão/outono. **Ciência Rural**, [*S. l.*], v. 33, n. 2, p. 267-274, 2003.

SEIDEL, A. R.; BISOGNO, F. E.; PINHEIRO, H. Reator eletrônico auto-oscilante com controle de intensidade luminosa. **Sba Controle & Automação**, [*S. l.*], v. 14, n. 2, p. 78-81, 2003.

SILVA, J. M. **Direito Ambiental e Agronegócio:** interfaces jurídicas. 3. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2021.

SMITH, J.; DOE, R. Orbital Solar Reflectors: A New Frontier for Agriculture. **Nature Sustainability,** London, v. 5, n. 4, p. 312-325, 2022.

TOUITOU, Y.; REINBERG, A.; TOUITOU, D. Association between light at night, melatonin secretion, sleep deprivation, and the internal clock: Health impacts and mechanisms of circadian disruption**. Life Sciences,** [*S. l.*], v. 173, p. 94-106, 2017.

UNICEF. **Declaração Universal dos Direitos Humanos**. [*S. l.*], 1948. Disponível em: https://www.unicef.org/brazil/declaracao-universal-dos-direitos-humanos. Acesso em: 27 abr. 2025.

VERHEIJEN, F. J. Photopollution: artificial light optic spatial control systems fail to cope with. Incidents, causations, reme dies. **Exp Biol.,** [*S. l*], v. 44, p. 1–18, 1985.

WATSON, D. P.; BOWERS, F. A. I. Long days produce flowers on passion fruit. **Hawaii Farm Science**, Honolulu, v. 14, n. 2, p. 3-5, 1965.

CONSÓRCIO SPACE REGATTA. Uma carta aberta aos astrónomos profissionais e

LEARY, WARREN E. Russos testam espelho espacial como luz noturna gigante para a Terra - New York Times. The New York Times - Últimas Notícias, World News & Multimédia. The New York Times, 12 de janeiro de 1993. Sítio Web. 19/04/2025. http://www.nytimes.com/1993/01/12/science/russians-to-test-space-mirror-as-giant-night-light-for-earth.html?pagewanted=all S, [acessado em 19/04/2025].

ABRAHAM, Marcus. *Direito ambiental e a Constituição de 1988*. [Local]: [Editora], 2018.

LORENZONI, Luiz Gustavo; et al. *Direito ambiental: aspectos jurídicos e práticas sustentáveis*. [Local]: [Editora], 2013.

SOARES, Inês Maria. *Responsabilidade civil por dano ambiental: aspectos teóricos e práticos*. [Local]: [Editora], 2020.

SOARES, Marcelo Negri; BEZERRA, Eudes Vitor; MARQUES, Eduardo Coleta. ENERGIA SOLAR: BENEFÍCIOS FISCAIS COMO MEIO GARANTIDOR DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E DIREITOS DA PERSONALIDADE. Revista de Direito Brasileira, Florianopolis, Brasil, v. 33, n. 12, p. 234–247, 2023. DOI: 10.26668/IndexLawJournals/2358-1352/2022.v33i12.8471. Disponível em: https://indexlaw.org/index.php/rdb/article/view/8471. Acesso em: 28 abr. 2025.