



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## O USO DE FERRAMENTAS DO *SOFTWARE* QGIS PARA O MONITORAMENTO DO CICLONE EXTRATROPICAL DE OUTUBRO DE 2016 EM RIO GRANDE/RS

Bruna Cavalcanti Gautério<sup>(a)</sup> e Éder Leandro Bayer Maier<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup>Universidade Federal do Rio Grande, gauteriobruna@gmail.com

<sup>(b)</sup>Universidade Federal do Rio Grande, edermaier@gmail.com

**Eixo: Geotecnologias e modelagem aplicada aos estudos ambientais.**

### Resumo

O trabalho analisou através do *software* QGIS o ciclone extratropical ocorrido entre os dias 24/10/2016 e 29/10/2016 em Rio Grande/RS. Os impactos gerados pelo evento extremo objetivaram o estabelecimento espacialmente de como esse fenômeno atingiu o município. As análises abrangeram duas escalas espaciais, uma continental (América do Sul) e outra regional (extremo sul do Brasil). A evolução do sistema frontal foi identificada através imagens do satélite GOES e vetorizada no QGIS. Assim como também foram processados, através do método *Size* e do complemento *Vector Field Renderer*, dados meteorológicos do INMET. Os resultados mostraram o SIG como uma ferramenta eficaz para o monitoramento de ciclones extratropicais. Os mapeamentos finais foram satisfatórios para compreender o processo evolutivo do ciclone que atingiu Rio Grande. As coleções de ferramentas dispostas em *softwares* SIG são capazes de solucionar problemas práticos através de suas diferentes resoluções espaciais e temporais.

**Palavras chave:** Geotecnologias. Geoprocessamento. Eventos Extremos. Clima Subtropical. Ciclone Extratropical.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## 1. Introdução

A dinâmica natural do planeta Terra mais os impactos ambientais negativos das atividades antrópicas estão alterando os climas globais (IPCC, 2007). Consequentemente, os climas brasileiros e os sistemas ambientais brasileiros também sofrem alterações como, por exemplo, aumento das temperaturas, secas e enchentes intensas e prolongadas, eventos extremos e entre outros (MARENGO et al., 2006, p.19).

As mudanças ambientais e climáticas têm aumentado a vulnerabilidade e diminuído a resiliência socioambiental, porque progressivamente é diminuída a capacidade de suporte do sistema. Adicionalmente, no Brasil há carência de um planejamento ambiental mais eficaz, que vise à mitigação dos riscos, vulnerabilidade e maior eficiência da compensação frente a eventos extremos.

Nesse contexto, a investigação da dinâmica atmosférica dos eventos extremos pode contribuir para compreensão da formação e evolução dos fenômenos, especialmente os ciclones extratropicais. A partir da compreensão do sistema atmosférico é possível inferir subsídios que vise a diminuição dos riscos ambientais, a compensação dos impactos dos eventos extremos e a adaptação dos usos dos recursos naturais de acordo com seus ciclos.

O município vivencia dentro de um espaço de tempo episódios de enchentes, ocorrência de granizos, ciclones extratropicais e entre outros fenômenos que comprometem a sua capacidade de resiliência socioambiental. Frente esse cenário as geotecnologias através dos métodos de análise espacial dão suporte para que esses eventos sejam premeditados. O SIG sendo uma geotecnologia pode ser considerado “como um mecanismo para analisar dados e revelar novas perspectivas” (LONGLEY, et al., 2013, p.21).

O presente trabalho tem por objetivo aplicar ferramentas de SIG do *software* QGIS para o monitoramento do evento extremo ocorrido em outubro de 2016 resultante da passagem de um ciclone extratropical no município do Rio Grande/RS. Com isso, possui o



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

intuito de apresentar resultados satisfatórios que culminam no monitoramento eficaz da passagem de sistemas frontais. E através disso, entender a distribuição espacial dos atributos das condições atmosféricas que necessitam de amplas preescritões de estratégias visando um planejamento eficiente e pró-ativo.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1. Formação de ciclones extratropicais**

A formação e intensificação de ciclones na atmosfera se referem à ciclogênese, enquanto a ciclólise apresenta a maneira como esse sistema circulatório de baixa pressão, disposto em baixos níveis na superfície, se dissipa (REBOITA, 2008, p.8). Frequentemente, a costa entre o Uruguai e o sudeste do Brasil são afetados por esses sistemas que causam ventos fortes, precipitação e redução de temperatura e sendo consideradas áreas ciclogênicas. As frentes e ciclones nessas áreas se formam em uma região chamada de frente polar, através do choque de duas massas de ar com propriedades térmicas distintas (REBOITA, et al., 2012, p.36).

As porções continentais e costeiras no extremo sul do Brasil situam-se em médias latitudes, em uma área considerada de forte atividade ciclogênica (REBOITA, et al., 2012, p.39) e foram atingidas pelo ciclone de outubro de 2016. A Planície Costeira do Rio Grande do Sul é banhada pelo Oceano Atlântico e sofre influência da dinâmica compreendida entre o Anticiclone Subtropical Atlântico, as passagens de massas polares e a depressão barométrica (FAVERA, et al., 2012, p.41).

O favorecimento para a formação de frentes e de ciclones extratropicais ocorre na frente polar com o choque entre duas massas de ar. Com isso, frequentemente, a costa sul/sudeste do Brasil e outra entre o Uruguai e o extremo sul do Brasil é afetada por esses sistemas que causam ventos fortes, precipitação e redução de temperatura (REBOITA, et al., 2012, p.44).



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## **2.2. O Sistema de Informações Geográficas como ferramenta de monitoramento, análise e suporte na tomada de decisão**

O SIG possui a capacidade de estabelecer um modelo de dados para cada fenômeno que será estudado. Sendo assim, todas as circunstâncias complexas da realidade geográfica podem ser monitoradas em SIG mostrando como os objetivos de estudo podem ser dispostos através de dados digitais em um ambiente computacional como esse (LONGLEY, et al., 2013, p.208).

Segundo Longley, et al. (2013, p.226), os objetivos traçados em um determinado estudo regem o modelo de dados geográficos que será utilizado ao longo do trabalho. Com isso, é necessário que seja estabelecido um eficiente banco de dados para que a análise geográfica seja fidedigna. A modelagem de dados geográficos necessita da compreensão do estado e comportamento das variáveis que serão analisadas. Abrangendo então diversos modelos de dados específicos para cada propósito projetado ao longo do processo metodológico.

A Ciência, em especial a Geográfica, dá forma às decisões e boas decisões são acompanhadas de muitas informações geográficas (IG's). O SIG atrelado as IG's são fundamentais para a resolução de problemas do mundo real (LONGLEY, et al., 2013, p.44). O processo decisório vincula-se com uma série de variáveis de análise que exigem o emprego de metodologias multicritério. Através da manipulação simultânea dos critérios os SIG's tornam-se uma ferramenta para a busca de soluções. Seus sofisticados programas e complementos possuem operações específicas para atender os objetivos propostos (FITZ, 2008, p.140).

## **3. Materiais e Métodos**



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

O trabalho foi realizado considerando duas escalas, a primeira compreende as latitudes do sul da América Sul e a segunda escala, mais regional, abrangendo o extremo sul do Brasil e o Uruguai (Figura 1). As figuras do satélite GOES (*Geostationary Operational Environmental Satellite*) do sensor da banda 4 realçada, que foram adquiridas no site do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), se referem à América do Sul.

Através dessas figuras foi possível traçar a evolução do sistema frontal e do ciclone extratropical na janela temporal do dia 24 de outubro de 2016 até o dia 29 de outubro de 2016. As figuras foram extraídas em um período de 4 em 4 horas, sendo correspondentes a 00:00 horas, 04:00 horas, 08:00 horas, 12:00 horas, 16:00 horas e 20:00 horas, totalizando 6 imagens por dia. A vetorização da evolução dos sistemas sinóticos foi realizada com as imagens obtidas às 20 horas.

Para a aquisição dos dados meteorológicos que correspondem a precipitação, direção, velocidade e ângulo do vento foi necessário acessar o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Se realizou o *download* dos dados de 14 estações meteorológicas que compreendem os municípios de Bagé, Caçapava do Sul, Camaquã, Canguçu, Dom Pedrito, Jaguarão, Mostardas, Porto Alegre, Rio Grande, Rio Pardo, Santa Maria, Barra do Chuí em Santa Vitória do Palmar, São Gabriel e no município de Rocha, no Uruguai. As variáveis meteorológicas foram coletadas de hora em hora, e correspondem ao período entre 24 e 29 de outubro de 2016.

O processamento dos dados e *layout* das produções cartográficas foi realizado no software QGIS 2.18.16. Os dados de precipitação foram salvos sem extensão CSV (*Comma-Separated Values*), que possibilitou gerar um arquivo vetorial shp (*shapefile*) do tipo pontos. Esse shp de informações pontuais permitiu que o estilo do vetor, denominado de Graduado, no QGIS, fosse aplicado. Dentro dessa graduação que somente pode ser realizada com dados numéricos, foi aplicado o método *size*.

A classificação por esse método foi padrão do software, com os limites de classes (5) e modo de representação (intervalos iguais) apresentados automaticamente pelo programa.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Com isso, se gerou um produto cartográfico que indica a simbologia do ponto proporcional ao seu valor atribuído, tendo uma melhor visualização espacial da intensidade do evento ocorrida em cada estação meteorológica.

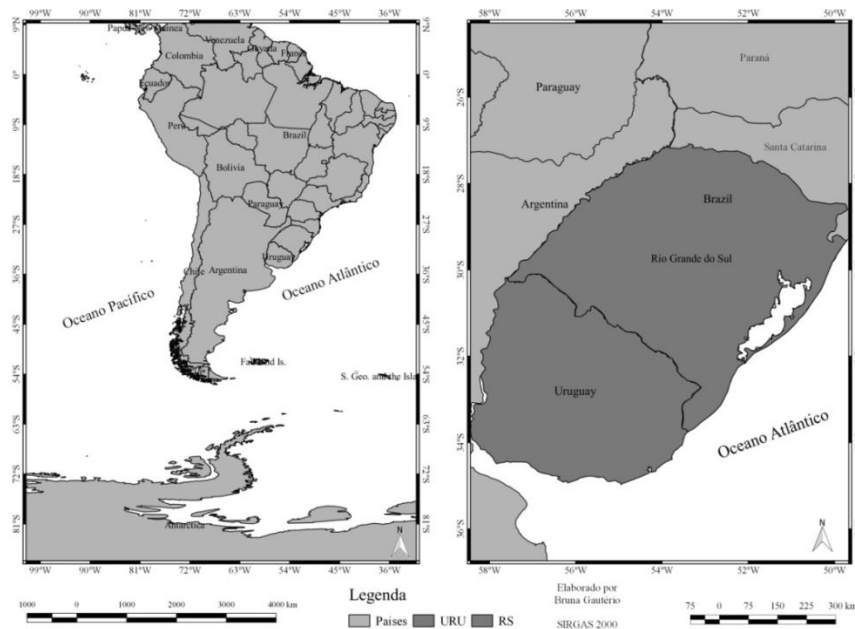


Figura 1 – Área de estudo. Fonte: própria da autora, 2018.

Os dados de vento (direção e intensidade) foram convertidos em componentes meridionais e zonais do vento usando funções seno e cosseno do ângulo do vento multiplicado pela intensidade, conforme mostra a Figura 2. Posteriormente, foi identificada a máxima intensidade da rajada do vento para cada dia do período entre 24 e 29 de outubro. Os dados foram importados para o QGIS, em extensão csv e transformada em arquivo vetorial pontual. O uso do complemento denominado de *Vector Field Renderer* permitiu a visualização dos vetores do vento.

A escala dos vetores foi configurada usando a intensidade de 2 m/s. Com isso, se obteve mapas do dia 24/10/2016 até o dia 29/10/2016 com as informações de velocidade média do vento e rajada máxima diária sobrepostas para todas as estações.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

As imagens GOES adquiridas estavam dispostas em extensões jpg. (*Joint Photographics Experts Group*) e foram transformadas para a extensão tiff. (*Tagged Image File Format*). Após realizou-se o georreferenciamento das 36 imagens tiff. a fim de vetorizar o desenvolvimento, intensificação e dissipação da frente fria e do ciclone extratropical. Esse processo de vetorização ocorreu em todas as imagens correspondente as 20 horas de cada dia.

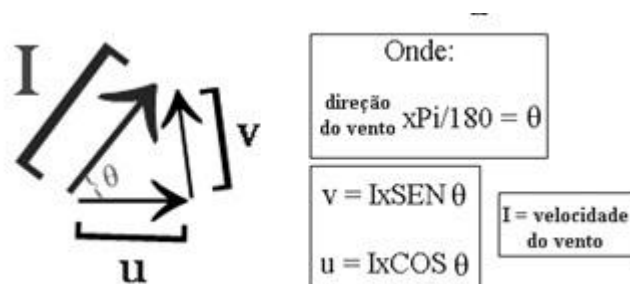


Figura 2: Fórmula utilizada para obter os vetores de vento. Fonte: KRUSCHE, et al., 2002, p.30.

Os vetores de linhas foram criados para cada dia do evento, exceto para o dia 29/10/2016, pois a vetorização se deu através da dedução, sendo assim impossível identificar com precisão nas últimas 24 horas onde exatamente o ciclone se encontraria na imagem. Com isso, se obteve vetorização da frente fria do dia 24/10/2016 ao dia 28/10/2016, a vetorização do vórtice ciclônico no dia 27/10/2016 e a dissipação do mesmo no dia 28/10/2016.

### 3. Resultados e discussões

O monitoramento da evolução do sistema frontal, no qual teve formação no sul da Argentina e sudeste do Chile e dissipação no sul do Oceano Atlântico, foi traçado através do reconhecimento visual da frente fria que avançou os diferentes países da América do Sul. Obteve-se vetorizações classificadas com de geometria de linha ao longo de cada dia da janela temporal. As linhas vetorizadas obtiveram um deslocamento de 400 a 500km, segundo a escala do mapa, devido ao avanço do sistema frontal a cada 24 horas, conforme mostra a Figura 3.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

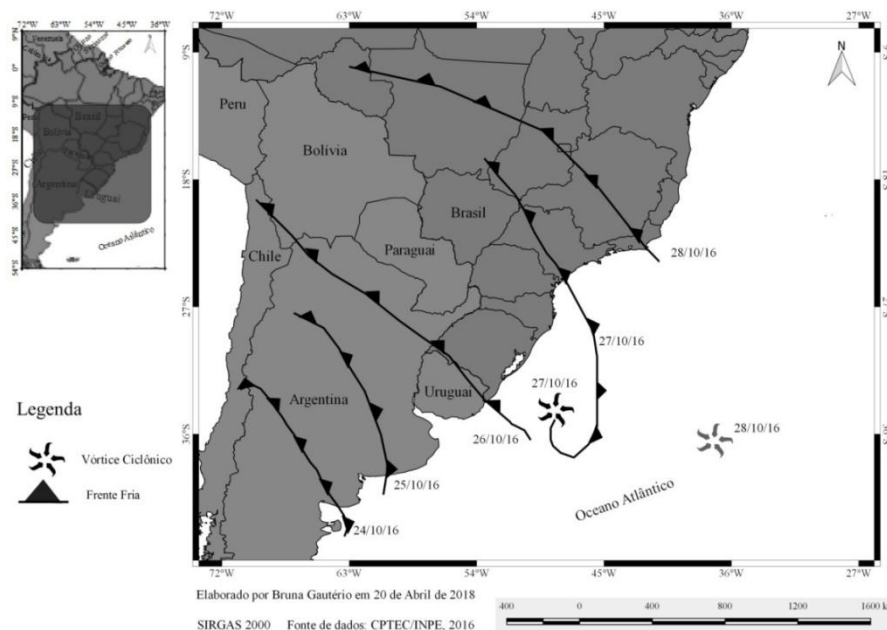


Figura 3: Evolução do sistema frontal e formação do ciclone extratropical. Fonte: própria do autor, 2018

O vórtice ciclônico de baixa pressão foi identificado como o “olho do ciclone extratropical”. Ele foi estabelecido tanto no dia 27 quanto no dia 28 de outubro de 2016, pois foram os dias de maior intensidade do ciclone na costa do Rio Grande do Sul, mesmo com o deslocamento para leste no dia 28/10/16. O vórtice foi mapeado como uma camada de informação vetorial do tipo ponto e sua simbologia foi modificada para setas que indicassem o sentido do giro do ciclone (Figura 3).

A espacialização da precipitação acumulada resultou em pontos proporcionais ao valor do índice pluviométrico dentro dos 6 dias de análise do trabalho (Figura 4). Através disso, pode-se compreender a quantidade de precipitação de maneira rápida apenas com a visualização dos pontos proporcionais e para um melhor entendimento, em relação aos valores, pode-se consultar a legenda do mapa que dispõe o intervalo, em milímetros, precipitados em cada estação meteorológica.





XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

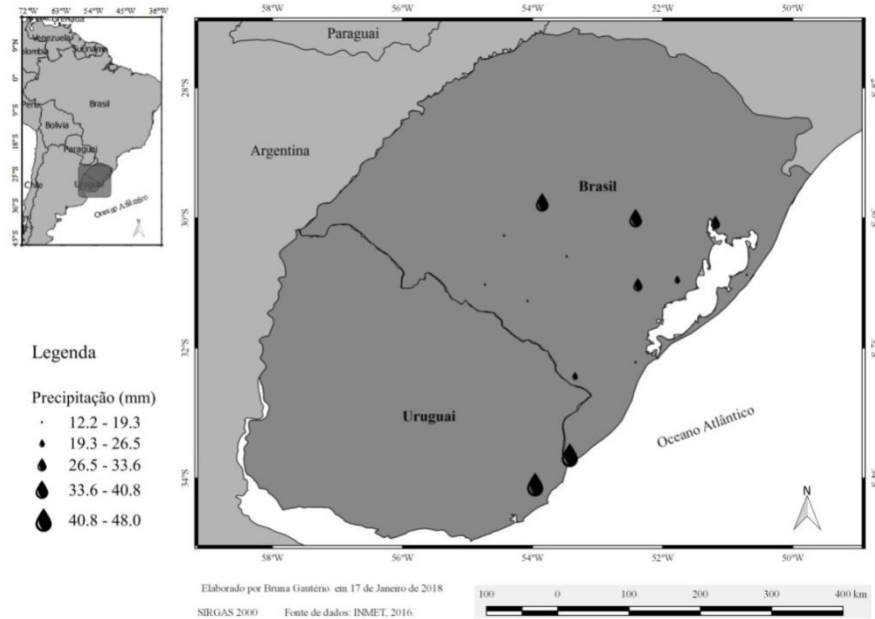


Figura 4: Precipitação acumulada referente aos 6 dias de análise. Fonte: INMET, 2016; própria do autor, 2018.

Com o intuito de compreender o regime de ventos associado ao sistema frontal e ao ciclone extratropical, gerou-se cenários para cada dia de análise (Figura 5). Com isso, os 6 mapas vetoriais mostram a intensidade e direção do vento. As componentes meridionais e zonais indicaram uma forte mudança do vento no dia 27/10/16 (Figura 5D), ela ocorreu pelo o estabelecimento do ciclone extratropical em latitudes médias, estabelecendo ventos com giro horário. Adicionalmente, é mostrado a rajada máxima diária.

O cenário do regime de ventos possibilitou o reconhecimento visual do estabelecimento de um ciclone extratropical na costa riograndina, pois o vento predominante atuando no município do Rio Grande é de sentido nordeste. A medida em que o vento assumiu um quadrante de sul/sudeste (dia 27/10/26 e 28/10/26) nota-se que uma fuga do padrão está ocorrendo. Normalmente, a causa da fuga desse padrão está associada a passagens de sistemas frontais, que eventualmente eclodem em ciclones extratropicais. Os mesmos possuem características de um centro de baixa pressão associado com o giro horário no qual coincide com o mapa apresentado (Figura 5D e Figura 5E).



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

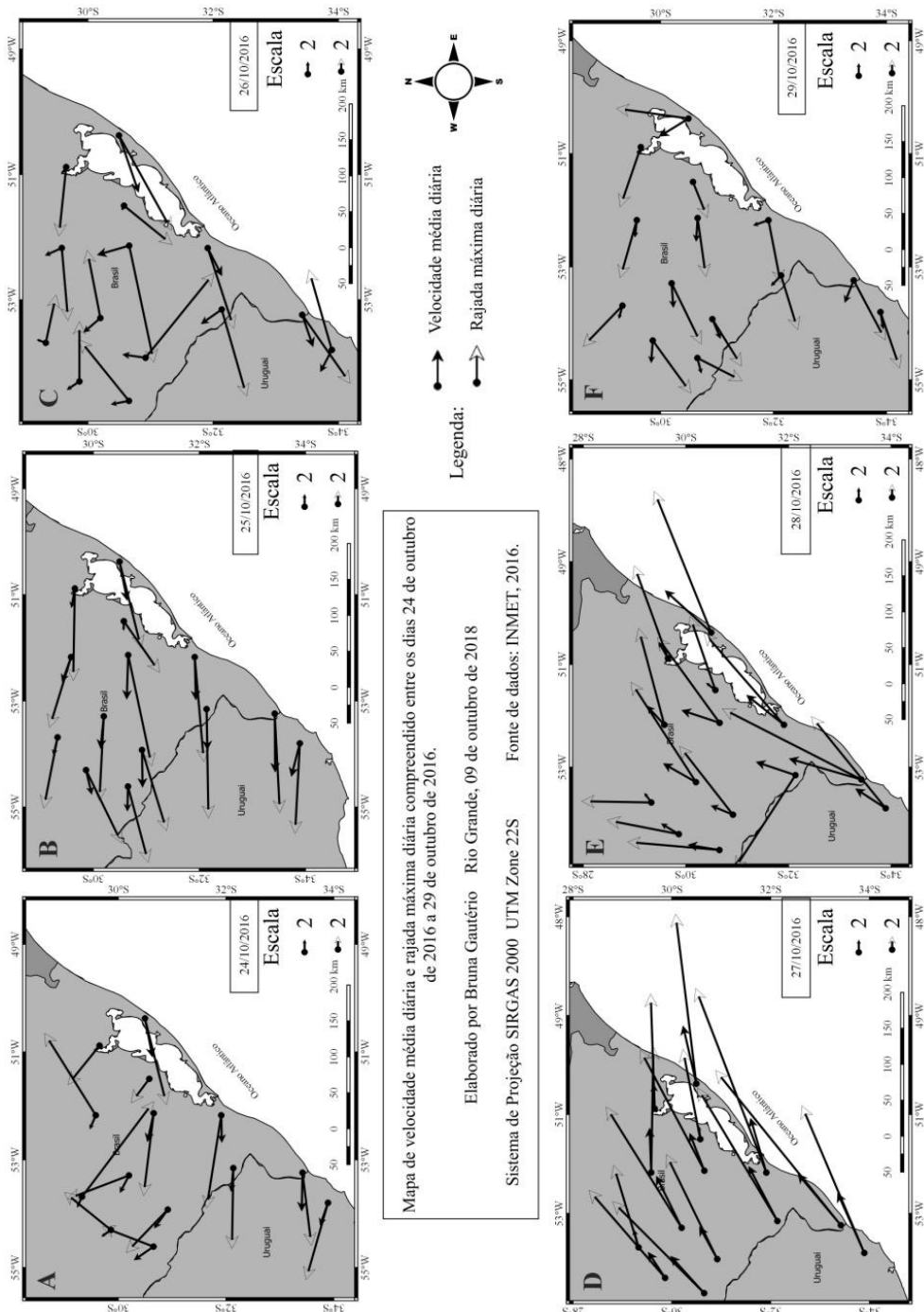


Figura 5: Cenário do regime de ventos do dia 24/10/2016 ao dia 29/10/2016 com a velocidade média do dia e a rajada máxima diária. Fonte: INMET 2016; própria do autor, 2018.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

### **3. Considerações finais**

A formação do ciclone extratropical no dia 27/10/2016 ocorreu em latitudes médias (32° S e 52° O) na costa do Rio Grande do Sul. Esse gerou intensos ventos de aproximadamente 40 km/h, fortes rajadas de até 108 km/h e precipitações de  $\cong$  12 mm de precipitação para o município de Rio Grande. Essas variáveis quantitativas aqui dispostas foram espacializadas através do processamento, com as ferramentas do QGIS, dos dados coletados. A análise dos dados brutos poderia ter sido feita de forma separada, mas somente o SIG consegue integrar diversos dados e possibilita a análise em conjunto.

O SIG através de suas diferentes ferramentas foi satisfatório para atingir um resultado de monitoramento do avanço do sistema frontal e também para mapear as ocorrências de precipitações associadas ao evento extremo e identificar o regime de ventos responsável por destelhar casas, derrubar árvores e danificar o sistema de energia elétrica pública. Através dos mapeamentos apresentados em ambiente SIG é possível estabelecer tomadas de decisões para futuras ocorrências semelhantes a passagem desse evento extremo no litoral do Rio Grande do Sul.

### **Agradecimentos**

Os agradecimentos são direcionados a FAPERGS, pelo recurso destinado à elaboração da pesquisa, ao Laboratório de Climatologia e Cartografia (LACCA) da FURG, ao INMET pela disponibilização gratuita dos dados meteorológicos, ao CPTEC pela disponibilização gratuita das figuras do satélite GOES e aos responsáveis por gerir e atualizar as ferramentas do *software* QGIS.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

### Referências Bibliográficas

FAVERA, A. C. D., et al. **Potencial Eólico no Rio Grande do Sul – Distribuição Estatística dos Ventos na Região Central do Estado**. Revista de Geografia Acadêmica, v. 6, n. 1, p. 38-51, 2012.

FITZ, P. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, 160p.

IPCC. **ClimateChange 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 2007, 104 p.

KRUSCHE. N. *et al.* **Normais Climatológicas Provisórias de 1991 a 2000 para Rio Grande, RS. Rio Grande**, editora da UFSM, 2002, 75p.

LONGLEY, P. A., *et al.* **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica**. 3 ed. – Porto Alegre: Bookman, 2013, 540 p.

MARENGO, J. A. **Mudanças Climáticas Globais e Regionais: avaliação do clima atual do Brasil e projeções de cenários climáticos do futuro**. Revista Brasileira de Meteorologia, São Paulo, v.16, n.1, 2001. 18 p.

REBOITA, M. S. **Ciclones Extratropicais Sobre o Atlântico Sul: Simulação Climática e Experimentos de Sensibilidade**. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008, 294 p.

REBOITA, M. S., *et al.* **Entendendo o Tempo e o Clima na América do Sul**. Revista Terra e Didática, vol. 8, n. 1, p. 34-50, 2012.