

Contribuição ao Projeto de Kleber Naccarato e Andre Moraise

a) Análise do Meso-NH para previsão da eletrificação de tempestades do SOS CHUVA

Foram selecionados 5 casos de eventos severos, a partir dos casos selecionados pelo grupo de modelagem do projeto, para os quais empregou-se o modelo francês Meso-NH para avaliar as características microfísicas e elétricas das tempestades.

Os eventos escolhidos para estudo de caso foram os dias:

03/12/2016

25/12/2016

03/01/2017

24/02/2017

Observou-se que, na grande maioria dos casos, o modelo foi capaz de simular as principais características dinâmicas medidas pelos instrumentos – imagens de satélite e radar. Tanto na posição da convecção quanto no horário em que ela acontece. O modelo também simulou as principais características elétricas da tempestade: realizou a transferência de cargas, posicionamento vertical ao longo da nuvem bem como a produção de campos elétricos consistentes, ou seja, apenas onde havia locais propícios para isso (grande quantidade de hidrometeoros carregados), de forma que, locais que não havia convecção ou não apresentavam quantidades significativas de hidrometeoros também não apresentavam campo elétrico. Isso implica que a microfísica também foi corretamente representada pelo modelo. No entanto, para o caso do dia 03/01/2017, de acordo com a quantidade de relâmpagos detectados pela rede BrasilDAT, deveria haver mais locais com campo elétrico nas nuvens simuladas, pois houve ocorrência de descargas em diversas áreas da região simulada onde o modelo não produziu campo elétrico, hidrometeoros e convecção. A Figura 1 ilustra esse caso, onde o modelo não gerou campo elétrico em latitudes superiores a 23°30" sendo que houve intensa atividade de raios.

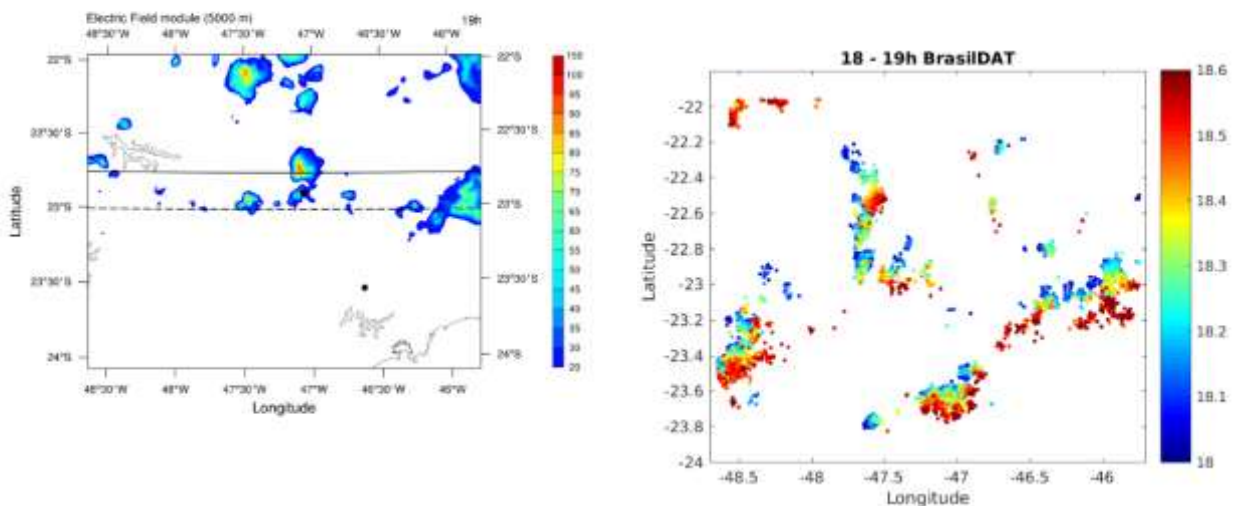


Figura 1 - Campo elétrico gerado pelo modelo (à esquerda) e descargas atmosféricas detectadas pela rede BrasilDAT (à direita). Observa-se a ocorrência de vários núcleos convectivos com produção de descargas em regiões onde o modelo não foi capaz de gerar campo elétrico, como na porção inferior da imagem.

Conforme mostra a Figura 2, o modelo é capaz de gerar descargas atmosféricas, como resultado da quebra de rigidez dielétrica do ar sob a presença de um intenso campo elétrico. O movimento das descargas ao longo do tempo foi consistente com as observações, e.g. ao longo de 3-4h as descargas do dia 24/02/2017, as descargas (ou densidade de descargas) tiveram uma propagação geral para Sudoeste, sendo esse efeito corretamente representado pela simulação. No entanto, o modelo subestimou a quantidade de descargas geradas por uma ordem de grandeza (10 vezes) em todos os casos. Além da quantidade, sua posição também não foi representada corretamente, tal que seriam necessárias mais regiões de campo elétrico para gerar os relâmpagos observados pela rede.

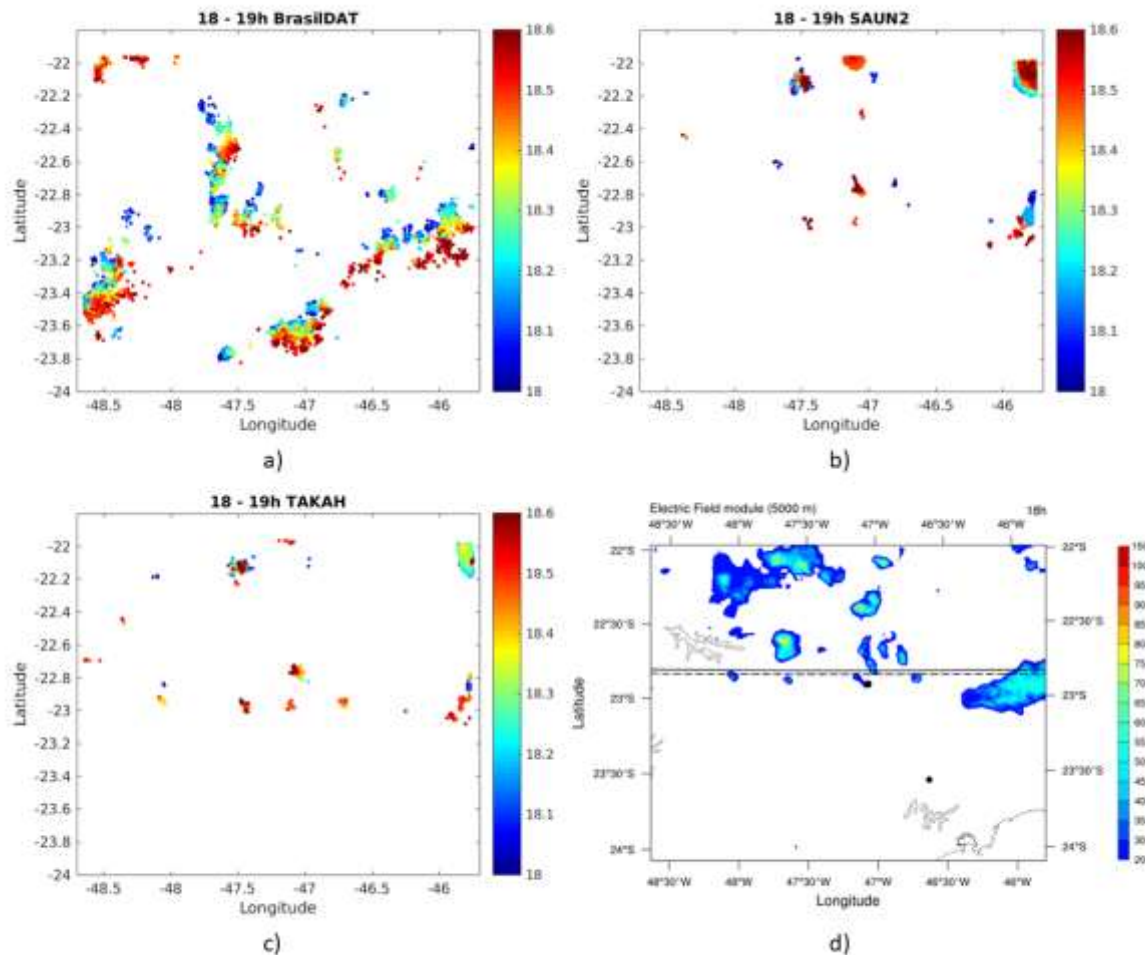


Figura 2 - (a) Descargas detectadas pela BrasilDAT; (b) e (c) Descargas simuladas pelo modelo utilizando diferentes esquemas de eletrificação; (d) Campo elétrico simulado pelo modelo as 18h. Observou-se uma disparidade entre a quantidade de raios gerados e detectados, evidenciando que o modelo subestima a produção de raios.

b) Processos de Geração de campos interpolados dos field Mills (moinhos de campo)

Com relação aos dados de campo eletrostático atmosférico coletados pelo instrumento Electric Field Mill (EFM), foram observadas inconsistências entre os campos interpolados, utilizando o método de Barnes a partir das medidas pontuais de 07 sensores EFM, e a ocorrência de descargas atmosféricas conforme mostra a Figura 3

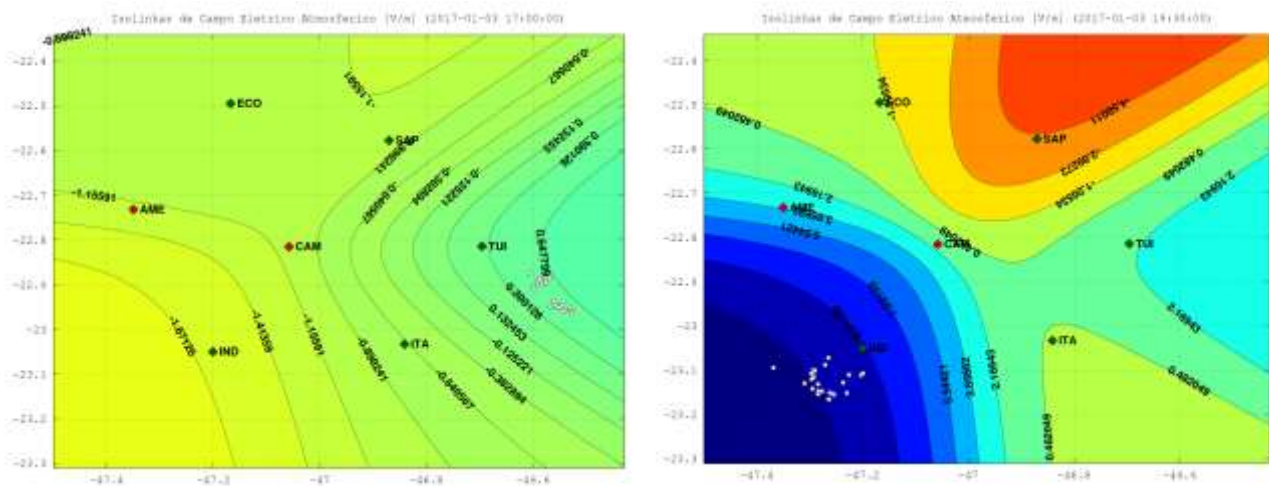


Figura 3 – Inconsistências entre os valores de campo eletrostático atmosférico interpolado (isolinhas coloridas) e a ocorrência de descargas atmosféricas (pontos brancos). Observa-se que em alguns casos: (a) as descargas ocorrem em regiões de campo elétrico muito baixo, enquanto que em outros momentos: (b) as descargas coincidem com valores mais altos de campo.

Dessa forma, estão sendo investigadas a correlação entre o sincronismo no tempo (ou não) entre a intensificação do campo e a ocorrência de descargas, pois pode haver um atraso temporal entre ambos, e a própria acurácia do algoritmo de interpolação. O método de Barnes aplicado aos dados da rede de sensores EFM estabelece um peso na medida de cada sensor baseado na distância entre a fonte de campo e o sensor. Em seguida, o algoritmo faz um mapeamento do campo elétrico no solo de acordo com o valor medido pelos sensores, conforme a Equação 1, a qual estabelece que o peso W de cada medida de sensor EFM é proporcional à razão entre a distância do ponto de grade ao sensor (d) e o raio de influência de cada sensor (R), calculado com base na magnitude do campo.

$$W = e^{d^2/R^2} \rightarrow \ln W = \frac{d^2}{R^2} \quad (1)$$

Quanto mais longe o sensor, menor o peso da sua medida para o valor final interpolado. Além do peso a ser aplicado a cada sensor, a técnica de interpolação de Barnes também emprega um fator de influência para os sensores, baseado no alcance que cada sensor possui em medir campos elétricos. Esse alcance é a limitação física de cada sensor e foi inicialmente estabelecido em 40 km.

As análises do método consistem em, variando o raio de influência dos sensores, verificar se é possível selecionar apenas aqueles mais próximos da fonte, fazendo com que a medida seja mais significativa, reduzindo ou removendo o peso que sensores muito longe da fonte de campo. Para isso, variou-se os dois parâmetros da equação: d e R . Para cada d , foram gerados gráficos variando R , a qual atribuiu-se valores de 10 até 40 em passos de 5. A Figura 4 mostra os principais resultados.

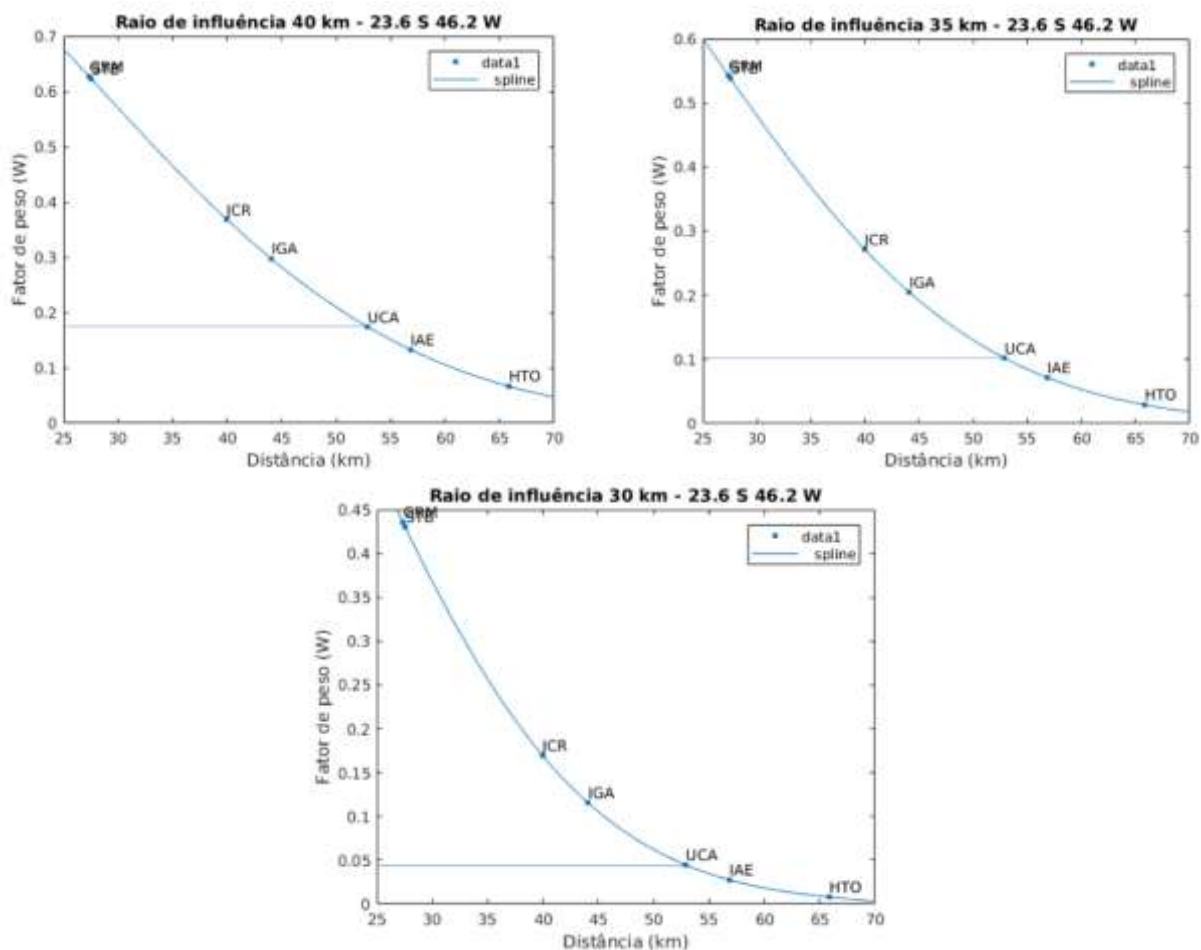


Figura 4 – Testes do raio de influência de cada sensor (R) considerando um pontos de grade arbitrário como referência. As siglas nas curvas são os 7 sensores EFM da rede.

Pelos resultados, observa-se que, para fontes de radiação longe da rede de sensores, reduzir o raio de influência de 40 para 35 ou 30 km possui um grande efeito no peso dos sensores. Para os sensores mais próximos, a redução fica em torno de 20 a 30%, para os sensores mais distantes essa redução chega a 3 a 7 vezes. No exemplo da figura acima, a redução do raio de influência de 40 para 30 km diminuiu o peso de sensores mais distantes em aproximadamente 5 vezes. Para fontes de campo próximas aos sensores, a redução do raio de influência não afeta o peso de forma tão significativa, de forma que mesmo os sensores que se encontram mais longe da fonte são capazes de medir o campo elétrico com boa confiabilidade. Por fim, a redução do raio de influência dos sensores de 40 para 30 km produz um efeito, relativamente grande, na participação dos sensores na medida, no entanto, a mudança na distribuição espacial da interpolação do campo elétrico gerado não é tão relevante, conforme mostra a Figura 5.

Com isso, serão necessárias investigações mais detalhadas no cálculo do fator de peso para se entender melhor a sua influência nos resultados da interpolação.

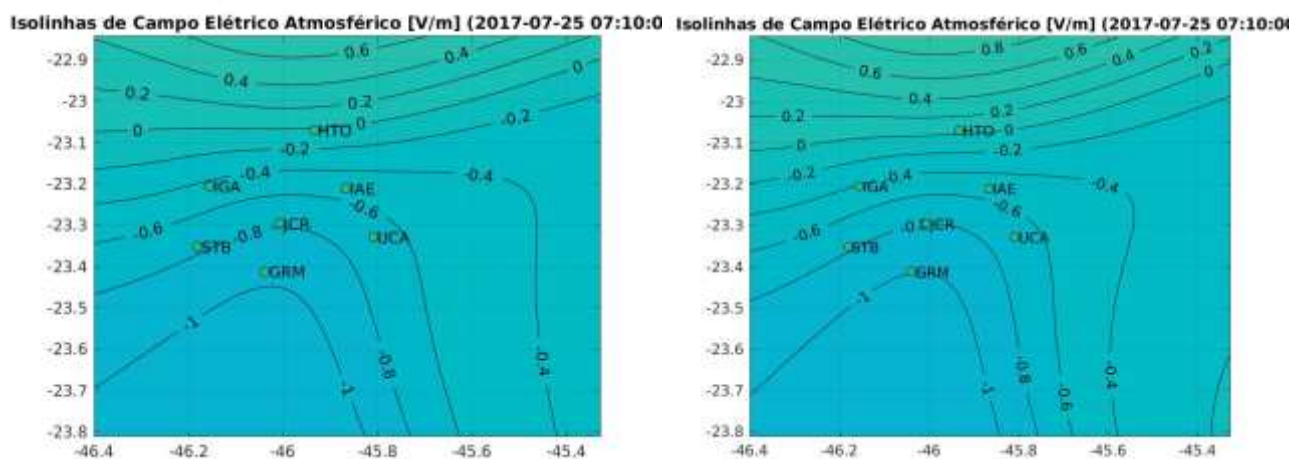


Figura 5 – Interpolação dos dados de campo dos sensores EFM com base em diferentes valores de raio de influência (R), mostrando que não há alterações significativas nos resultados.