



MODELO FRACTAL DE UMA DESCARGA COMPACTA INTRA-NUVEM. I. CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA E EVOLUÇÃO.

D. I. Iudin and S. S. Davydenko, 2015

Augusto Mathias Adams

13 de junho de 2023



Introdução

- Novo modelo de descargas compactas intra-nuvem (**CID**), que se baseia na abordagem fractal para a descrição de sua estrutura elétrica.
- 2 etapas:
 - Desenvolvimento de *streamers*
 - Conexão entre os *streamers*
- Sincronização espacial e temporal das estruturas



Introdução

- **Motivação** ⇒ Restrições dos modelos anteriores:
 - Falta de crescimento simultâneo de ramos da descarga
 - Ausência de consideração das correntes
- Baseado em autômatos celulares
- Ligações elétricas entre células através de descargas elétricas
- Modelo que contempla apenas uma parte do volume do meio intra-nuvem



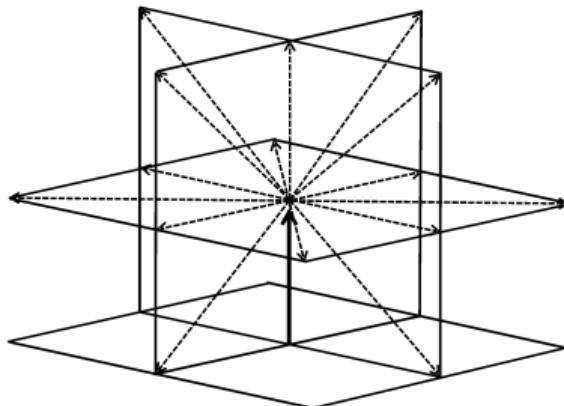
Modelo Fractal

Modelagem em Etapas





Streamer



- Região espacial:
 $500m \times 500m \times 500m$
- Autômatos: células de
 $10m \times 10m \times 10m$
 - Cada autômato é representado pelo seu centro de massa e sua respectiva carga q_{ij} .



Streamer

$$P_{ij} = \begin{cases} 1 - \exp\left(-\left|\frac{E_{ij}-E_i}{E_s-E_i}\right|^m\right), & E_{ij} \geq E_i \\ 0, & E_{ij} < E_i \end{cases} \quad (1)$$

$$dq_i = \tau \sum_{j=1}^{a_i+b_i} I_{ij} \quad (2)$$

$$I_{ij} = \frac{\phi_i - \phi_j}{\Re_{ij} L_{ij}} \quad (3)$$

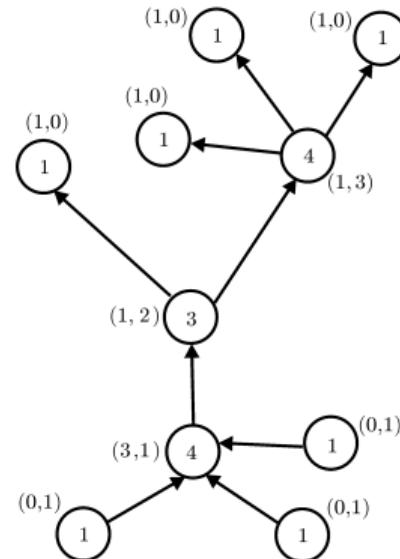


Figura: Árvore de Descarga



Streamer

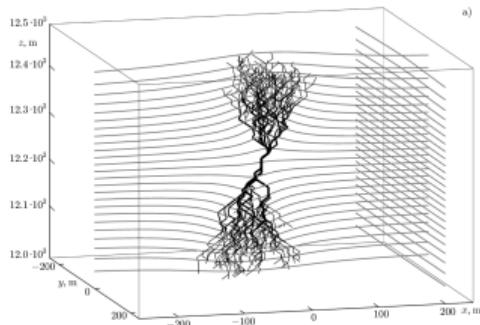


Figura: Streamer Desenvolvido

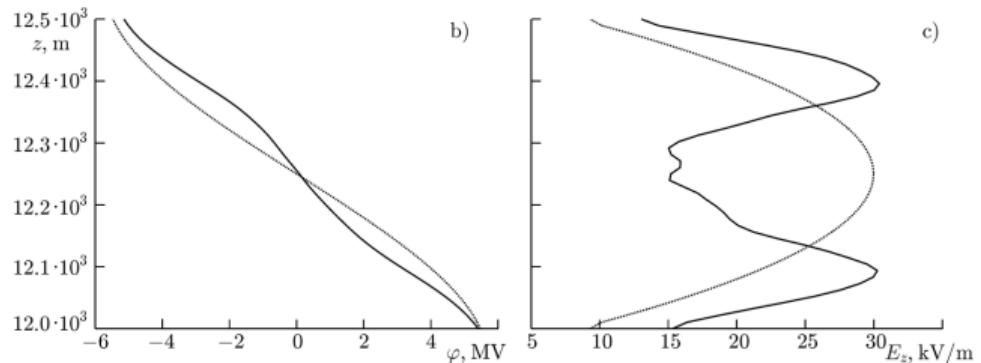


Figura: Potencial e Campo Elétrico Vertical ao longo da linha de descarga



Sincronização dos *Streamers*

$$\gamma_{max} = \begin{cases} 4\pi\sigma (\Omega/\vartheta - 1)^2, & \Omega/\vartheta < 2 \\ 2\pi\sigma/\vartheta, & \Omega/\vartheta > 2 \end{cases} \quad (4)$$

$$k_{opt} = \begin{cases} \frac{\vartheta}{u} \left(\frac{\Omega}{\vartheta} - 1 \right)^{\frac{1}{2}} & \Omega/\vartheta < 2 \\ \sigma/\vartheta, & \Omega/\vartheta > 2 \end{cases} \quad (5)$$

- Iniciação do **CID** pressupõe a formação de duas estruturas de *streamer* bipolar desenvolvidas.
- Sincronização espaço-temporal das descargas de *streamer* é importante
- Solução possível: desenvolvimento sincronizado de descargas devido à instabilidade do fluxo ascendente.



Sincronização dos Streamers

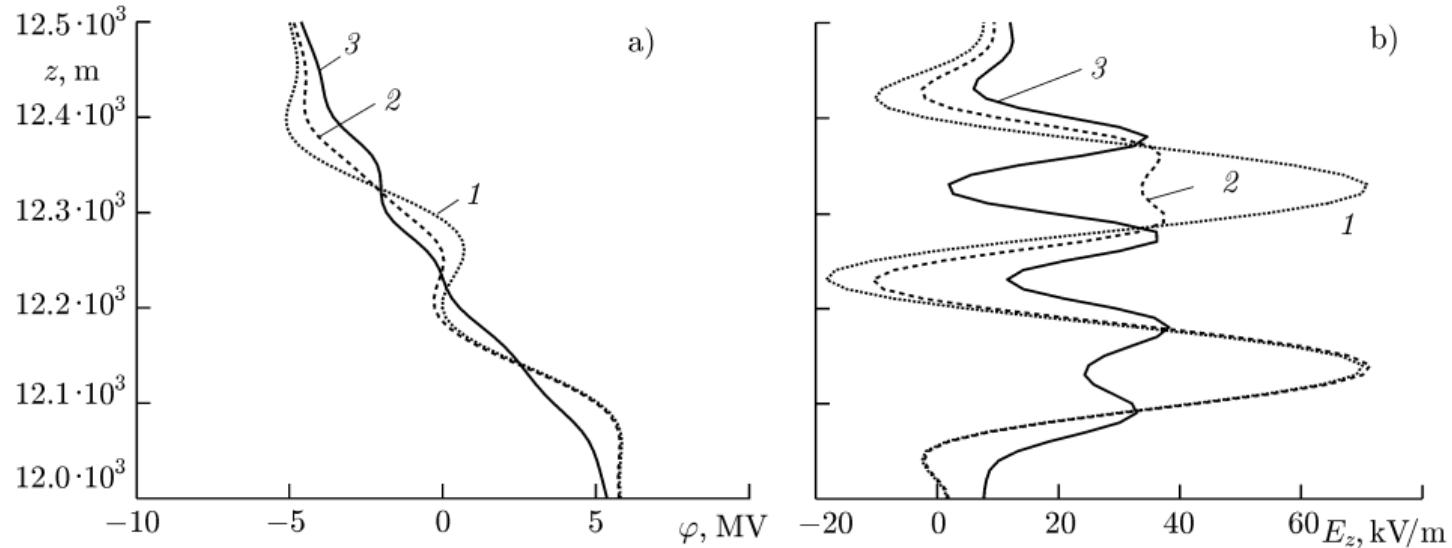


Figura: Potencial e Campo Elétrico Vertical ao Longo da Descarga



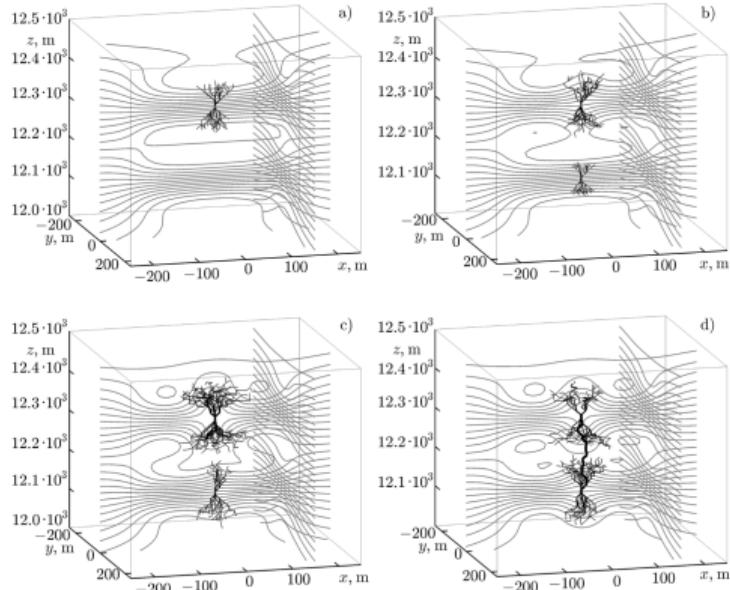
Descarga CID

Resultados do Modelo





Resultados

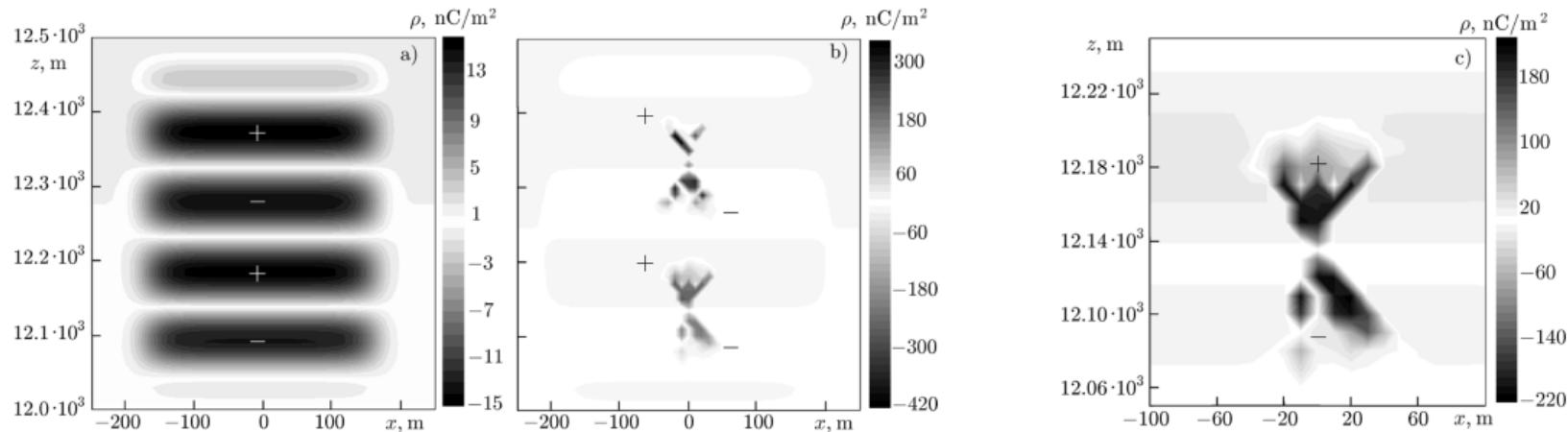


Desenvolvimento passo a passo do CID:

- (a) Primeiro *streamer bipolar*;
- (b) Segundo *streamer bipolar*;
- (c) Desenvolvimento dos *streamers* até atingirem o contato;
- (d) Iniciação da Descarga Compacta Intra-Nuvem.



Resultados





Resultados

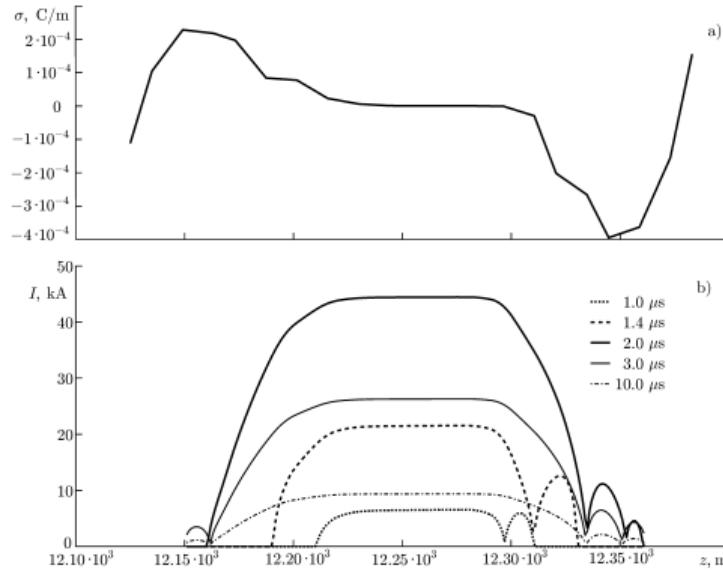


Figura: Densidade de Carga Linear e Corrente ao longo do Canal



Conclusões

Calma, já vamos embora





Conclusões

Dentro da abordagem proposta, é possível explicar diversas características observadas da descarga compacta intra-nuvem, como a fraca radiação durante a etapa preliminar da descarga (abaixo dos limites de detecção estabelecidos nos experimentos), a formação de um curto pulso bipolar de campo elétrico de alta potência e a sincronização das rajadas de radiação nas faixas *VLF/LF* e *HF/VHF*. A radiação em diferentes faixas de frequência de uma descarga compacta intra-nuvem será abordada na segunda parte do trabalho.



Obrigado pela
atenção!!