

VI-010 - EFEITOS AMBIENTAIS NO SOLO E NA ÁGUA ADVINDOS DA PRECIPITAÇÃO DE NUVENS ATRAVÉS DE PRODUTOS QUÍMICOS

Michelle da Silva Honório⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG).

Jardel de Castro Lauro⁽¹⁾

Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG).

Rosana Gonçalves Barros⁽¹⁾

Engenheira Agrônoma, Mestre e Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás. Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Goiânia.

Rosângela Mendanha da Veiga⁽¹⁾

Tecnóloga em Gestão Ambiental pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás. Mestre em Desenvolvimento e Planejamento Territorial pela PUC – Goiás. Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Goiânia.

Viniciu Fagundes Bárbara⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental, Mestre em Engenharia Ambiental, Doutor em Ciências Ambientais e Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Goiânia.

Endereço⁽¹⁾: Rua 75, nº 46 – Centro – Goiânia – GO - CEP: 74055-110 – Brasil – Tel: (62) 3227-2700 e-mail: rosana.ifg@gmail.com

RESUMO

A discussão a respeito da constante escassez de chuva no território brasileiro, tem instigado a procura de processos e métodos para a precipitação das nuvens de forma artificial. Entre estes métodos há a pulverização de produtos químicos nas nuvens. Porém, esta prática pode causar efeitos ambientais no solo, ar e água, devido ao arraste destes compostos químicos provocados pela chuva artificial. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo verificar os efeitos ambientais de produtos químicos no solo ocasionados pela precipitação de nuvens, com o intuito de selecionar o composto químico mais propício a ser lançado na atmosfera, com base nas questões ambientais. O projeto foi desenvolvido entre agosto de 2015 a julho de 2016, no Laboratório de Solos do Instituto Federal de Goiás, Campus Goiânia, em uma caixa de material acrílico transparente, de 22,5 litros de capacidade, com a base superior perfurada para permitir a coleta da água drenada. Foram coletadas amostras de solo para serem utilizadas no trabalho. Os elementos químicos selecionados a serem pulverizados manualmente no solo, foram: 1) iodeto de prata; 2) iodeto de potássio; 3) cloreto de sódio e; 4) cloreto de potássio. Cada substância química foi testada individualmente, sendo o solo trocado a cada ensaio. Foram pulverizadas seis gramas ao total de cada produto químico no solo, para posterior simulação da chuva. Foram coletadas as amostras de água percoladas, e amostras de solo para análises químicas. Com base nos resultados obtidos os mesmos foram confrontados com a Resolução do CONAMA nº420, porém não existem valores orientadores na Resolução citada para os parâmetros analisados no referido trabalho, com exceção do elemento prata. De acordo com os resultados das análises físicas do solo, verificou-se que o solo utilizado no trabalho é pertencente à classe textural franco argilo arenosa. Diante das análises realizadas, concluiu-se que o elemento que aparenta ter menor potencial de degradação ambiental para solo e água é o iodeto de prata, pois apresentou menores concentrações residuais na água percolada. Entretanto, devido à complexidade das condições ambientais de aplicação desses elementos químicos, mais estudos devem ser desenvolvidos a fim de complementar as observações feitas com este primeiro trabalho exploratório.

PALAVRAS-CHAVE: Chuva artificial, análise de solo, percolação.

INTRODUÇÃO

A escassez de chuva no território brasileiro tem incentivado a busca de soluções tecnológicas para a produção de chuvas artificiais. Para isto, utiliza-se, principalmente, de produtos químicos que aceleram o processo de precipitação das nuvens.

No Brasil, atualmente este tipo de tecnologia não é muito difundido, sendo que as maiores inovações e informações sobre este ramo encontram-se no exterior, como exemplo disso tem-se os Estados Unidos da América.

O sistema de pulverização de nuvens consiste em liberar algum produto nas nuvens a fim de densificar suas moléculas até que estas causem a chuva. Atualmente existem diferentes métodos e materiais para se pulverizar uma nuvem, um deles é através do uso de iodeto de prata, que só é eficaz em nuvens que concentram muitos cristais de gelo. Essas nuvens só ocorrem em alguns estados da região Sul do Brasil. Sem os cristais de gelo, a utilização de iodeto é ineficiente (IMAI et al., 2007).

Outro método de pulverização é através do uso do cloreto de sódio, o popular sal de cozinha. Em contato com o vapor d'água da nuvem, as partículas de sal atraem minúsculas gotas, iniciando a criação dos pingos de chuva. Entretanto, esse artifício só faz chover em nuvens que já tenham vapor d'água em quantidade suficiente. Isso quer dizer que ele não produz chuva, no máximo, pode acelerar uma (informação verbal)¹.

As partículas microscópicas dos reagentes químicos, quando lançados em nuvens, comportam como gotas coletoras artificiais que colidirão com as gotículas das nuvens, e havendo a coalescência (ou seja, o agrupamento), precipitarão em forma de chuva.

Porém, a utilização de reagentes químicos para a formação de chuvas artificiais pode ocasionar uma contaminação proveniente das reações destes produtos com o ar e conseqüentemente com o solo. Desta forma, deve-se observar os efeitos das chuvas artificiais perante o solo, conseguindo verificar nesse processo artificial, qual reagente químico é mais propício para ser lançado na atmosfera de forma a encontrar um produto mais eficiente e menos poluente ao solo.

Elevadas concentrações de poluentes nos solos das regiões urbanas podem trazer sérios impactos ao meio ambiente, sendo que quando não ocorre uma interação estável do poluente com o solo, pode haver migração do poluente, resultando na contaminação da água de lençóis ou da superfície (LADEIRA et al. 2002; DINIZ et al., 2009). Também, podem ser absorvidos pelas plantas e, assim, serem incorporados às cadeias tróficas (SEGURA-MUÑOZ, 2002).

Segundo Alloway (1995), a maior parte dos solos foi poluída, ao menos em alguma extensão, por poluentes depositados da atmosfera, fertilizantes, agroquímicos e esterco. Em comparação com o ar e a água, o solo é de composição mais complexa e de difícil investigação, agindo, desse modo, como coletor, filtro e difusor de poluentes para o meio ambiente. Neste contexto, a poluição do solo, associada a outros tipos de degradação como o desmatamento, a erosão e a urbanização desordenada representam uma ameaça à sustentabilidade deste recurso precioso.

É imprescindível compreender o solo enquanto corpo dinâmico, resultante da ação conjunta e ativa do clima, dos organismos vivos sobre a rocha, além dos outros fatores como: o relevo e o tempo, sendo assim necessário classificá-los e analisá-los em suas características físicas, químicas e biológicas, procedimentos indispensáveis à realização de um manejo adequado. Um exemplo da natureza física caracteriza-se pela estrutura e textura do solo, dentre os fatores químicos se destacam a composição mineralógica, a reação do solo quanto ao pH, o teor de matéria orgânica, a disponibilidade de nutrientes, dentre outros fatores (SOUZA et al., 2012).

Devido a escassez de informações científicas no Brasil sobre os produtos químicos a serem empregados e sobre os efeitos ambientais dos mesmos no solo e na água durante a pulverização de nuvens, existe a necessidade de pesquisa nesta área. Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo selecionar o composto químico mais propício a ser lançado na atmosfera para a precipitação de nuvens, com base nas questões ambientais.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido em Goiânia, GO, especificamente no Laboratório de Solos do Instituto Federal de Goiás (IFG), no período compreendido entre agosto de 2015 a julho de 2016.

¹ Notícia fornecida pelo meteorologista Augusto José Pereira Filho da Universidade de São Paulo (USP).

Para a condução do experimento, foi construída uma caixa de material acrílico transparente de 22,5 litros de capacidade (0,30 m x 0,30 m x 0,30 m) com a base superior perfurada para permitir a coleta da água drenada, após a simulação da chuva na referida caixa (Figura 1 a e 1 b). Acima da base superior da caixa, foi colocada uma membrana com o intuito de evitar a passagem do solo durante o escoamento da água de percolação.

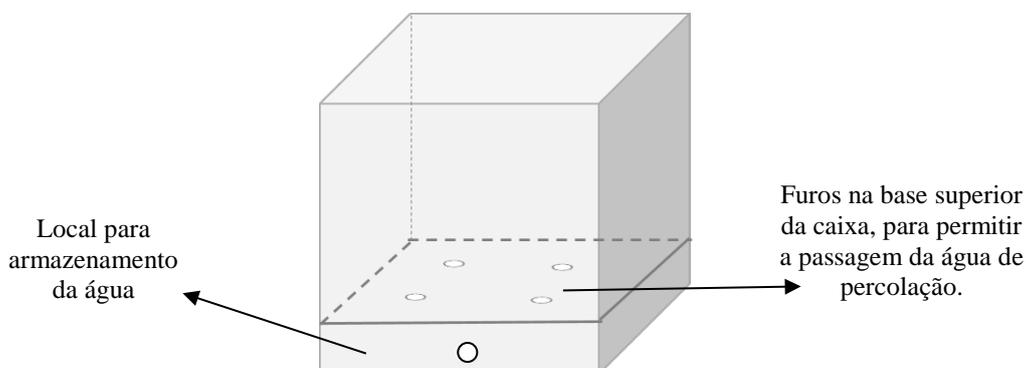


Figura 1a. Caixa de solo utilizada na condução do experimento.



Figura 1b. Vista frontal da caixa de solo utilizada no experimento.

Foram coletadas amostras de solo características do estado de Goiás (Latosolo) para serem utilizadas no trabalho. Os pontos de coleta correspondem à latitude 16°39'51.82"S e longitude 49°15'18.27"O, determinados com o auxílio de um aparelho GPS (Global Positioning System) da marca Garmin.

Parte das amostras de solo coletadas foi enviada para laboratório terceirizado para análise física, onde a mesma seguiu a metodologia descrita pela EMBRAPA (1997). O restante do solo coletado foi levado ao Laboratório de Solos do IFG para ser destorroado e passado em peneira de malha 4,8 mm e, posteriormente, acomodado dentro da caixa acrílica, conforme a Figura 1b.

Em seguida, foram escolhidos os elementos químicos a serem pulverizados manualmente no solo acomodado dentro da caixa, foram eles: 1) iodeto de prata; 2) iodeto de potássio; 3) cloreto de sódio e; 4) cloreto de potássio. Cada elemento químico escolhido, foi selecionado com base em uma revisão bibliográfica realizada sobre o assunto do referido trabalho.

Após a seleção das substâncias químicas, as mesmas foram testadas individualmente na caixa de acrílico, através da pulverização manual no solo. A cada teste, o solo era trocado para avaliação do próximo elemento químico.

Foram pulverizadas três gramas de cada produto químico no solo, para posterior simulação da chuva, realizada com regador, conforme mostra a Figura 2. Foram gastos cinco litros de água destilada para saturar o solo e mais dois litros para a percolação da água, em cada ensaio.



Figura 2. Simulação da chuva com o regador na caixa de acrílico.

Após a pulverização de três gramas de cada elemento na caixa, foram coletadas as amostras de água percoladas (Figura 3), e amostras de solo (Figura 4).

Em seguida às análises, pulverizou-se mais três gramas e repetiu-se o procedimento de simulação da chuva e posterior coleta das amostras de água e solo. Essa pulverização repetida do produto, teve como objetivo verificar a quantidade mais adequada a ser utilizada para a precipitação de nuvens, levando em consideração os efeitos ambientais no solo e na água.



Figura 3. Coleta da amostra de água percolada



Figura 4. Coleta de amostra do solo, após percolação da água da chuva artificial.

As amostras de água e solo coletadas foram enviadas para análises químicas em laboratório terceirizado, através da metodologia descrita por APHA (1985), cujos parâmetros analisados foram: sódio, potássio, prata e cloretos.

Com base nos resultados obtidos os mesmos foram confrontados com a Resolução do CONAMA n°420 de 2009.

RESULTADOS

De acordo com as análises físicas do solo, verifica-se que o solo utilizado no trabalho é pertencente à classe textural franco argilo arenosa (Tabela 1).

Tabela 1: Resultado da análise textural do solo utilizado no experimento

Argila (%)	Limo (%)	Areia (%)	Classe textural
24	7	69	Franco argilo arenosa

Os resultados dos parâmetros encontrados no solo e na água após a pulverização dos produtos químicos estão apresentados nas tabelas 2 e 3, respectivamente. Os mesmos foram comparados de acordo com a Resolução do CONAMA n° 420 de 2009 que:

“dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas”

atividades antrópicas”

Tabela 2: Resultados dos parâmetros analisados na água após a pulverização dos produtos químicos.

Material: Água				
Parâmetros	Valores encontrados após a pulverização dos produtos		Unidade	CONAMA N° 420
	3g	6g		
Potássio (KCl)	45,68	31,63	mg/L	-
Sódio (NaCl)	46,74	20,90	mg/L	-
Potássio (KI)	3,14	3,58	mg/L	-
Prata (AgI)	<0,005	<0,005	µg/L	50 µg/L

Tabela 3: Resultados dos parâmetros analisados no solo após a pulverização dos produtos químicos.

Material: Solo				
Parâmetros	Valores encontrados após a pulverização dos produtos		Unidade	CONAMA N° 420
	3g	6g		
Potássio (KCl)	6,31	5,82	mg/L	-
Sódio (NaCl)	1,68	2,17	mg/L	-
Potássio (KI)	3,65	4,46	mg/L	-
Prata (AgI)	<0,005	<0,005	mg/kg	50 mg/kg

É importante mencionar que não existem valores orientadores na Resolução citada para os parâmetros analisados no referido trabalho, com exceção do elemento prata, que tem como valor máximo permitido, para água e solo, 50 mg/L e 50 mg/Kg, respectivamente.

Dentre todos os parâmetros analisados, tanto no solo como na água, a prata foi a substância que apresentou a menor concentração em todas as análises (Tabelas 2 e 3). Os ensaios mostraram que o iodeto de prata tem uma baixa solubilização e percolação, ficando retido na superfície do solo durante toda a execução do experimento, mesmo o solo apresentando uma textura franco argilo arenosa (Gráficos 1 e 2).

Observa-se que a quantidade de cloreto de potássio encontrada tanto na água (Tabela 2) como no solo (Tabela 3) foi superior na pulverização com três gramas do produto quando comparada com a pulverização de seis gramas.

O cloreto de sódio encontrado na água também foi superior na pulverização com três gramas do produto (46,74 mg/L) quando comparada com a pulverização de seis gramas (20,90 mg/L). No solo, a quantidade foi maior na pulverização com seis gramas do elemento químico (2,17 mg/L) (Tabelas 2 e 3).

O iodeto de potássio encontrado tanto na água (3,58 mg/L) como no solo (4,46 mg/L) foi superior na pulverização com seis gramas do elemento químico (Tabelas 2 e 3).

Com base nos resultados obtidos, nas substâncias e nas quantidades de produtos químicos utilizadas no ensaio, pode-se mencionar que o iodeto de prata tem um menor potencial de poluição, porém, pode ser prejudicial para as camadas superficiais do solo e para os cursos d'água próximos, uma vez que essa substância pode ser carregada, afetando os mananciais.

Com base na textura do solo, pode-se afirmar que o cloreto de sódio e o cloreto de potássio se concentraram mais na água do que no solo em função da porcentagem de areia (69%) presente, percolando com maior facilidade. Já o iodeto de potássio apresentou maiores concentrações no solo, quando comparado à água (Gráficos 1 e 2).

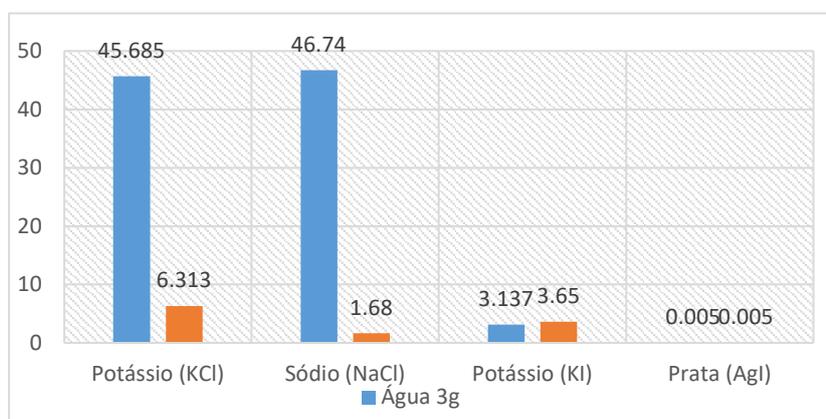


Gráfico 1: Pulverização de três gramas dos elementos químicos.

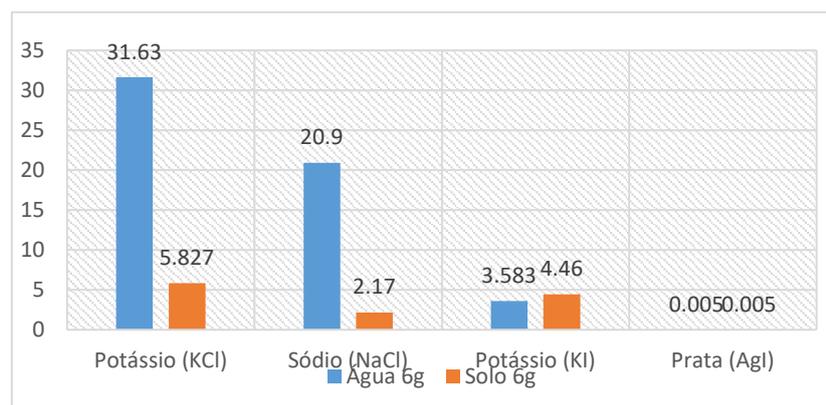


Gráfico 2: Pulverização de seis gramas dos elementos químicos.

Com base nos gráficos acima, verifica-se que a água apresentou um maior risco de contaminação por apresentar maior concentração residual dos elementos analisados.

CONCLUSÕES

Diante das análises realizadas, conclui-se que o elemento que aparenta ter menor potencial de degradação ambiental para o solo e a água é o iodeto de prata, pois apresentou menores concentrações residuais na água percolada. Entretanto, devido à complexidade das condições ambientais de aplicação desses elementos químicos, mais estudos devem ser desenvolvidos a fim de complementar as observações feitas com este trabalho exploratório.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALLOWAY, B.J. Heavy metals in soils. 2.ed. London: Blackie Academic, 1995. 368 p.
2. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Standard methods for the examination of water and wastewater. 16th Edition. Washington, DC, 1985. 1268 p.
3. CHITOLINA, J. C.; PRATA, F.; SILVA, F. C. da, COELHO, A. M.; CASARINI, D. C. P.; MURAOKA, T.; VITTI, A. C.; BOARETTO, A. E. Amostragem de solo para análises de fertilidade, de manejo e de contaminação. In: SILVA, F. C. da. SILVA, F. C. da. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: EMBRAPA, 2009. p.25-57. 627 p.
4. DINIZ, I.S.; FURTADO, E. F.; MELO FILHO, H. B. Caracterização física do solo e estudo da contaminação da água nas proximidades do antigo lixão da cidade de Boa Vista – RR. Revista Norte Científico, v.4, n.1, p.169-184, dez. 2009.
5. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).
6. IMAI, T.; VIEGAS JR., M. F.; MARTIN, I. M.; IHA, K. Estudo da microfísica de nuvens quentes – crescimento e precipitação. In: 13º Encontro de Iniciação Científica e Pós-Graduação do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), 2007, São José dos Campos/SP. Anais... São José dos Campos: ITA, 2007. p.01-08.
7. LADEIRA, A.C.Q.; CIMINELLI, V.S.T.; NEPOMUCENO, A.L. Seleção de solos para imobilização de arsênio. Revista Esc. Minas, v.55, n.3, p.215-221, jul-set, 2002.
8. PAGE, A L.; MILLER, R. H.; KEENEY, D. R. Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods. 2th ed. Madison: ASA, 1986. 1188 p.
9. SEGURA-MUÑOZ, S.I. Impacto ambiental na área do aterro sanitário e incinerador de resíduos sólidos de Ribeirão Preto, SP: avaliação dos níveis de metais pesados. 2002. 131 f. Tese (Doutorado) - Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. 2002.