

5. PRODUTOS TÉCNICOS E TECNOLÓGICOS

Com parte do requisito do desenvolvimento de produtos técnico e tecnológicos (PTT) do mestrado profissional, este capítulo apresenta um relatório técnico que destaca a ocorrência de eventos extremos na região litorânea do sul do Brasil, além de e resultados prévios relacionados a esta pesquisa que foram apresentados em eventos acadêmicos.

5.1. Instalação e execução do TRACK

A instalação e execução do TRACK foi orientada por comunicação pessoal via e-mail com o Professor Doutor Kevin Hodges do Departamento de Meteorologia da *University of Reading*, Inglaterra, Reino Unido. Abaixo segue um breve manual contendo as informações fornecidas por ele.

A versão 1.5.2. do TRACK foi utilizada neste estudo, pode ser obtida da página virtual do próprio autor (www.nerc-essc.ac.uk/~kih/TRACK/Track.html), com as permissões de acesso fornecidas por ele. O algoritmo foi instalado em uma máquina linux com compiladores GNU. O código principal é o executável encontrado em ~/TRACK-1.5.2/bin, track.linux, que lê os comandos e o arquivo de entrada dos dados e cria o arquivo de saída, em formato binário. O código do algoritmo lê os dados em formato NetCDF, portanto, é necessário converter, e concatenar, os dados caso não estejam nesse formato. Isso foi feito a partir do “*Climate Data Operators*” (CDO). O CDO é um conjunto de comandos para processamentos estatísticos e matemáticos úteis para processar dados meteorológicos no formato GRIB e NetCDF (SANTOS, 2014).

Os comandos para tal foram:

1. `cdo -f nc copy infile outfile.nc;`
2. `cdo cat files outfile.nc`

Os arquivos concatenados em NetCDF devem ser postos no diretório “indat” do TRACK. Arquivos contendo as configurações iniciais foram enviados pelo autor e salvos nas pastas correspondentes:

1. “RUNDATIN” no diretório “indat”;
2. Os arquivos “adapt.dat0”, “zone.dat0” e “initial.T42_SH” no diretório “data”
3. Os arquivos “vorcalc.in”, “cholesky.in” e “specfilt.in” no diretório principal.

A sequência de comandos :

1. A vorticidade é calculada pelo comando: `bin/track.linux -i netcdf_file -f vor < vorcalc.in` . Em que `netcdf_file` é o arquivo concatenado de entrada;
2. Em seguida, é feita a fatoração “cholesky”, isso precisa ser feito uma vez para uma grade específica e truncamento espectral: `bin/track.linux -i filename_vor.dat -f chol <cholesky.in`;
3. A filtragem espectral é obtida por: `bin/track.linux -i mariana_vor.dat -f filt < specfilt.in` .
4. Isto cria o arquivo no diretório de saída (“outdat”) chamado `specfil.filt_band000` que deve ser renomeado para o diretório “indat”: `mv outdat/specfil.filt_band000 indat/filename_vor_T42filt.dat` .

Após, o arquivo RUNDATIN deve ser editado, alterando para o caminho do diretório de dados:

5. `/users/kih/TRACK-1.4.3/data/%INITIAL%`

Antes da etapa de rastreamento, o usuário deve dar o seguinte comando no diretório TRACK-1.5.2 e certificar-se que o caminho da variável tenha “.”

6. `export PATH=${PATH}:. export PATH=${PATH}:`

As seguintes variáveis devem ser definidas:

7. `export CC=gcc`;
8. `export FC=gfortran`;
9. `export ARFLAGS`;
10. `export NETCDF=[caminho de instalação da biblioteca netcdf]`.

O comando para inicialização do rastreamento é dado por:

```
11. master -c=[data_directory] -d=now -e=track.linux -i=mariana_vor_T42filt.dat -f=vortest
-k=initial.T42_SH -n=1,32,12 -o=[OUTPATH] -r=RUN_AT_ -s=RUNDATIN.VOR
```

[OUTPATH] é o diretório de saída exclusivo, criado dentro do diretório [data_directory], que por sua vez é criado para esta execução. As configurações “-n” são adequadas para um período de 3 meses de dados de 6 horas, portanto, caso a série temporal seja diferente, esta configuração precisa ser modificada. Os arquivos de saída são normalmente chamados como ff_trs_pos ou ff_trs_pos.addvor_addmslp_addwind.

As estatísticas espaciais diagnósticas requerem etapas adicionais para o cálculo. Dois arquivos adicionais devem ser movidos para o diretório “indat”, “STATS.latlng.in” e “gridt63.nc”. O arquivo “STATS.latlng.in” deve ser editado, alterando o caminho de instalação do TRACK na linha: /users/kih/TRACK-hg-working e O arquivo com as saídas do rastreamento “tr_trs” também deve ser editado, colocando o caminho completo. Por fim, o comando para gerar as estatísticas é:

```
12. bin/track.linux < indat/STATS.latlng.in
```

O arquivo final é nomeado como “stat_trs_scl.linux_1.nc” e se localiza no diretório “outdat”. As saídas do TRACK serão registradas e disponibilizadas em uma plataforma de referenciamento (Mendeley) para obter um número DOI.

5.2. Episódio do deslocamento do CE sobre o Atlântico sul próximo a costa da AS

O ciclone extratropical escolhido para o estudo de caso se formou na SR5, próximo ao extremo sul do continente sul-americano e da Passagem de Drake, na latitude 52° S, e dissipou-se na latitude de 21° S, após 3 dias de atuação (Tabela 3). A maior intensidade deste ciclone aconteceu no primeiro dia e foi diminuindo conforme seu deslocamento para norte/nordeste, sob águas inicialmente frias até águas tropicais, quando houve o decaimento do sistema. A PNM inicial do CE começou um pouco alta, foi diminuindo e voltou a aumentar a partir de 06Z do dia 12/06, chegando a 1015.5 hPa no momento de dissipação. O CE esteve associado a pressões relativamente altas desde o momento inicial até sua dissipação. Valores acima do normal para a PNM nas médias latitudes são indicativos da fase positiva da AAO.

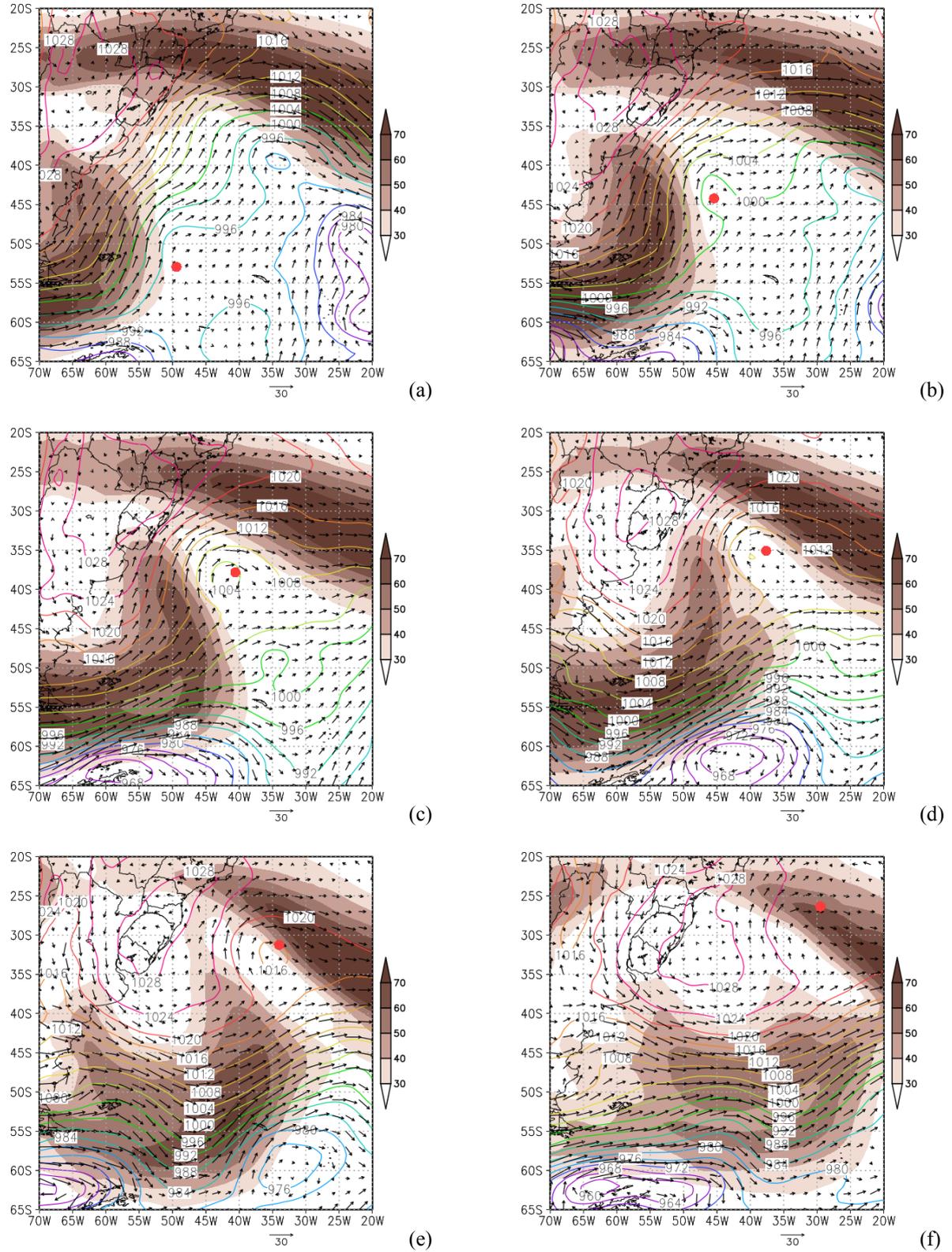
Os estágios do ciclo de vida do CE estão ilustrados na Figura 19, sendo possível observar um cavado formado à direita do ramo norte do jato polar (centro vermelho) (Figura 19a), que contribui para o aumento da baroclinia da região e a formação desse sistema. A identificação do cavado confirma que o TRACK identificou esse ciclone ainda em estágios iniciais. Ao norte é possível observar o jato subtropical estacionário ao longo de 25° S. Ao longo do desenvolvimento, o jato polar atinge latitudes mais baixas, quase encontrando com o jato subtropical (Figura 19d). As correntes de jato muitas vezes transportam os sistemas meteorológicos de escala sinótica, dessa forma, se as correntes se deslocam mais ao norte, os sistemas podem acompanhar esse deslocamento (MCMURDIE; HOUZE, 2006). Esse cenário gerou uma pista de ventos de sudoeste, em baixos níveis, ao longo da costa da AS, desde a região da patagônia até o sudeste do Brasil. Essas condições sinóticas foram registradas também por Machado et al. (2020) no estudo sobre eventos de ressacas durante o El Niño de 2015/16. Estudos prévios apontaram aumento de ciclogênese do sudeste da AS em anos de El Niño (GRIMM et al., 1998, GRIMM, 2003), Destaca-se que um dos episódios de maior altura de onda levantados por esses autores aconteceu durante a atuação do ciclone deste estudo de caso. As condições sinóticas que levaram à formação desse ciclone são explicadas pela interação entre uma frente fria e um sistema de alta pressão pós-frontal localizado sob o continente da AS, com ventos predominantes do quadrante sul/sudoeste (MACHADO et al., 2020).

Tabela 4: Parâmetros meteoceanográficos e vorticidade ao longo do ciclo de vida de um CE.

Nº de Pontos	Data	Vorticidade ($1.0 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$)	TSM (°C)	Anomalia de TSM (°C)	PNM (hPa)
1	06Z 11/06/2016	-3.1	3.5	-1.1	1019.9
2	12Z 11/06/2016	-2.8	5.85	-3.33	1018.6
3	18Z 11/06/2016	-2.4	10.41	-1.16	1012.1
4	00Z 12/06/2016	-2.6	13.02	-1.46	1002.5
5	06Z 12/06/2016	-2.7	16.85	0.56	1003.5
6	12Z 12/06/2016	-2.7	16.85	-0.2	1008
7	18Z 12/06/2016	-2.5	17.46	-0.1	1010.2
8	00Z 13/06/2016	-2.4	18.5	-0.15	1012
9	06Z 13/06/2016	-2	20.75	1.02	1012.3
10	12Z 13/06/2016	-1.7	22.43	0.94	1013.6
11	18Z 13/06/2016	-1.8	24.33	1.71	1014.2
12	06Z 14/06/2016	-1.7	25.5	1.38	1015.2
13	12Z 14/06/2016	-1.2	26.3	1.22	1015.5

Fonte: Autora.

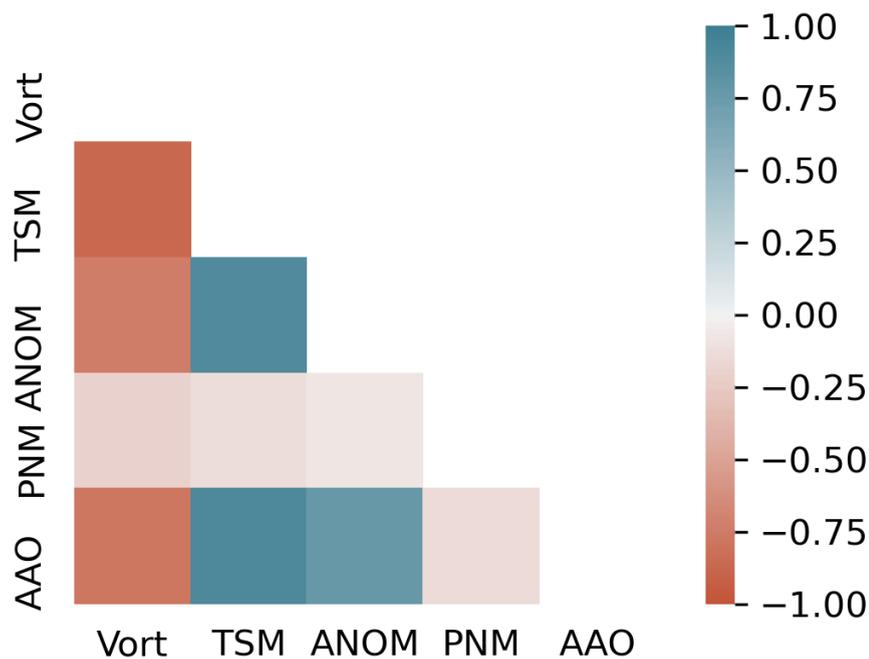
Figura 19: Mapas de magnitude do vento (m/s) em 200 hPa (em sombreado), vetores do vento horizontal (m/s) em 850 hPa e isolinhas de pressão reduzida ao nível médio do mar (hPa) para (a) 06Z de 11, (b) 18Z de 11, (c) 06Z de 12, (d) 18Z de 12, (e) 06Z de 13 e (f) 18Z de 13 de junho de 2016. O círculo vermelho indica a região aproximada do centro do ciclone extratropical.



Fonte: Autora.

A correlação de Pearson entre os valores de vorticidade e variáveis oceânicas apresentaram fortes correlações positivas entre a AAO e a TSM e negativas entre a vorticidade e a TSM. Estes resultados indicam que a intensidade deste ciclone foi diretamente proporcional à oscilação intrasazonal AAO e inversamente proporcional a TSM (Figura 20).

Figura 20: Matriz de correlação de Pearson do estudo de caso - CE de 11/06/2016 a 14/06/2016. Em azul correlação positiva, enquanto em vermelho a correlação é negativa. Tons mais fortes indicam correlações mais fortes (próximas de 1 e -1). A linha diagonal central foi excluída.



Fonte: Autora.

5.3. Participação em eventos científicos

5.3.1. II Encontro de Meteorologia do Estado de Santa Catarina (II ENMET)

Evento realizado pela Associação Catarinense de Meteorologia (ACMET), na cidade de Florianópolis, Santa Catarina, durante os dias 14 a 16 de outubro de 2019. Onde foi apresentado o pôster intitulado "Análise da trajetória de um ciclone na região centro leste da América do Sul através de um Algoritmo de Rastreamento"

5.3.2. International Conference for Young Marine Researchers 2020

Evento virtual realizado nos dias 26 e 27 de Agosto de 2020, organizado por Bremen Society for Natural Sciences. Onde os primeiros resultados acerca do rastreamento dos ciclones foram mostrados na apresentação “How Extratropical Cyclones formed in the Antarctic Peninsula influence South America Climate?”

5.3.3. American Meteorological Society - 101st Annual Meeting/ 34th Conference on Climate Variability and Change

Evento virtual realizado entre os dias 11 e 15 de Janeiro de 2021, organizado por American Meteorological Society. Foi apresentado o seguinte poster virtualmente “Climatological Analysis of Extratropical Cyclones Trajectories formed in the Antarctic Peninsula”

5.3.4. 16th Conference on Polar Meteorology and Oceanography

Evento virtual realizado entre os dias 01 e 04 de Junho de 2021, organizado por American Meteorological Society e Committee on Polar Meteorology and Oceanography. Foi apresentado o seguinte poster virtualmente “Trajectories of extratropical cyclones formed in the Antarctic Peninsula.”

Além das apresentações supracitadas, os resultados desta pesquisa foram publicados na revista revisada por pares “Ciência & Natura” e intitulado “Análise Climatológica das trajetórias de Ciclones Extratropicais formados na região da Península Antártica”, publicado na edição especial de outubro de 2020.

GANDRA, M.; QUADRO, M. F. L. Análise Climatológica das trajetórias de Ciclones Extratropicais formados na região da Península Antártica. Ci. e Nat., Santa Maria v.42, ed. esp.: meteorologia, e12, 2020. <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/55313/htm>