

**MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

**INPE-6675-TDI/625**

**ESTUDO DE CONDUTIVIDADE, CAMPO ELÉTRICO E RELÂMPAGOS  
ASSOCIADOS A NUVENS DE TEMPESTADE**

**Marcelo Magalhães Fares Saba**

**Tese de Doutorado em Ciência Espacial/Geofísica Espacial, orientada pelos  
Drs. Osmar Pinto Jr. e Iara Regina Cardoso de Almeida Pinto ,  
aprovada em junho de 1997.**

**INPE  
São José dos Campos  
Junho de 1997**

523.4-8:551.594.21

SABA, M. M. F.

Estudo de condutividade, campo elétrico e relâmpagos associados a nuvens de tempestade / M. M. F. Saba. - São José dos Campos: INPE, 1997.

180 p. - (INPE-6675-TDI/625).

1. Relâmpagos. 2. Campos elétricos. 3. Condutividade. 4. Tempestades. 5. Estratosfera. 6. Balões. 7. Radar meteorológico. I. Título.

Aprovada pela Banca Examinadora em cumprimento a requisito exigido para a obtenção do Título de Doutor em Ciência Espacial

Dr. Antônio Lopes Padilha



Presidente

Dr. Osmar Pinto Júnior



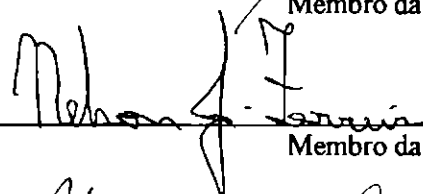
Orientador

Dr. Paulo Prado Batista



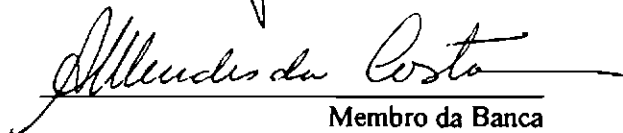
Membro da Banca

Dr. Nelson Jesus Ferreira



Membro da Banca

Dra. Aracy Mendes Costa



Membro da Banca  
- Convidada -

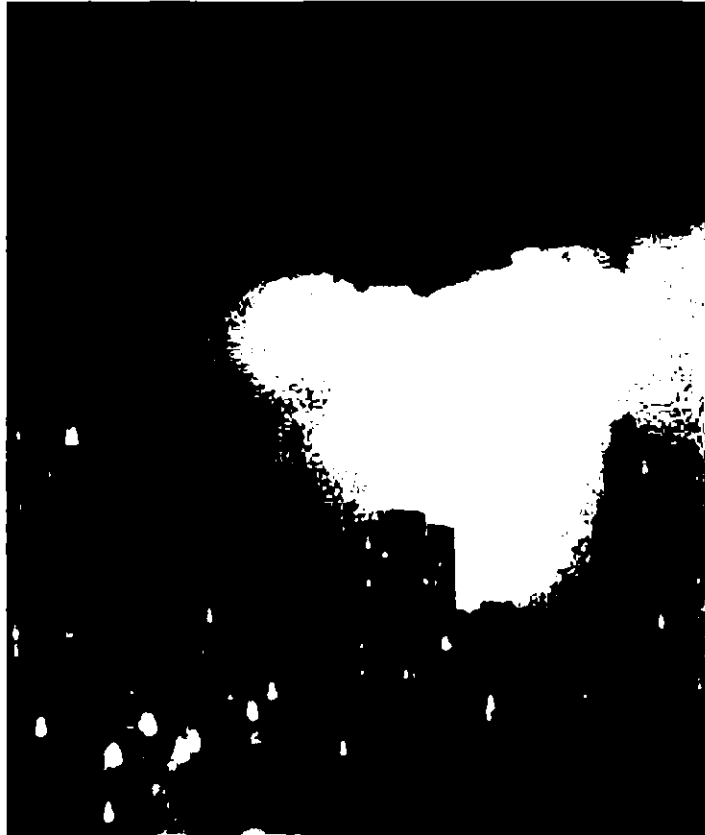
Dr. Oswaldo Massambani



Membro da Banca  
- Convidado -

Candidato: Marcelo Magalhães Fares Saba

São José dos Campos, 27 de junho de 1997



*Benedicite, fulgura et nubes, Domino.*

*(Relâmpagos e nuvens, bendizei o Senhor, Dan. 3,73)*

*A meus pais, meus primeiros orientadores,  
pela formação que me deram.*

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho não poderia ter sido realizado sem a preciosa colaboração das pessoas que abaixo relaciono:

Ao Dr. Márcio Nogueira Barbosa, Diretor geral, ao Dr. José Humberto Sobral, Diretor de Ciências Espaciais e Atmosféricas, e ao Dr. Sc. Daniel Jean Roger Nordemann, então Chefe da Divisão de Geofísica Espacial do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) pelo apoio dado.

Aos orientadores Dr. Osmar Pinto Júnior e Dra. Iara Regina Cardoso de Almeida Pinto pela eficaz orientação e constante incentivo na realização deste trabalho de pesquisa.

Aos Drs., Antonio Lopes Padilha, Oswaldo Massambani, Aracy Mendes Costa, Paulo Prado Batista e Nelson Jesus Ferreira pela participação na Banca Examinadora e pelas valiosas sugestões ao presente trabalho.

Ao Dr. Mangalathayil Ali Abdu pelas sugestões feitas na apresentação preliminar da tese.

Aos Drs. Odim Mendes Júnior e Rosangela Barreto Biasi Gin e demais pessoas que contribuíram para o sucesso das campanhas de coleta e redução de dados.

Aos engenheiros Wanderli Kabata, Oswaldo Celso Pontieri e Evandro de Carvalho Ferraz do Laboratório de Eletricidade Atmosférica do INPE pela montagem da eletrônica de aquisição de dados e toda a vivência transmitida na área experimental.

A Ana Maria Gomes, Pesquisadora do Instituto de Pesquisas Meteorológicas da UNESP/Bauru que muito atenciosamente forneceu todas as imagens de radar necessárias.

Ao pessoal do Radar Meteorológico de São Paulo pelo fornecimento das imagens de radar.

A Divisão de Recepção e Tratamento de Dados do Departamento de Geração de Imagens de Satélite do INPE - Cachoeira Paulista pela obtenção das imagens de satélite.

Ao pessoal do INMET/SP pelo fornecimento de dados de radiossondagem.

Ao Prof. Ivan Balducci do departamento de Odontologia Social da UNESP/SJC, pelas frutuosas discussões no campo da estatística.

Ao Eng. Antônio Sallum Liberato da TECSAT com quem aprendi muito sobre o funcionamento dos radares meteorológicos.

A todos do grupo de Lançamento de Balão e Carga Útil do INPE pelo esforço realizado em cada lançamento dos balões.

Ao pessoal da gráfica do INPE, pela atenção e esmero nos serviços.

Ao pessoal da Secretaria de Pós-Graduação.

A minha família, pela educação e pelo desejo de estudar que souberam semear em mim.

## RESUMO

Um estudo com resultados pioneiros das características eletrodinâmicas da atmosfera brasileira foi realizado através de duas campanhas de medidas: a primeira em 26 de janeiro de 1994 e a segunda em 23 de março de 1995. Estas campanhas contaram com o auxílio de radares meteorológicos, imagens meteorológicas de satélite, dados de radiossondagem e principalmente de balões estratosféricos. A carga útil dos balões possuía sensores de campo elétrico, condutividade, temperatura, altitude, e na campanha de 1994, uma máquina fotográfica e uma filmadora (instaladas pela primeira vez em um balão estratosférico com finalidade científica). A análise conjunta destes dados com dados meteorológicos permitiu: a obtenção do primeiro perfil de condutividade na América do Sul; entender melhor as causas da variação da condutividade na estratosfera; determinar critérios para a definição da polaridade de relâmpagos; traçar para os seus *sferics* uma relação entre a amplitude e o tempo de decaimento e ainda estimar alguns parâmetros de blindagem de uma nuvem de tempestade.