

**Objetivo:** Introduzir o(a) aluno(a) no conhecimento científico básico em eletricidade atmosférica, dando ênfase aos processos de eletrificação em nuvens e a física de relâmpagos, bem como os sistemas de detecção de descargas atmosféricas e previsão de tempestades elétricas. O curso também dará ênfase a aulas práticas, de forma que os alunos tenham contato com instrumentos e observações associadas à eletricidade atmosférica.

2 – Créditos de Aula Teórica e 2 – Créditos de Trabalho

Professor Responsável: Carlos Augusto Morales – [carlos.morales@iag.usp.br](mailto:carlos.morales@iag.usp.br)  
Tel: 3091-2711 - Sala: 322

Horário de atendimento: Quarta-feira das 14 às 15:30 & Horário da aula: 10 às 11:40

**Salas:**

Teórica - Sala P205 - IAG

Prática – Sala P114 ou P117 – IAG

**Material Disponível:** <http://www.storm-t.iag.usp.br/pub/ACA0330/2020>

**Conteúdo:**

1. ***Introdução à Eletricidade Atmosférica:*** ( 1 aula)
  - Revisão Histórica;
  - Aplicações em Eletricidade Atmosférica;
  - Introdução aos tipos de relâmpagos;
2. ***Introdução à Estrutura da Atmosfera:*** (2 aulas)
  - Campos elétricos atmosféricos e condutividade: Revisão de Eletricidade e Magnetismo;
  - Circuito Elétrico Atmosférico Global: Tempestades e Condições de Tempo Limpo;
3. ***Estrutura Elétrica das Nuvens de Tempestade:*** (3 aulas)
  - Física de Nuvens;
  - Modelos da estrutura elétrica das nuvens: Convecção e Precipitação;
  - Processos de eletrificação e desenvolvimento das nuvens: Indução de íons, Indução por Colisão, Não Indutivo, Eletrificação por correntes externas, Eletrificação durante descongelamento;
4. ***Física dos Relâmpagos:*** ( 3 aulas)
  - Tipos de relâmpagos: Nuvem-Terra, Intra Nuvem e Nuvem-Nuvem;
  - Processo de Iniciação;
  - Características físicas dos relâmpagos: Visível, Velocidade de Propagação, Radiação Eletromagnética e Ressonâncias Shumann;
  - TLE – Eventos Luminosos Transientes – Sprites, Elves, TGF
5. ***Instrumentos e Aplicações:*** (4 aulas)
  - Campo Elétrico: Sistema Mill e Antenas Lenta+Rápida
  - Sensores de Rádio: VHF, VLF, LF, ELF;
  - Sensores Ópticos: OLS, OTD, LIS, LIS-ISS, GLM;
6. ***Aspectos Meteorológicos Associados à Tempestades:*** ( 1 aula)
  - Termodinâmica da Atmosfera e Física da Precipitação;

**Avaliação:** As avaliações do curso serão divididas da seguinte forma:

Item	Peso
1. Listas de Exercícios	50 %
2. Trabalho 1 de Julho de 2020 Apresentações: 24 de Junho 2020 e 1 de Julho de 2020	50 %

- As **listas de exercício** serão distribuídas durante o decorrer do curso; O Prazo de entrega será de uma semana a partir da distribuição da mesma. No caso de haver atraso, haverá um desconto de 10% da nota para cada dia não entregue.
- **Listas de exercício Prática.** Exercícios ou problemas serão resolvidos nas aulas de laboratório ou sala de aula. A nota valerá somente para os alunos presentes que entregarem o exercício.
- O **Trabalho (monografia)** a ser desenvolvido pelo aluno poderá ser uma revisão bibliográfica sobre um tópico específico ou o desenvolvimento de uma análise que envolva Eletricidade Atmosférica; *O trabalho final deverá ser entregue no dia 1 de Julho de 2020 e as apresentações ocorrerão nos dias 24 de Junho e 1 de Julho de 2020.* *Até o dia 15 de Abril de 2020 o tópico do trabalho deve ser definido. NÃO SERÃO ACEITOS TRABALHOS QUE UTILIZEM WIKIPÉDIA BEM COMO CÓPIA DE MATERIAL PUBLICADO NA INTERNET. CASO FIQUE COMPROVADO PLÁGIO, O TRABALHO TERÁ NOTA ZERO E O ALUNO SERÁ REPROVADO.*

Obs: Sugestões de trabalhos:

- Medidas de Relâmpagos por sensores de rádio (VLF, LF, ELF, VLF), ópticos (LIS, LIS-ISS, OTD, OLS e GLM), antenas rápida/lenta ou Field mill
- Circuito Global da Atmosfera
- Distribuição de raios no globo, no Brasil ou América do Sul.
- Raios em outros planetas
- Raios ascendentes ou em estruturas
- Aplicações das medidas de relâmpagos no Brasil ou no mundo (sistemas de proteção);
- Comparação entre medidas de vídeo e sistema de detecção 3D.
- Influência da poluição na incidência de raios;
- Influência da topografia na incidência de raios,
- Distribuição de raios em função dos sistemas meteorológicos
- Mortes e danos causados por raios
- Sistema de alerta de queda de raios
- Tempestades elétricas severas
- Tornados x raios ou Granizo x raios
- Campo elétrico em tempestades e nuvens
- Cargas elétricas na chuva e nas nuvens
- Razão de raios intra-nuvem e nuvem terra
- Relação dos TLE com raios intra-nuvem e nuvem-terra
- Raios Gama e X emitidos por raios intra-nuvem e nuvem-terra

#### **Referências Bibliográficas:**

##### **Livro de Referência:**

- MacGorman D. e W. D. Rust, 1998: "The Electrical Nature of Storm", Oxford University Press.

##### **Livros de Consulta:**

- KESSLER, E., 1986: "Thunderstorm Morphology and Dynamics", University of Oklahoma Press.

- UMAN, M.A., 1986: "All about lightning", New York, Dover.

- MAGONO, C., 1980: "Thunderstorms", Amsterdam: Elsevier (Development in Atmospheric Sciences 12).

- IRIBARNE, J.V. & CHO, H.R., 1980: "Atmospheric Physics"

- Volland, H., 1995: "Atmospheric Electrodynamics", Vol I, Vol II, CRC Press.