ISSN:2594-6153

Os riscos da securitização da geoengenharia solar

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

[1]PPG Doutorado em Ciência e Tecnologia Ambiental da UNISANTA, Santos/SP, Brasil.
[2] PPG ECOMAR e PPG CiTA - Ciência e Tecnologia da UNISANTA, Santos/SP, Brasil.
[3] Mestrado em Direitos Humanos e Cidadania da Universidade Estadual de Roraima – UERR, Boa Vista, Roraima, Brasil.

E-mail: advflaviamartins@hotmail.com

Resumo: Este estudo analisa os riscos da securitização da geoengenharia solar, tendo como base a teoria da securitização da Escola de Copenhague e da Teoria da Justa Securitização (JST). Mediante revisão analítica da literatura, sistematiza-se uma tipologia de seis riscos: militarização, exceção decisória, escalada, risco moral, exceção permanente e riscos de conflitos. Sustenta-se que o efeito de terminação torna o SRM uma medida excepcional fisicamente impossível de ser desfeita sem riscos, inviabilizando a justa terminação exigida pela própria JST. Conclui-se pela primazia da governança policêntrica e da regulação da geoengenharia.
Palavras-chave: Geoengenharia solar; Securitização; Efeito de terminação; Estado de exceção; Governança climática.

The risks of solar geoengineering securitizing

Abstract: This study examines the risks associated with the securitization of solar geoengineering, drawing on the securitization theory of the Copenhagen School and Just Securitization Theory (JST). Through an analytical review of the literature, it develops a typology of six risks: militarization, decisionist exceptionalism, escalation, moral hazard, permanent exception, and conflict risks. It argues that the termination effect renders Solar Radiation Management (SRM) an exceptional measure that cannot be reversed without significant risks, thereby making the just termination required by JST itself unattainable. The study concludes by affirming the primacy of polycentric governance and the regulation of the geoengineering.
Keywords: Solar geoengineering; Securitization; Termination effect; State of exception; Climate governance.

Introdução

O cientista Paul Crutzen, prêmio Nobel de Química, iniciou os debates sobre o dilema da injeção de aerossóis estratosféricos (SAI), uma estratégia de gerenciamento da radiação solar (SEM – Solar Radiation Management), defendendo a necessidade de mais estudos, mas ressaltando em sua conclusão que o ideal seria que os experimentos em grande escala não precisem ocorrer, em razão da redução da emissão de gases de efeito estufa [1]. Porém, para

Rita Floyd [2], “o mundo continua a falhar na redução”, e a pergunta sobre quem poderá implantá-las e sob que legitimidade, reconhecendo-se que a implantação unilateral ou por pequenas coalizões é o cenário mais provável [2]. Acompanha esse deslocamento a mudança de contexto que constitui o objeto deste trabalho: a Geoengenharia poderá ser securitizada — no sentido da Escola de Copenhague, que ocorre quando uma situação é retirada da política ordinária e vista como uma situação de ameaça existencial, como, por exemplo, as mudanças climáticas; assim, é construída discursivamente uma resposta excepcional [3]. A literatura nacional recente já examinou os impactos geopolíticos da geoengenharia na governança climática sob as lentes combinadas da guerra justa, que é uma teoria que avalia a moralidade e condições de instaurar e manter uma guerra, e da securitização, alertando para o risco de a tecnologia converter-se de instrumento climático em estratégia militar de defesa [4]. No plano internacional, os pesquisadores discutem propostas normativas sobre quando a implantação seria permissível: da exigência de autorização do Conselho de Segurança da ONU [5] e da equiparação e justificativa de que a mudança climática seria uma guerra injusta [6] até a Teoria da Justa Securitização (JST), que admite securitização unilateral, por um único país, e sem consentimento quando satisfeitos seus critérios [2,7] e que evoluiu para a tese da securitização moralmente obrigatória quando opções que causem menos danos falham [2, 8].

Este ensaio faz a pergunta anterior à da permissibilidade: o que a securitização faz, que riscos o próprio enquadramento de segurança cria, independentemente dos méritos da tecnologia enquadrada? Não se trata, pois, dos riscos da Geoengenharia (efeitos colaterais), mas dos riscos da sua securitização. A hipótese central é a de que, no caso do SRM, a securitização instaura uma anomalia teórica inédita — uma exceção que não pode terminar: o efeito de terminação torna a medida excepcional, fisicamente impossível de ser desfeita sem causar impactos, colidindo com a premissa de temporariedade comum à Escola de Copenhague, para a qual a dessecuritização é o horizonte normativo [3], e à JST que exige a justa terminação da securitização [7], sendo mais viável a análise do *riskification* conforme Olaf Corry, que foca no gerenciamento de uma situação de risco a longo prazo [9].

Objetivos: Sistematizar, a partir de uma análise crítica da literatura da área, uma tipologia dos riscos da securitização da geoengenharia; demonstrar a incompatibilidade entre o efeito de terminação do SRM e o requisito de justa terminação da JST.

Material e Métodos

Neste ensaio teórico qualitativo, de revisão analítica e seletiva da literatura, foram examinados: (i) a literatura teórica de securitização climática e suas variantes (Escola de Copenhague, *riskification*, JST); (ii) a evidência empírica recente sobre risco moral, que ocorre quando as externalidades e riscos de uma atividade são suportados por quem não os produziu. Foi utilizada como ferramenta de pesquisa a inteligência artificial Claude para seleção e análise bibliográfica.

Resultados

A revisão permitiu sistematizar seis riscos, analiticamente distintos, do enquadramento de segurança (Tabela 1).

Tabela 1. Tipologia dos riscos da securitização da geoengenharia.

Risco	**Mecanismo e fontes**
1. Militarização e uso dual	O enquadramento desloca a tecnologia para o aparato de defesa; o que se constitui no maior perigo da Geoengenharia; a recomendação de investimento militar em pesquisa [2,10,11] convive com a brecha da ENMOD (Convenção sobre Proibição do Uso Militar ou Qualquer Outo Uso Hostil de Técnicas de Modificação Ambiental), que veda apenas o uso hostil de técnicas de modificação ambiental [12], e com o precedente da Operação Popeye (operação do exército americano, que utilizou a semeadura de nuvens para dificultar a locomoção das tropas inimigas, na Guerra do Vietnã..
2. Exceção decisória	A lógica da emergência suprime consentimento e participação: a JST dispensa expressamente o consentimento dos beneficiários [7]; o caso SCoPEx (experimento de geoengenharia solar da Universidade de Harvard cancelado em razão de críticas éticas, governamentais e oposição de comunidades tradicionais que seriam atingidas) demonstrou o custo da exclusão dos afetados [13]; a crítica do colonialismo climático identifica quem decide e quem suporta [14,15].
3. Escalada e contra-geoengenharia	A estrutura *free-driver* que favorece o uso de forma unilateral pelos Estados[16] multiplica pontos de ignição; a capacidade de contra-geoengenharia, como a compensação (*countervailing*) através de um agente de aquecimento e a neutralização com uma interrupção física [17], pode conduzir tanto à dissuasão quanto ao confronto de intervenções opostas (*climate clash*) [18].
4. Risco moral	A retórica de emergência tende a desmobilizar a mitigação como resposta lenta demais [19]; deslocando o risco para o nível estrutural e de elites decisórias.
5. Exceção permanente	O efeito de terminação [20] torna a interrupção abrupta catastrófica; a medida excepcional torna-se fisicamente impossível de desfazer.
6.Conflitos internacionais	Rivalidades entre grandes potências e ciberataques para eliminar instalações rivais de GRS [2]

Discussão

A gramática da securitização pressupõe, silenciosamente, a reversibilidade: a exceção justifica-se porque termina — na Escola de Copenhague, a dessecuritização é o retorno desejável do tema à política ordinária [3]; na JST, a securitização só é integralmente justa se também for justamente encerrada [7]. O SRM quebra essa premissa por razões físicas, não políticas. Três condições produzem o choque de terminação: forte resfriamento, cessação súbita

e manutenção da interrupção [20]; segue-se que, uma vez securitizado e implantado, o SRM não pode ser dessecuritizado sem realizar a ameaça que combatia. A exceção que não termina não é mais exceção — é regime: uma governança planetária permanente, decidida em modo de emergência, herdada por gerações que não consentiram, o equivalente climático de uma espada de Dâmocles intergeracional [21]. A literatura já descreve a normalização de medidas emergenciais como técnica de governo [22] e a dissolução da fronteira entre normalidade e exceção na política climática de risco [9]; o SRM acrescenta a essa permanência um fundamento físico — não é que a exceção tenda a não terminar; é que ela não pode terminar.

Disso decorre a crítica interna à JST. Se a justa terminação é requisito constitutivo da securitização legítima e o SRM é estruturalmente incapaz de satisfazê-lo, então a JST não pode autorizar a securitização do SRM sem contradição — e a limitação declarada da análise à justa iniciação [2] deixa de ser recorte metodológico neutro para se tornar o silêncio exatamente sobre o ponto em que a teoria falha. A evolução para a securitização obrigatória [8] agrava o problema: um dever de iniciar aquilo que não se pode encerrar. Três objeções merecem resposta. Primeira: a terminação seria gerenciável mediante resfriamento moderado, redundância de infraestrutura e retirada gradual [20]. Mas gerenciável não é terminável — a própria janela tampão descrita pelos autores pressupõe a retomada da intervenção, confirmando a permanência do regime; a objeção reformula a exceção como administração perpétua do risco, que é precisamente o diagnóstico aqui sustentado. Segundo, a objeção é aceita — e incorporada à tipologia com a devida honestidade —, mas o mecanismo relevante para a securitização opera no nível das elites decisórias e dos cenários institucionais que incorporam a geoengenharia como reserva estratégica, dimensão que os desenhos experimentais de curto prazo não capturam [16]. Terceira: a aplicação de categorias do estado de exceção ao clima poderia obscurecer diferenças entre regimes democráticos e suspensões autoritárias de direitos [22]. A ressalva é procedente e recomenda parcimônia conceitual; o argumento aqui, contudo, não depende da analogia forte — basta a premissa, interna às próprias teorias de securitização, de que a medida excepcional deve poder ser encerrada.

Silva et al. [4]; apontam a necessidade de regulação por tratados e governança policêntrica para evitar assimetria de poder e colonialismo climático. Este ensaio adiciona o fundamento temporal: porque a securitização do SRM é irreversível, as salvaguardas devem ser prévias e ordinárias — ,dessecuritização institucional (decisão fora do aparato de defesa,

transparência, vedação ao sigilo operacional) e reversibilidade como condição de legitimidade de qualquer pesquisa ou implantação, na linha do acordo internacional de não uso [23].

Considerações Finais

O ensaio sistematizou seis riscos da securitização da geoengenharia e sustentou que o mais grave — a exceção permanente — decorre da colisão entre a física do efeito de terminação e a premissa de temporariedade constitutiva das teorias de securitização, tornando a securitização do SRM injustificável nos termos da própria teoria; a resposta à emergência climática real não está, portanto, no enquadramento de segurança, mas no fortalecimento da política ordinária, com uma governança policêntrica — mitigação, participação, direito e regulação —, pois a exceção climática, uma vez instaurada, não poderá ser desfeita.

Referências

1. Crutzen PJ. Albedo enhancement by stratospheric sulfur injections: a contribution to resolve a policy dilemma? Climatic Change. 2006;77(3-4):211-219.
2. Floyd R. Solar geoengineering: the view from just war/securitization theories. Journal of Global Security Studies. 2023;8(2):ogad012.
3. Buzan B, Waever O, de Wilde J. Security: a new framework for analysis. Boulder: Lynne Rienner; 1998.
4. Silva FM, Petrere Junior M, Camargo SAF. Impactos geopolíticos da geoengenharia na governança climática global. In: Anais do XIV Encontro Nacional de Pós-Graduação da Universidade Santa Cecília; 2025; Santos, Brasil.
5. Chalecki EL, Ferrari LL. A new security framework for geoengineering. Strategic Studies Quarterly. 2018;12(2):82-106.
6. Fruh K, Hedahl M. Climate change is unjust war. The Southern Journal of Philosophy. 2019;57(3):378-401.
7. Floyd R. The morality of security: a theory of just securitization. Cambridge: Cambridge University Press; 2019.
8. Floyd R. The duty to secure: from just to mandatory securitization. Cambridge: Cambridge University Press; 2024.
9. Corry O. Securitisation and 'riskification': second-order security and the politics of climate change. Millennium. 2012;40(2):235-258.
10. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Reflecting sunlight: recommendations for solar geoengineering research and research governance. Washington: The National Academies Press; 2021.
11. Office of Science and Technology Policy (USA). Congressionally mandated report on solar radiation modification. Washington; 2023.
12. United Nations. Convention on the prohibition of military or any other hostile use of environmental modification techniques (ENMOD). Geneva; 1977.
13 - Ahlqvist V, et al. Dimming the midnight sun? Implications of the Sámi Council's intervention against the SCoPEx project. Frontiers in Climate. 2023;5:994193.

14 -.Biermann F, et al. Solar geoengineering: the case for an international non-use agreement. WIREs Climate Change. 2022;13(3):e754.
15 - Stephens JC, Surprise K. The hidden injustices of advancing solar geoengineering research. Global Sustainability. 2020;3:e2.
16 - Weitzman ML. A voting architecture for the governance of free-driver externalities, with application to geoengineering. Scandinavian Journal of Economics. 2015;117(4):1049-1079.
17 - Parker A, Horton JB, Keith DW. Stopping solar geoengineering through technical means: a preliminary assessment of counter-geoengineering. Earth's Future. 2018;6(8):1058-65.
18 - Heyen D, Horton J, Moreno-Cruz J. Strategic implications of counter-geoengineering: clash or cooperation? Journal of Environmental Economics and Management.2019;95:153-177.
19 - McLaren D. Mitigation deterrence and the 'moral hazard' of solar radiation management. Earth's Future. 2016;4(12):596-602.
20 - Parker A, Irvine PJ. The risk of termination shock from solar geoengineering. Earth's Future. 2018;6(3):456-67.
21 - Strzelecki M. Geoengineering and the climatic sword of Damocles. ESIL Reflections. 2024;13(12).
22 - Agamben G. State of exception. Chicago: University of Chicago Press; 2005.
23. Biermann F, et al. Solar geoengineering: the case for an international non-use agreement. WIREs Climate Change. 2022;13(3):e754.