

INDUÇÃO DE CHUVAS: desregulação e conflitos de interesse¹*RAIN INDUCTION: deregulation and conflicts of interest***Magno Federici Gomes²****Eler da Silva Reis³**

RESUMO: Trata-se de um estudo sobre a intervenção do homem nas nuvens para a indução de chuvas. O objetivo deste trabalho é analisar qualitativamente as publicações que versem sobre o exercício da atividade de sementeira de nuvens com a finalidade de demonstrar a expansão na utilização da técnica de sementeira de nuvens e os riscos inerentes a este avanço. Após tecer algumas considerações sobre a sementeira de nuvens, será proposta uma delimitação principiológica da atividade tendo como base princípios de Direito ambiental. Para a pesquisa foi utilizado o método da pesquisa bibliográfica, com técnica dedutiva. Ao final, constata-se a grande expansão mundial na utilização da sementeira de nuvens e o risco de conflitos nacionais e internacionais decorrentes do uso desregulado da técnica.

Palavras-chave: Chuva artificial; Geoengenharia; Indução de chuvas; Modificação artificial do tempo; Sementeira de nuvens.

ABSTRACT: This is a paper about the man's intervention in the clouds for the induction of rainfall. The objective of this work is to qualitatively analyze the publications that deal with the exercise of cloud seeding activity with the purpose of demonstrating the expansion in the use of cloud seeding technique and the inherent risks of this advance. After some considerations on cloud seeding, a delimitation of the activity will be proposed based on principles of environmental law. For the research was used the method of bibliographic research, with deductive technique. At the end, it's proven the great worldwide expansion in the use of cloud seeding and the risk of national and international conflicts resulting from the unregulated use of the technique.

¹ Trabalho financiado pelo Projeto FAPEMIG nº 5236-15, resultante dos Grupos de Pesquisas (CNPQ): Regulação Ambiental da Atividade Econômica Sustentável (REGA), NEGESP, Metamorfose Jurídica e CEDIS (FCT-PT).

² Estágio Pós-doutoral em Direito Público e Educação pela Universidade Nova de Lisboa-Portugal (Bolsa CAPES/BEX 3642/07-0). Estágios Pós-doutorais em Direito Civil e Processual Civil, Doutor em Direito e Mestre em Direito Processual, pela Universidad de Deusto-Espanha (Bolsa da Cátedra UNESCO e do Gobierno Vasco-Espanha). Mestre em Educação pela PUC Minas. Professor do Doutorado e Mestrado Acadêmico em Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável na Escola Superior Dom Helder Câmara. Professor Titular licenciado da Faculdade de Direito Arnaldo Janssen. Advogado Sócio do Escritório Moraes & Federici Advocacia Associada. Líder do Grupo de Pesquisa: Regulação Ambiental da Atividade Econômica Sustentável (REGA)/CNPQ-BRA e integrante dos grupos: Centro de Investigação & Desenvolvimento sobre Direito e Sociedade (CEDIS)/FCT-PT, Núcleo de Estudos sobre Gestão de Políticas Públicas (NEGESP)/CNPQ-BRA e Metamorfose Jurídica/CNPQ-BRA. Belo Horizonte, MG, BR. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4711-5310>. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1638327245727283>. E-mail: magnofederici@gmail.com

³ Mestrando pela UFMG. Pós graduado em Direito processual pela PUC Minas. Graduado em Direito pela PUC Minas. Advogado. Técnico administrativo em educação da UFMG. Supervisor de técnicas radiológicas e Auditor interno no Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5838360098706940>. Endereços eletrônicos: elerpucminas@hotmail.com; eler.reis@hc.ufmg.br

Keywords: Artificial rain; Geoengineering; Rain induction; Artificial weather modification; Cloud seeding.

SUMÁRIO: Introdução. 1 Semeadura de nuvens: origem e aplicações. 2 Semeadura de nuvens no mundo. 3 Semeadura de nuvens e o direito. 3.1 Semeadura de nuvens no Direito internacional. 3.2 Semeadura de nuvens no Direito norte-americano. 3.3 Semeadura de nuvens no Direito brasileiro. 4 Prelúdio de conflitos. 5 Princípios de Direito ambiental. 6 Sugestões de diretrizes para regulamentação interna e externa da semeadura de nuvens de acordo com a sustentabilidade. Considerações finais. Referências.

INTRODUÇÃO

Este artigo consiste numa análise qualitativa das publicações que versam sobre o exercício da atividade de semeadura de nuvens com a finalidade de demonstrar a utilização da técnica em diversos países do mundo, além de alertar sobre o risco de conflitos nacionais e internacionais decorrentes da utilização deste método de acesso a recursos hídricos interferindo diretamente no ciclo natural das nuvens.

Em 1946, um incidente científico proporcionou novos horizontes ao milenar desejo humano de poder alterar o clima, sobretudo no que se refere à capacidade de induzir chuvas. A partir desta descoberta, não demorou para que diversos países dessem início às pesquisas a fim de se obter o domínio sobre tão estratégica tecnologia. Porém, dada a magnitude das experiências, depararam-se com grande dificuldade em provar cientificamente a relação entre a intervenção feita nas nuvens e os fenômenos subsequentes às intervenções. Esta dificuldade para comprovar cientificamente a eficiência da técnica fez com que os investimentos em pesquisa tornassem escassos, o que fez com que diversos projetos fossem encerrados, inclusive avançadas pesquisas brasileiras. Depois que a indução de chuvas foi utilizada com o propósito de alagar uma cidade durante a guerra do Vietnã, a ONU criou um tratado que proibiu seu uso para fins hostis.

Recentemente a técnica voltou a ser amplamente utilizada, agora contando com os avanços dos setores de tecnologia, os quais passaram a contribuir para uma maior precisão no desempenho desta atividade, sobretudo quando aliada à tecnologia de radares, satélites meteorológicos e, recentemente, à nanotecnologia.

Atualmente, em pelo menos 30 países a técnica é utilizada com diversas finalidades, desde a aquisição de água potável até mesmo para controlar o fluxo de neve em estações de esqui. Fato é que, com comprovação científica ou não, o governo chinês prometeu incrementar suas reservas hídricas em alguns bilhões de metros cúbicos em curto prazo de

tempo com o uso da indução artificial de chuvas, acrescente-se a isto as recentes declarações feitas na Conferência de Marraquesh, dando conta de que a sementeira de nuvens é, atualmente, a ferramenta mais eficaz na gestão da água. Contudo, dada a crescente utilização, já se ouve falar em alguns incidentes, o que causa grande temor, haja vista a carência normativa, sobretudo internacional, acerca desta atividade. Neste sentido, este trabalho se propõe a discorrer brevemente sobre a utilização da inseminação artificial de nuvens.

Ao considerar o atual cenário mundial, em que os efeitos das mudanças climáticas têm sido alvos de diversos debates, este trabalho configura-se numa ótima oportunidade para se inteirar acerca de uma temática extremamente intrigante e que vem se despontando com grande tendência a discussões, tanto no que se refere aos seus aspectos práticos quanto aos aspectos jurídicos. Por estar em expansão, o tema vai muito além do que será apresentado, possuindo incontáveis possibilidades de tratativas ainda pendentes, como, por exemplo, a questão da responsabilidade civil pelos eventuais danos causados por fenômenos decorrentes de nuvens inseminadas. Sendo assim, espera-se que este trabalho, além de motivar pesquisas maiores, contribua para que, a partir do que será tratado, tanto a comunidade científica quanto o Poder Legislativo se interessem em aparar as arestas ainda existentes.

Para alcançar os objetivos propostos, foi feita ampla pesquisa bibliográfica em artigos, livros, revistas, jornais, além de fontes disponíveis em banco de dados na internet em busca de publicações cujo objeto fosse a sementeira de nuvens, com técnica dedutiva sobre elas.

A partir das informações colhidas, foi feita análise qualitativa a fim de demonstrar a expansão na utilização da sementeira de nuvens e os riscos de conflitos decorrentes do exercício desta atividade em razão da carência normativa sobre a matéria.

Depois de apresentada a técnica, serão feitas sugestões pautadas em princípios de Direito ambiental com a finalidade de se sugerir melhor adequação da atividade de indução de chuvas às diretrizes de regulamentação interna e externa com vistas à sustentabilidade.

O estudo foi organizado de modo que, primeiro o leitor possa se contextualizar acerca da sementeira de nuvens para, então, adentrar na questão normativa.

Este estudo contém seis capítulos, os quais, além desta parte introdutória, no Capítulo 1 será apresentada a origem e as aplicações da técnica de sementeira de nuvens; no Capítulo 2 o que se pretende é demonstrar a utilização da sementeira de nuvens por diversos países, neste capítulo será feita breve apresentação da utilização da sementeira de nuvens pelo mundo, onde será demonstrada sua utilização no Brasil, Rússia, Índia, China, Estados Unidos da América e Emirados Árabes Unidos. Cumprida as etapas anteriores, no Capítulo 3 o propósito é despertar a crítica sobre o atual cenário normativo mundial sobre sementeira de nuvens. Para

isto, buscar-se-á normas do Direito internacional que versem sobre a nucleação de nuvens, além de normas do Direito Norte-Americano, o qual é referência na normatização sobre o exercício desta atividade para, depois, no mesmo capítulo apresentar a situação normativa do Brasil acerca da regulamentação específica sobre sementeira de nuvens. O Capítulo 4 tem como principal objetivo demonstrar que existem riscos que são inerentes à prática de semear nuvens e que estes riscos podem repercutir além das fronteiras dos países em que as nuvens são semeadas, o que aumenta a chance do surgimento de demandas judiciais e extrajudiciais que podem ser o prelúdio de conflitos ainda maiores. A partir da compreensão dos referidos riscos de conflitos e disputas em razão da sementeira de nuvens, o Capítulo 5 passa a discorrer sobre os princípios de direito ambiental e tem por finalidade fornecer base teórica para melhor compreensão do Capítulo 6, onde serão apresentadas sugestões de diretrizes para regulamentação interna e externa da sementeira de nuvens de acordo com a sustentabilidade, as quais serão pautadas em 9 princípios norteadores do Direito ambiental. Por fim, nas considerações finais, recapitulam-se as metas atingidas no decorrer deste trabalho.

1 SEMEADURA DE NUVENS: ORIGEM E APLICAÇÕES

Este primeiro capítulo se destina a apresentar a técnica de sementeira de nuvens, além de demonstrar algumas utilizações a que tem se destinado esta prática que consiste na capacidade que o ser humano desenvolveu para interferir no processo de desenvolvimento das nuvens, fazendo com que elas possam servir aos seus interesses.

Quando se fala na “capacidade de fazer com que chova”, remonta-se à história da própria civilização humana, a qual, diante de períodos de seca prolongada a esperança era recorrer à providência divina. Os Astecas, por exemplo, recorriam aos sacrifícios humanos a Tlaloc, o deus da chuva (BEZERRA, 2015, [s.p.]). Com o passar dos anos e o desenvolver da ciência, o homem passou a acreditar ser possível intervir na produção da chuva. Mallory Hatfield (LEE, 2014) foi um dos que desenvolveram fórmulas secretas que prometiam a tão desejada chuva.

Muitas foram as tentativas até, incidentalmente, se chegar ao método que conseguiu explicar o fenômeno da transformação das nuvens em gotas de chuva. Este método vem sendo aperfeiçoado por meio de tecnologias desenvolvidas, sobretudo pela geoengenharia, a qual muito tem se empenhado nos estudos sobre modificação artificial do clima.

A sementeira de nuvens, como tentativa de fazer chover, embora sempre tenha sido o sonho de qualquer visionário que tenha vivido durante um longo período de estiagem,

somente na história recente é que deixou de ser mera especulação para ser tratada no campo da ciência. Uma descoberta casual animou os estudos acerca da possibilidade de induzir a precipitação de chuvas a partir de nuvens existentes. Segundo excelente artigo publicado sobre o tema, Lee (2014) descreve como o cientista Vicent Schaefer descobriu, por acaso, o que seria o “elo perdido” necessário para entender a dinâmica da transformação das nuvens em gotas de chuva. Ao falar sobre o feliz incidente, Lee (2014) ressaltou que:

[...] Shaefer decidiu levar o processo adiante, adicionando um pedaço de gelo seco só para baixar a temperatura da sua câmara experimental. Para seu espanto, logo que ele soprou no congelador, uma névoa azulada foi observada, seguida por uma exibição de arregalar os olhos, milhões de cristais de gelo microscópicas, refletindo os fortes raios de luz da lâmpada que iluminava uma seção transversal da câmara. Ele imediatamente percebeu que havia descoberto uma maneira de mudar a água “supercooled” em cristais de gelo. O experimento foi facilmente replicado e ele explorou o gradiente de temperatura para estabelecer o limite de -40°C para a água líquida (LEE, 2014, [s.p.], tradução própria)⁴.

Essa descoberta foi fundamental porque permitiu que os estudos sobre condensação de nuvens pudessem avançar, pois, reproduzindo nas nuvens o processo semelhante ao que Shaefer realizou, seria possível induzir a formação de núcleos de condensação nas nuvens, pois os cristais formados atuariam como núcleos artificiais, os quais atrairiam a umidade presente nas nuvens até chegar a um peso que faria com que ela precipitasse em forma de chuva, como explica Lee (2014). Este continua, ainda hoje, sendo o princípio conhecido como sementeação de nuvens, nucleação de nuvens, ou mesmo bombardeamento de nuvens, o qual tem sido diversificado quanto ao método, mas que, em regra, tem mantido as características originais.

Após a descoberta desse mecanismo, ao longo de muitos anos, imaginou-se que esta seria a descoberta da solução para todos os problemas relacionados à falta de água; no entanto, a nucleação só se mostrou eficiente quando utilizada em nuvens preexistentes, sendo inviável em locais cujo relevo e a baixa umidade inibam a formação e o trânsito de nuvens (MODCLIMA, 2016, [s.p.]).

Em que pese isso, a nucleação de nuvens tem sido amplamente utilizada por mais de 30 países (LEE, 2009), sobretudo para aumentar a quantidade de água por chuva em determinados pontos estratégicos. Nesse quesito, o Brasil é um dos países que tem se valido

⁴ He decided to move the process along by adding a chunk of dry ice just to lower the temperature of his experimental chamber. To his astonishment, as soon as he breathed into the deep freezer, a bluish haze was noted, followed by an eye-popping display of millions of microscopic ice crystals, reflecting the strong light rays from the lamp illuminating a cross-section of the chamber. He instantly realized that he had discovered a way to change super cooled water into ice crystals. The experiment was easily replicated and he explored the temperature gradient to establish the -40°C limit for liquid water (LEE, 2014, [s.p.]).

do método para aumentar a quantidade de chuvas sobre o reservatório de águas que abastece grande parte da cidade de São Paulo (SABESP..., 2014). Segundo a Divisão de Tecnologia, Indústria e Economia do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, a sementeira de nuvens tem se mostrado como alternativa viável para se obter até 20% a mais de água de uma determinada nuvem (CLOUD..., 2017, [s.p.]). Com isto, em muitos países a técnica tem sido útil para diversas finalidades, por exemplo:

- a) Combate a incêndios florestais na Indonésia (INDONÉSIA..., 2013);
- b) Controle de poluição atmosférica na China (VOLTOLINE, 2013);
- c) Combate aos efeitos das tempestades de areia na China (CHINA..., 2006, p. 43);
- d) Incremento na produção de neve no Colorado (COCKRELL, 2016, p. 01).
- e) Incremento de chuvas para agricultura e captação de água para consumo humano no Brasil (MODCLIMA, 2016, [s.p.]).

Lee (2009) acrescenta:

[...] Canadá usa a sementeira de nuvens para supressão de granizo, enquanto o Brasil, Argentina e Cuba utilizam-na para realçar a precipitação. Em novembro de 2009, a Venezuela começou semear nuvens depois que o El Niño levou à seca e racionamento de água em Caracas.

[...] Na China, o programa de sementeira de nuvens é o maior do mundo, sendo utilizado para fazer chuva, evitar tempestades de granizo, contribuir no combate a incêndios e para combater tempestades de poeira (LEE, 2009, [s.p.], tradução própria)⁵.

Como se constata, desde a descoberta do método que permitiu ter o “controle” sobre as nuvens, cada vez mais países têm recorrido à esta técnica para tentar driblar as adversidades decorrentes do “mau” tempo.

2 SEMEADURA DE NUVENS NO MUNDO

Neste capítulo o que se pretende é demonstrar a utilização da sementeira de nuvens por diversos países do mundo. Para isto, será feita breve apresentação da utilização da sementeira de nuvens em diversos continentes, será demonstrado sua utilização no Brasil, Rússia, Índia, China, Estados Unidos da América e Emirados Árabes Unidos. Ao final deste capítulo o que se espera é a compreensão de que o exercício da sementeira de nuvens está presente em diversos países do mundo.

⁵ Canada uses cloud seeding for hail suppression while Brazil, Argentina and Cuba use it for precipitation enhancement. In November 2009, Venezuela began cloud seeding operations after El Niño conditions led to droughts and water rationing in Caracas. [...] China’s cloud seeding program is the largest in the world, using it to make rain, prevent hailstorms, contributed of ire fighting, and to counter act dusts toms (LEE, 2009, [s.p.]).

O Brasil sempre esteve na vanguarda no que diz respeito às pesquisas sobre semeadura de nuvens com o objetivo de incrementar as reservas hídricas. Desde a década de 1950 têm sido desenvolvidos diversos projetos nesse sentido (BARBOSA, 2014). Segundo Ramos (2014), um desses projetos perdurou por mais de duas décadas no sertão nordestino, chegando a obter resultados positivos, sobretudo no Ceará, motivando os Projetos de Lei n^{os} 148/1983 e 514/1988, os quais tinham a semeadura de nuvens por objeto. Segundo o Instituto de Aeronáutica e Espaço (2015), a década de 1970 e 1980 merece destaque porque neste período estiveram em andamento os seguintes projetos:

- a) MODART - Projeto de modificação artificial do tempo. Projeto de física atmosférica que, em convênio com a SUDENE, implementou grande sistema de sementeação de nuvens no nordeste brasileiro.
- b) MOCLIMA - O projeto de modificação do clima em parceria com o projeto MODART, tinha como objetivo induzir a evaporação oceânica a fim de que as nuvens formadas pudessem ser semeadas no continente.
- c) PROFIN – O projeto de física de nuvens visava a pesquisa e implementação de um sistema de nucleação para aeronaves de pequeno porte (INSTITUTO DE AERONÁUTICA E ESPAÇO, 2015, [s.p.]).

No entanto, no decorrer dos anos de 1980 todos estes projetos foram encerrados, tendo-se notícia apenas de pesquisas de iniciativa privada, como a desenvolvida por Imai *et al* (2009), que patentearam no Brasil (IMAI *et al*, 2002, p. 1477) um sistema de sementeação que tem sido premiado dentro e fora do Brasil (MODCLIMA, 2016). Atualmente estes pesquisadores atuam no setor de modificação artificial do clima no Brasil por meio da empresa MODCLIMA, a qual possui contrato firmado com a Sabesp, dentre outros, com a finalidade de induzir artificialmente a produção de chuvas em locais estratégicos (MODCLIMA, 2016).

Com relação aos investimentos públicos pelo governo brasileiro, desde a década de 80 eles nunca mais foram os mesmos. Publicação veiculada pela Agro Valor (2014) fornece um panorama ao denunciar o abandono de uma aeronave que havia recebido quase 2 milhões em investimentos a fim de adaptá-la para sementeação de nuvens.

No que diz respeito à Rússia, um fato que marcou sua história conta com a participação da semeadura de nuvens. No ano de 1986, logo após a explosão do reator da usina nuclear de Chernobyl, uma nuvem altamente radioativa seguia em direção às áreas densamente habitadas da antiga União Soviética (GRAY, 2007, [s.p.]). Recentes publicações

dão conta de que a missão era fazer com que estas nuvens precipitassem em forma de chuva antes de chegar aos grandes centros. Embora muitos tenham sido os danos, estima-se que os mesmos só não foram maiores em razão da intervenção com semeadura de nuvens.

Segundo Nield (2016), recentes intervenções nas nuvens contribuíram para que as comemorações marcadas para o dia do trabalhador de 2016 pudessem transcorrer sem o infortúnio das chuvas que estavam a caminho.

Na Índia, recentes projetos de semeaduras foram implantados após, em menos de seis meses, cerca de 1.300 agricultores se suicidarem ao se verem falidos em razão de uma das piores secas já registradas na cidade de Maharashtra (LITTLE, 2015, [s.p.]).

A China é o país do mundo onde se concentra o maior projeto de semeadura de que se tem notícia. Desde a descoberta do método a China vem aprimorando a capacidade de interferir no ciclo natural das nuvens. Segundo Silverman e Lamb (2016), em oportunidade de demonstrar este domínio, grandes intervenções garantiram tempo favorável durante a abertura dos jogos olímpicos de 2008 em Pequim. Os responsáveis atribuem o sucesso da intervenção ao grande investimento que é feito no setor. O país conta com uma estrutura estatal que abrange praticamente todo seu território e tem, dentre suas atribuições, a responsabilidade de regular o fluxo de neve, chuva, neblina, etc.

Os Estados Unidos é outro país que, desde a origem da técnica, sempre investiu em semeadura de nuvens, contando hoje com uma das mais completas estruturas legislativas sobre este tema. Inclusive é onde está sediada a maior empresa privada do mundo especializada em semeadura de nuvens. Trata-se da Waether Modification que, tendo atuado em mais de 15 países, hoje conta com mais de 35 aviões, além de equipamentos para semear os mais diversos tipos de nuvens (A FLEET..., 2017, [s.p.]).

Atualmente, com o objetivo de baratear os custos e tornar o método mais acessível, em Nevada, nos EUA, tem sido testado a semeadura por meio de drones e por aviões não tripulados (AUTONOMOUS..., 2016, [s.p.]).

Os Emirados Árabes Unidos é o país mais promissor no que diz respeito a investimentos que resultem em recursos hídricos. Por ser um país com localização geográfica que desfavorece a manutenção do ciclo hídrico, a regularidade neste ciclo tem estado na pauta dos governantes. Em oportunidade na Confência da ONU em Marrakesh (2016), o representante da agência de melhoria da chuva dos EAU aproveitou para chamar atenção acerca da viabilidade da semeadura de nuvens em comparação outras alternativa para a gestão das águas (UAE, 2016, [s.p.]). Além disto, visando tornar a semeadura de nuvens ainda mais eficiente, cogita-se até mesmo a construção de uma montanha que terá a finalidade de represar

nuvens para serem semeadas (POUGET, 2016). Neste sentido, em ocasião da Semana da Sustentabilidade de Abu Dabi (2017), foram anunciados novos avanços no processo de semeadura de nuvens com a utilização da nanotecnologia (YAZEEDI, 2017, [s.p.]).

3 SEMEADURA DE NUVENS E O DIREITO

O propósito deste capítulo é suscitar uma análise crítica sobre o atual cenário normativo mundial sobre semeadura de nuvens. Para isto buscar-se-á normas do Direito internacional que versem sobre a nucleação de nuvens, além de normas do Direito norte-americano, o qual é referência na normatização sobre o exercício desta atividade, para depois, no mesmo capítulo apresentar a situação normativa do Brasil acerca da regulamentação específica sobre semeadura de nuvens. No final deste capítulo é possível compreender que, embora esteja ocorrendo um substancial aumento na utilização de semeadura de nuvens, ainda existe lacunas normativas no que tange ao exercício da atividade.

Nas legislações, em regra, a semeadura de nuvens ainda é tratada de modo acanhado. Embora mais de meio século tenha se passado das primeiras evidências acerca da eficácia do método de indução de chuvas (LEE, 2014), o Direito parece não ter se dado conta de que esta atividade tem se tornado estratégica. Atualmente tem havido crescente utilização do método para incrementar a precipitação de chuvas, controlar nevascas, umidade do ar, além de dissipação de nevoeiros, poluição e tempestades de areia, de modo que em alguns países já vêm se empenhando em estabelecer regramentos para a atividade (UNITED STATES OF AMERICA, 2007). Nesse sentido, a China tem tratando a semeadura de nuvens como questão estratégica (GALIMBERTI, 2014), o que vem ocorrendo, também nos Estados Unidos (UNITED STATES OF AMERICA, 2007).

3.1 Semeadura de nuvens no Direito Internacional

Na esfera internacional, a semeadura de nuvens conta com um tratado proposto pela ONU, que é a Convenção Sobre a Proibição do Uso Militar ou Qualquer Uso Hostil de Técnicas de Modificação Ambiental (ENMOD), de 10 de dezembro de 1976, o qual foi proposto em decorrência do uso da técnica para fins militares quando, para prejudicar o transito de soldados e equipamentos de guerra dos vietnamitas, o exército americano semeou nuvens resultando em um aguaceiro que, não só prejudicou o trânsito como também destruiu grande parte das lavouras de alimentos (MUELLER, 2016, [s.p.]). Segundo Costa (2013),

depois da Guerra no Vietnã, em 1977, a ONU propôs a ENMOD, que proibiu o uso do meio ambiente como arma de guerra, o que, em tese, serviu como primeiro limite ao uso das técnicas de modificação artificial do tempo. No que diz respeito ao Direito internacional, após o ENMOD apenas mais algumas orientações esparças foram publicadas. Ao falar sobre a semeadura de nuvens Kuusisto (2005) destaca que a Comunidade Internacional está empenhada em criar mecanismos para resolução dos incidentes internacionais decorrentes de semeadura de nuvens.

3.2 Semeadura de nuvens no Direito norte-americano

Nos Estados Unidos, a semeadura de nuvens vem sendo aplicada desde que a técnica foi inventada (LEE, 2014). Embora não seja o país que mais semeie nuvens (GALIMBERTI, 2014), possui um amplo sistema legislativo para tratar do tema (GRIFFITH; SOLAK, 2006, p. 39). Por lá, o Poder Judiciário tem sido demandado em conflitos envolvendo semeadura de nuvens há muito tempo. Standler (2006), em um trabalho dedicado a analisar demandas judiciais envolvendo semeadura de nuvens, destaca a ocorrência desse tipo de processo em pelo menos 11 Estados norte-americanos e que, em regra, a maior dificuldade em conduzir um processo desta natureza é a comprovação de que os danos não teriam acontecido se as nuvens não tivessem sido semeadas, por isto, lá, diversas iniciativas legislativas passaram a estabelecer regras para o exercício da semeadura de nuvens.

Nesse quesito, o Estado do Texas é o que dispõe de uma das mais sofisticadas administrações no que se refere à semeadura de nuvens (UNITED STATES OF AMERICA, 2007). Este Estado criou um conjunto de normas que têm como principal fundamento, garantir que os vários usuários dos métodos de modificação do clima não dissipem as nuvens, nem inibam sua capacidade de produzir precipitação em detrimento de pessoas ou propriedades nas áreas afetadas (UNITED STATES OF AMERICA, 2007). Essas normas que vigoram no Texas estão agrupadas no Título nove do Código da Agricultura, no qual foram dedicados os Capítulos 301 e 302 à modificação e controle da água (UNITED STATES OF AMERICA, 2007).

Além do Texas, outros Estados norte-americanos também estabeleceram regras para que se possa semear nuvens, dentre esses destacam-se os Estados do Colorado, Utah e Wyoming, onde é preciso ter autorização específica para executar o procedimento de semeadura de nuvens (GRIFFITH; SOLAK, 2006, p. 39).

A empresa *North American Weather Consultants*, especializada em consultoria no
PIXELS - Ano III - Vol. I – 2021 – (jan-jun) 176

segmento de sementeira de nuvens (NORTH AMERICAN WEATHER CONSULTANTS, 2015) destaca que nos Estados Unidos quase dois terços dos Estados desenvolveram regras e regulamentos específicos para a atividade de sementeira de nuvens. Nestes locais, para o exercício da atividade de sementeira de nuvens, o pretendente precisa cumprir os requisitos expressos na lei. Mesmo assim, a demanda por este tipo de serviço só tem aumentado, a ponto da Sociedade Americana de Engenheiros Civis publicar o livro *Guidelines for Cloud Seeding to Augment Precipitation*, o qual promete, ao longo das cerca de 200 páginas, conduzir os gestores de recursos hídricos no passo a passo da implantação da sementeira de nuvens para incrementar precipitações de chuvas em suas respectivas regiões (KEYES, 2006), promessa que tem despertado interesse em um número cada vez maior de administradores para acelerar a recomposição de seus recursos hídricos.

3.3 Sementeira de nuvens no Direito brasileiro

No Direito brasileiro a sementeira de nuvens ainda tem tratamento incipiente, contando com previsão expressa apenas na Lei Complementar (LC) nº 116/2003, a qual em seu item 7.22 da lista de serviços anexo prevê a cobrança do Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza para a prática da nucleação, bombardeamento de nuvens e congêneres.

Outras iniciativas foram propostas nas Casas Legislativas, contudo não chegaram a ter êxito. Um exemplo é o Projeto de Lei (PL) nº 148/1983, de autoria do Deputado Inocêncio Oliveira do PDS/PE, o qual propunha dar nova redação ao §2º do art. 2º do Decreto-Lei (DL) nº 917/1969. Segundo Oliveira (1983) a redação da alínea “f” deveria ser mudada para que a sementeira de nuvens pudesse ser incluída no rol de atividades da aviação agrícola.

Outra tentativa do mesmo Deputado tentou introduzir a mesma modificação, desta feita com o PL nº 514/1988, o qual contou com a seguinte fundamentação:

Têm sido feitos, desde há alguns anos, diversos ensaios para obter chuvas a partir de nuvens. Alguns resultados positivos já foram obtidos, graças à projeção, a partir de um avião, de neve carbônica ou ar líquido, bem como iodeto de prata, e mais recentemente, a aplicação de cloreto de sódio, com resultados excepcionais, principalmente no estado do Ceará.

Nos Estados Unidos da América vêm sendo desenvolvidos importantes estudos nesse campo, com grande proveito. O programa naquele País é conhecido técnica e popularmente como “seeding clouds” – sementeira de nuvens (OLIVEIRA, 1988, p. 02).

Ainda no que diz respeito à normatização acerca da modificação artificial do tempo no Brasil, no âmbito internacional, o Brasil se comprometeu perante a Comunidade Internacional

a respeitar, na íntegra, o já mencionado ENMOD, que passou a ser norma de Direito interno brasileiro nos termos do art. 5º, § 2º, da CRFB/1988.

Sobre os trâmites internacionais acerca do referido Tratado, segue algumas informações importantes:

Convenção sobre a Proibição do Uso Militar ou Hostil de Técnicas de Modificação Ambiental

Local e data da Conclusão da Negociação: Genebra, 18/05/77

Natureza: Multilateral

Abrangência: Global

Ano de Entrada em Vigor do Ato: 1978

Ano de Entrada em Vigor no Brasil: 1984

Ano da Assinatura ou Adesão do Brasil: 1977

Ratificação pelo Brasil: DLG n. 50, de 28/06/83, publicado em 30/06/83.

Promulgação pelo Brasil: DEC n. 225, de 07/10/91, publicado em 08/10/91.

Objetivo:

Proibir efetivamente o uso militar ou qualquer outro uso hostil de técnicas de modificação ambiental, de modo a eliminar o perigo de tal uso para a humanidade, e contribuir para o fortalecimento da confiança entre as Nações (BRASIL, 1977, [s.p.]).

Dentre vários outros países que poderiam aqui ser mencionado, o Brasil é um dos diversos países carentes de normas que tenha como finalidade de nortear a aplicação de tal técnica, mesmo a atividade se despontando como de grande importância na gestão do acesso à água.

4 PRELÚDIO DE CONFLITOS

Este capítulo tem como principal objetivo demonstrar que existem riscos que são inerentes à prática de semear nuvens e que estes riscos podem repercutir além das fronteiras dos países em que as nuvens são semeadas, o que aumentam as chances do surgimento de demandas judiciais que podem ser o prelúdio de conflitos ainda maiores.

A escassez hídrica tem deixado o mundo em sinal de alerta e chama a atenção para algo que parecia ser improvável. Afinal, muito se falava sobre abundância hídrica. Porém, o atual cenário mostra o quão vulneráveis são os sistemas hídricos de diversos países. Hoje, passa-se a entender que esse elemento tão essencial tem se tornado cada vez mais limitado. Daí, em uma perspectiva transfronteiriça, poder-se-á ter uma melhor percepção do tamanho do problema que se anuncia.

A crise hídrica que vem se instalando já é velha conhecida de muitos países, sobretudo os do Oriente Médio, onde os índices de umidade são semelhantes aos de deserto (PENA, 2015). Buscando amenizar o problema, muitos países têm recorrido à técnica de sementeação de

nuvens, sobretudo para incrementar a precipitação de chuvas sobre áreas estratégicas como afirma Lee (2009). A China, por exemplo, tem investido maciçamente em um amplo projeto de sementeira de nuvens (GUILFORD, 2013), o qual se estima já ser responsável por 55 bilhões de metros cúbicos de água por ano, tendo previsão de se atingir uma meta cinco vezes maior em curto espaço de tempo.

Essa tendência de proliferação no uso da indução de chuvas torna a situação preocupante, pois, novas tecnologias têm sido desenvolvidas buscando, sobretudo, baratear os custos da sementeira, visando torná-la mais acessível (WILSON, 2015). Galimberti (2014), ao falar sobre o uso de drones para semear nuvens, destaca que a nova tecnologia permitirá que o Estado de Nevada, nos Estados Unidos, possa entrar no promissor mercado de modificação artificial do tempo.

Diante desse novo cenário, em que vários setores têm demandado pelo uso da técnica, surge a necessidade de pensar na sustentabilidade no que diz respeito à sementeira de nuvens, pois, como o método tem sido utilizado em larga escala e por diversos países ao mesmo tempo, torna-se necessário colocar em pauta a discussão sobre a intervenção no fluxo natural das nuvens, uma vez que tal intervenção pode servir de estopim para disputas envolvendo sementeira de nuvens, como ressalta Kuusisto (2005, p. 160). Em memorando apresentado ao parlamento britânico, o cientista Lee (2009) alerta que, em razão do declínio de água doce decorrente das alterações climáticas, tem-se aumentado significativamente o uso da sementeira de nuvens, e isto pode ser um fator para aumentar os conflitos existentes ou mesmo gerar conflitos onde ele ainda não existe.

A questão se mostra de grande relevância, uma vez que grande parte dos países sequer possuem regras que norteiem critérios para utilização do método. Com isto, há o iminente risco de que o mau uso ou mesmo o uso indiscriminado do procedimento possa resultar em demandas litigiosas, quer seja envolvendo o Direito interno ou mesmo demandas de cunho internacional. Atente-se para a seguinte publicação:

Evo Morales por trás das inundações em São Paulo

Mais uma vez os asseclas do Plano Condor Vermelho são pegos com as mãos na botija. Como não devia deixar de ser, o índio usurpador do país andino agora devolve favores ao apedeuta tupiniquim mandando bombardear com sais de nitrato de prata as nuvens que passam sobre a Bolívia em direção a São Paulo, fazendo com que as mesmas se convertam em fragorosas chuvas sobre a Capital Bandeirante, causando muitas inundações. Tudo isso no intuito de sabotar a candidatura Serra, já vitoriosa, para a Presidência da República. É impressionante ver a que ponto chega o bolchevismo satânico. Lamentável! (PRADO, 2010, [s.p.]).

Embora o cunho político deprecie a credibilidade desta reportagem, ela ajuda a

entender que potenciais demandas envolvendo semeadura de nuvens estão mais próximas do que se imagina, sobretudo nas atuais circunstâncias em que a semeadura de nuvens tem sido o socorro disponível para as Administrações Públicas em tempos de crise hídrica. Como no caso da Califórnia, que não via uma seca tão severa há mais de 50 anos e: “[...] Como a gravidade da seca vinha aumentando nos últimos meses, o estado aumentou os esforços para induzir precipitação através de uma tecnologia de modificação do tempo controversa conhecida como sementeação de nuvens” (PENTLAND, 2014, tradução própria)⁶.

No Brasil, seguindo essa tendência, já há boatos sobre a expansão da utilização da semeadura de nuvens para atender outros Estados além de São Paulo, como é o caso de Minas Gerais (ALMEIDA, 2013).

Nessa onda, segundo reportagem veiculada no site G1 (CUBA..., 2015), Cuba também passou a semear nuvens na bacia do Rio Couto, em razão da pior estiagem em mais de 100 anos.

Em setembro de 2015, a Agência Nacional de Meio Ambiente de Singapura teve que vir a público para desmentir os rumores de que o governo daquele país estaria semeando nuvens para mitigar os efeitos da neblina sobre o Grande Prêmio de Fórmula 1 realizado no país (SINGAPORE GOVERNMENT, 2015, [s.p.]).

Em junho de 2016, em decorrência de uma tempestade seguida de enchentes sem precedentes, as autoridades do governo australiano pediu explicações a uma empresa que, supostamente teria semeado nuvens que já estavam predispostas a tempestades (OCKENDEN, 2016, [s.p.]).

Por estes e outros motivos é possível se ter uma ideia de como tem se iniciado as novas discussões decorrentes da disputa por esse bem que tem se tornado cada vez mais escasso. E isto já tem suscitado diversos questionamentos, dentre eles, o de como os Estados irão atuar para evitar que as disputas pelos recursos hídricos aéreos não se deem de forma a aumentar ainda mais o conflito já existente em torno da água, pois, se a demanda mundial por água continuar se dando de maneira não sustentável, “[...] teme-se que o mundo possa conhecer ainda mais conflitos e até mesmo guerras generalizadas pela posse da água potável, a qual está cada vez menos disponível em várias partes do mundo” (PENA, 2015, [s.p.]), o que literalmente eleva as disputas pelos recursos hídricos às alturas, mais precisamente “às nuvens”.

⁶ As these verity of the drought has escalated in recent months, the state has ramped up efforts to inducer in fall through a controversial weather modification technology known as cloud seeding (PENTLAND, 2014).

5 PRINCÍPIOS DE DIREITO AMBIENTAL

Diante das incertezas que ainda permeiam a utilização da sementeira de nuvens, surge a necessidade de se estabelecer parâmetros valorativos capazes de nortear o exercício desta atividade. Para isto, este capítulo se propõe a explicar a finalidade a que se destinam os princípios de Direito ambiental, de modo a fundamentar as sugestões para diretrizes de regulamentação interna e externa da sementeira de nuvens de acordo com a sustentabilidade.

Segundo Waldman (2001), que analisou a teoria dos princípios proposta por Dworkin, os princípios possuem maior ou menor peso de acordo com o caso concreto. Portanto, ao analisar um caso, o operador do direito, dentro de uma miríade de princípios, deve escolher aquele que possui maior peso naquele caso em questão. Esta característica confere aos princípios um lugar de destaque no Direito, quer seja na elaboração, quer na aplicação da lei.

Os princípios do Direito ambiental podem ser entendidos como sendo “pedras basilares dos sistemas político-jurídicos dos Estados civilizados” (FIORILLO, 2013, p. 70). Se destina a direcionar a promoção e a proteção ao meio ambiente, para protegê-lo antes, durante e depois da execução de qualquer atividade que resulte, ou tenha potencial de resultar, em algum impacto no equilíbrio do meio ambiente, além de estabelecer critérios que devem ser observados, tanto pelo legislador na elaboração das leis ambientais ou mesmo pelo Poder Judiciário ao julgar casos em que haja ausência ou carência normativa.

Os princípios do Direito são importantes instrumentos de auxílio na busca pela justiça nas decisões judiciais. Essa importância fica mais evidente nas hipóteses em que o Poder Judiciário é demandado a decidir sobre determinada situação na qual a lei não traz a solução para o caso. Nessa hipótese, como o juiz não pode alegar ausência de lei, para, assim, deixar de julgar o caso, abre-se a possibilidade da decisão se fundamentar nos princípios gerais do Direito, como prescreve o art. 4º da Lei de Introdução às Normas do Direito Brasileiro (LINDB). Para isso, deve ser estabelecida uma relação com as normas constitucionais e infraconstitucionais, porém o conteúdo valorativo será estabelecido pelos princípios, como explica Sirvinskas (2014, p. 139).

Dada a importância dos princípios, este trabalho não poderia deixar de lado esta importante ferramenta que tem se mostrado de grande valia na constante construção da Ciência Jurídica e, sobretudo, do Direito ambiental que, para cumprir seu papel de garantidor de um meio ambiente ecologicamente equilibrado, deve dispor de mecanismos que permitam ao julgador analisar qualquer atividade que interfira no meio ambiente, por mais inovadora que seja a atividade.

6 SUGESTÕES DE DIRETRIZES PARA REGULAMENTAÇÃO INTERNA E EXTERNA DA SEMEADURA DE NUVENS DE ACORDO COM A SUSTENTABILIDADE

Após a breve exposição sobre os princípios, fica claro o motivo de se valer das suas funcionalidades no processo de elaboração de normas que visem mediar a utilização das nuvens para induzir chuvas, sobretudo por se tratar, ainda que de forma indireta, do acesso à água, sendo, portando merecedor de toda a atenção da sociedade.

Com base na compreensão de que os princípios, dentre outras funções, servem para nortear o legislador no processo de elaboração das leis, o que se propõe é a elaboração de uma estrutura normativa sobre semeadura de nuvens pautada nos direitos e garantias fundamentais resguardadas pelos princípios do Direito ambiental, de modo que os Estados passem a agir no sentido de evitar tanto a aplicação desvirtuada como a aplicação indiscriminada da utilização de semeadura de nuvens.

Ao aplicar o princípio conhecido como dever de não causar dano, torna-se importante que a execução do processo de semeadura seja precedida de estudos sobre o potencial impacto ambiental nos arredores onde se pretende provocar chuvas. O objetivo deste princípio não é anular toda e qualquer ação do homem sobre o meio ambiente, uma vez que isso inviabilizaria a vida em qualquer lugar em que fosse aplicado. Vale a pena esclarecer que esse princípio se mostra importante para o Direito quando o risco do dano ambiental resultante de uma atividade tenha potencial de ser substancialmente maior do que o esperado. É possível explicá-lo melhor comparando-o a um princípio bastante difundido no estudo das radiações, que é o princípio ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), que, traduzido, pode ser entendido como “tão baixo quanto razoavelmente exequível” (BONTRAGER, 2013, p. 54), ou seja, consiste na busca constante pelo mínimo dano possível.

No que diz respeito à atividade de semeadura de nuvens, é imprescindível a observância ao princípio da informação. Nas palavras de Sampaio, Wold e Nardy (2003, p. 76), “[...] o direito à informação tem natureza coletiva e ocupa um lugar central nos Estados democráticos”. Daí a necessidade de privilegiar a democracia em todas as suas facetas, sobretudo a ambiental, a qual trata de interesse vital para a sociedade como um todo. Nesta linha, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento já se manifestou no sentido de que os dados ambientais devem ser publicados (MACHADO, 2013, p. 127). Portanto, em observância ao princípio da informação, o Estado deve zelar para que toda

atividade que objetive a indução artificial de chuvas seja devidamente divulgada, o que pode ser viabilizado com a criação de um banco de dados específico para esse fim.

Como delimitador da atividade, deve-se também ter em vista a sustentabilidade que, nas palavras de Sirvinskas (2014, p. 142), visa compatibilizar a necessidade do ser humano com a preservação ambiental, visando assegurar a manutenção de todas as formas de vida na Terra, inclusive a humana. Neste sentido, a sustentabilidade aplicada à semeadura de nuvens, deve ser a garantidora de que os vários usuários dos métodos de modificação do clima não dissipem as nuvens, nem inibam sua capacidade de produzir precipitação em detrimento de pessoas ou propriedades nas áreas adjacentes (UNITED STATES OF AMERICA, 2007). Face sua importância, cumpre salientar que o alinhamento da sustentabilidade ao paradigma de desenvolvimento, a partir da qual suas dimensões devem ser tuteladas de forma conjunta, haja vista a interdependência existente entre elas⁷.

Inspirado no princípio da prevenção, o legislador deve atentar para a regulação do exercício da atividade, prevenindo para que pessoas sem a devida capacitação não exerçam semeadura. Este princípio incide sobre aquelas ações as quais os danos podem ser estimados com certa segurança, quer seja por estudos prévios ou mesmo pela experiência adquirida em razão de ações anteriores que permitam estimar as consequências⁸. Consagrado pela Conferência sobre Meio Ambiente da ONU no Brasil (Eco-92),

[...] O princípio da precaução deverá ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com suas capacidades. Quando houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis, a ausência de absoluta certeza científica não será utilizada como razão para o adiamento de medidas economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 1992, [s.p.]).

Embora no Brasil ainda não haja consenso quanto a extensão da aplicabilidade deste princípio (ANTUNES, 2016, p. 68), o mesmo se mostra de grande importância no âmbito da preservação ambiental. Atento a este princípio, o legislador deve ser cauteloso quanto a utilização da semeadura de nuvens nas proximidades de regiões povoadas e predispostas a alagamentos.

⁷ Neste sentido, Gomes e Ferreira (2017) tornam claro ao expor que: “(...) as dimensões da sustentabilidade devem ser desenvolvidas de modo conjunto, onde nenhuma pode ser deixada de lado ou esquecida com o passar do tempo, pois a exemplo, a preservação ambiental, que está dentro do conceito da dimensão ambiental da sustentabilidade, se não corretamente desenvolvida pode levar ao colapso a dimensão social, e o contrário também poderá ocorrer” (GOMES; FERREIRA, 2017, p. 94).

⁸ Para verificar a relação entre o desenvolvimento sustentável e as medidas compensatórias impostas em processos administrativos de licenciamento ambiental, o que poderia ser utilizado na semeadura de nuvens, ver: LOPES; GOMES, 2017, p. 105-127.

Como a poluição e degradação ambiental não encontram fronteiras e não esbarram em limites territoriais (FIORILLO, 2013, p. 131-132), surge a inafastável necessidade de que as medidas com vistas à proteção do meio ambiente se deem a partir de uma análise sistêmica, e não como se a Biota pudesse sofrer fragmentação. Pensando nisto, com o princípio da ubiquidade, o que se sugere é que a atividade de sementeira de nuvens seja monitorada por um órgão que contenha informações meteorológicas de âmbito nacional, o que permitirá um amplo controle da ação sobre os sistemas de umidade em todo território.

Em decorrência do caráter ubíquo do meio ambiente, o Princípio da Transnacionalidade da Proteção Ambiental impõe uma integração internacional, a qual pode se dar por meio da colaboração internacional entre os referidos órgãos responsáveis pelas informações meteorológicas. Com relação ao processo de internacionalização da proteção ambiental, Queiroz (2005, p. 03) chama atenção para esta tendência, que passa a nortear, inclusive, as decisões do comércio internacional.

Com vistas a garantir o acesso equitativo aos recursos naturais, o legislador não pode deixar de contemplar a gestão racional da utilização do método⁹. Farias (2007, p. 506), ao tratar da “distribuição dos riscos ambientais”, destaca que quanto melhor situado socialmente um sujeito ou um grupo social menos ele sofrerá com os riscos ecológicos. Note que esta é uma constatação que não poderia subsistir em um Estado Democrático de Direito, sendo necessária a adoção de políticas que se pautem no acesso equitativo aos recursos naturais¹⁰. Neste sentido, a nucleação de nuvens deve se destinar principalmente em atender ao interesse coletivo, como revitalização de berços de nascentes, incremento de água em represas destinadas ao abastecimento humano e, excepcionalmente, sobre represas de hidrelétricas e regiões em que o método se mostre como única alternativa viável para controlar incêndios e/ou manter a atividade extrativista.

Para concluir este capítulo, destaca-se o princípio da supremacia do interesse público sobre o privado, o qual legitima o poder de polícia do Estado no exercício da fiscalização da atividade de sementeira de nuvens. Este princípio diz respeito à atuação da Administração Pública com vistas a resguardar para que o interesse público possa prevalecer sobre os demais interesses existentes na sociedade, como afirma Justen Filho (2006, p. 36). Por isto, ao elaborar ou cumprir a lei, o servidor público deve sempre ter em vista este importante

⁹ Não só o legislador, mas todo e qualquer gestor público que venha a implementar políticas públicas sustentáveis. Para aprofundamentos, ver: GOMES; FERREIRA, 2018, p. 155-178.

¹⁰ Somente assim poderá haver uma distribuição equitativa das externalidades positivas dos empreendimentos ambientais, para consecução de justiça social e distributiva, através da cooperação social. Para aprofundamentos, ver: POSSAMAI; MAY, 2018, p. 209-231.

princípio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do texto, todos os objetivos propostos foram discutidos, tendo sido expostos os resultados das pesquisas realizadas acerca das discussões envolvendo semeadura de nuvens.

Inicialmente foi apresentada a técnica de semeadura de nuvens, e demonstradas algumas utilizações a que tem se destinado esta prática. Na sequência foi demonstrado que a semeadura de nuvens é praticada em diversos países do mundo, inclusive no Brasil, Rússia, Índia, China, Estados Unidos da América e Emirados Árabes Unidos. Em seguida foi suscitada a análise crítica sobre o atual cenário normativo acerca da semeadura de nuvens. Após estas etapas, dedicou-se a demonstrar que existem riscos que são inerentes à prática de semear nuvens e que estes riscos podem repercutir além das fronteiras dos países em que as nuvens são semeadas, o que aumentam as chances do surgimento de demandas judiciais que podem ser o prelúdio de conflitos ainda maiores. A partir do que foi exposto, o capítulo seis expôs uma análise sucinta da importância e funcionalidade dos princípios de Direito ambiental. Após esta exposição foram apresentadas sugestões de diretrizes para regulamentação interna e externa da semeadura de nuvens de acordo com a sustentabilidade, o que foi demonstrado ser possível por meio da elaboração de uma estrutura normativa sobre semeadura de nuvens pautada nos direitos e garantias fundamentais resguardadas pelos princípios norteadores do Direito ambiental, de modo a que os Estados passem agir no sentido de evitar a aplicação desvirtuada e indiscriminada da semeadura de nuvens.

Em vista do que foi apresentado constata-se que, embora diversos países já se beneficiem da técnica, por haver lacunas legislativas, o uso desregrado da sementeação de nuvens pode resultar em conflitos e/ou disputas decorrentes desta prática, sendo necessário por em pauta mecanismos delimitadores do exercício da atividade.

REFERÊNCIAS

A FLEET built for success. **Weather Modification Incorporated**, Fargo. Disponível em: <<http://www.weathermodification.com/aircraft.php>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

UAE. Rain Enhancement Science discussed at Morocco conference. **Sharjah** 24, online, 13 nov. 2016. Disponível em: <<http://www.wam.ae/en/news/arab/1395303044524.html>>. Acesso em: 17 jan. 2017.

ANTUNES, Paulo de Bessa. The precautionary principle in the Brazilian environmental law. **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v. 13, n° 27, p. 63-88, set./dez. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.18623/rvd.v13i27.877>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

AUTONOMOUS cloud seeding aircraft successfully tested in Nevada. Revolutionary project uniting DRI expertise and Drone America Technology. **Desert Research Institute**, Reno, 23 fev. 2016. Disponível em: <<https://www.dri.edu/newsroom/dri-news-and-press-releases/5237-autonomous-cloud-seeding-aircraft-successfully-tested-in-nevada>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

ALMEIDA, Baptista Chagas. Em dia com a política. **Estado de Minas**, Belo Horizonte, 13 set. 2013. Disponível em: <<http://www.pmdbnacamara.org.br/sites/default/files/Clipping%20da%20Lideran%C3%A7a%20do%20PMDB-%2013-09-2013.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2015.

BARBOSA, Vanessa. Chuva artificial? Entenda a polêmica técnica já usada no país. **Info**, online, 07 fev. 2014. Disponível em: <<http://info.abril.com.br/noticias/ciencia/2014/02/chuva-artificial-entenda-a-polemica-tecnica-ja-usada-no-pais.shtml>>. Acesso em: 09 out. 2015.

BEZERRA, Eudes. Os sacrifícios astecas. **Museu de imagens**, online, 2015. Disponível em: <<http://www.museudeimagens.com.br/sacrificios-astecas/>>. Acesso em: 10 out. 2015.

BONTRAGER, Kenneth L. **Tratado de técnica radiológica e base anatômica**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. **Diário Oficial da União**, Brasília, 05 out. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: 18 jan. 2019.

BRASIL. Lei Complementar nº 116, de 31 jul. 2003. Dispõe sobre o Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza, de Competência dos Municípios e do Distrito Federal, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 01 ago. 2003. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/leicom/2003/leicomplementar-116-31-julho-2003-492028-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

BRASIL. Lei nº 4.657, de 04 set. 1942. Lei de introdução às normas do Direito brasileiro. **Diário Oficial da União**, Rio de Janeiro, 09 set. 1942. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/De14657.htm>. Acesso em: 18 jan. 2019.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 ago. 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 02 set. 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm>. Acesso em: 18 jan. 2019.

BRASIL. Lei nº 12.527, de 18 nov. 2011. Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal; altera a Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990; revoga a Lei nº 11.111, de 5 de maio de 2005, e dispositivos da Lei nº 8.159, de 8 de janeiro de 1991; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 nov. 2011. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/112527.htm>. Acesso em: 18 jan. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Convenção Sobre a Proibição do Uso Militar ou Hostil de Técnicas de Modificação Ambiental. Genebra: Atos Internacionais, 1977. **Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/gab/asin/inter42.html>>. Acesso em: 09 out. 2015.

CHINA faz chover para limpar pó de Pequim. O Mundo, p. 43. **O Globo**, online, 06 maio 2006. Disponível em: <<http://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/399985/noticia.htm?sequence=1>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

CHINA recorre à chuva artificial para combater seca. **Zap**, Portugal, 26 ago. 2014. Disponível em: <<http://zap.inei.pt/china-recorre-chuva-artificial-para-combater-seca-40288>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

CLOUD seeding. In: UNEP. Sourcebook of Alternative Technologies for Freshwater Augmentation in West Asia. Part B, 1.7. **United Nations Environment Programme - Division of technology Industry and Economics**. Disponível em: <<http://www.unep.or.jp/ietc/Publications/TechPublications/TechPub-8f/B/Cloud.asp>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

COCKRELL, Will. Cloud seeding can help increase snowfall, but should it? **TransWorld Snowboarding**, Estados Unidos, 14 mar. 2016. Disponível em: <<http://snowboarding.transworld.net/featuresobf/every-cloud-has-a-silver-iodide-lining/>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

COSTA, Francisco Alexandre. Armas climáticas: mito ou verdade? **Ciranda**, online, 14 jan. 2013. Disponível em: <<http://listas.ufrn.br/pipermail/ciranda/2013-January/025590.html>>. Acesso em: 11 nov. 2015.

CUBA provocará chuva artificial para combater seca prolongada. **G1**, São Paulo, 28 ago. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/natureza/noticia/2015/08/cuba-provocara-chuva-artificial-para-combater-seca-prolongada.html>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

FARIAS, Talden Queiroz. Considerações a respeito da injusta distribuição do dano e do risco ambiental no espaço social. **Direito e liberdade**, Mossoró, v. 7, n° 3, p. 501-520, jul./dez. 2007. Disponível em: <http://www.esmarn.tjrj.jus.br/revistas/index.php/revista_direito_e_liberdade/article/viewFile/102/89>. Acesso em: 18 jan. 2019.

FIORILLO, Celso Antonio Pacheco. **Curso de direito ambiental brasileiro**. 14. ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

GALIMBERTI, Katy. Drones offer New Horizon, solutions for weather modification. **AccuWeather**, New York, 10 jun. 2014. Disponível em: <<http://www.accuweather.com/en/weather-news/drones-weather-modification/28257378>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

GOMES, Magno Federici; FERREIRA, Leandro José. A dimensão jurídico-política da sustentabilidade e o direito fundamental à razoável duração do procedimento. **Revista do Direito**, Santa Cruz do Sul, n. 52, v. 2, p. 93-111, maio/set. 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.17058/rdunisc.v2i52.8864>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

GOMES, Magno Federici; FERREIRA, Leandro José. Políticas públicas e os objetivos do desenvolvimento sustentável. **Direito e Desenvolvimento**, João Pessoa, v. 9, n. 2, p. 155-178, ago./dez. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.25246/direitoedesenvolvimento.v9i2.667>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

GRAY, Richard. How we made the Chernobyl rain. **The telegraph**, online, 22 abr. 2007. Disponível em: <<http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/1549366/How-we-made-the-Chernobyl-rain.html>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

GRIFFITH, Don A.; SOLAK, Mark E. The potential use of winter cloud seeding programs to augment the flow of the Colorado river. **North American Weather Consultants**, Utah, 2006. Disponível em: <<http://www.nawcinc.com/Colorado%20River%20Seeding.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2015.

GUILFORD, Gwynn. China creates 55 billion tons of artificial rain a year: and it plans to quintuple that. **Quartz**, online, 2013. Disponível em: <<http://qz.com/138141/china-creates-55-billion-tons-of-artificial-rain-a-year-and-it-plans-to-quintuple-that/>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

IMAI, Takeshi *et al.* Chuvas artificiais transformam aridez em fertilidade e permitem alteração de clima local. **Scientific American Brasil**, São Paulo, v. 8, nº 88, p. 74-79, set. 2009. Disponível em: <<http://www.modclima.com.br/pdf/ScientificAmerican.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

IMAI, Takeshi, SAKURAGI Jojhy. Precipitação através de sementeira de tamanho controlado em nuvens cumulus congestus. In: **Anais do XII CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA**, Foz de Iguaçu, 2002, p. 1474-1482. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/cbm-files/11-1bc351d2da4e1534ddd8a5fac0a5e0b6.pdf>>. Acesso em: 28 jul. 2016.

INDONÉSIA pode recorrer a chuva artificial contra incêndios florestais. **G1**, São Paulo, 21 jun. 2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/natureza/noticia/2013/06/indonesia-pode-recorrer-chuva-artificial-contra-incendios-florestais.html>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

INSTITUTO DE AERONÁUTICA E ESPAÇO. Divisão de ciências atmosféricas - ACA. **IAE**, São José dos Campos. Disponível em: <<http://www.iae.cta.br/site/page/view/pt.diviso.es.aca.html>>. Acesso em: 27 ago. 2015.

JUSTEN FILHO, Marçal. **Curso de direito administrativo**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

KEYES, Conrad G. **Guidelines for cloud seeding to augment precipitation**. New York: American Society of Civil Engineers, 2006.

KUUSISTO, Esko. World water resources and problems. In: BERGLUND, Marko (Edi.). **International Environmental Law-making and Diplomacy Review 2004**. Joensuu - FIN:

University of Joensuu, 2005. Part IV, p. 153-166. Disponível em: <<https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/9987/International-Environmental-Law-review-2004.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

LEE, Jim. The history of Cloud Seeding: from pluviculture to Hurricane Hacking. **Climate Viewer News**, South Carolina, 2014. Disponível em: <<http://climateviewer.com/2014/03/25/history-cloud-seeding-pluviculture-hurricane-hacking/>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

LEE, James. Memorandum submitted by Dr James Lee GEO 01: cloud seeding, conflict, and climate change. **Parliament**, Washington, 2009. Disponível em: <<http://www.publications.parliament.uk/pa/cm200910/cmselect/cmsctech/memo/geoengineer/ucm0102.htm>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

LITTLE, Amanda. Weather on demand: Making it rain is now a global business: welcome to the strange world of cloud seeding. **Bloomberg BusinessWeek**, online, 28 out. 2015. Disponível em: <<https://www.bloomberg.com/features/2015-cloud-seeding-india/>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

LOPES, Livia Cristina Pinheiro; GOMES, Magno Federici. A dimensão sustentável das medidas compensatórias. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**, v. 7, n. 3, p. 105-127, set./dez. 2017. Disponível em: <<http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/direitoambiental/article/view/4427>>. Acesso em: 17 jan. 2019.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito ambiental brasileiro**. 21. ed. São Paulo: Malheiros, 2013.

MODCLIMA. Indução de chuvas localizadas. **ModClima**. Disponível em: <modclima.com.br/pdf/mod2012.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2019.

MORAIS, Rogério. Avião da chuva parado no pátio. **Agro Valor**, Fortaleza, 08 set. 2014. Disponível em: <<http://agrovalor.com.br/agrovalor/avio-da-chuva-parado-no-ptio.281/#.V5qlKFQrK00>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

MUELLER, Max. How the UAE is making it rain. Is cloud seeding the answer to the UAE's water shortages? **Esquire Middle East**, New York, 10 mar. 2016. Disponível em: <<http://www.esquireme.com/culture/features/how-the-uae-is-making-it-rain>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

NIELD, David. Russia spent millions on 'cloud seeding' tech to prevent rain on its public holiday. Check the forecast. Then, you know, try to change it. **Science Alert**, online, 04 maio 2016. Disponível em: <<http://www.sciencealert.com/russia-spends-millions-on-weather-tech-to-try-and-stop-it-raining-on-bank-holiday>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

NORTH AMERICAN WEATHER CONSULTANTS. Are cloud seeding activities subject to regulation or control? Cloud seeding frequently asked questions. **NAWC**, Utah. Disponível em: <<http://www.nawcinc.com/wmfaq.html>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

OCKENDEN, Will. Hydro Tasmania asked to explain cloud seeding in catchment day before

flooding. **ABC NEWS**, Austrália, 10 jun. 2016. Disponível em: <<http://www.abc.net.au/news/2016-06-10/cloud-seeding-carried-out-over-tasmanian-catchment-before-floods/7499226>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

OLIVEIRA, Inocêncio. Projeto de Lei nº 148, de 1983. Dá nova redação ao parágrafo segundo do artigo segundo do Decreto-Lei nº 917, de 07 de outubro de 1969 (emprego da aviação agrícola para provocação de chuvas artificiais). **Câmara dos Deputados**, Brasília. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=9C6BAFAE457D68E57B37234C9E3507A8.proposicoesWeb1?codteor=1167797&filename=Dossie+-PL+148/1983>. Acesso em: 18 jan. 2019.

OLIVEIRA, Inocêncio. Projeto de Lei nº 514, de 1988. Dá nova redação ao §29 do art. 29 do Decreto-Lei n. 9 917, de 7 de outubro de 1969. **Câmara dos Deputados**, Brasília. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=628D1745BF33D9BC32F1AA30B3DD77FE.proposicoesWeb2?codteor=1154042&filename=Avulso+-PL+514/1988>. Acesso em: 18 jan. 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Declaração da Conferência de ONU no Ambiente Humano, Estocolmo, 5-16 jun. 1972a. **Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/estocolmo.doc>. Acesso em: 18 jan. 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Declaração da Conferência de Espoo sobre Avaliação de Impacto Ambiental Transfronteiriço, 25 fev. 1991. Finlândia, 1991. **UNECE**. Disponível em: <<http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/eia/documents/legaltexts/conventiontextspanish.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Declaração de Estocolmo de junho de 1972. Declaração sobre o ambiente humano, 1972b. **IPHAN**. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Declaracao%20de%20Estocolmo%201972.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro: Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1992. **ONU**. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/rio92.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2015.

PENA, Rodolfo F. Alves. Geopolítica da água. **Mundo educação**. Disponível em: <<http://www.mundoeducacao.com/geografia/geopolitica-agua.htm>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

PENTLAND, William. As water supply reaches record low, California combats drought with black ops weather control technology from Vietnam War. **Forbes**, online, 04 fev. 2014. Disponível em: <<http://www.forbes.com/sites/williampentland/2014/02/04/as-water-supply-reaches-record-low-california-combats-drought-with-black-ops-weather-control-technology-from-vietnam-war/2/>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

POSSAMAI, Angélica Pereira; MAY, Yduan de Oliveira. A justiça distributiva de John Rawls e seu impacto ao direito à inclusão socioeconômica. **Revista Direito e Justiça: Reflexões Sociojurídicas**, Santo Ângelo, v. 18, nº 32, p. 209-231, set./dez. 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.31512/rdj.v18i32.2599>>. Acesso em: 12 jan. 2019.

POUGET, Jeanne. The United Arab Emirates wants to build a mountain to bring the rain. **Konbini**, New York, 2016. Disponível em: <<http://www.konbini.com/us/lifestyle/united-arab-emirates-wants-build-mountain-bring-rain/>>. Acesso em: 19 jan. 2017.

PRADO, Hariovaldo Almeida. Evo Morales por trás das inundações em São Paulo. **Hariovaldo**, online, 06 jan. 2010. Disponível em: <<http://www.hariovaldo.com.br/site/2010/01/06/evo-morales-por-tras-das-inundacoes-em-sao-paulo/>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

QUEIROZ, Fábio Albergaria de. Meio ambiente e comércio na agenda internacional: a questão ambiental nas negociações da OMC e dos blocos econômicos regionais. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 8, nº 2, p. 125-146, jul./dez. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v8n2/28608.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

RAMOS, José de Oliveira. Seus minino, pare de robá nós! **Jornal da Besta Fubana - Enxugandogelo**, online, 24 ago. 2014. Disponível em: <<http://www.luizberto.com/coluna/enxugandogelo-jose-de-oliveira-ramos/page/3>>. Acesso em: 07 out. 2015.

SABESP tenta induzir chuvas no Sistema Cantareira para encher reservatórios. **Uol – Bol Notícias**, São Paulo, 07 fev. 2014. Disponível em: <<http://noticias.bol.uol.com.br/ultimas-noticias/brasil/2014/02/07/sabesp-tenta-fazer-chover-no-sistema-cantareira.htm>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

SAMPAIO, José Adércio Leite; WOLD, Chris; NARDY, Afrânio. **Princípios de Direito ambiental**. Belo Horizonte: Del Rey, 2003.

SILVERMAN, Jacob; LAMB, Robert. Can China control the weather? **Howstuffworks Science**, 2016. Disponível em: <<http://science.howstuffworks.com/nature/climate-weather/meteorologists/cloud-seeding.htm>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

SINGAPORE GOVERNMENT. Is it true that the Government conducts cloud seeding to ensure that the haze does not affect F1? **Singapore Government**, 17 set. 2015. Disponível em: <<https://www.gov.sg/factually/content/is-it-true-that-the-government-conducts-cloud-seeding-to-ensure-that-the-haze-does-not-affect-f1#sthash.SIROmhag.dpuf>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

SIRVINSKAS, Luís Paulo. **Manual de Direito ambiental**. 12. ed. São Paulo: Saraiva, 2014.

STANDLER, Ronald B. Wather Modification Law in the USA. **RBS**, 22 out. 2006. Disponível em: <<http://www.rbs2.com/weather.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

UNITED STATES OF AMERICA. Texas Department of Licensing and Regulation. Agriculture Code, Title 9: Weather and Modification and Control. **TDLR**, Texas, 01 set. 2007. Disponível em: <<https://www.tdlr.texas.gov/weather/wmlaw090107.pdf>>. Acesso em:

11 out. 2015.

VOLTOLINE, Ramon. China poderá usar chuva artificial no combate às névoas de poluição. **TecMundo**, 2013. Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/ciencia/47874-china-podera-usar-chuva-artificial-no-combate-as-nevoas-de-poluicao.htm>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

WALDMAN, Ricardo Libel. A teoria dos princípios de Ronald Dworkin. **Direito e democracia**, Canoas, v. 2, nº 2, p. 425-447, 2001. Disponível em: <<http://www.ulbra.br/upload/3b2ec870da052adc7a9963f59b5fa805.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

WILSON, Julie. Researchers develop cloud-seeding drones to automatically manipulate weather. **Natural News**, 26 fev. 2015. Disponível em: <http://www.naturalnews.com/048765_weather_control_cloud_seeding_drones.html#ixzz3oByyZNDg>. Acesso em: 18 jan. 2019.

YAZEEDI, Omar Al. Using nanotechnology to develop novel cloud seeding materials for rain enhancement. **World Future Energy Summit**, 18 jan. 2017. Disponível em: <[http://www.worldfutureenergysummit.com/rain-enhancement-science-awards-ceremony/using-nanotechnology-to-develop-novel-cloud-seeding-materials-for-rain-enhancement#/>](http://www.worldfutureenergysummit.com/rain-enhancement-science-awards-ceremony/using-nanotechnology-to-develop-novel-cloud-seeding-materials-for-rain-enhancement#/). Acesso em: 19 jan. 2017.