ISSN:2594-6153

Impactos Geopolíticos da Geoengenharia na Governança Climática Global

Flávia Martins da Silva[1]; Miguel Petrere Jr[2]; Serguei Aily Franco de Camargo[3]

[1] Ciência e Tecnologia Ambiental da UNISANTA, Santos/SP, Brasil.
[2] PPG ECOMAR e PPG CiTA - Ciência e Tecnologia da UNISANTA, Santos/SP, Brasil.
[3] Programa de Mestrado em Direitos Humanos e Cidadania da Universidade Estadual de Roraima – UERR, Boa Vista, Roraima, Brasil.
E-mail: advflaviamartins@hotmail.com

Resumo: Este artigo tem como objetivo analisar os impactos geopolíticos da geoengenharia na governança climática global, a partir da teoria da guerra justa e da securitização. O estudo se justifica pela necessidade de compreender as implicações políticas, éticas e jurídicas na adoção dessas tecnologias. A metodologia adotada é qualitativa, pautada em revisão bibliográfica. Os resultados apontam um cenário de incertezas regulatórias, riscos transfronteiriços na utilização da geoengenharia o que pode gerar "*moral hazard*", litígios climáticos, assimetrias de poder geopolítico e lacunas na governança climática. Conclui-se pela necessidade da regulação da geoengenharia através de tratados internacionais e de uma governança climática policêntrica.
Palavras-chave: Geoengenharia; Governança climática global; *moral hazard;* colonialismo climático; tratados internacionais.

Geopolitical Impacts of Geoengineering on Global Climate Governance

Abstract: This article aims to analyze the geopolitical impacts of geoengineering on global climate governance, based on the theory of just war and securitization. The study is justified by the need to understand the political, ethical, and legal implications of adopting these technologies. The methodology adopted is qualitative, based on a literature review. The results point to a scenario of regulatory uncertainties, transboundary risks in the use of geoengineering, which may generate moral hazard, climate litigation, geopolitical power asymmetries, and gaps in climate governance. It is concluded that there is a need to regulate geoengineering through international treaties and a polycentric climate governance.
Keywords: Geoengineering; Global climate governance; moral hazard; climate colonialism; International treaties.

Introdução

O futuro da humanidade encontra-se ameaçado pelas mudanças climáticas, incertezas e dúvidas acerca de soluções para o aquecimento global, dividindo os cientistas e pesquisadores de todos os países. Nesse contexto, surge a engenharia climática, também conhecida como geoengenharia, definida como manipulação intencional do sistema climático em larga escala.

Tendo em vista os riscos ambientais, éticos e jurídicos da utilização da geoengenharia, não existe ainda um regulamento internacional vinculante para proibir, permitir ou definir normas para seu uso. Se não existe certeza científica sobre os possíveis impactos ambientais da geoengenharia, conforme o princípio da precaução, a resposta seria pela não utilização dessa tecnologia. Conforme Tonetto [1] "*o princípio da precaução sugere que tomemos medidas para*

proteger a saúde humana e ambiental quando nossas ações as colocam em risco, mesmo que a natureza e magnitude precisas dos riscos sejam desconhecidas".

Segundo Tedsen & Homann *apud* Tonetto [1], o princípio da precaução pode ser usado tanto em argumentos a favor quanto contra a geoengenharia, mas sua aplicação concreta permanece ambígua. Na ciência política, o enquadramento de uma questão como existencial ou como crise influencia diretamente a forma como ela é tratada. Segundo Rochefort & Cobb *apud* Warner & Boas [2], a definição dos problemas políticos envolve não apenas sua identificação, mas também sua tipificação. Quando são rotulados como crises ou emergências, recebem atenção especial e reforçam a urgência de respostas imediatas [2]. Fenômenos semelhantes foram observados por Boin et al. e Lowry *apud* Warner & Boas [2], que destacam a criação de "janelas políticas" e quadros de crise que podem ser explorados para promover agendas específicas.

Este estudo se justifica pela urgente necessidade de se discutir o uso pacífico e regulamentado da geoengenharia, eliminando a possibilidade de litígios por uma *"moral hazard*" ou risco moral, e colonialismo climático pelos países desenvolvidos. O objetivo central é de analisar os desafios da geoengenharia dentro da governança climática global.

Objetivos

Este ensaio tem como objetivo discutir os possíveis impactos e riscos geopolíticos da geoengenharia no contexto da governança climática global.

Material e métodos

A metodologia adotada neste artigo é de natureza qualitativa, fundamentada em uma revisão seletiva de literatura, incluindo artigos científicos, relatórios de organizações internacionais, tratados internacionais e marcos legais relevantes.

Resultados

Conforme a teoria da guerra justa, caso um país utilize a geoengenharia sem o consenso internacional ou que cause danos e efeitos colaterais assimétricos, esta atitude isolada poderá ser considerada uma violação da "justiça climática". Fazendo um paralelo com guerras consideradas "injustas", poderemos considerar tal decisão unilateral fazendo surgir uma "guerra climática". Neste ínterim, a justiça climática seria ameaçada, fazendo surgir o colonialismo climático pelos países ricos e desenvolvidos, causando conflitos e litígios climáticos, pois os

riscos transfronteiriços do uso da geoengenharia podem impactar países mais vulneráveis e causar danos ambientais; esse é o *moral hazard* dessas tecnologias.

Discussão

A geoengenharia definida como manipulação intencional em larga escala do sistema climático é dividida em duas classes, conforme o Relatório da Conferência de Asilomar [3]:1) técnicas de remoção de dióxido de carbono (CDR); 2) técnicas de gestão ou radiação solar (SRM). Através dessas tecnologias seria possível a remediação dos efeitos climáticos, como na remoção e captação do carbono da atmosfera ou intervenção do sistema climático, como nos casos de gestão da radiação solar.

O risco da militarização das tecnologias de intervenção climática e de conflitos geopolíticos climáticos são uma preocupação entre os pesquisadores e países. Na Guerra do Vietnã, entre 1967 e 1972 os Estados Unidos promoveram uma ação militar secreta intitulada de "Operação *Popeye"*[4], na qual através de técnicas de modificação climática artificial foi semeado iodeto de prata nas nuvens "*cloud seeding*" (semeadura de nuvens) visando prolongar as chuvas nas regiões de conflito. A técnica permitiu que estradas se tornassem localmente intransitáveis o que dificultou a locomoção das tropas inimigas. Essa intervenção é considerada uma das primeiras utilizações de geoengenharia, porém para uso militar e arma geopolítica.

Em 1977, foi estabelecida Convenção sobre a Proibição do Uso Militar ou de qualquer outro Uso Hostil de Técnicas de Modificação Ambiental (ENMOD) [5], que proíbe técnicas de modificação ambiental para fins militares ou hostis. A Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) [6], adotou em 2010 durante a 10ª Conferência das Partes (COP10) em Nagoya, Japão uma restrição à geoengenharia por uma moratória, para que fossem suspensos os experimentos de geoengenharia que possam causar impactos na biodiversidade, exceto se forem desenvolvidos em pequena escala com fins científicos.

A Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) [7], lançou um relatório sobre a ética da engenharia climática, avaliando os riscos dessas tecnologias na manipulação e modificação do clima, e alertou sobre os impactos devido à falta de conhecimento e trouxe recomendações para que os Estados adotem padrões ético conforme o Direito Internacional, considerando impactos transfronteiriços e os princípios da precaução.

A União Geofísica Americana (AGU) lançou em 2024 [8], seus Princípios do Marco Ético para Pesquisa de Intervenção Climática, a fim de recomendar uma pesquisa responsável e inclusiva de geoengenharia. Os princípios incluem: 1) Pesquisa responsável; 2) Justiça Climática; 3) Participação Pública Inclusiva; 4) Transparência; 5) Governança informada.

O Comitê Consultivo de Direitos Humanos pelo Conselho de Direitos Humanos na resolução 48/14, instituiu um relatório "Impacto das novas tecnologias destinadas à proteção do clima no gozo dos direitos humanos (documento ONU A/HRC/54/47) [9], alertando sobre os riscos, incluindo o risco moral da engenharia climática. O *moral hazard*, é aplicado nos casos de risco ou comportamento irresponsável na qual alguém está protegido das consequências de seus atos. No contexto geopolítico, o *moral hazard* ocorre quando países ou governos tomam decisões arriscadas e negligentes sabendo que não arcarão com os impactos e resultados dessas ações, em resumo, eles não pagarão a conta.

Por outro lado, em um momento de emergência climática e risco global, seria justificável a utilização da geoengenharia pelos países? A essa pergunta, podemos aplicar a Teoria da Securitização, desenvolvida pela Escola de Copenhague nos estudos de Barry Buzan, Ole Waever e Jaap de Wilde no livro "Security: A New Framework for Analysis" [10], que entende que alguns temas são considerados ameaças existenciais exigindo respostas excepcionais dos Estados envolvidos e que o conceito de segurança deve ser ampliado.

Conforme Floyd [11], diante do fracasso global em conter o aumento das temperaturas médias, aumenta a possibilidade de que tecnologias de gerenciamento de radiação solar (GRS) sejam aplicadas de forma unilateral ou por pequenas coalizões. Embora grande parte dos estudos em ciências sociais sobre geoengenharia solar concentre-se na governança internacional ou na proibição dessa prática, alguns pesquisadores têm buscado integrar aportes teóricos da tradição da guerra justa e da securitização para avaliar a legitimidade moral e política do uso unilateral ou restrito da GRS.

Aplicando essa teoria à geoengenharia, o clima seria uma ameaça securitizada e a crise climática uma ameaça à sobrevivência humana, justificando sua utilização em caráter emergencial. A securitização permitiria ações que estejam fora do debate democrático, como nos casos de intervenções unilaterais, testes de tecnologia em regulamento internacional e militarização. Ao considerar o clima como uma ameaça, os líderes globais justificariam sua utilização como um instrumento de controle e poder, o que acabaria por legitimar as desigualdades e ações não consensuais.

Em consequência da teoria da securitização, passamos a analisar a teoria da guerra justa, a qual determina quando é moralmente aceitável iniciar ou conduzir um conflito armado. Adaptando para a geoengenharia, surgiriam os questionamentos *jus ad bellum* (justiça na decisão de intervir): 1) seria justo iniciar um projeto de geoengenharia? 2) a intervenção climática seria o último recurso? 3) existe uma autoridade global legítima que autorize essa ação? 4) a intenção é pacificadora (combate as mudanças climáticas) ou é uma estratégia

geopolítica? ou no caso o *jus in bello* (justiça na condução da intervenção): 1) a ação climática vai respeitar os princípios da proporcionalidade e não-maleficência? 2) os impactos e riscos serão minimizados e distribuídos de forma equitativa? 3) será realizada com transparência, participação internacional, comunitária e consentimento mútuo?

Conclusão

Há riscos da geoengenharia ser utilizada como ferramenta de segurança geopolítica e nacional, transformando-se de um mecanismo de combate às mudanças climáticas em uma estratégia de defesa, o que gera alertas sobre governança, assimetrias de poder e transparência. Os litígios climáticos e discussões sobre as responsabilidades e uso ético da geoengenharia, reforçam a necessidade de uma governança climática policêntrica que inclui a criação de tratados internacionais com a participação de diversos atores.

Referências

1. Tonetto MC. Geoengenharia, crise climática e ética ambiental. Guairacá Revista de Filosofia. Guarapuava-PR; 2019;35(2):71-85.
2. Warner J, Boas I. Securitização das mudanças climáticas: o risco do exagero. Ambiente & Sociedade. São Paulo; 2017;XX(3):207-228.
3. Asilomar Scientific Organizing Committee. The Asilomar Conference recommendations on principles for research into climate engineering techniques. Washington (DC): Climate Response Fund; 2010 Nov. 17 p. Available from: http://www.climateresponsefund.org/images/Conference/finalfinalreport.pdf
4. Tempo. Operação Popeye: quando o clima era usado como arma de guerra [Internet]. Tempo.com; [citado 2025 Aug 14]. Disponível em: https://www.tempo.com/noticias/actualidade/operacao-popeye-quando-o-clima-era-usado-como-arma-de-guerra-previsao-do-tempo.html
5. Secretariat of the United Nations Office for Disarmament Affairs. Convention on the Prohibition of Military or Any Other Hostile Use of Environmental Modification Techniques ENMOD) [Internet]. UNODA; [cited 2025 Aug 13]. Available from:
6. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Tenth meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity [Internet]. Nagoya: CBD; 2010 [cited 2025 Aug 13]. Available from: https://www.cbd.int/meetings/COP-10
7. Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (UNESCO). *Unesco alerta sobre os riscos éticos da engenharia climática* [Internet]. ONU News; 2023 Dez [citado 2025 Aug 13
8. American Geophysical Union. Ethical Framework Principles for Climate Intervention Research [Internet]. Washington, D.C.: AGU; 2024 [cited 2025 Aug 13]. Available from: https://www.agu.org/ethicalframeworkprinciples
9. Center for International Environmental Law. Media Brief: Geoengineering & Human Rights [Internet]. Washington, D.C.: CIEL; 2023 [citado 2025 ago 13]. Disponível em: https://www.ciel.org/news/media-brief-geoengineering-human-rights/#Human-Rights-Advisory-Committee
10. Buzan B, Wæver O, de Wilde J. *Security: A New Framework for Analysis*. Boulder: Lynne Rienner Publishers; 1998.
11. Floyd R. Solar geoengineering: the view from just war/securitization theories. J Glob Secur Stud. 2023;8(2):1–15. doi:10.1093/jogss/ogad012