**Respostas ao Revisor A.**

Agradecemos a revisão e os comentários construtivos para o nosso manuscrito. Todos os pontos sugeridos foram corrigidos e revisados. Seguem abaixo as respostas aos comentários do revisor.

**Journal: Anuário do Instituto de Geociências**

**Propriedades Físicas e Elétricas de Tempestades na Região Sudeste do Brasil**

**Considerações gerais:**

O tema abordado é interessante e os resultados encontrados contribuem para o aumento do conhecimento sobre a relação entre os sistemas convectivos e a atividade elétrica. Entretanto, é preciso que sejam realizados ajustes significativos e respondidas questões relevantes.

**Considerações específicas:**

1. Introdução

No texto é mencionado que há poucas pesquisas que relacionem SCM e atividade elétrica na região sudeste e se verifica. Porém, em termos de ocorrência desse tipo de sistema e da atividade elétrica, essa é uma realidade apenas do Sudeste do país? Sugiro reescrever, ou mostrar o que já se sabe relacionado as demais regiões do país com significativa ocorrência de SCM.

**Resposta:** Estudos climatológicos sobre SCM (Velasco e Fritsch 1987; Machado et al. 1998; Zipser et al 2006; Salio et al. 2007; Durkee e Mote 2009; Martins et al 2017 e etc) e sobre a relação entre SCM e relâmpagos (Sperling 2018; Peterson et al 2020; Hahn 2021 e etc) é mais abundante na região Sul do Brasil, devido a maior frequência dos mesmos nestes locais. Experimentos de campo recentes como Projetos CHUVA-SUL (Santa Maria, 2012) e SOS-CHUVA (São Borja, 2017) (Machado et al. 2014) e campanha RELAMPAGO (Nesbitt et al. 2021) corroboram essa discussão. Os resultados destes estudos indicam uma boa correlação entre o tamanho, taxa de crescimento e temperatura dos SCM com a produção de relâmpagos nuvem-solo. Resultados semelhantes foram observados na região Sudeste do Brasil (Machado et al 2009, Mattos e Machado 2011, Mattos et al 2016 e etc). Foi adicionado uma discussão sobre estes trabalhos no manuscrito.

No texto, *“Atualmente o mecanismo de eletrificação não indutivo é utilizado para* ***a explicação da formação dos relâmpagos****”*. O que os autores querem dizer com *“formação dos relâmpagos”*? Para os processos de geração das cargas, ainda há poucas teorias aceitáveis e ainda conhece-se pouco a esse respeito, mas os processos de carregamento e separação de cargas (que são processos distintos) dentro das nuvens, estes já são bem estabelecidos. Existem outros processos envolvidos no carregamento das nuvens, não apenas o *“não indutivo”*. O efeito termoelétrico, por exemplo, é um deles. Sugiro que os autores aprofundem os conhecimentos sobre o tema e incluam no artigo.

**Resposta:** O texto foi revisado e foi incluído uma discussão sobre os processos de carregamento colisional indutivo, colisional termoelétrico e convectivo.

2.2 Rede BrasilDAT

Os dados utilizados foram de strokes, ou flashes? Foram filtrados para algum limiar de corrente mínima?

A eficiência da rede é de 90% para todo o país? Ou apenas para o Sudeste? Sugiro que os autores verifiquem essa informação, pois, a menos que a concentração de sensores tenha aumentado para uma rede mais densa, principalmente no Norte e Nordeste, essa eficiência é variável nas diferentes regiões do Brasil. Esse fato faz diferença na quantidade de relâmpagos detectados.

**Resposta:** Os dados utilizados foram de strokes. uma explicação sobre isto foi adicionada no texto. A maioria dos relâmpagos dos SCM analisados (veja figura abaixo) tiveram em média (em módulo) pico de corrente acima de 27,7 kA (-NS) e 27,9 kA (+NS), sendo que a maior frequência de ocorrência foi para aqueles com 15 kA. Além disso, a utilização de um período longo de dados (5 anos), possivelmente possa ter suavizado os efeitos da contaminação de relâmpagos fracos. Dessa maneira, não foram filtrados relâmpagos baseados em um limiar de corrente.

A eficiência de 90% de detecção é observada somente nas regiões com diversos sensores instalados como são os casos das regiões Sul e Sudeste do Brasil. O Norte do país ainda não possui sensores instalados, contribuindo para a baixa eficiência por VLF. Dessa maneira, as regiões Sul e Sudeste é a região com a melhor eficiência de detecção da BrasilDAT. É importante salientar que nosso estudo compreende apenas os relâmpagos ocorridos na região Sudeste, devido justamente a melhor eficiência de detecção da rede BrasiDAT nessa região.

****

2.3 Identificação e rastreamento dos sistemas convectivos

Neste ítem há alguns problemas de linguagem e de siglas que se proparam ao longo do texto. É preciso fixar a utilizatão da sigla SC ou SCM, pois há citações dos sistemas convectivos de mesoescala, com as duas siglas.

**Resposta:** Correções e modificações realizadas. Foi padronizada a sigla “SCM” ao longo do texto.

Nos critérios de rastreamento:

Nos critérios, *“i) iniciaram e* ***morreram*** *dentro da região de estudo” e* “*iii)* ***nasceram*** *(não nasceram como resultado de uma divisão de uma tempestade) e morreram (não morreram devido a união de tempestades) espontaneamente”*, por exemplo, são apresentados termos, como ***“nascer e morrer”*** que os autores precisam substiruir, por termos técnicos, como por exemplo, geração / discipação de sistemas convectivos.

**Resposta:** Correções e modificações realizadas.

3.1 Relação entre propriedades dos SCM e relâmpagos

Primeiramente, reforço a observação das siglas SCM e SC. Se os autores consideram como sistemas diferentes, então precisam descrever no texto e justificar a mudança ao longo do texto. Caso contrário, sugiro que adotem uma única sigla.

**Resposta**: Correções e modificações realizadas. Foi padronizada a sigla “SCM” ao longo do texto.

A Figura 2B é pouco comum, pelo alto número da amostras sem relâmpagos.

Qual a causa? É possível caracterizar com padrões morfológicos esses sistemas sem relâmpagos?

**Resposta:** Tipicamente tempestades sem relâmpagos são mais frequentes de ocorrer do que tempestades com relâmpagos (Mattos e Machado 2011). Os resultados (Figura 6 e Tabela 1) mostram que os SCM sem relâmpagos possuem área e taxa de expansão menores em relação a sistemas convectivos com relâmpagos, tornando relativamente baixa a duração desses sistemas.SCM sem relâmpagos são formados em condições termodinâmicas e dinâmicas menos pronunciada do que SCM com relâmpagos.

O total de casos não bate com a soma das amostras sem relâmpagos + IN + NS = 3.518, ou seja, há uma diferença de 60 sistemas convectivos. Como foram categorizados esses sistemas? E porque não foram mencionados?

**Resposta:** A classificação dos sistemas convectivos de acordo com o tipo de relâmpago (IN, -NS ou +NS) foi realizada a partir da contabilização da predominância do tipo de relâmpago em questão, isto é: foi adotado um limiar de maior ou igual a 51% de predominância. Por exemplo, se houve uma tempestade com 100 relâmpagos e 51 foram IN, tal tempestade foi classificada com prevalência de relâmpagos IN. No entanto, os casos que houve 50% de casos IN e 50% de casos NS não foram utilizados; por isso a discrepância de 60 SCM. Uma explicação foi adicionada no texto.

3.2 Ciclo de vida dos sistemas convectivos

Os resultados encontrados para as diferenças nos números de IN, -NS e +NS são compatíveis com a literatura. Há diversos artigos que mostram essas diferenças típicas e com redes de detecção distintas. Então, seria interessante discutí-los, ou citá-los.

**Resposta:** Foram citados artigos que analisaram a ocorrência de relâmpagos IN e NS.

Os resultados da Figura 5 também são interessantes e esperados durante o ciclo de vida dos sistemas convectivos, e mesmo em concordância com os resultados encontrados por Goodman & MacGorman (1986) e Macedo et al. (2004), as inferências posteriores precisam de mais investigação.

*“Tais resultados permitem inferir que a eletrificação da nuvem no estágio inicial é dominada por relâmpagos IN, e com evolução das nuvens as correntes ascendentes ficam mais intensas e a produção de gelo aumenta, aumentando a formação dos relâmpagos negativos entre as isotermas de -10 e -20 oC. Após a maturação, a região estratiforme das nuvens aumenta,*

*deixando mais expostas as cargas positivas próximo ao topo das nuvens, proporcionando assim uma maior probabilidade de ocorrência de relâmpagos +NS.”*

**Resposta:** Uma das maneiras de analisar a microfísica (tipo e quantidade de partículas de gelo) e dinâmica (velocidade das correntes ascendentes) seria empregando-se radares polarimétricos e a composição de 3-D de 3 radares. Porém, a ausência deste tipo de instrumentos durante o período de estudo (2013-2017) impediu a obtenção dessas medidas. Nesse contexto, as inferências sobre a microfísica e dinâmica das nuvens foi realizada com base em trabalhos da literatura científica (Church, 1966; Gaskell & Illingworth 1980, Saunders 1993; Naccarato 2001 e etc). Uma discussão foi inserida no texto.

Os autores investigaram fatores microfísicos que corroborem, ou outros resultados que possam dar suporte a essas inferências? É importante aprofundar as investigações e ter mais elementos que permitam suportar padrões dessa natureza.

**Resposta:** Uma das maneiras de se estudar a microfísica das nuvens é a utilização de radares polarimétricos, porém durante o período de estudo (2013 – 2017) não existiam radares polarimétricos na região de estudo, assim sendo, não foram investigados fatores microfísicos. Portanto, os resultados obtidos nesse trabalho foram discutidos e analisados com base na literatura pré-existente.

Sugiro que os resultados da seção 3.2 relacionados a taxa de expansão e a temperatura de brilho que sejam resumidos em uma tabela, além dos gráficos, a fim de facilitar a percepção nas diferenças das características dos SCM com e sem relâmpagos.

**Resposta:** A tabela abaixo foi realizada e inserida no texto.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Estágio do ciclo de vida |
| Propriedade | **Iniciação** | **Inter. 1** | **Maturação** | **Inter. 2** | **Dissipação** |
| IN (#/30 min) | 72,7 | 61,1 | 40,6 | 44,9 | 18,2 |
| -NS (#/30 min) | 18,9 | 20 | 14,4 | 19,3 | 8,6 |
| +NS (#/30 min) | 2,6 | 2,6 | 2,7 | 3,2 | 2 |
| Re (km) | 24,9 (24,6) | 35,5 (30,8) | 37,3 (31,6) | 36,3 (36,1) | 27 (24,6) |
| Ae (10-6s-¹) | 231,9 (180,7) | 133,4 (139) | 111,6 (136) | -115.6 (-100,7) | -218,3 (-187,1) |
| Tmed (K) | 224,9 (228,8) | 225,3 (229,1) | 225,9 (229,2) | 228 (228,1) | 229,6 (230,7) |
| Tmin (K) | 215,6 (221,9) | 215,6 (222) | 216,4 (222,1) | 219.8 (220,1) | 223,1(225) |
| Tmin9 (K) | 218,7 (224,8) | 217,8 (224,3) | 218,4 (224,4) | 221.9 (222,3) | 225,2 (227,5) |