

# ANÁLISE DE UM EPISÓDIO DE NUVEM FUNIL EM SANTA MARIA/RS NO DIA 4 DE MARÇO DE 2016

*Analysis of a funnel cloud episode in Santa Maria/RS on march 4th, 2016*

**Amanda Comassetto Iensse\***  
**Cássio Arthur Wollmann\*\***

**\*Universidade Federal de Santa Maria - UFSM / Santa Maria, Rio Grande do Sul**  
comassettoamanda@gmail.com

**\*\*Universidade Federal de Santa Maria - UFSM / Santa Maria, Rio Grande do Sul**  
cassio\_geo@yahoo.com.br

## RESUMO

No Brasil, sobretudo no centro-sul, os eventos extremos como tornados são registrados frequentemente pela população. Além dos tornados, também são registradas as nuvens funil que tem a mesma gênese do tornado, mas que não toca o solo. O objetivo desse trabalho foi de analisar as condições atmosféricas que resultaram na ocorrência de uma nuvem funil em Santa Maria/RS no dia 04 de março de 2016. Os procedimentos metodológicos baseados em análise de cartas sinóticas da Marinha do Brasil do dia anterior e do dia do evento, imagens de satélite do canal infravermelho disponibilizados pelo INPE e dados da estação meteorológica de superfície localizada no município de Santa Maria mostraram-se propícios para a formação de distúrbios baroclínicos na atmosfera. As cartas sinóticas mostraram um sistema de baixa pressão sobre o Rio Grande do Sul causando nebulosidade que posteriormente foi corroborada com a imagem de satélite. A estação meteorológica mostrou que a temperatura, umidade, pressão, nebulosidade e velocidade dos ventos oscilaram bastante resultando na formação da nuvem funil.

**Palavras-chave:** Nuvem funil. Santa Maria. Evento tornádico.

## ABSTRACT

In Brazil, especially in the center-south, extreme events such as tornadoes are frequently recorded by the population. In addition to the tornadoes, funnel clouds that have the same genesis as the tornado, but do not touch the soil, are also recorded. The objective of this work was to analyze the atmospheric conditions that resulted in the occurrence of a funnel cloud in Santa Maria / RS on March 4, 2016. Methodological procedures based on analysis of synoptic charts of the Brazilian Navy of the previous day and the day From the event, satellite images of the infrared channel made available by INPE and data from the surface weather station located in the municipality of Santa Maria proved to be conducive to the formation of baroclinic disturbances in the atmosphere. The synoptic charts showed a low pressure system over Rio Grande do Sul causing cloudiness that was later corroborated with the satellite image. The weather station showed that the temperature, humidity, pressure, cloudiness and wind speed oscillated a lot resulting in the formation of the funnel cloud.

**Keywords:** Funnel cloud. Santa Maria. Tornadic event.

## 1. INTRODUÇÃO

Durante muitos anos, a definição mais amplamente aceita de um tornado foi encontrada, entre outras fontes, no Glossário de Meteorologia de Huschke (1959), caracterizando um tornado como uma coluna de ar de rotação violenta, pendente de uma nuvem de Cumulonimbos, e quase sempre observável como uma "nuvem de funil". Porém essa edição não falava sobre a entrada da

coluna de ar rotativa em contato com a superfície. No entanto, a próxima edição do Glossário, de Glickman (2000), corrigiu esse descuido, caracterizando-o como uma coluna de ar que roda violentamente, em contato com o solo, pendente de uma nuvem Cumulonimbos ou embaixo de uma nuvem cumuliforme, e muitas vezes (mas nem sempre) é visível como uma nuvem de funil.

Os eventos climáticos extremos não são raros no Rio Grande do Sul, pois o estado constantemente é atingido por altas e baixas pressões causando instabilidades e, dessa forma proporcionando a formação de eventos extremos. Dentre os eventos climáticos em escala local extremos, encontram-se os tornados, trombas d'água e nuvens funil. Publicações tratando desse assunto já foram produzidas por alguns pesquisadores no Brasil, Lima (1982), Silva Dias e Grammelsbacher (1991), Massambani, Carvalho, Vazquez (1992), Nechet (2002), Marcelino (2004), Reckziegel (2007), Rodrigues (2011) e Candido (2012).

A dinâmica da atmosfera faz parte das manifestações da natureza e ocorrerá com ou sem a presença do homem, e suas consequências podem variar. A preocupação maior a cerca desses fenômenos naturais é quando resulta em vítimas fatais e com o aumento da população seja urbana ou rural, tais eventos acabam por serem registrados mais frequentemente.

No Brasil, sobretudo no centro-sul, os tornados e as nuvens funil principalmente são registrados frequentemente pela população que fica fascinada e amedrontada ao mesmo tempo. Com o avanço da tecnologia esses registros ficaram mais fáceis, sendo comum a população possuir uma câmera ou um celular para fazer o registro. Ao mesmo tempo em que os registros foram facilitados pela tecnologia ainda é difícil construir um banco de dados fiel principalmente relacionado às nuvens funil.

São muitas as definições sobre tornados e, conseqüentemente sobre as nuvens funil encontradas na literatura, mas é consenso que o tornado é um fenômeno forte e perigoso, dentre os fenômenos meteorológicos nenhum se iguala a sua destruição ao longo de seu rastro. O tornado se caracteriza por uma coluna de ar ascendente em contato com a superfície e gira violentamente a vários metros por segundo. A nuvem funil por sua vez tem a mesma gênese do tornado, mas não toca o solo.

Segundo Nechet (2002), nuvem funil é uma coluna de ar, que gira pendente de uma nuvem Cumulonimbos, criando movimentos verticais de baixo para cima, mas que não toca o solo ou a superfície líquida. Candido (2012) coloca que a nuvem funil pode balançar ramos dos topos das árvores mais altas e ocasionalmente é possível se escutar um som estridente, semelhante a um assovio”.

Na tarde do dia 04 de março de 2016 por volta de 15 horas e 30 minutos, um episódio de nuvem funil foi registrado no município de Santa Maria, mais especificamente na zona oeste, bairro Tancredo Neves. O episódio chamou atenção dos moradores, pois durou tempo necessário para ser filmado e fotografado diversas vezes. Nesse contexto, o objetivo desta pesquisa foi o de analisar as condições atmosféricas que proporcionaram a formação de uma nuvem funil no município de Santa Maria, no Rio Grande do Sul no dia 04 de março de 2016, com o propósito de que estes eventos tenham maior divulgação, não somente sobre sua ocorrência, mas sobre a gênese climática e repercussões envolvidas em seus processos de formação.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os tornados derivam de nuvens chamadas Cumulonimbos (Cb) que normalmente são nuvens de elevado desenvolvimento vertical e intensa turbulência interna (FUJITA; PEARSON, 1973). Essas nuvens por acumular muita energia interna, às vezes causam ventos fortes, precipitação, relâmpagos e granizo aparecendo isoladas, mas quando atingem seu máximo de desenvolvimento, podem vir a ser uma super-célula com uma tempestade tornádica. Contudo, alguns tornados podem ter origem em sistemas frontais, sem a presença de super-células (WAKIMOTO; WILSON, 1989).

Por outro lado, Doswell (2016) coloca que a fonte alimentadora do tornado é o ar em movimento (vento) e não a nuvem que o constitui. Entre todos os elementos meteorológicos, o vento

é o mais instável mudando de direção e velocidade em quatro distâncias limitadas e em pequenos períodos de tempo. Para o desenvolvimento da tempestade é de vital importância a mudança na direção dos ventos bem como o aumento da sua velocidade, dessa forma cria-se uma tendência de rotação horizontal na baixa troposfera (ALLABY, 2004). Essa mudança chama-se cisalhamento do vento e permite que o ar ascendente passe da posição horizontal para a posição vertical. A formação da área de rotação possui o comprimento de 4 a 6 km e corresponde a extensão da tempestade que são fortes e violentas (ALLABY, 2004).

A ocorrência de tempestades intensas pode desencadear diferentes tipos de fenômenos atmosféricos extremos potencialmente danosos. Um dos principais agentes para a sua formação certamente são as condições atmosféricas, principalmente umidade, instabilidade e movimentos verticais de acordo com Doswell (2016). Essas condições normalmente ocorrem nos dias que antecedem os tornados intensos, sugerindo a possibilidade da ocorrência dos mesmos, no caso de Santa Maria é importante ressaltar a atuação do Vento Norte que está associado aos jatos de baixos níveis (JBN) em dias que antecedem a chegada da Frente Polar Atlântica. Os JBN que atuam em Santa Maria, tem origem nos ventos alísios do Atlântico Tropical e ao passar sobre a região Amazônica pode adquirir maior quantidade de umidade devido à forte evapotranspiração desta região. Este ar úmido e morno então é canalizado pelos Andes adquirindo uma aceleração da componente meridional do vento de Norte (MARENGO *et al.*, 2004).

É de suma importância reconhecer que uma Cb formou um tornado de fato só quando essa toca o solo, do contrário o evento é uma nuvem funil. Nuvens funil não são raras no território brasileiro sendo observadas e noticiadas em diversos estados e em todas as estações do ano, mas assim como os tornados, ainda não há um banco de dados para o registro das mesmas. As nuvens funil tem a mesma gênese de um tornado, porém não há umidade e vorticidade o suficiente dentro da nuvem para que o funil se desenvolva até tocar o solo.

Entretanto, Doswell (2016) afirma que em geral tem muitos equívocos sobre tornados, sendo o mais notável que, a menos que a nuvem de condensação associada àquela coluna rotativa de ar esteja tocando a superfície, não é um tornado. Doswell (2016) avalia que isso é falso, como muitos caçadores de tempestade já observaram é o vento associado à coluna de ar rotativa que faz o dano é o ar em movimento (vento) e não a nuvem que constitui o tornado. Muitos tornados observados não possuem funis até a superfície, mas claramente estão em contato com o solo, para que o funil seja observado é necessário a condensação, sedimento e objetos girando. A avaliação de danos em campo é de extrema importância para classificar se houve tornado ou apenas nuvem funil. O autor ainda faz uma observação importante salientando que uma nuvem de funil visível é simplesmente um indicador de que a pressão caiu o suficiente para que a condensação possa ocorrer. A nuvem de condensação é em forma de funil porque a queda de pressão do vórtice é maior ao longo do eixo do vórtice e diminui para fora desse eixo (DOSWELL, 2016).

Em 05 de dezembro de 1975, Santa Maria/RS teve o primeiro registro fotográfico de um evento tornádico em território brasileiro, até o momento presente do que se tem conhecimento. Por se tratar de um evento, na época, descrito como raro, o episódio foi analisado por José Soares Lima, Meteorologista Chefe do centro de meteorologia de Porto Alegre. Lima (1982) colocou que é de vital importância conhecer a causa da natureza do tempo severo. O registro da nuvem funil de 1975 foi vista pelo observador de serviço da estação meteorológica de Santa Maria e foi fotografado diversas vezes por um militar especialista em fotografia. A figura 01 mostra a foto da nuvem funil registrada no dia 05 de dezembro de 1975 no setor sudoeste cerca de 5 km de distância da Base Aérea de Santa Maria.

**Figura 01** – Foto da nuvem funil registrada no dia 05 de dezembro de 1975 na Base Aérea de Santa Maria



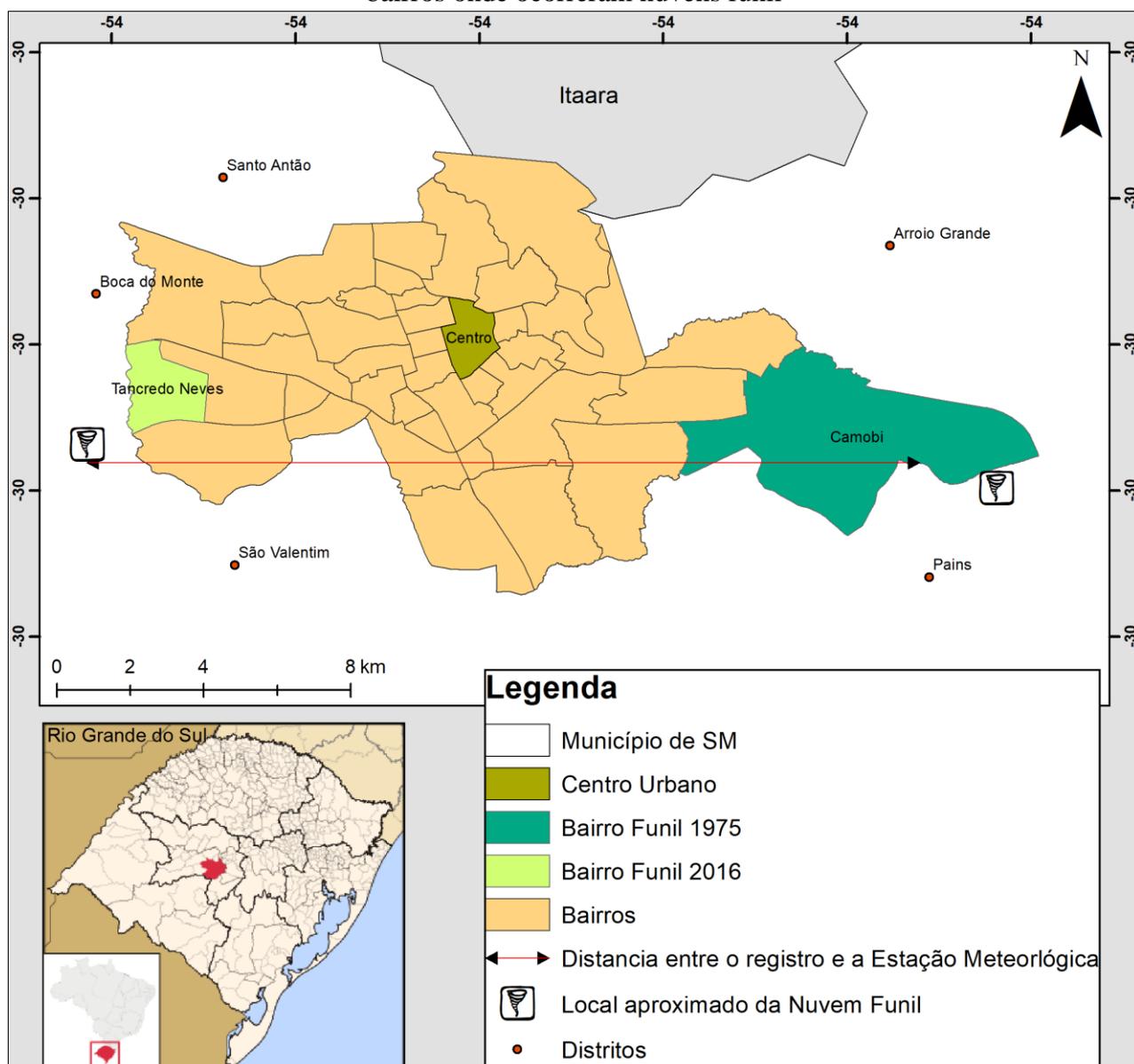
**Fonte:** Suboficial Moacir Moreira, ano 1975.

## 2.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Santa Maria (Figura 02) está localizado no centro do estado do Rio Grande do Sul próximo as coordenadas 29° 41' 02" Sul e 53° 48' 25" Oeste e As características do clima de Santa Maria são clima temperado, chuvoso e quente tipo Cfa (ALVARES et. al, 2013). O município situa-se numa zona de transição entre o Planalto Meridional Brasileiro e a Depressão Central do Rio Grande do Sul. A região polarizada por Santa Maria é muito extensa e abrange porções do planalto, mais precisamente as áreas de campo, as pequenas áreas coloniais e parte da Depressão Central e da Campanha fazendo parte de duas grandes bacias hidrográficas: a Bacia do Uruguai e a Bacia do Guaíba.

Segundo Sartori, Maciel Filho e Menegotto (1978), o município apresenta rochas basálticas e os produtos de suas alterações provocam no solo de Santa Maria grande atuação de agentes erosivos. Conforme Bortoluzzi (1974), ao extremo sul da área urbana, desenvolvem-se grande número de “sangas”. Os autores ainda colocam que a ação erosiva da drenagem foi um dos principais fatores responsáveis pela formação de vales e de morros testemunhos no município de Santa Maria, construindo a formação ambiental que hoje se conhece. Além das ações erosivas constatadas, Sartori e Gomes (1980) revelam que para a formação da Serra Geral, houve duas sequências vulcânicas.

**Figura 02** – Localização do município de Santa Maria, em relação ao RS, com destaque para os bairros onde ocorreram nuvens funil



**Fonte:** Organizado pelos autores.

A topografia mais elevada da área urbana, representada pelo Planalto e seus morros testemunhos, são responsáveis pela canalização do vento em direção a cidade, auxiliando na predominância dos ventos de leste, já que o rebordo do referido planalto se alonga no sentido Leste-Oeste. Os ventos de leste são secundados pelos ventos de sudeste, em parte freados no seu deslocamento pelos morros testemunhos posicionados à leste e sudeste da cidade. Os fluxos de ar mais intensos são os de norte e noroeste das fases pré-frontais que ao descerem o rebordo do planalto com desnível de mais de 250 metros, sofrem o efeito “*fohn*” acelerando-se, aquecendo-se e ressecando o ar” (SARTORI, 1986).

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos desse artigo foram divididos nas seguintes etapas: Primeiramente coletou-se as notícias sobre a nuvem funil do jornal na sua edição online Diário De

Santa Maria. Analisou-se as cartas sinóticas da Marinha do Brasil da 00h e das 12h dos dias 03 e 04 de março de 2016 a fim de identificar os sistemas atmosféricos envolvidos na gênese da nuvem funil.

Também foram utilizadas imagens de satélite do INPE ([www.inpe.br/](http://www.inpe.br/)) para identificar possíveis áreas de instabilidades e evolução das nuvens para corroborar os dados da estação meteorológica de Santa Maria. As imagens de satélite utilizadas foram as seguintes: GOES 13 Colorida e visível, também foi utilizada a imagem Aquaterra infravermelho canal 4. Salienta-se que as imagens usadas foram das 18h GMT, as quais atualizadas para o horário local, subtraiu-se 3 horas para adequar ao horário aproximado do evento da nuvem funil em Santa Maria.

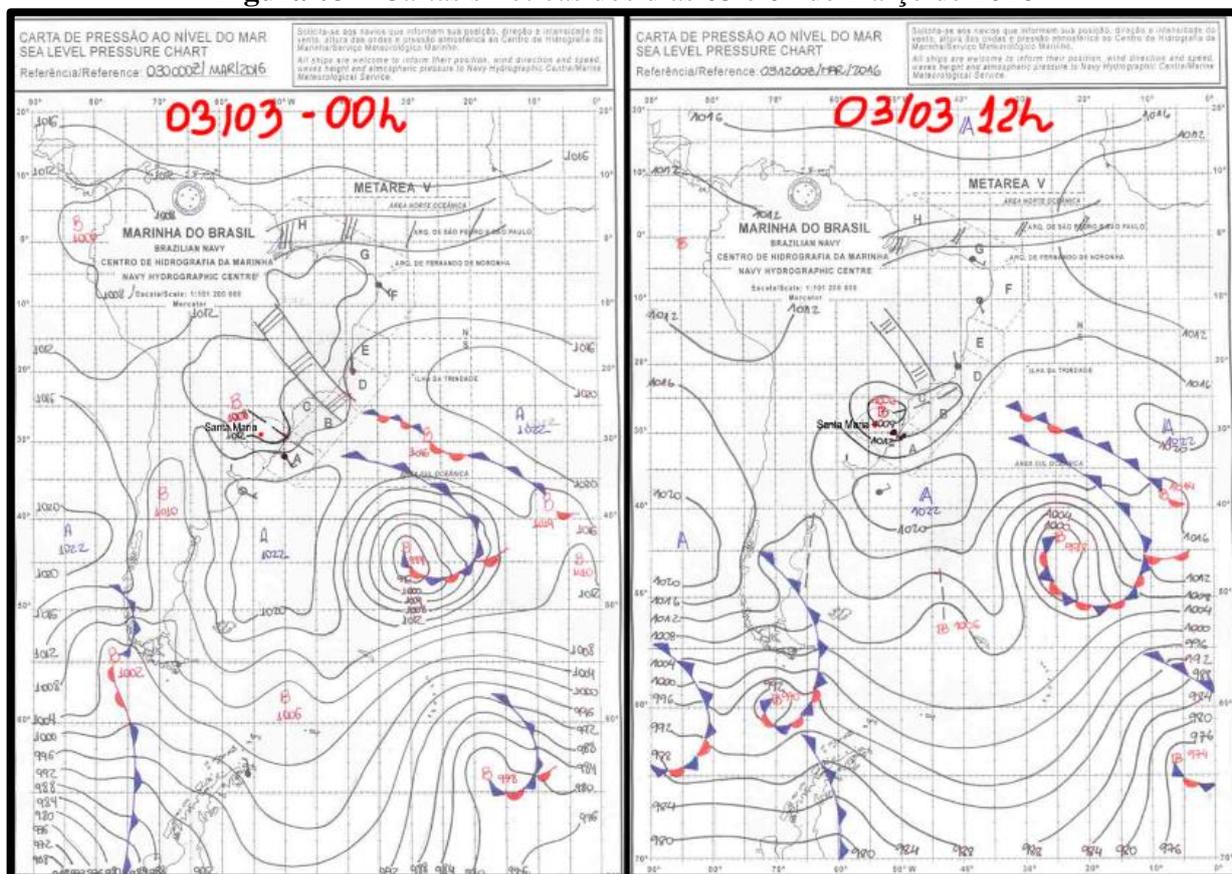
Foram empregados também os dados da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) de temperatura, umidade relativa, pressão, velocidade dos ventos e nebulosidade, do dia anterior ao evento e no dia do evento, frisa-se que a estação meteorológica do INMET encontra-se no Campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), cerca de 19 km do local do evento, distância podendo ser observada na Figura 02.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

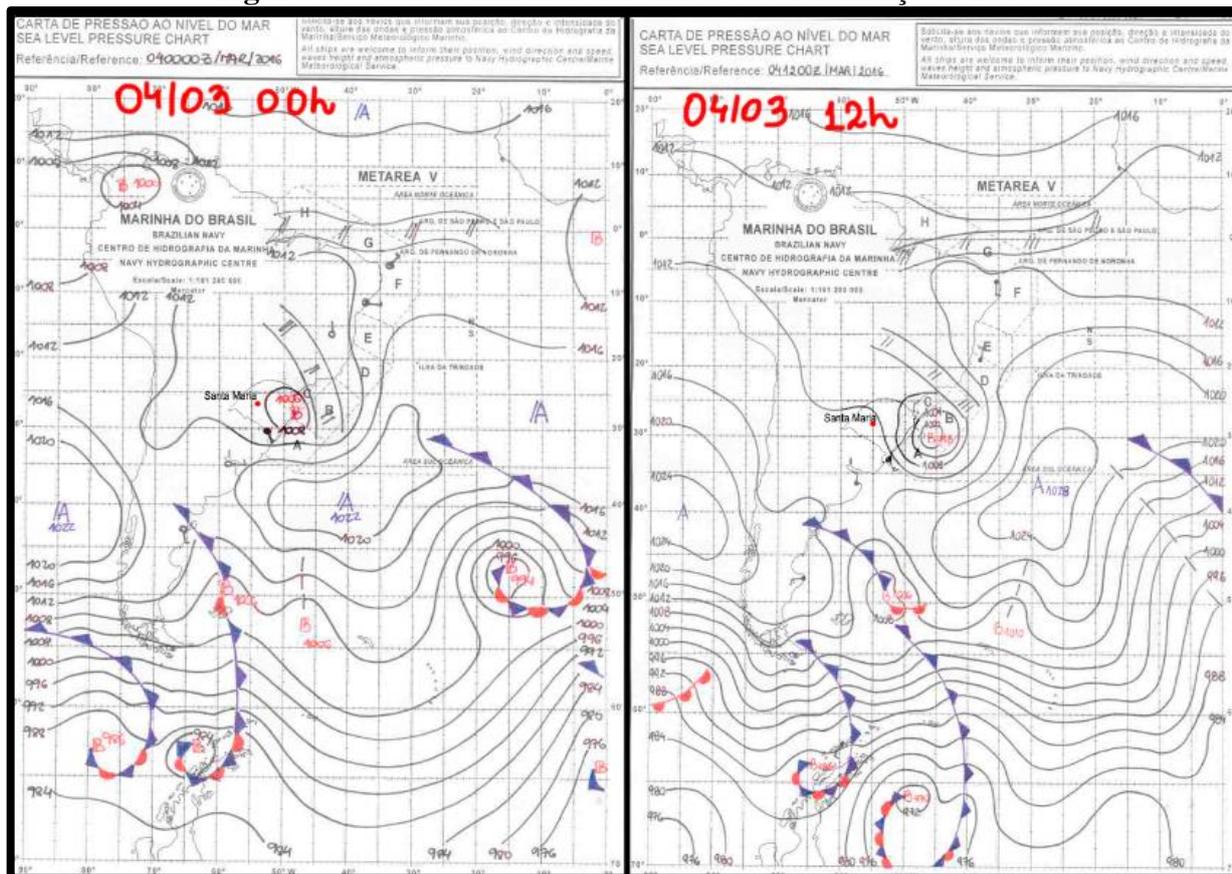
No dia 03 de março de 2016, identificou-se um cavado sobre o Rio Grande do Sul na carta sinótica da 00h e na carta sinótica das 12h. O cavado por ser uma zona de baixa pressão está associado com grandes linhas de instabilidade, dessa forma está intimamente ligado à formação de nebulosidade por onde atua (GLICKMAN, 2000).

No dia 04 de março de 2016 Santa Maria estava sobre a influência de um centro de baixa pressão no valor de 1008 mb, que se originou no cavado que atuava sobre o Rio Grande do Sul no dia anterior, além de um sistema frontal na altura de Buenos Aires na Argentina. As cartas sinóticas dos dias 03 e 04 de março podem ser observadas na figura 03.

**Figura 03** – Cartas sinóticas dos dias 03 e 04 de março de 2016



Continua...

**Figura 03** – Cartas sinóticas dos dias 03 e 04 de março de 2016

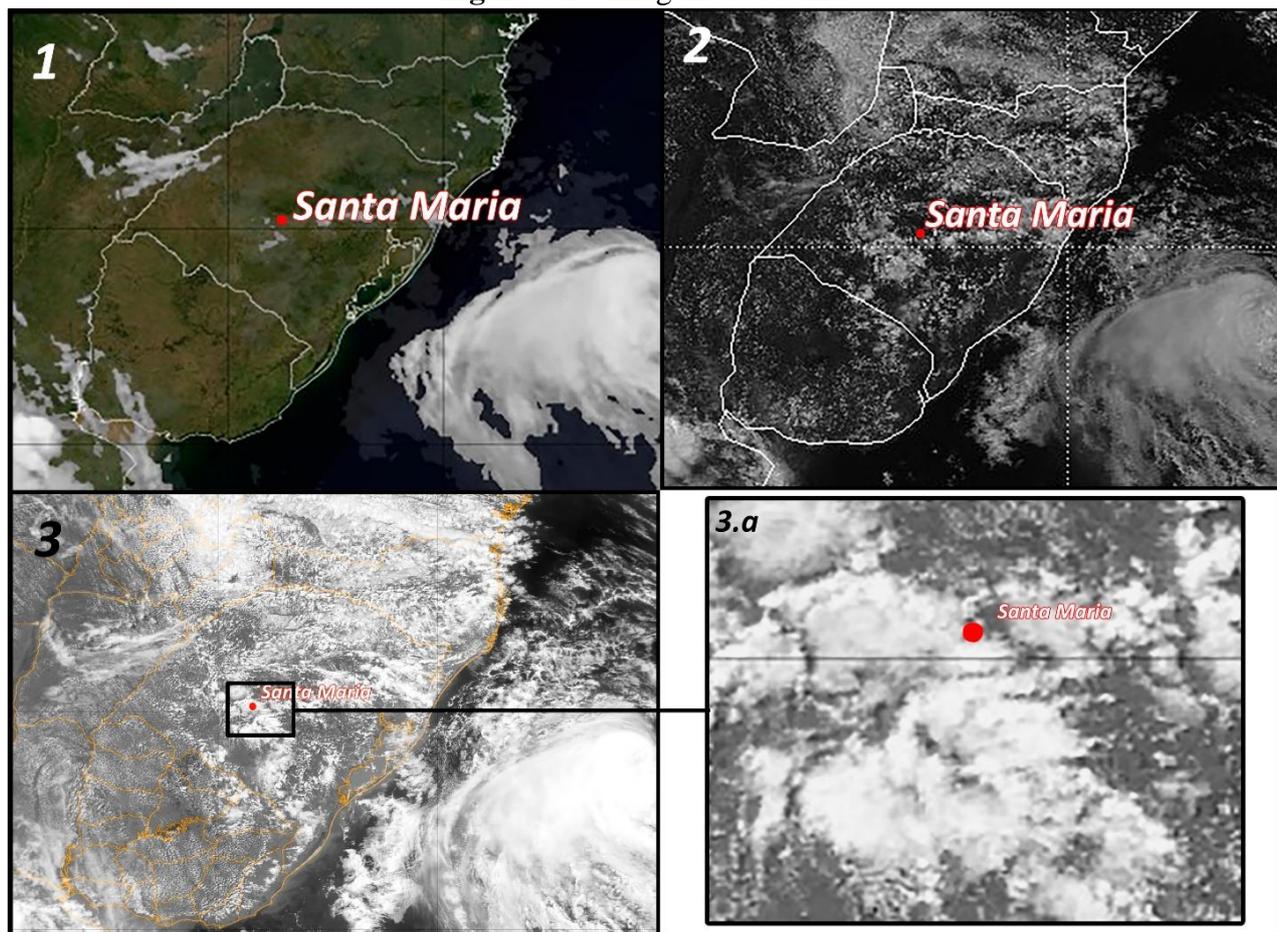
Fonte: Adaptado de Marinha do Brasil.

As imagens de satélite do dia 04 de março de 2016 mostram o Rio Grande do Sul com bastante nebulosidade devido ao sistema de baixa pressão que estava atuando, a Figura 4.1 mostra que havia alguns pontos com nuvens de desenvolvimento vertical em seu entorno. Já na Figura 4.2 por se tratar do canal visível a nebulosidade pode ser observada mais aparente, mostrando que Santa Maria estava com céu totalmente encoberto.

A Figura 4.3 e 4.3a (zoom) do canal Infravermelho canal 4, mostra que havia muita nebulosidade as 15 horas em Santa Maria, e é possível identificar que eram aglomerados de nuvens baixas com desenvolvimento vertical mas sem atividade de super-célula evidente, conforme apontam as cartas sinóticas, e as imagens de satélite às 15h do dia 04 de março de 2016 (Figura 04).

Sartori (2016) definiu a sucessão dos tipos de tempo através de fases evolutivas sendo que no dia 04 de março, Santa Maria encontrava-se em domínio pré-frontal com pressão atmosférica em declínio e ventos do quadrante norte. Em escala regional o vento norte está associado a fortes gradientes barométricos e em escala local pelo condicionamento do rebordo do planalto o vento norte intensifica-se ainda mais.

Segundo Sartori (1984) o ar se move pelas diferenças de pressão, deslocando-se de áreas de alta pressão para as de baixa pressão. Estas pressões são causadas por fatores como os gradientes de temperatura e a colisão do ar em movimento com corpos externos encontrados na superfície. Ao chegar a um obstáculo como edifícios ou elevações da topografia, o ar “amontoa-se” e origina uma área de alta pressão a barlavento do obstáculo. Pela inércia, o ar tende a continuar sobre e ao redor do objeto, causando assim uma área de baixa pressão à sotavento. Os dados da estação meteorológica de Santa Maria dos dias 03 e 04 de março podem ser observados na tabela 01.

**Figura 04** – Imagens de satélite

Fonte: Acervo CPTECINPE.

**Tabela 01** – Dados da estação meteorológica de Santa Maria dos dias 03 e 04 de março de 2016

Data	Hora	Pressão Atm. (mb)	Umidade Rel. (%)	Nebulosidade (décimos)	Temperatura (C°)	Velocidade ventos (m/s)
03/03/2016	00	1000,8	92	10	20,4	3,3
03/03/2016	12	998,2	90	10	18,8	5,8
03/03/2016	18	997,9	95	10	19,8	8,1
04/03/2016	00	999,8	87	10	20,2	1,3
04/03/2016	12	1001,2	92	10	20,2	1,3
04/03/2016	18	999,5	64	7	28,2	1,6

Fonte: INMET (2016).

De acordo com a tabela 01, nota-se oscilação barométrica presente na atmosfera de Santa Maria, alta umidade relativa do ar e céu totalmente encoberto, corroborando com as imagens de satélite. A temperatura e velocidade dos ventos também oscilaram ao longo dos dois dias. Os dados meteorológicos coletados do dia anterior ao evento e do dia do evento, mostram-se propícios para a formação de distúrbios barométricos na atmosfera, os quais resultaram na formação de uma nuvem funil no dia 04 de março de 2016.

De acordo com a caracterização de Sartori (1993; 2016) a fase evolutiva em que a Frente Polar Atlântica encontrava-se no dia do evento, foi caracterizada como fase pré-frontal tendo duração de 1 a 3 dias, essa fase pode ser caracterizada pelo aquecimento registrado antes da chegada da frente fria, com tipo de tempo muito bem definido: pressão atmosférica em declínio, e ventos do quadrante norte (N ou NW).

O registro da nuvem funil em Santa Maria foi feita no bairro Tancredo Neves, zona oeste da cidade e foi fotografada e filmada por muitos moradores. A figura 05 mostra imagens feitas da nuvem funil a partir de 3 pontos distintos do bairro.

**Figura 05** – Imagens da nuvem funil no dia 04/03/2016 em Santa Maria/RS



**Fonte:** Juliano Costa, Diego Souza e Ricardo Stedile Neto.

## 5. CONCLUSÕES

O fenômeno verificado em Santa Maria, tratou-se de uma nuvem funil, e para uma análise correta de um evento atmosférico é necessário conhecer sua gênese bem como se forma e evolui. Principalmente quando se trata de eventos que podem vir a ser extremos como os tornados e conseqüentemente as nuvens funil. A análise das imagens de satélite, das cartas sinóticas e dados da estação meteorológica foram de grande importância para avaliar a nuvem funil.

A cobertura das nuvens com desenvolvimento vertical observadas nas imagens de satélite permitiu verificar a formação do fenômeno e corroboram com o dado de cobertura da estação meteorológica que apresentou nebulosidade 10/10 às 12h, verificando decréscimo da cobertura de nuvens para 7/10 a partir das 18h.

As oscilações barométricas evidentes nos dados da estação meteorológica caracterizam descontinuidades atmosféricas que estão presentes na bibliografia de tornados. As mudanças bruscas na velocidade dos ventos mostram que houveram gradientes térmicos o que deve ter proporcionando em forte cisalhamento e possivelmente contribuído para a formação da nuvem funil.

A nuvem funil ocorreu dia 04 de março entre às 15h e às 15h 30min, permanecendo no céu por cerca de 10 minutos até se dissipar. A pesquisa sobre nuvens funil ainda é escassa no Brasil, portanto carece de novas investigações. O presente artigo apontou algumas características das sua gênese e formação e espera-se humildemente que tenha oferecido informações relevantes para novos estudos.

## REFERÊNCIAS

ALLABY, M. **Tornados**. Facts on File. New York, 2004.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BORTOLUZZI, C. A. Contribuição à geologia da região de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas**, Porto Alegre, v. 4, n. 1, p. 7-86, out. 1974.

CANDIDO, D. H. **Tornados e trombas d'água no Brasil**: Desenvolvimento de um modelo e proposta de escala de avaliação de danos. 2012. 230 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

DOSWELL, C. A. **What is a tornado?** *In*: DOSWELL, C. A. Chuck Doswell's Home Page [Blog pessoal]. [s.l.]: jul. 2016. Disponível em: <http://www.flame.org/~cdoswell/atornado/atornado.html>. Acesso em: 21 jul. 2019.

FUJITA, T. T.; PEARSON, A. D. Results of FPP classification of 1971 and 1972 tornadoes. *In*: Conf on Severe Local Storms, 8., 1973. Denver. **Anais** [...]. American Meteorological Society: Boston, 1973, SMRP Research Paper Number 113, p. 142-145.

GLICKMAN, T. S. **Glossário de Meteorologia**. 2ª Ed. Cambridge: Sociedade Meteorológica Americana, 2000. p. 855.

HUSCHKE, R. E. (Ed.). **Glossário de Meteorologia**. Cambridge: Sociedade Meteorológica Americana, 1959. p. 638.

LIMA, J. S. **Ocorrência de uma Nuvem Funil em Santa Maria-RS**. *In*: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2., 1982, Pelotas. **Anais**... São Paulo: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1982, não paginado.

MARCELINO, I. P. O. **Análise de episódios de tornado em Santa Catarina**: caracterização sinótica e mineração de dados. 2004. 223f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – São José dos Campos, INPE, 2004.

MARENGO, J. A.; SOARES, W. R.; SAULO, C.; NICOLINI, M. Climatology of the low-level jet east of the Andes as derived from the NCEP-NCAR reanalyses: characteristics and temporal variability. **Journal of Climate**, v. 17, n. 12, p. 2261-2280, 2004.

MASSAMBANI, O.; CARVALHO, L. M. V.; VAZQUEZ, M. A. Tornado ou micro explosão? Um diagnóstico via Radar do evento de Itú-São Paulo. *In*: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 7., 1992, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1992, p.763-768.

NECHET, D. Ocorrência de tornados no Brasil. **Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 2, p. 29-39, dez. 2002.

RECKZIEGEL, B. W. **Levantamento dos desastres desencadeados por eventos naturais adversos no Estado do Rio Grande do Sul no período de 1980 a 2005**. 2007. 370 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

RODRIGUES, J. E. A. **Cartografia da ocorrência de tornados no Centro-sul do Brasil, no período de 1980 a 2008**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade de São Paulo, 2011.

SARTORI, M. G. B. A circulação atmosférica regional e os principais tipos de sucessão do tempo no inverno do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência e Natura**, Santa Maria, n. 15, p. 69-93, 1993.

SARTORI, M. G. B. Considerações sobre a Ventilação nas Cidades e sua importância no Planejamento urbano. **Ciência e Natura**, Santa Maria, n. 6, p. 59-74, 1984.

SARTORI, M. G. B. Modelização do Clima Urbano de Santa Maria, RS. **Ciência & Natura**, Santa Maria, n.8, p. 53-65, 1986.

SARTORI, M. G. B. **O Vento Norte**. Santa Maria: DR Publicidade, 2016. 257p.

SARTORI, P. L.; GOMES, C. B. Composição químico-mineralógica das últimas manifestações vulcânicas na região de Santa Maria, RS. **Anais [...]**, Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, v. 52, n. 1, p. 125-133, 1980.

SILVA DIAS, M. A. F.; GRAMMELSBACHER, E. A. A possível ocorrência de tornado em São Paulo no dia 26 de abril de 1991: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v. 6, n. 2, p. 513-522, 1991.

WAKIMOTO, R. M.; WILSON, J. W. Nonsupercell Tornadoes. **Monthly Weather Review**, Washington, DC, v. 117, n. 6, p. 1113-1140, 1989.

**Data de submissão:** 11.10.2018

**Data de aceite:** 22.04.2020

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.