

Camila da Cunha Lopes

**Microfísica, Cinemática e Eletrificação em
Tempestades Tropicais que geram Granizo
durante o Projeto SOS-CHUVA**

São Paulo

2019

Camila da Cunha Lopes

**Microfísica, Cinemática e Eletrificação em Tempestades
Tropicais que geram Granizo durante o Projeto
SOS-CHUVA**

Dissertação apresentada ao Departamento de Ciências Atmosféricas do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Universidade de São Paulo
Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas
Departamento de Ciências Atmosféricas

Orientador: Prof^a Dr^a Rachel Ifanger Albrecht

São Paulo
2019

Camila da Cunha Lopes

Microfísica, Cinemática e Eletrificação em Tempestades Tropicais que geram Granizo durante o Projeto SOS-CHUVA/ Camila da Cunha Lopes. – São Paulo, 2019-49p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Orientador: Prof^a Dr^a Rachel Ifanger Albrecht

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo
Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas
Departamento de Ciências Atmosféricas, 2019.

1. Palavra-chave1. 2. Palavra-chave2. 2. Palavra-chave3. I. Orientador. II. Universidade xxx. III. Faculdade de xxx. IV. Título

Resumo

Segundo a ??, 3.1-3.2), o resumo deve ressaltar o objetivo, o método, os resultados e as conclusões do documento. A ordem e a extensão destes itens dependem do tipo de resumo (informativo ou indicativo) e do tratamento que cada item recebe no documento original. O resumo deve ser precedido da referência do documento, com exceção do resumo inserido no próprio documento. (...) As palavras-chave devem figurar logo abaixo do resumo, antecedidas da expressão Palavras-chave:, separadas entre si por ponto e finalizadas também por ponto.

Palavras-chave: latex. abntex. editoração de texto.

Abstract

This is the english abstract.

Keywords: latex, abntex, text editoration.

Listas de ilustrações

Figura 1 – (a) Rede de hailpads instalada na Região Metropolitana de Campinas com a localização e cobertura de 80 km do radar XPOL. (b) Hailpad instalado na cidade de Indaiatuba, na localização indicada com a seta em (a).	20
Figura 2 – Placa R004 sensibilizada no sítio (a) e sem a cobertura de alumínio (b).	21
Figura 3 – Curva de calibração do hailpad obtida pelo LIM/CPTEC-INPE.	21
Figura 4 – Localização e cobertura dos radares da FCTH (laranja), de São Roque (azul) e o XPOL (verde). As linhas mais grossas representam a cobertura de 250 (80) km dos radares FCTH e São Roque (XPOL), enquanto que as linhas mais finas representam a cobertura de 100 (60) km dos mesmos radares.	23
Figura 5 – Estratégia de varredura volumétrica dos radares meteorológicos da FCTH (a), de São Roque (b) e o XPOL instalado na UNICAMP (c).	26
Figura 6 – Classificação de hidrometeoros de acordo com refletividade (a), refletividade diferencial (b), fase diferencial específica (c) e coeficiente de correlação (ou razão de correlação cruzada) (d).	27
Figura 7 – Ângulos teóricos de cruzamento do feixe com Dual-Doppler de 45°(melhores dados de vento) e 30°(dados de vento aceitáveis) para um par de radares Doppler, mais especificamente para as combinações dos radares FCTH e XPOL, São Roque (SR) e FCTH e SR e XPOL. Os contornos em cinza representam as cidades de São Paulo, Indaiatuba e Campinas, enquanto que as linhas pontilhadas indicam as distâncias entre os radares.	28

Lista de tabelas

Tabela 1 – Descrição dos casos selecionados para análise.	19
Tabela 2 – Descrição dos hailpads coletados para cada caso.	20
Tabela 3 – Descrição das escalas ANELFA e TORRO, com comparação entre o dano típico de cada escala.	25

List of abbreviations and acronyms

RMC	Região Metropolitana de Campinas
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
LIM	Laboratório de Instrumentação Meteorológica
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
DCA	Departamento de Ciências Atmosféricas
IAG	Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas
USP	Universidade de São Paulo
ANELFA	<i>Association Nationale d'Etude et de Lutte contre les Fléaux Atmosphériques</i>
TORRO	<i>Tornado and Storm Research Organisation</i>
FCTH	Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica
SR	São Roque (radar)
XPOL	Radar polarimétrico Banda-X
Py-ART	<i>Python ARM Radar Toolkit</i>
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
CAPPI	Constant Altitude Plan Position Indicator
ForTraCC	<i>Forecast and Tracking the Evolution of Cloud Clusters</i>

List of symbols

Γ Greek letter Gamma

Λ Lambda

ζ Greek letter minuscule zeta

\in Pertains

Sumário

1	INTRODUÇÃO	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
3	MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1	Rede de Detecção de Granizo	19
3.2	Radares Meteorológicos	22
3.2.1	Identificação de Hidrometeoros	24
3.2.2	Recuperação de Vento por Multi-Doppler	24
3.3	Rede de Detecção de Raios	24
3.3.1	Conversão Strokes-Flashes	24
4	RESULTADOS	29
5	CONCLUSÕES	31
6	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	33
	REFERÊNCIAS	35
	APÊNDICES	37
	APÊNDICE A – QUISQUE LIBERO JUSTO	39
	APÊNDICE B – NULLAM ELEMENTUM URNA VEL IMPERDIET SODALES ELIT IPSUM PHARETRA LIGULA AC PRETIUM ANTE JUSTO A NULLA CURABI- TUR TRISTIQUE ARCU EU METUS	41
	ANEXOS	43
	ANEXO A – MORBI ULTRICES RUTRUM LOREM.	45
	ANEXO B – CRAS NON URNA SED FEUGIAT CUM SOCIIS NA- TOQUE PENATIBUS ET MAGNIS DIS PARTURI- ENT MONTES NASCETUR RIDICULUS MUS	47

1 Introdução

Este documento e seu código-fonte são exemplos de referência de uso da classe `abntex2` e do pacote `abntex2cite`. O documento exemplifica a elaboração de trabalho acadêmico (tese, dissertação e outros do gênero) produzido conforme a ABNT NBR 14724:2011 *Informação e documentação - Trabalhos acadêmicos - Apresentação*.

A expressão “Modelo Canônico” é utilizada para indicar que abn $\text{\TeX}2$ não é modelo específico de nenhuma universidade ou instituição, mas que implementa tão somente os requisitos das normas da ABNT. Uma lista completa das normas observadas pelo abn $\text{\TeX}2$ é apresentada em ??).

Sinta-se convidado a participar do projeto abn $\text{\TeX}2$! Acesse o site do projeto em <<http://www.abntex.net.br/>>. Também fique livre para conhecer, estudar, alterar e redistribuir o trabalho do abn $\text{\TeX}2$, desde que os arquivos modificados tenham seus nomes alterados e que os créditos sejam dados aos autores originais, nos termos da “The L^AT_EX Project Public License”¹.

Encorajamos que sejam realizadas customizações específicas deste exemplo para universidades e outras instituições — como capas, folha de aprovação, etc. Porém, recomendamos que ao invés de se alterar diretamente os arquivos do abn $\text{\TeX}2$, distribua-se arquivos com as respectivas customizações. Isso permite que futuras versões do abn $\text{\TeX}2$ não se tornem automaticamente incompatíveis com as customizações promovidas. Consulte ?? para mais informações.

Este documento deve ser utilizado como complemento dos manuais do abn $\text{\TeX}2$ (???????) e da classe `memoir` (??).

Esperamos, sinceramente, que o abn $\text{\TeX}2$ aprimore a qualidade do trabalho que você produzirá, de modo que o principal esforço seja concentrado no principal: na contribuição científica.

Equipe abn $\text{\TeX}2$

Lauro César Araujo

¹ <<http://www.latex-project.org/lppl.txt>>

2 Referencial Teórico

3 Material e Métodos

A partir da base de dados do Projeto SOS-CHUVA, cinco casos foram selecionados, onde houve queda de granizo medida pela rede de hailpads ([seção 3.1](#)). A [Tabela 1](#) mostra uma breve descrição de cada caso.

Tabela 1 – Descrição dos casos selecionados para análise.

Caso	Descrição	Regiões Afetadas	Tipo de Severidade
2016-12-25	Condições instáveis na região levou à formação de diversos sistemas convectivos	Campinas, Vale do Paraíba, São Carlos	Rajadas de vento, granizo
2017-01-31	Linha de Instabilidade	Sorocaba, Itu, Araraquara	Granizo
2017-03-14	Chuva forte e queda de granizo entre Campinas e Indaiatuba e em Jacareí	Campinas, Indaiatuba, Jacareí	Granizo
2017-11-15	Condições termodinâmicas favoráveis levaram à formação de sistemas convectivos concentrados no centro do estado de SP	Indaiatuba, Bebedouro	Granizo
2017-11-16	Condições termodinâmicas favoráveis e um cavado em médios níveis favoreceram a formação de sistemas convectivos	Lorena, Ribeirão Preto, Campinas, São Paulo, Itapeva	Rajadas de vento, granizo

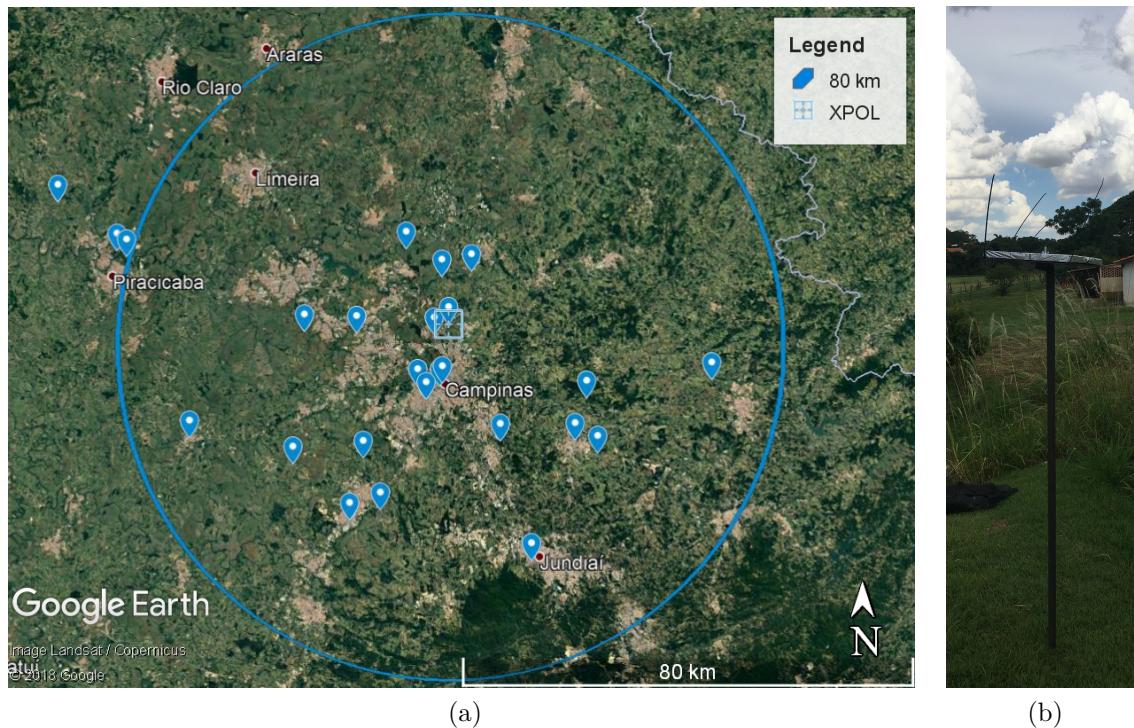
Fonte – Adaptado de <https://topicssoschuva.blogspot.com.br/2017/03/summary-of-case-studies.html>.

3.1 Rede de Detecção de Granizo

Dentro do Projeto SOS-CHUVA, uma rede de detecção de granizo foi instalada na Região Metropolitana de Campinas, dentro da cobertura do radar meteorológico Banda-X instalado na UNICAMP (XPOL). Como mostrado na [Figura 1a](#), a rede foi composta por 24 localidades, com maior densidade de pontos nas cidades de Campinas e Indaiatuba. O instrumento, chamado de hailpad, é composto por uma placa de isopor usado para isolamento coberta por uma folha de alumínio e fixada em um suporte de ferro aproximadamente 1,5 m acima da superfície. Na [Figura 1b](#) é possível observar uma placa instalada em Indaiatuba.

Os casos descritos na [Tabela 1](#) foram selecionados com base nos registros dos hailpads dentro da rede. A [Tabela 2](#) mostra a localização das placas e os grupos que mediram a distribuição de tamanho de granizo, sendo eles: Laboratório de Instrumentação

Figura 1 – (a) Rede de hailpads instalada na Região Metropolitana de Campinas com a localização e cobertura de 80 km do radar XPOL. (b) Hailpad instalado na cidade de Indaiatuba, na localização indicada com a seta em (a).



Fonte: Produzido pela autora.

Meteorológica (LIM/CPTEC-INPE) e Departamento de Ciências Atmosféricas (DCA/IAG-USP). Não houve registro da localização exata da placa C004.

Tabela 2 – Descrição dos hailpads coletados para cada caso.

Data do evento	Código do hailpad coletado	Localização	Medido por
2016-12-25	C002	Campinas	IAG, LIM
2017-01-31	C003	Campinas	IAG, LIM
	C004	Arredores de Campinas	IAG, LIM
2017-03-14	C001	Cosmópolis	IAG
	R002	Indaiatuba	IAG
2017-11-15	R004	Indaiatuba	IAG
2017-11-16	R038	Campinas	IAG

Fonte – Produzido pela autora.

A partir de um hailpad é possível derivar diversas grandezas relacionadas à tempestade que gerou a queda de granizo. A principal delas é a distribuição de tamanho de granizo, medindo as cavidades na placa sensibilizada ([Figura 2](#)). Essa grandeza foi

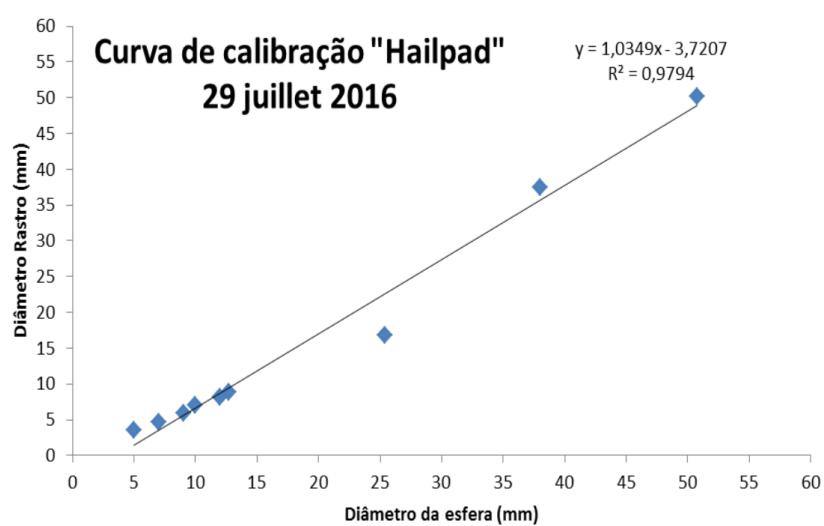
obtida através de uma série de medições manuais dos diâmetros das cavidades com um paquímetro e ajustando os dados com a curva de calibração desse tipo de isopor, realizada pelo LIM e exibida na [Figura 3](#). Com essa distribuição, pode-se calcular a energia cinética do granizo (quando diversas placas mediram um mesmo evento) ou do hailpad (quando poucas ou uma única placa mediram um evento). Ambas grandezas são equivalentes ao trabalho mecânico sofrido pela superfície onde caiu o granizo, indicando então o dano causado por ele na superfície.

Figura 2 – Placa R004 sensibilizada no sítio (a) e sem a cobertura de alumínio (b).



Fonte: A autora.

Figura 3 – Curva de calibração do hailpad obtida pelo LIM/CPTEC-INPE.



Fonte: [Thomaz Júnior et al. \(2015\)](#).

Como houve no máximo 2 placas sensibilizadas em todos os casos, calculou-se a energia cinética da tempestade de granizo registrada no hailpad $E_t(Jm^{-2})$, definida por Mezeix e Doras (1981) como:

$$E_t = 4,58e^{-6} \sum_{i=1}^k n_i d_i^4 \quad (3.1)$$

sendo n_i a quantidade de pontos por m^2 em um dado diâmetro médio $d_i(mm)$ de um intervalo Δd . k é o numero de intervalos, igual a 9 nesse caso já que Δd variou entre 2 e 22 mm com espaçamento de 1 mm. Foram consideradas incertezas nas medidas propagando o desvio-padrão da distribuição média entre as diferentes medidas de uma mesma placa.

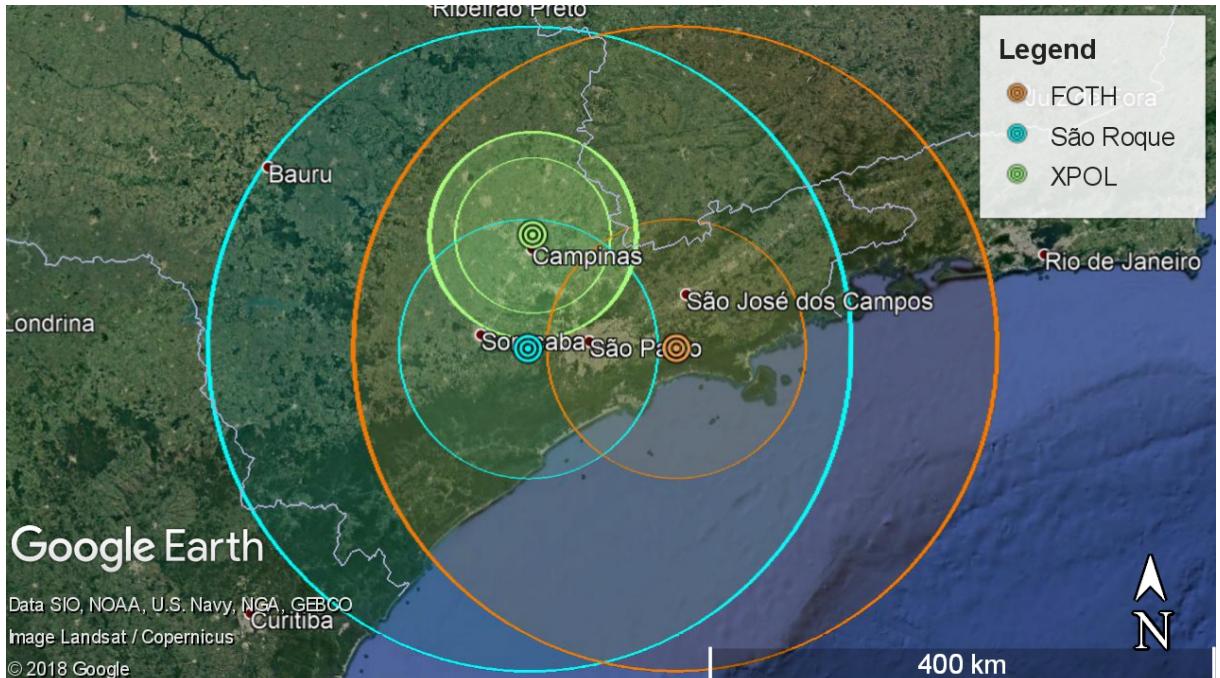
Com os valores de diâmetro do granizo e energia cinética do hailpad, duas escalas que definem a intensidade de tempestades de granizo foram comparadas entre si. A [Tabela 3](#) descreve as escalas ANELFA e TORRO, comparando-as de acordo com o descrito por [Dessens, Berthet e Sanchez \(2007\)](#). A escala ANELFA, referente à organização que a desenvolveu (*Association Nationale d'Etude et de Lutte contre les Fléaux Atmosphériques*, Associação para Suprimir Pragas Atmosféricas), foi desenvolvida na França usando uma série de 16 anos de dados de hailpads e compara o diâmetro máximo do granizo com a energia cinética do hailpad, indicando possíveis dados (principalmente a plantações) que um evento com dado tamanho de granizo pode causar ([DESENNS; BERTHET; SANCHEZ, 2007](#)). O índice varia entre A0 (onde ocorre danos à folhas de árvores) e A5 (onde o evento é extremamente perigoso e pode causar mortes). A escala TORRO de intensidade de queda de granizo, também referente à organização que a desenvolveu (*Tornado and Storm Research Organisation*, Organização de Pesquisa em Tornado e Tempestade), foi desenvolvida na Grã-Bretanha e compara o diâmetro típico (interpretado aqui como a mediana da distribuição) do granizo com a energia cinética e também indica possíveis danos que o evento pode causar ([WEBB; ELSOM; MEADEN, 1986](#)). Este índice varia entre H0 (onde não há danos) e H10 (onde há extensivos danos estruturais).

3.2 Radares Meteorológicos

A [Figura 4](#) mostra a localização e cobertura espacial dos radares utilizados neste trabalho. A [Figura 5](#) mostra a estratégia de varredura de cada radar.

O radar Doppler Banda-S de dupla polarização operado pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH) é localizado na barragem de Ponte Nova, município de Biritiba Mirim ($23^{\circ}36'S$, $45^{\circ}58'20''W$, 916 m de altitude). Este radar faz uma varredura volumétrica a cada 5 minutos em uma cobertura de até 250 km, com 8 elevações (1° , $1,6^{\circ}$, $2,4^{\circ}$, $3,2^{\circ}$, $4,2^{\circ}$, $5,5^{\circ}$, $6,9^{\circ}$ e $8,6^{\circ}$) de 1° de abertura do feixe, como mostra a [Figura 5a](#). Os dados volumétricos foram convertidos em uma grade de $1 \times 1 \times 1$ km usando o pacote Py-ART (*Python ARM Radar Toolkit*, Conjunto de Ferramentas de Radar em Python do ARM) ([HELMUS; COLLIS, 2016](#)) e perfis horizontais (em 3 km de altura) e verticais (cortes entre dois pontos com coordenadas latitudinais e longitudinais) foram analisados.

Figura 4 – Localização e cobertura dos radares da FCTH (laranja), de São Roque (azul) e o XPOL (verde). As linhas mais grossas representam a cobertura de 250 (80) km dos radares FCTH e São Roque (XPOL), enquanto que as linhas mais finas representam a cobertura de 100 (60) km dos mesmos radares.



Fonte: Produzido pela autora.

Além da variável refletividade do radar, três variáveis polarimétricas foram analisadas e relacionadas com diferentes tipos de hidrometeoros seguindo a classificação de Straka, Zrnić e Ryzhkov (2000) descrita na [subseção 3.2.1](#):

- Refletividade Diferencial:** Razão entre os fatores de refletividade horizontal e verticalmente polarizados; diferencia a forma das partículas em um dado volume medido;
- Fase Diferencial Específica:** Calculada a partir das matrizes de espalhamento vertical e horizontal, é fortemente influenciada pela concentração numérica e massa de gotículas de nuvem, permitindo a derivação da distribuição de tamanho das mesmas;
- Coeficiente de Correlação:** Razão entre as amplitudes das matrizes de espalhamento; destaca misturas de formas e tamanhos das partículas ([RAUBER; NESBITT, 2018](#)).

O radar Doppler Banda-S operado pelo DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo) instalado em São Roque ($23^{\circ}35'56''S$, $47^{\circ}5'52''W$, 1147,54 m de altitude) faz varreduras a cada 10 minutos em uma cobertura de até 250 km, com 15 elevações ($0,5^{\circ}$, 1° , 2° , 3° , 4° , 5° , 6° , 7° , 8° , 9° , 10° , 12° , 14° , 16° e 18°) de 2° de abertura do feixe, como

mostra a Figura 5b. Os perfis horizontais de CAPPIs (*Constant Altitude Plan Position Indicator*, Indicador Plano de Posição em Altitude Constante) em 3 km de altura serviram como dados de entrada para o algoritmo ForTraCC (*Forecast and Tracking the Evolution of Cloud Clusters*, Prevendo e Rastreando a Evolução de Aglomerados de Nuvens) (VILA et al., 2008) adaptado para radares meteorológicos, rodado com limiar de refletividade de 35 dBZ.

O ciclo de vida da tempestade associada a cada caso foi definido a partir do sistema convectivo com maior intensidade na posição do hailpad, considerando o horário aproximado da queda de granizo. A partir desse sistema, a família - definição do algoritmo para um conjunto de sistemas próximos uns aos outros com mesmo deslocamento - associada a ele foi extraída e corrigida caso houvesse necessidade. A partir de cada rastreamento, variáveis como refletividade máxima e tamanho do sistema foram analisadas, além de servirem como base para a seleção de descargas elétricas associadas aos sistemas.

O radar Doppler Banda-X de dupla polarização XPOL foi operado pelo Projeto SOS-CHUVA na UNICAMP, cidade de Campinas (22°48'50"S, 47°3'22"E, 680 m de altitude). Ele fez varreduras volumétricas a cada 10 minutos em uma cobertura de até 80 km, com 17 elevações (0,5°, 1,8°, 3,1°, 4,4°, 5,7°, 7°, 8,3°, 9,6°, 10,9°, 13°, 15°, 18°, 22°, 26°, 32°, 40°e 55°) de 1,3°de abertura do feixe, como mostra a Figura 5c. Os dados volumétricos também foram convertidos em uma grade de 1 x 1 x 1 km e as variáveis refletividade do radar e velocidade radial foram utilizadas. Devido à falta de dados em muitos dos casos selecionados, este radar foi usado apenas como entrada no algoritmo de recuperação de vento por Multi-Doppler (subseção 3.2.2) juntamente com os demais radares.

3.2.1 Identificação de Hidrometeoros

3.2.2 Recuperação de Vento por Multi-Doppler

3.3 Rede de Detecção de Raios

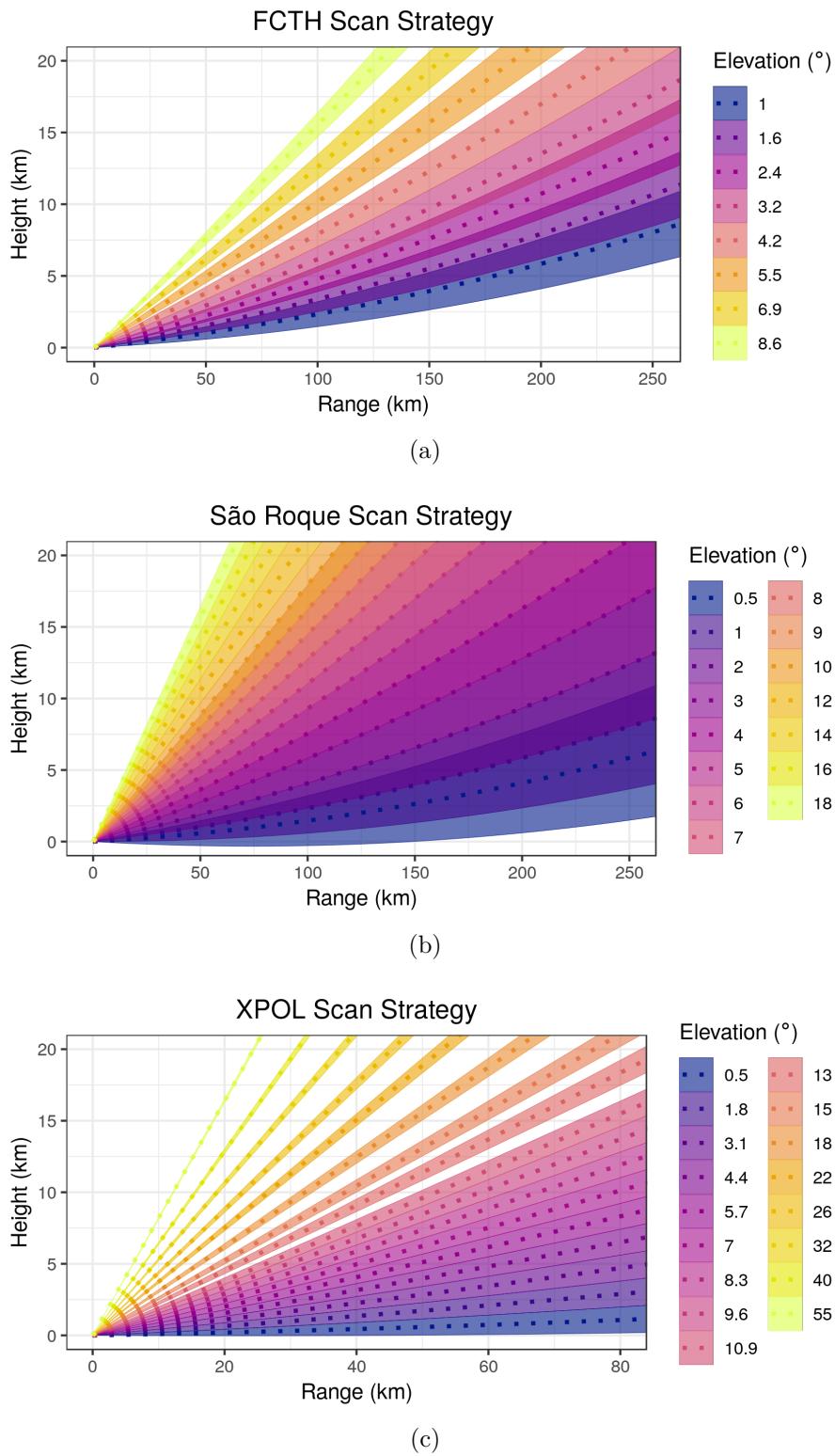
3.3.1 Conversão Strokes-Flashes

Tabela 3 – Descrição das escalas ANELFA e TORRO, com comparação entre o dano típico de cada escala.

Objeto Equivalente ao Tamanho do Granizo	ANELFA		TORRO	
	Escala	Dano Típico	Escala	Dano Típico
Ervilha	A0	Acidentes de trânsito, danos a folhas de árvores	H0	Sem danos
Naftalina	A1	Danos a vinhas, pomares, tabaco	H1	Danos gerais leves a plantas e plantações
Bola de Gude, Uva	A2	Danos sérios a cereais, vegetais, árvores	H2	Danos significativos a frutas, plantações e vegetações
Noz	A3	Danos totais a todas as plantações, vidros quebrados, carros danificados	H3	Danos severos a frutas e plantações, danos a estruturas de vidro e plástico, pinturas em madeiras
Ovo de Pombo a Bola de Squash	A4	Paisagem de inverno, mortes de animais, pessoas feridas, danos a aviões pousados	H4	Danos difundidos em vidros, danos em carrocerias de veículos
Bola do Golfe a Ovo de Franga			H5	Destrução total de vidros, danos a telhados de azulejo, riscos significativos de ferimentos
Ovo de Galinha	A5	Evento extremamente perigoso, morte de pessoas desprotegidas	H6	Carrocerias de aeronaves pousadas amassadas, paredes de tijolos furadas
Bola de Tênis a Bola de Cricket			H7	Danos severos a telhados, risco de ferimentos sérios
Laranja Grande a Bola de Softball			H8	(Evento mais severo registrado nas Ilhas Britânicas) Danos severos a aeronaves
Toranja			H9	Danos estruturais extensivos; Risco de ferimentos severos ou até fatais em pessoas a céu aberto
Melão			H10	Danos estruturais extensivos; Risco de ferimentos severos ou até fatais em pessoas a céu aberto

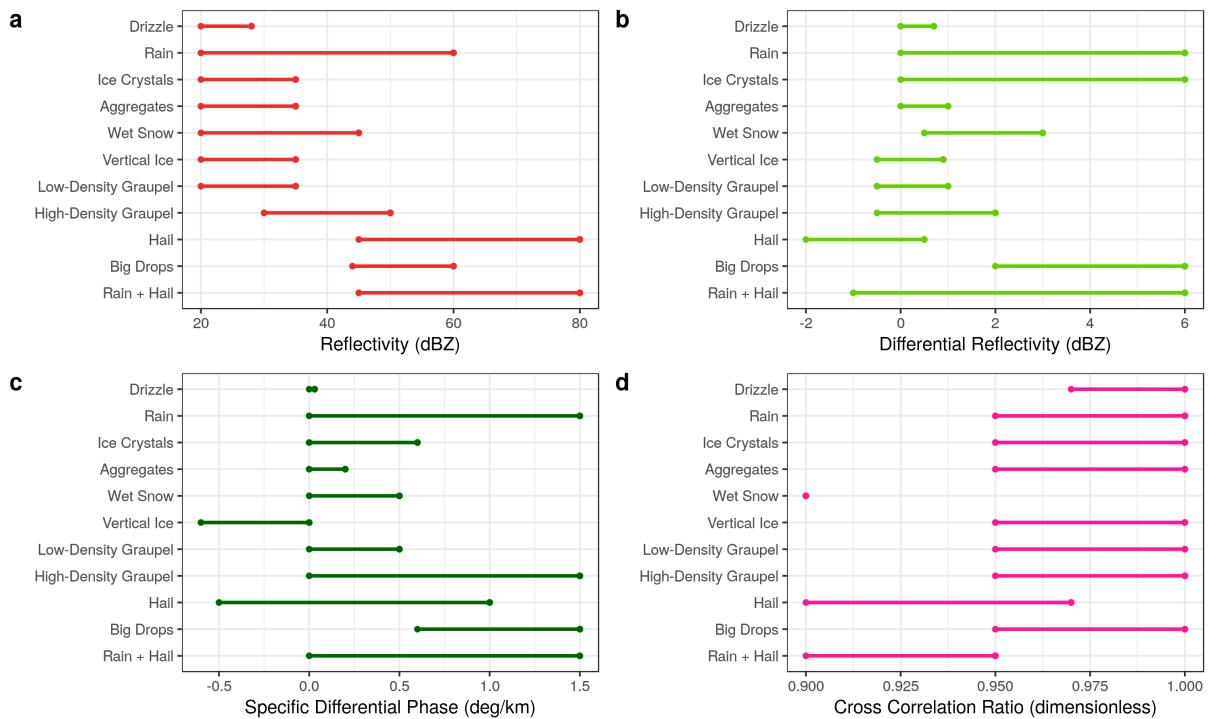
Fonte – Adaptado de [Dessens, Berthet e Sanchez \(2007\)](#) e <http://www.torro.org.uk/hscale.php>.

Figura 5 – Estratégia de varredura volumétrica dos radares meteorológicos da FCTH (a), de São Roque (b) e o XPOL instalado na UNICAMP (c).



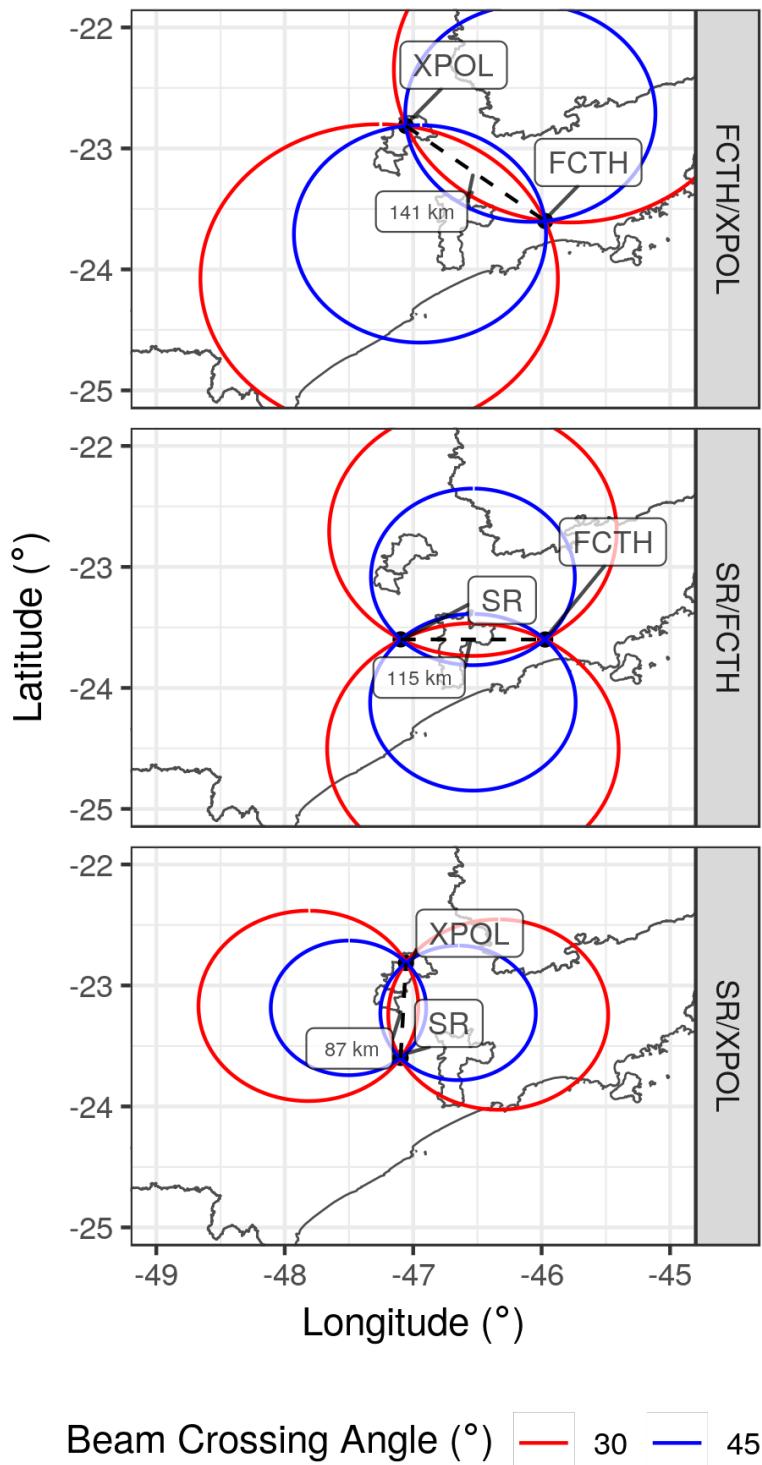
Fonte: Produzido pela autora.

Figura 6 – Classificação de hidrometeoros de acordo com refletividade (a), refletividade diferencial (b), fase diferencial específica (c) e coeficiente de correlação (ou razão de correlação cruzada) (d).



Fonte: Produzido pela autora a partir de Straka, Zrnić e Ryzhkov (2000).

Figura 7 – Ângulos teóricos de cruzamento do feixe com Dual-Doppler de 45°(melhores dados de vento) e 30°(dados de vento aceitáveis) para um par de radares Doppler, mais especificamente para as combinações dos radares FCTH e XPOL, São Roque (SR) e FCTH e SR e XPOL. Os contornos em cinza representam as cidades de São Paulo, Indaiatuba e Campinas, enquanto que as linhas pontilhadas indicam as distâncias entre os radares.



Fonte: Produzido pela autora.

4 Resultados

5 Conclusões

6 Sugestões para Trabalhos Futuros

Referências

- DESESENS, J.; BERTHET, C.; SANCHEZ, J. L. A point hailfall classification based on hailpad measurements: The ANELFA scale. *Atmospheric Research*, Elsevier, v. 83, n. 2-4 SPEC. ISS., p. 132–139, feb 2007. ISSN 01698095. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169809506001281>>. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 25.
- HELMUS, J. J.; COLLIS, S. M. The Python ARM Radar Toolkit (Py-ART), a Library for Working with Weather Radar Data in the Python Programming Language. *Journal of Open Research Software*, Ubiquity Press, v. 4, n. 1, p. e25, jul 2016. ISSN 2049-9647. Disponível em: <<http://openresearchsoftware.metajnl.com/articles/10.5334/jors.119/>>. Citado na página 22.
- MEZEIX, J. F.; DORAS, N. Various Kinetic Energy Characteristics of Hailpatterns in the Grossversuch IV Experiment. *Journal of Applied Meteorology*, v. 20, n. 4, p. 377–385, apr 1981. ISSN 0021-8952. Citado na página 21.
- RAUBER, R. M.; NESBITT, S. W. *Radar Meteorology: A First Course*. 1. ed. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, 2018. 488 p. ISBN 978-1-118-43262-4. Citado na página 23.
- STRAKA, J. M.; ZRNIĆ, D. S.; RYZHKOV, A. V. Bulk Hydrometeor Classification and Quantification Using Polarimetric Radar Data: Synthesis of Relations. *Journal of Applied Meteorology*, v. 39, n. 8, p. 1341–1372, aug 2000. ISSN 0894-8763. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 27.
- Thomaz Júnior, J. C. et al. *Desenvolvimento de uma Metodologia para Medidas de Eventos de Granizo (Concepção, Materiais, Correspondência dos Dados e Referência) no Laboratório de Instrumentação Meteorológica (LIM)*. [S.l.], 2015. 14 p. Citado na página 21.
- VILA, D. A. et al. Forecast and Tracking the Evolution of Cloud Clusters (ForTraCC) Using Satellite Infrared Imagery: Methodology and Validation. *Weather and Forecasting*, v. 23, n. 2, p. 233–245, apr 2008. ISSN 0882-8156. Citado na página 24.
- WEBB, J. D. C.; ELSOM, D. M.; MEADEN, G. T. The TORRO hailstorm intensity scale. *J Meteorol*, v. 11, p. 337–339, 1986. Citado na página 22.

Apêndices

APÊNDICE A – Quisque libero justo

Quisque facilisis auctor sapien. Pellentesque gravida hendrerit lectus. Mauris rutrum sodales sapien. Fusce hendrerit sem vel lorem. Integer pellentesque massa vel augue. Integer elit tortor, feugiat quis, sagittis et, ornare non, lacus. Vestibulum posuere pellentesque eros. Quisque venenatis ipsum dictum nulla. Aliquam quis quam non metus eleifend interdum. Nam eget sapien ac mauris malesuada adipiscing. Etiam eleifend neque sed quam. Nulla facilisi. Proin a ligula. Sed id dui eu nibh egestas tincidunt. Suspendisse arcu.

APÊNDICE B – Nullam elementum urna vel imperdiet sodales elit ipsum pharetra ligula ac pretium ante justo a nulla curabitur tristique arcu eu metus

Nunc velit. Nullam elit sapien, eleifend eu, commodo nec, semper sit amet, elit. Nulla lectus risus, condimentum ut, laoreet eget, viverra nec, odio. Proin lobortis. Curabitur dictum arcu vel wisi. Cras id nulla venenatis tortor congue ultrices. Pellentesque eget pede. Sed eleifend sagittis elit. Nam sed tellus sit amet lectus ullamcorper tristique. Mauris enim sem, tristique eu, accumsan at, scelerisque vulputate, neque. Quisque lacus. Donec et ipsum sit amet elit nonummy aliquet. Sed viverra nisl at sem. Nam diam. Mauris ut dolor. Curabitur ornare tortor cursus velit.

Morbi tincidunt posuere arcu. Cras venenatis est vitae dolor. Vivamus scelerisque semper mi. Donec ipsum arcu, consequat scelerisque, viverra id, dictum at, metus. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut pede sem, tempus ut, porttitor bibendum, molestie eu, elit. Suspendisse potenti. Sed id lectus sit amet purus faucibus vehicula. Praesent sed sem non dui pharetra interdum. Nam viverra ultrices magna.

Aenean laoreet aliquam orci. Nunc interdum elementum urna. Quisque erat. Nullam tempor neque. Maecenas velit nibh, scelerisque a, consequat ut, viverra in, enim. Duis magna. Donec odio neque, tristique et, tincidunt eu, rhoncus ac, nunc. Mauris malesuada malesuada elit. Etiam lacus mauris, pretium vel, blandit in, ultricies id, libero. Phasellus bibendum erat ut diam. In congue imperdiet lectus.

Anexos

ANEXO A – Morbi ultrices rutrum lorem.

Sed mattis, erat sit amet gravida malesuada, elit augue egestas diam, tempus scelerisque nunc nisl vitae libero. Sed consequat feugiat massa. Nunc porta, eros in eleifend varius, erat leo rutrum dui, non convallis lectus orci ut nibh. Sed lorem massa, nonummy quis, egestas id, condimentum at, nisl. Maecenas at nibh. Aliquam et augue at nunc pellentesque ullamcorper. Duis nisl nibh, laoreet suscipit, convallis ut, rutrum id, enim. Phasellus odio. Nulla nulla elit, molestie non, scelerisque at, vestibulum eu, nulla. Ut odio nisl, facilisis id, mollis et, scelerisque nec, enim. Aenean sem leo, pellentesque sit amet, scelerisque sit amet, vehicula pellentesque, sapien.

ANEXO B – Cras non urna sed feugiat cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes nascetur ridiculus mus

Sed consequat tellus et tortor. Ut tempor laoreet quam. Nullam id wisi a libero tristique semper. Nullam nisl massa, rutrum ut, egestas semper, mollis id, leo. Nulla ac massa eu risus blandit mattis. Mauris ut nunc. In hac habitasse platea dictumst. Aliquam eget tortor. Quisque dapibus pede in erat. Nunc enim. In dui nulla, commodo at, consectetuer nec, malesuada nec, elit. Aliquam ornare tellus eu urna. Sed nec metus. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas.

ANEXO C – Fusce facilisis lacinia dui

Phasellus id magna. Duis malesuada interdum arcu. Integer metus. Morbi pulvinar pellentesque mi. Suspendisse sed est eu magna molestie egestas. Quisque mi lorem, pulvinar eget, egestas quis, luctus at, ante. Proin auctor vehicula purus. Fusce ac nisl aliquam ante hendrerit pellentesque. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Morbi wisi. Etiam arcu mauris, facilisis sed, eleifend non, nonummy ut, pede. Cras ut lacus tempor metus mollis placerat. Vivamus eu tortor vel metus interdum malesuada.