

Estudo da eletrificação de nuvens

Este anexo apresenta os resultados preliminares da Tese de Doutorado do aluno André Arruda Rodrigues de Moraes. Modelagem da eletrificação de tempestades. CCST-INPE, orientada pelo Dr. Kleber Naccarato.

Como os processos de eletrificação de uma nuvem de tempestade e a consequente geração de relâmpago estão intimamente relacionados com a microfísica da nuvem, sua descrição detalhada é de grande importância. Maiores detalhes em Moraes et al. (2015).

Para realizar o estudo, estão sendo utilizadas duas abordagens diferentes. Uma teórica através da simulação da nuvem de tempestade e todos os processos que ocorrem em seu interior e uma abordagem instrumental através da coleta de dados das tempestades. Os instrumentos a serem utilizados para a coleta são: radar meteorológico de banda X de dupla polarização, medidor de campo elétrico atmosférico - Field Mill, imagens de satélite - GOES-13, rede de detecção de descargas atmosféricas - BrasilDAT. Eles estão instalados na Região Metropolitana de Campinas, tal que a cobertura principal é baseada no raio de ação do radar meteorológico, que se encontra na cidade de Campinas e possui um alcance de aproximadamente 100 km.

Para simular a nuvem de tempestade, utiliza-se o modelo francês Meso-NH. Esse é um modelo de mesoescala não hidrostático capaz de realizar simulações de alta resolução com microfísica detalhada, capaz de reproduzir a transferência de carga entre os hidrometeoros, o campo elétrico no interior e a geração de relâmpagos nuvem-solo. Com isso, o modelo pode simular toda a atividade elétrica e dinâmica da nuvem.

Os resultados do modelo serão comparados com os dados coletados pela rede de instrumentos com o objetivo de aprimorar as parametrizações de microfísica e separação de cargas, bem como o entendimento dos efeitos que a microfísica e a eletrificação possuem no desenvolvimento do campo elétrico, na geração e taxa de descargas atmosféricas.

Ao longo do período de Janeiro de 2016 até Janeiro de 2017, foram realizadas simulações de casos ideais e reais com o modelo Meso-NH.

Casos ideais são aqueles em que não há assimilação de dados da atmosfera como entrada do modelo, ou seja, todos os aspectos dinâmicos e elétricos são simulados, e casos reais, os quais o modelo assimila dados coletados na atmosfera e os utiliza como condição inicial para resolver as equações.

Ao longo do período, realizou-se testes de sensibilidade entre os diferentes esquemas que o modelo possui para representar a transferência de cargas dentro da nuvem. Esse teste foi realizado para casos ideais e está ilustrado na Figura 1.

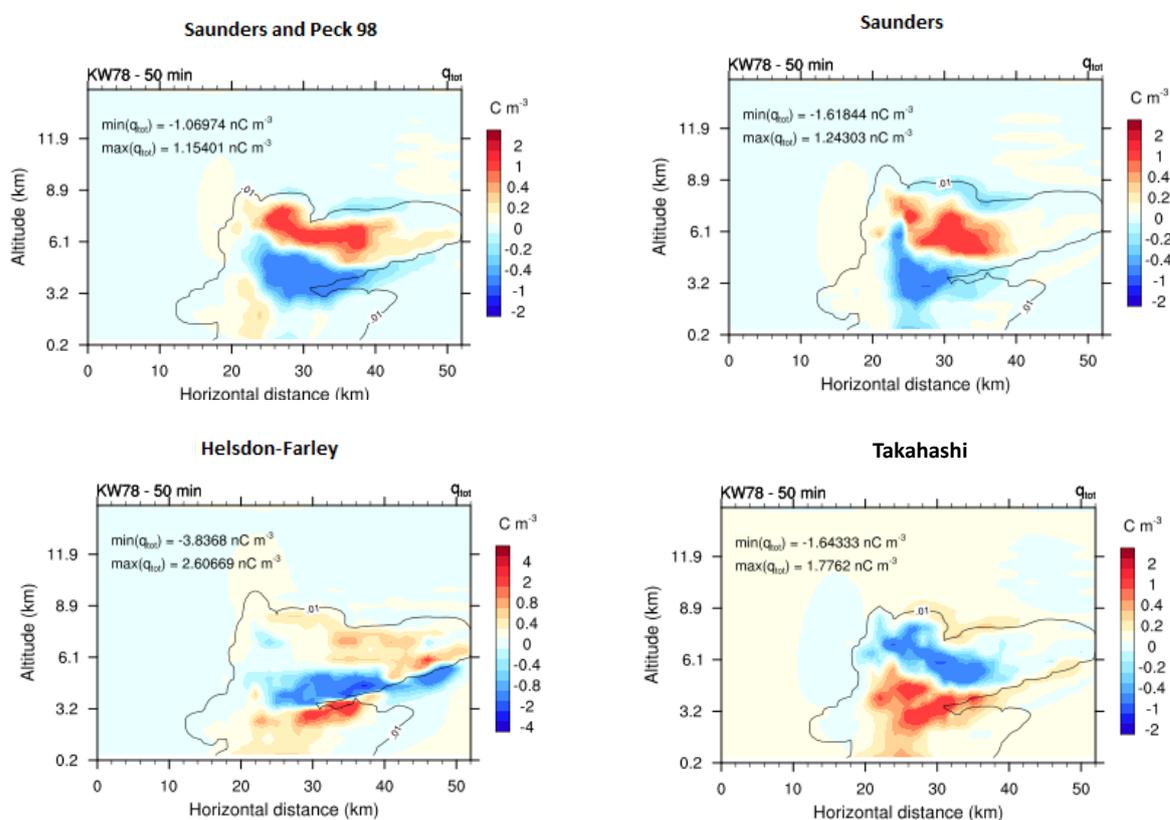


Figura 1: Teste de sensibilidade para a carga total no interior da nuvem para os diferentes esquemas de eletrificação disponíveis.

Cada esquema é baseado em experimentos de laboratório em uma câmara de nuvens desenvolvida para estudar a separação de cargas entre hidrometeoros. Ao analisar a figura, percebe-se a importância na escolha do esquema, uma vez que

cada um resultou numa configuração de cargas com diferenças significativas. Os esquemas Saunders e Peck 98 e Saunders obtiveram dois grandes centros de carga na nuvem sendo o negativo abaixo do centro positivo. Embora seja possível dizer que a intensidade da carga resultante de cada esquema tenha sido parecida, a distribuição espacial dessas cargas foram discordantes. Especialmente na distribuição horizontal das cargas. Já os experimentos Helson-Farley e Takahashi encontraram distribuições de cargas opostas em relação aos anteriores, com as cargas positivas em níveis inferiores de altitude. Helson-Farley obteve uma distribuição mais estratificada, com a camada de carga negativa se estendendo por uma grande área enquanto o centro positivo se encontra numa pequena região abaixo. É importante perceber que a magnitude da carga para o esquema de Helson-Farley foi aproximadamente o dobro dos outros três.

A importância dos testes de sensibilidade e, conseqüentemente, da escolha apropriada do esquema de eletrificação a ser utilizado pode ser novamente verificada ao analisar o campo elétrico total que o modelo é capaz de calcular, como mostrado na Figura 2.

Na Figura 2, observa-se que os esquemas Saunders, Saunders e Peck e Takahashi apresentaram distribuições espaciais e intensidade do campo elétrico similares, com o destaque para o esquema do Takahashi em razão da magnitude do campo. Todos os três esquemas mostram um centro de campo elétrico intenso por volta dos 6 km de altitude (Saunders se encontra mais baixo) e um pequeno desenvolvimento de campo em 8 km. O esquema de Helson-Farley obteve intensidade máxima do campo muito superior aos outros (143 kV/m contra 92, 93 e 104 kV/m). Ele obteve dois centros definidos com campo elétrico intenso, um deles com, aproximadamente, a mesma altitude e magnitude dos outros modelos, e outro com intensidade superior e altitude inferior. Outro detalhe que separa o esquema de Helson-Farley dos outros é a distribuição espacial do campo elétrico, a qual é mais estratificada e não atinge altitudes tão grande quanto os outros.

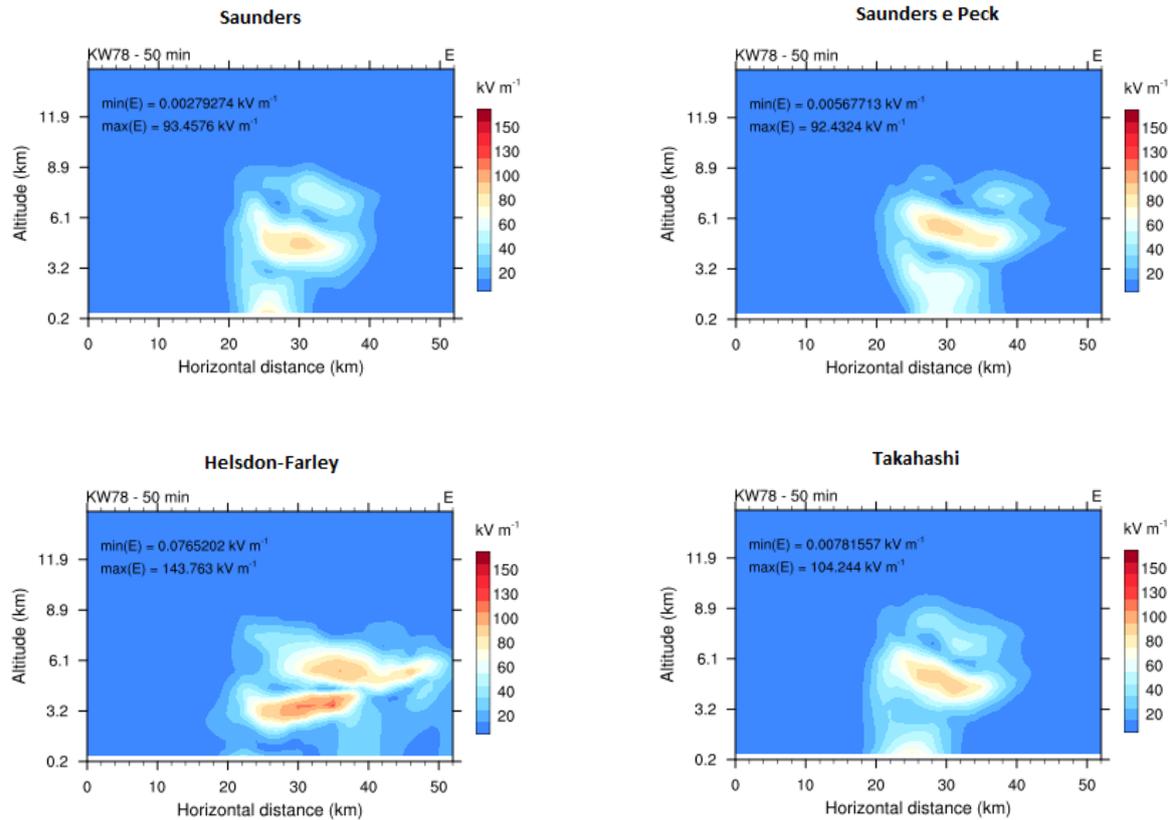


Figura 2: Testes de sensibilidade para o campo elétrico total para os diferentes esquemas de eletrificação do modelo Meso-NH.

Os dois exemplos apresentados acima servem para apontar a importância da escolha do esquema que será utilizado no modelo para representar determinadas propriedades físicas da nuvem, carga líquida total e campo elétrico nesse caso.

Uma vez que as etapas dos casos ideais estão bem definidas, o próximo passo será realizar simulações de casos reais registrados pelo projeto e repetir os testes de sensibilidade para determinar qual deles representa melhor as características elétricas da nuvem. Uma vez que os casos a serem estudados e modelados forem definidos, os testes de sensibilidade serão realizados para que seja possível comparar e selecionar qual deles representa melhor as condições da tempestade.

MORAIS, A. A. R.; NACCARATO, K. P.; PINTO JUNIOR, O. . 3D Cloud electrification model: convection and dynamics description. In: 26th General Assembly 2015, International Union of Geodesy and Geophysics, 2015, Praga. International Union of Geodesy and Geophysics, **2015**.