

Complejos Convectivos de Mesoescala

Frentes

Sistemas Convectivos de mesoescala

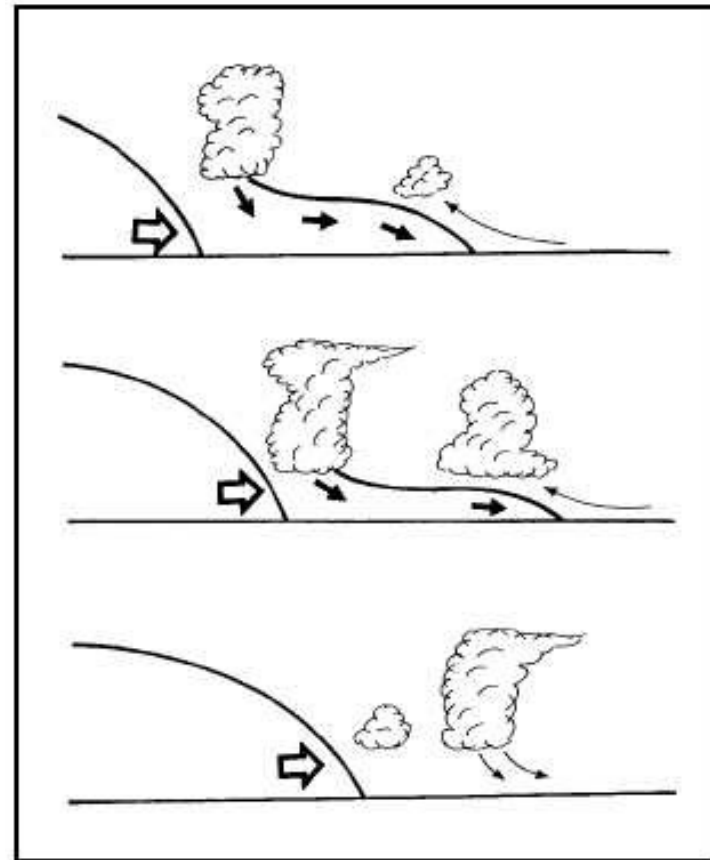
Os SISTEMAS Convectivos de Mesoescala (SCMs) são responsáveis pela maior parte da precipitação nos trópicos e em várias localidades de latitudes médias durante a estação quente. No final nas décadas de 1970 e 1980, foram definidos vários tipos de SCMs: linhas de instabilidade, “non squall lines” e Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs). Os CCMs, bem como as linhas de instabilidade, correspondem a uma categoria extrema dos SCMs, tal como a supercélula é um tipo extremo de tempestade.

Un SCM es un conjunto organizado de elementos convectivos cuya vida media es mayor que la de los elementos individuales.

Tiene que ocupar una extensión de al menos 100 km en alguna dirección (Houze 1993)

→ Coriolis es importante

- **Líneas de inestabilidad:** línea de actividad convectiva organizada no frontal
 - En su fase madura, cuando la línea está conformada por tormentas desarrolladas, se denomina “**squall line**”.
 - Generalmente ocurren delante de un frente frío que se mueve rápido (a 50-200 km).



Desarrollo de squall line

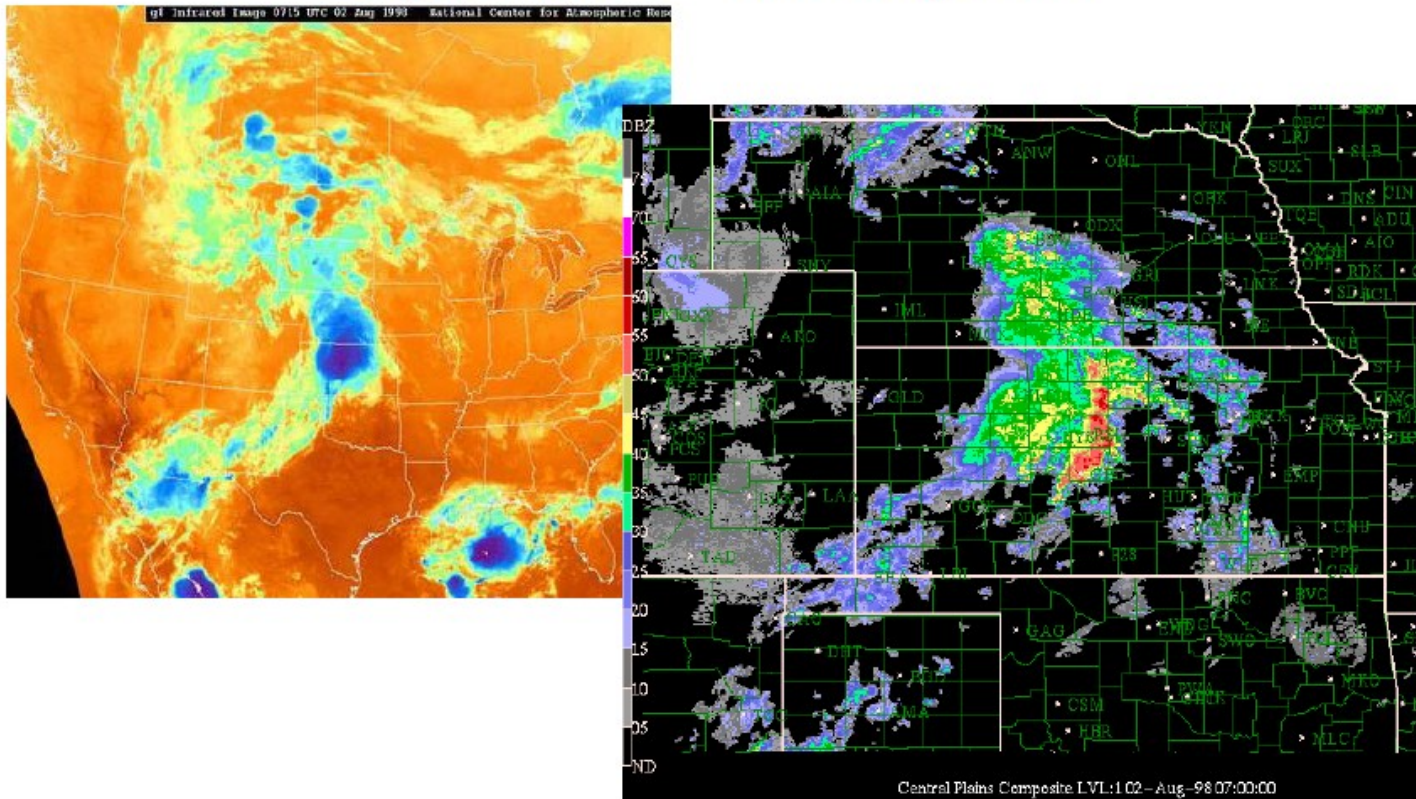
Complejos convectivos de Mesoescala:

Los CCMs son un conjunto de Cb cuyos yunques se superponen, formando una estructura continua que es observada desde el satélite.

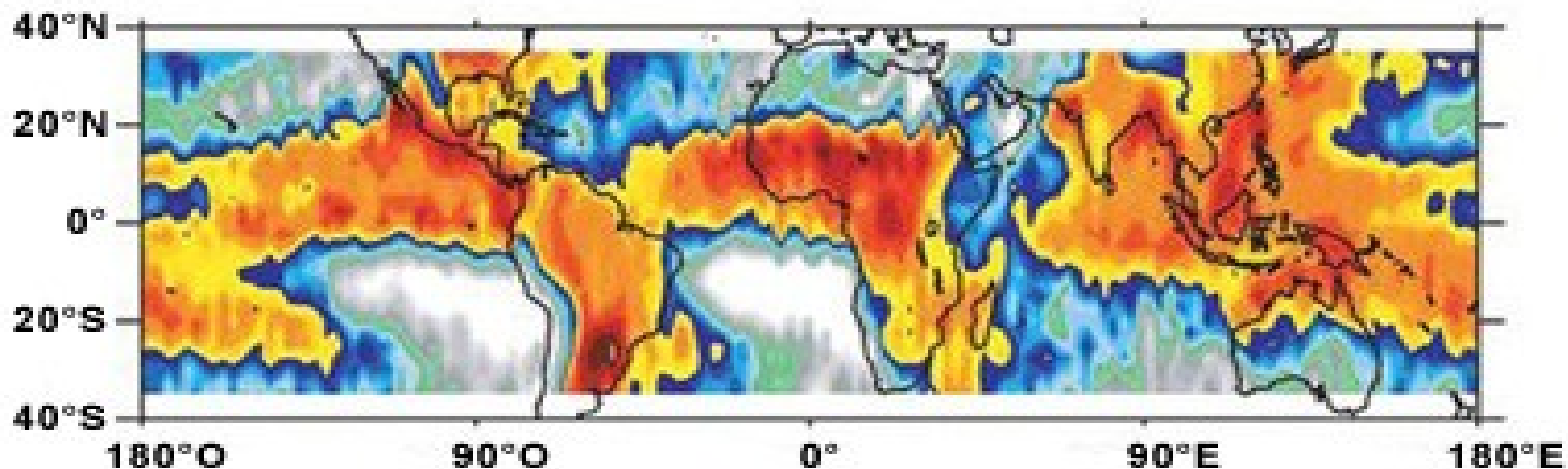
La estructura interna de convección en un CCM se puede organizar como un squall line.

O sea que los términos MCC y squall lines no son mutuamente exclusivos

Squall Line – MCC system

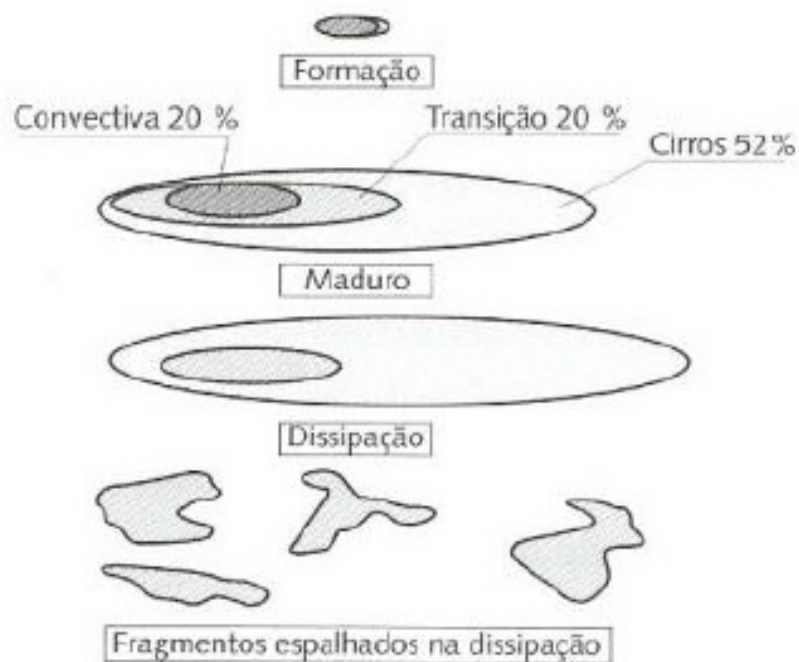


Fracción de lluvia producida por los sistemas convectivos de mesoescala



Nesbitt et al. 2006

Etapas de vida de un SCM



Final de la tarde

Madrugada: junto con maxima Actividad del CCCB

Cerca de 12 UTC

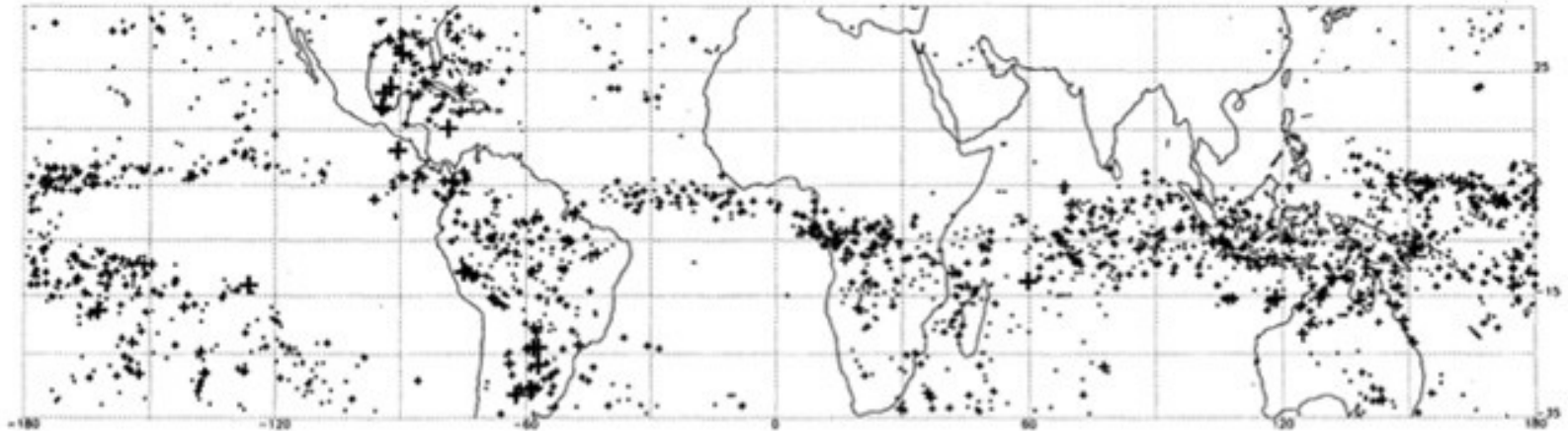
FIG. 12.2 Esquema da evolução do ciclo de vida de um SCM

Fonte: Machado e Rossow, 1993.

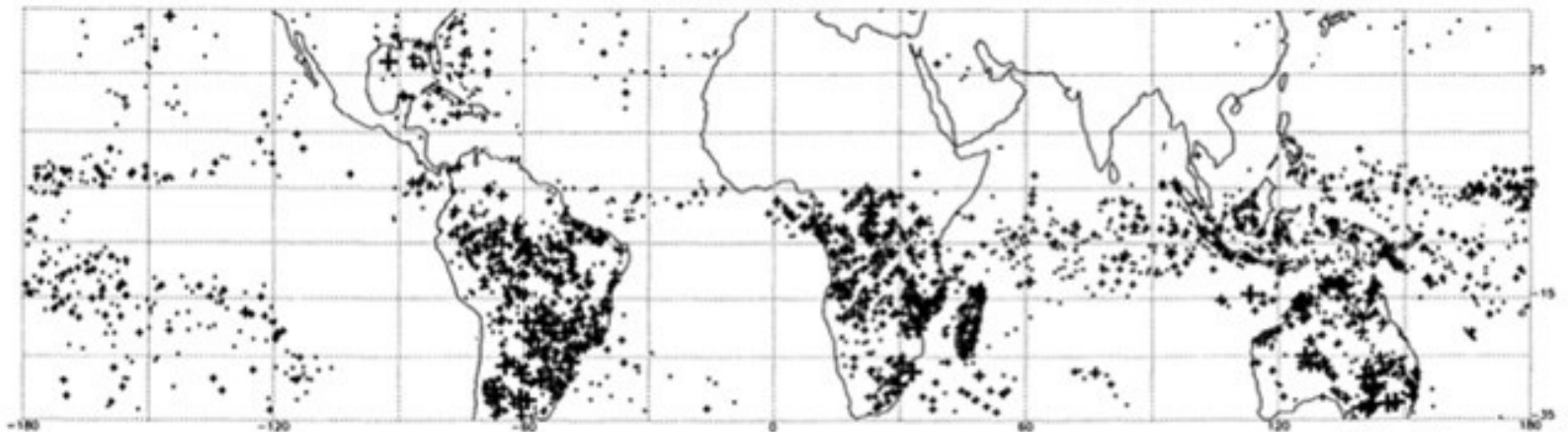
Sistemas convectivos de mesoescala medidos por la mínima temperatura corregida por polarización (PCT) del SSM/I a 85 GHz

Enero

Amanecer



Anochececer



Mohr y Zipser 1996

SCs detectados no dia 2/dez/02 entre 00:00 e 24:00 UTC

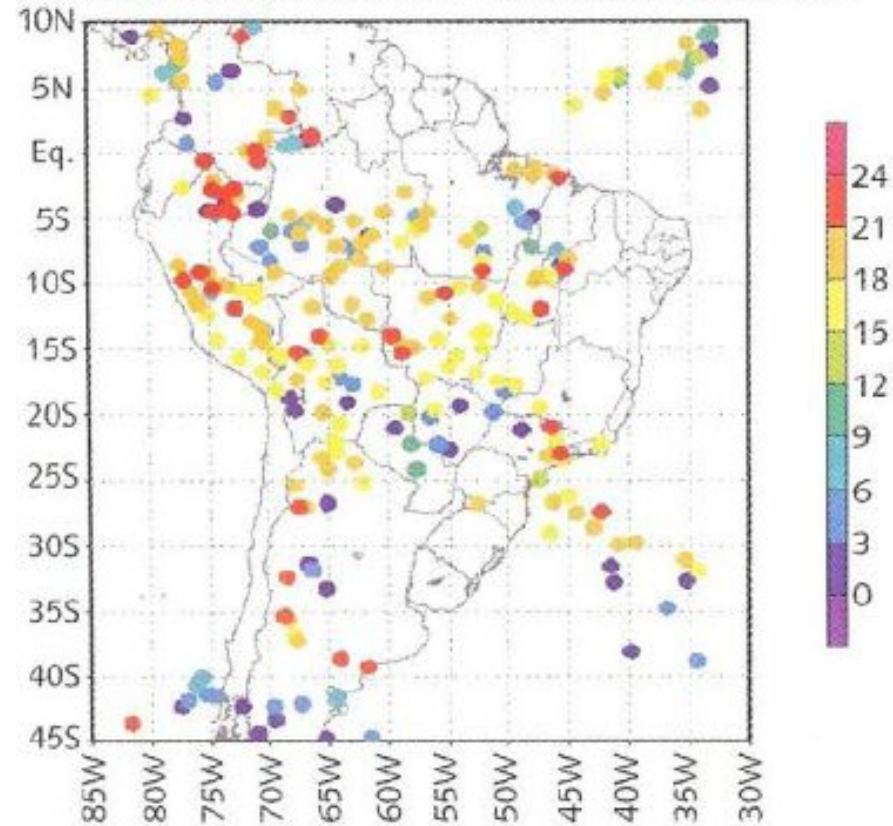
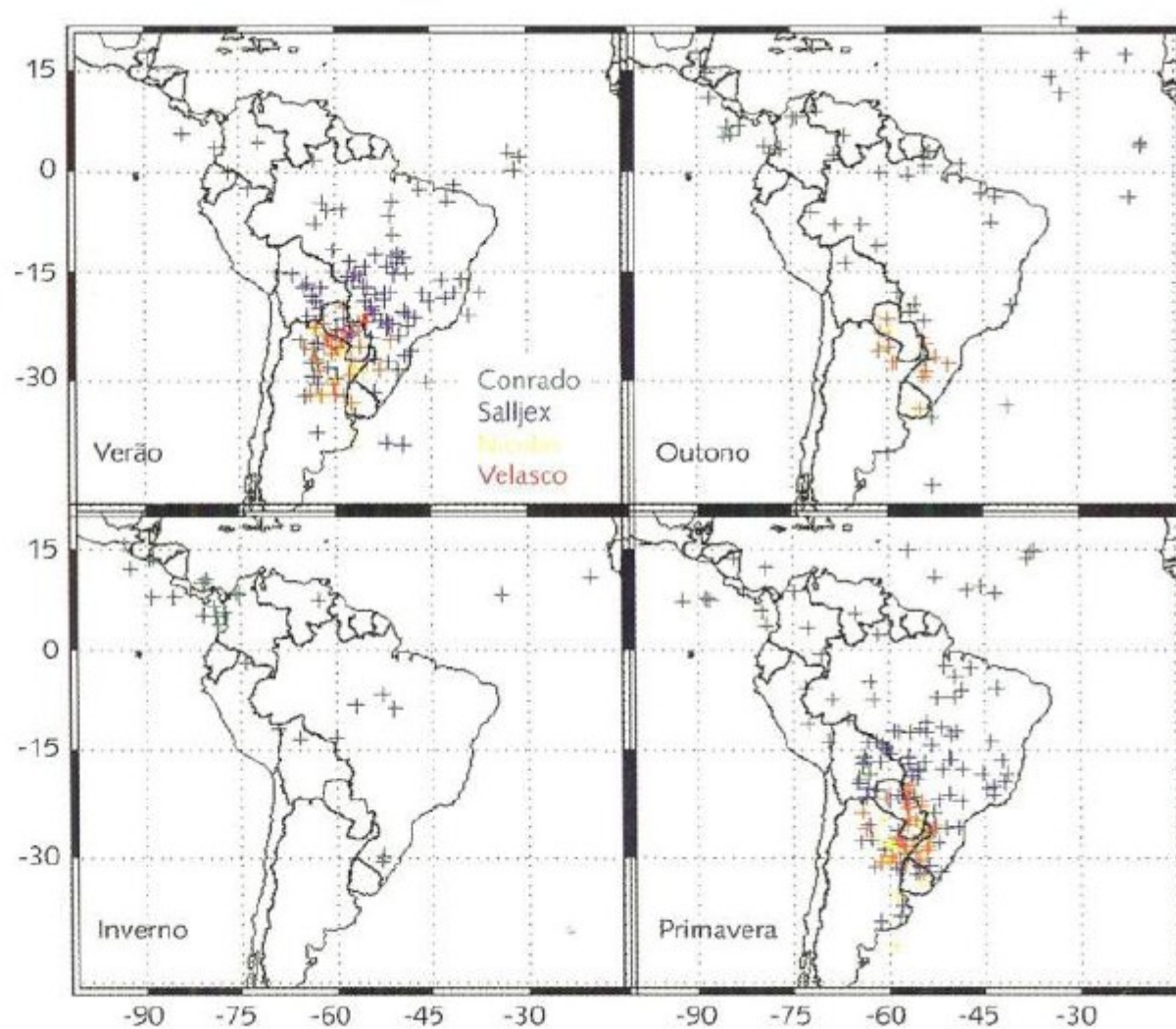


FIG. 12.4 Posição inicial de todos os sistemas convectivos detectados pelo ForTracc no dia 2/12/2002. As cores indicam os horários GMT
Fonte: Sakamoto, Machado e Ambrizzi, 2008.

¿Donde y cuando ocurren los SCMs?

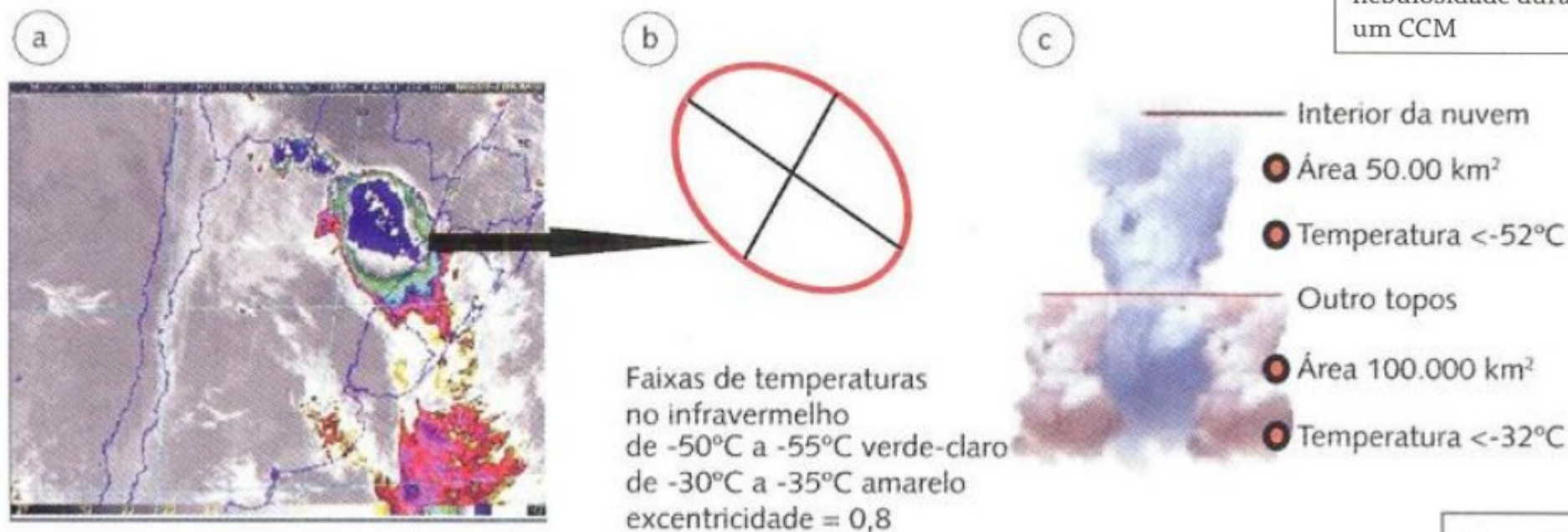
FIG. 12.3 SCMs detectados nos trabalhos de Velasco e Fritsh (1987), Conforte (1997), Torres e Nicolini (2002) e Salio, Nicolini e Zipser (2007). Preparado por J. C. Conforte



12.1 DEFINIÇÃO DE CCM

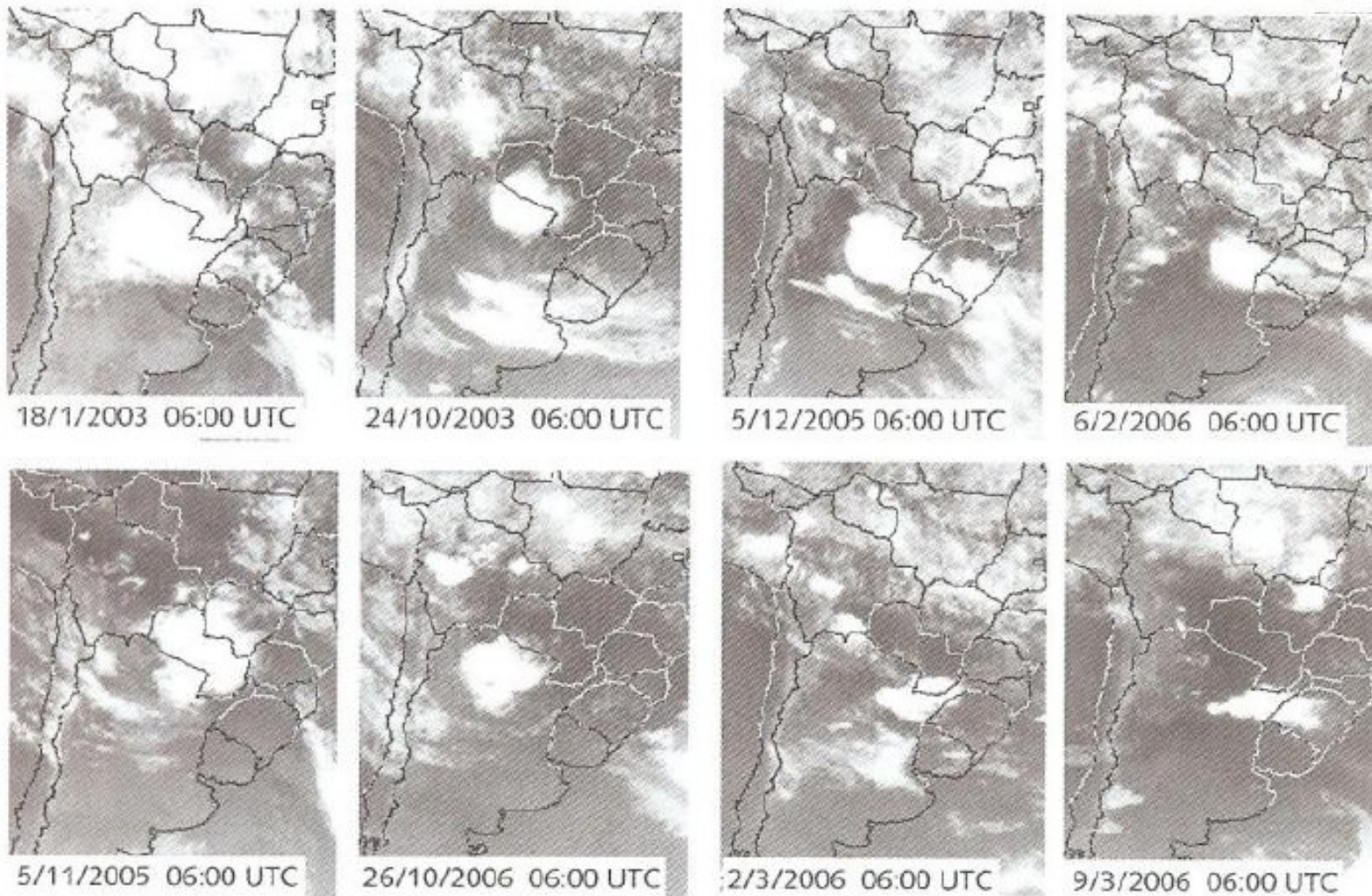
Os critérios originais de classificação desses sistemas, definidos por Maddox, levam em conta o tamanho, a forma e o tempo de vida. Quanto ao tamanho, o sistema deve apresentar cobertura de nuvens com temperaturas no infravermelho menores que -32°C e com área de 100.000 km^2 , sendo que a região mais interna da nuvem deve apresentar temperaturas menores que -52°C com área de 50.000 km^2 (Fig. 12.1c). No que diz respeito à forma, o sistema deve ter formato circular com excentricidade (eixo menor/eixo maior) maior que 0,7 (Fig. 12.1b). O tempo de vida é caracterizado quando as duas condições descritas na classificação do tamanho ocorrem por um período superior a seis horas. Segundo esses

Maddox (BAMS 1980)



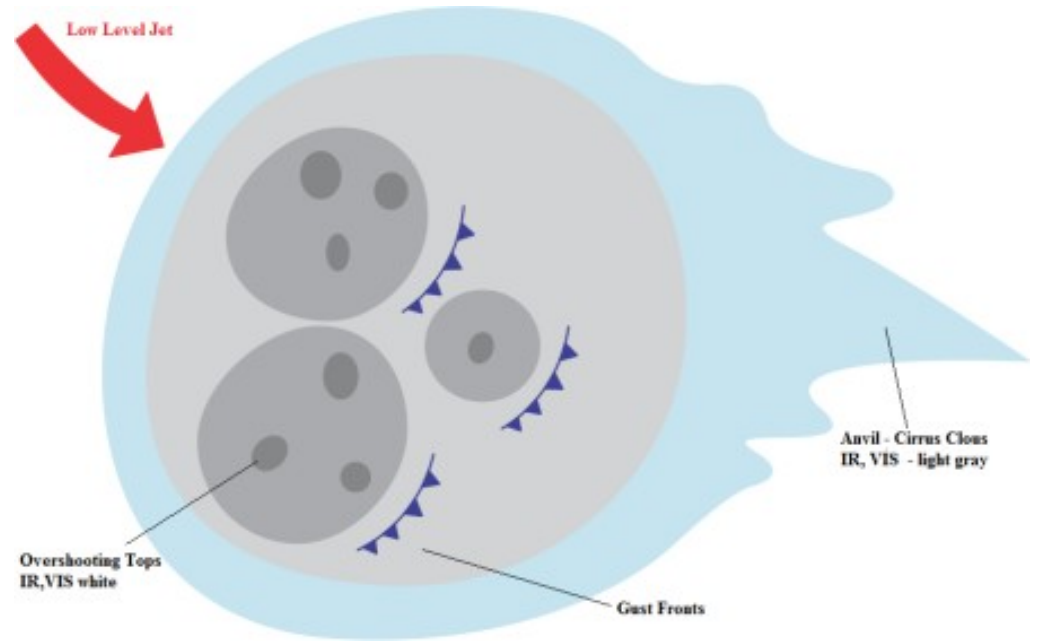
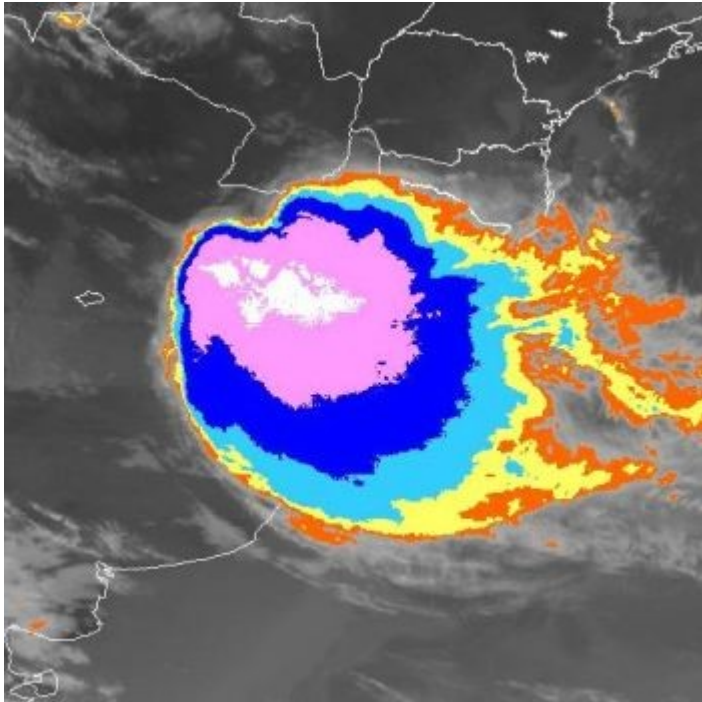
Los CCMs son un conjunto de Cb cuyos yunques se superponen, formando una estructura continua que es observada desde el satélite.

FIG. 12.9 Episódios de CCMs ocorridos sobre o norte da Argentina/Paraguai
Fonte: Rozante e Cavalcanti, 2008.

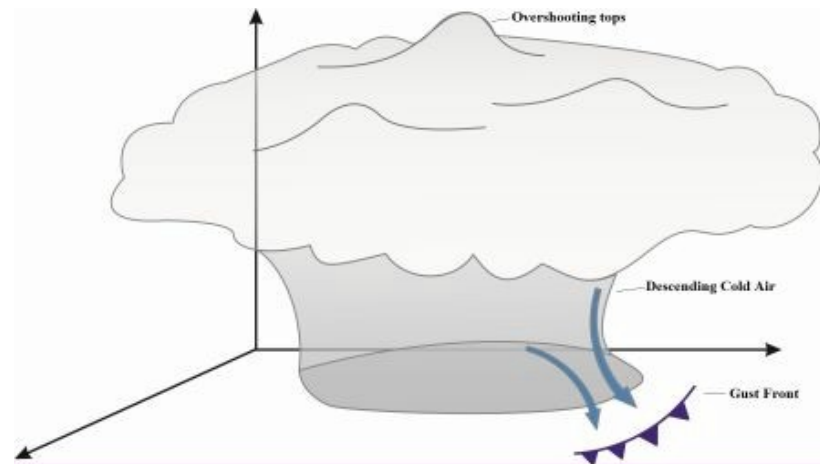


Complejos Convectivos de Mesoescala

<https://resources.eumetrain.org/satmanu/CM4SH/Brazil/MCC/navmenu.php?page=1.0.0>



Mature stage of a MCC: nearly circular cluster of convective storms. Descending cold air creates gust fronts around the cluster, especially ahead of it.



ESTUDOS de Conforte (1997) mostraram que os CCMs sobre a América do Sul apresentam, em média, área de cerca de 190 mil km², e tempo de vida em torno de 16 horas. No entanto, em um dos casos estudados pelo autor, o sistema chegou a atingir uma extensão máxima de cerca de 900 mil km² e duração em torno de 40 horas. Em uma análise da distribuição anual dos casos estudados, notou-se que a maior frequência de CCMs ocorreu nos meses de primavera (39%), seguidos por outono (27%), verão (22%) e, por último, no inverno (12%).

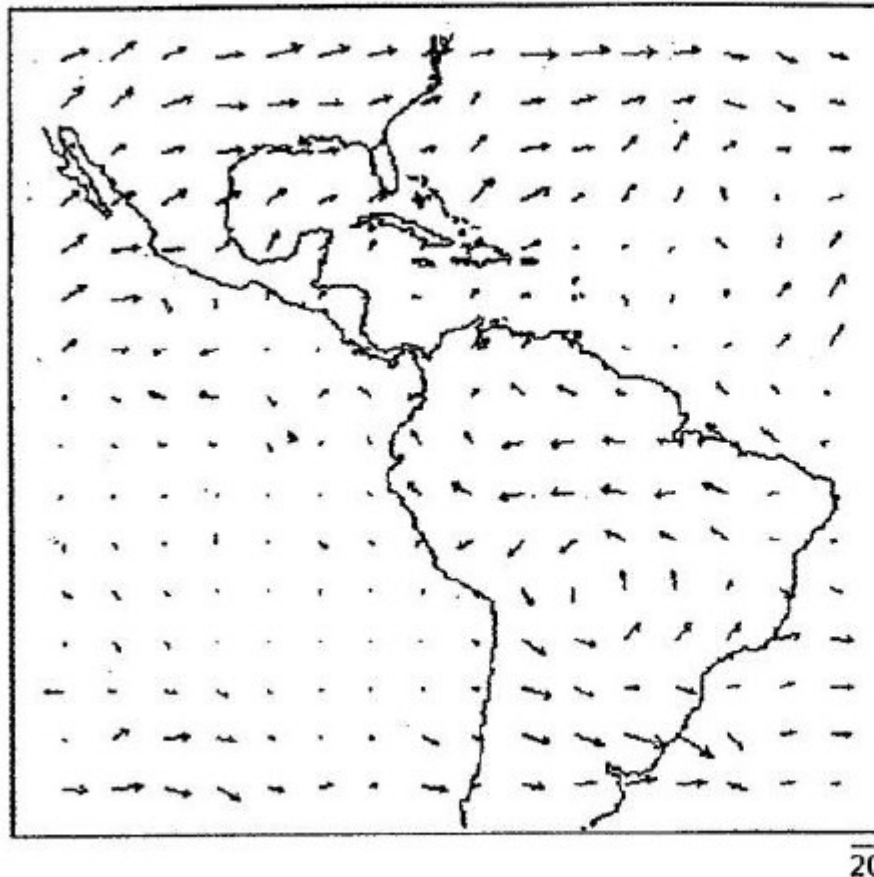
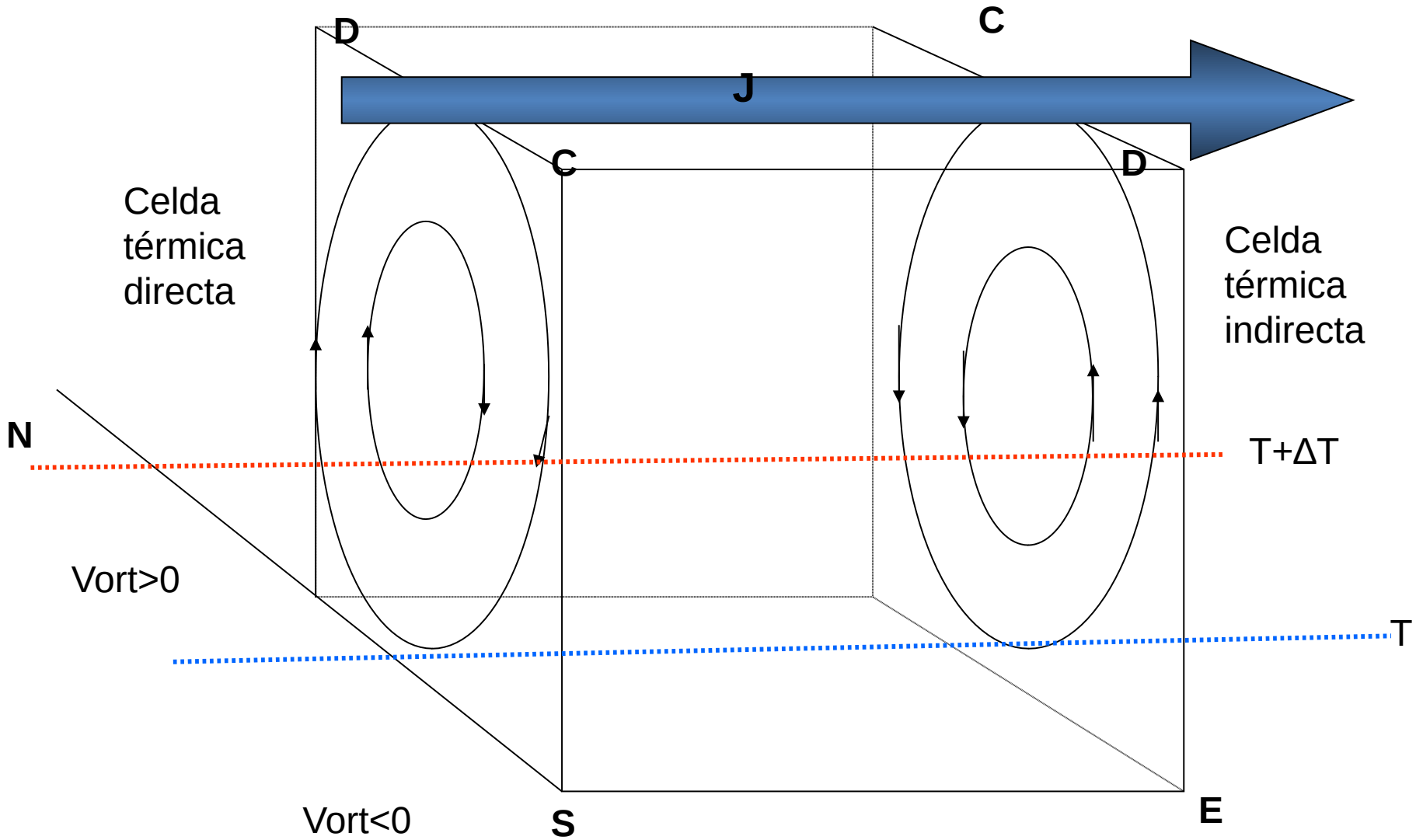


FIG. 12.5 Direção e duração média de propagação dos Sistemas Convectivos de Mesoescala. O comprimento do vetor é proporcional à duração em horas do ciclo de vida
Fonte: Machado et al., 1998.

Cuanto mayor es el CCM mas vive.

Condições sinópticas para a formação de CCMs

AS INFLUÊNCIAS de condições sinóticas na formação dos CCMs foram analisadas em vários estudos, como Guedes (1985), Cavalcanti (1982), Velasco e Fritsch (1987), Uccellini e Johnson (1979) e Silva Dias (1989, 1999), nos quais a característica marcante foi a presença simultânea do JBN e do Jato de Altos Níveis (JAN). A combinação entre o ar quente e úmido advectado pelo JBN e a circulação transversa ao JAN seria um fator importante para explicar o desencadeamento da convecção sobre a região próxima à saída do JBN e a noroeste do núcleo da corrente de JAN.



EM INTEGRAÇÕES com o modelo Eta de alta resolução, Rozante e Cavalcanti (2008), estudaram compostos de oito casos de CCMs (Fig. 12.9) que ocorreram sobre o norte da Argentina e Paraguai. Os resultados desse experimento (Figs. 12.10 e 12.11) mostram as interações entre os JBNs, JANs e a circulação transversal (discutido em Uccellini e Johnson, 1979) durante o processo de formação dos CCMs. A região de vorticidade anticiclônica no lado equatorial da entrada da

FIG. 12.10 Simulações de 66 horas do vento (vetores) (850 hPa), vorticidade (sombreado) e vento (contornos) (250 hPa) válidas para 6 horas antes do estágio maduro do sistema
Fonte: Rozante, 2008.

corrente de JAN, coincidindo com a região de saída do JBN, favoreceu a formação de uma circulação secundária (termicamente direta), justificando o posicionamento dos CCMs. Uma circulação local associada ao contraste de temperatura entre o vale e a montanha também pode ser observada nesse experimento (Fig. 12.12). Nota-se que o modelo simula relativamente bem a contribuição da circulação local para o desenvolvimento dos CCMs, ou seja, movimentos descendentes nas encostas das montanhas favorecem a convergência noturna sobre o vale (Fig. 12.12b), e movimentos ascendentes durante o dia nas encostas das montanhas acarretam divergência sobre o vale (Fig. 12.12a).

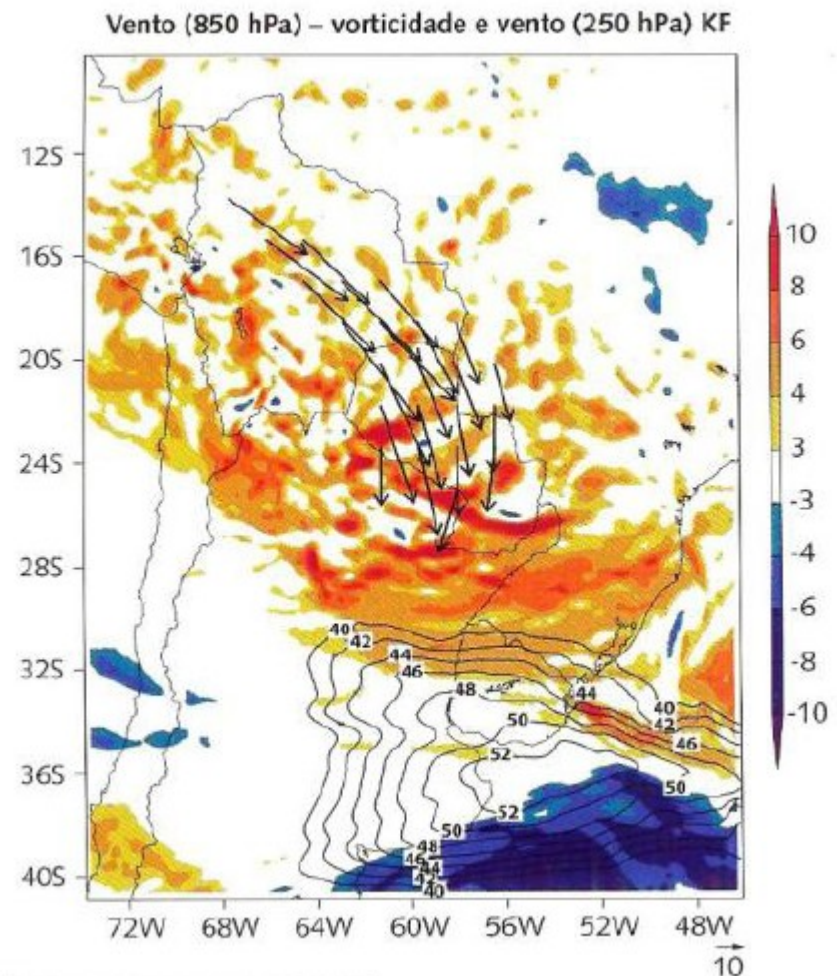


FIG. 12.11 Simulações de 66 horas do corte vertical de (v, ω) em $60^\circ W$ para o composto de CCMs (vetores em vermelho são as regiões com movimentos verticais mais intensos)
 Fonte: Rozante, 2008.

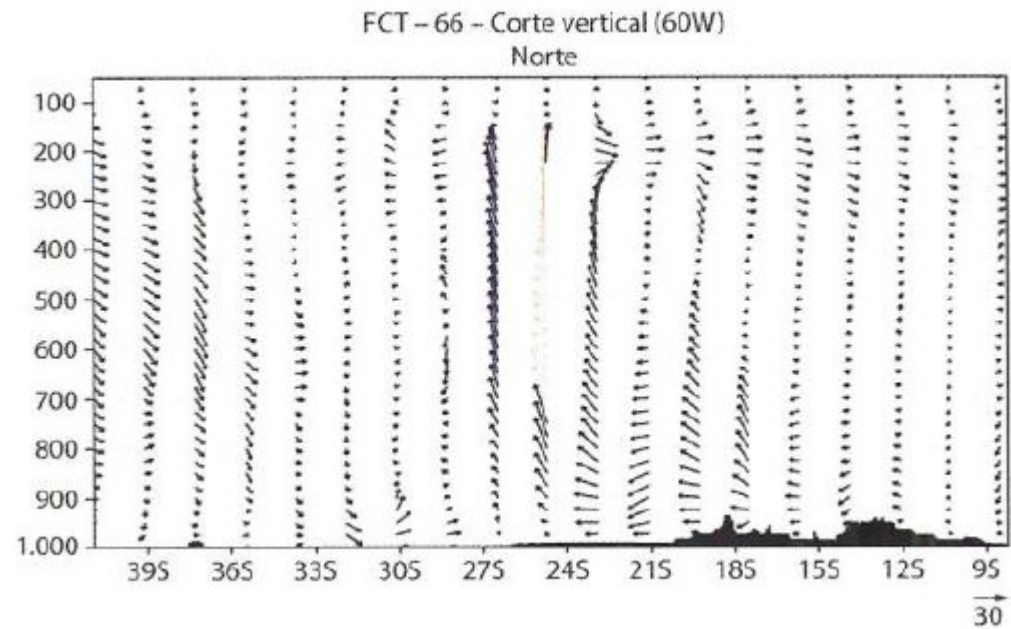
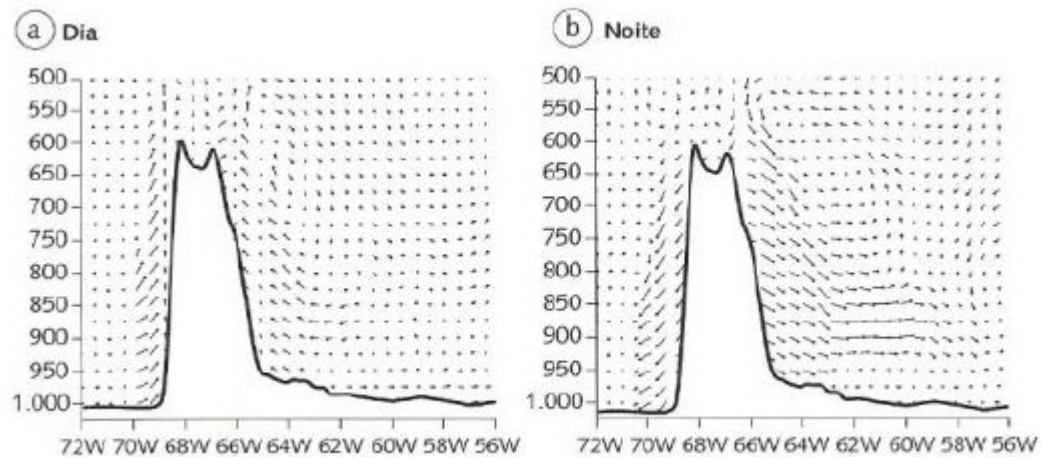
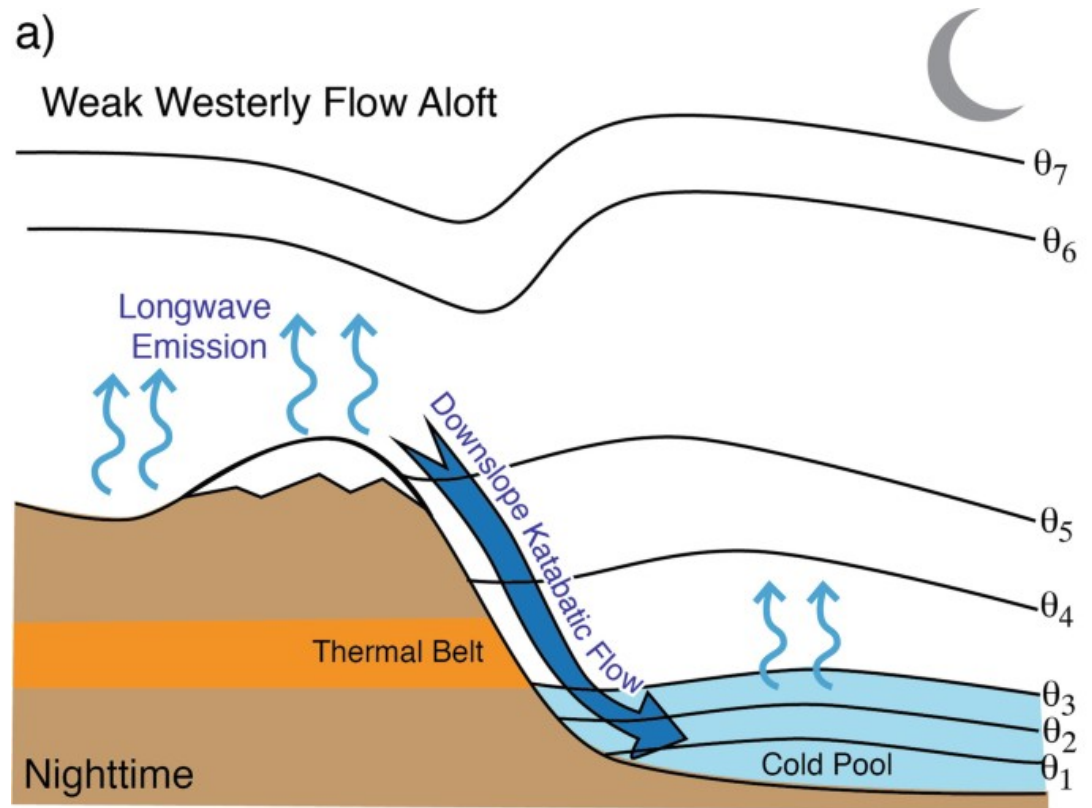


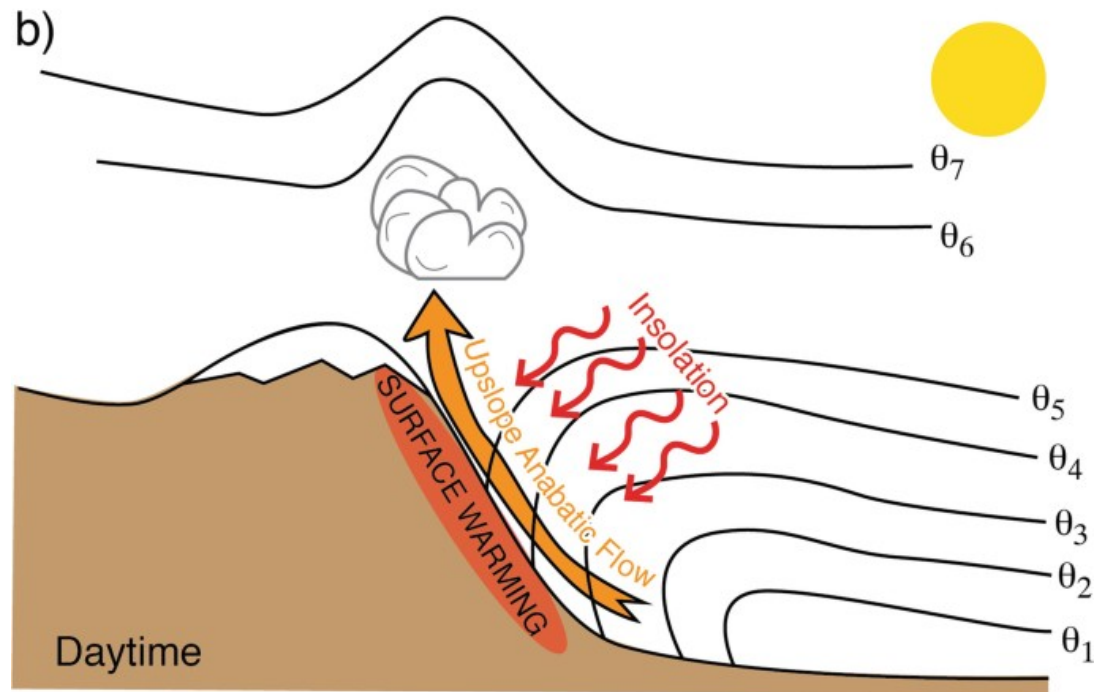
FIG. 12.12 Corte vertical de (u, ω) sobre a região de desenvolvimento dos CCMs: (a) período diurno; (b) período noturno
 Fonte: Rozante, 2008.



Viento catabático durante la noche



Viento anabático durante el día.



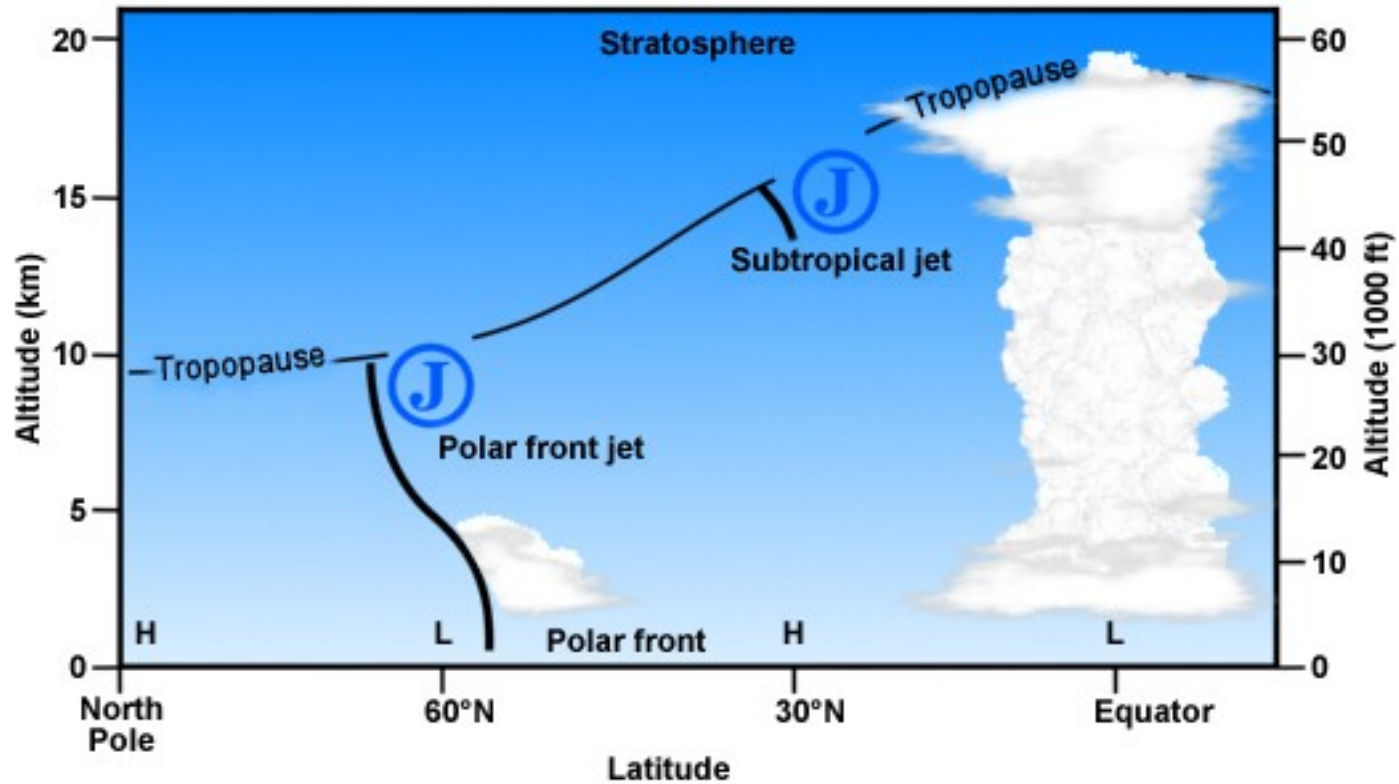
A CORDILHEIRA dos Andes exerce um papel fundamental no ciclo de vida dos CCMs, principalmente no que diz respeito ao hábito noturno. O ciclo de vida dos complexos pode ser explicado principalmente pela associação de dois mecanismos: o ciclo diurno do JBN e o escoamento catabático. A umidade, associada aos ventos catabáticos que descem a montanha e sofrem ascensão no vale, é o combustível necessário para a convecção.

Mecanismos de disparo de CCM

DOIS aspectos principais associados aos CCMs ainda permanecem pouco conhecidos, a despeito dos avanços da última década: os mecanismos de disparo das primeiras células e os processos microfísicos de nuvem que definem a eficiência da precipitação. No primeiro caso, além das circulações vale-montanha, existem diferentes coberturas vegetais que podem levar a circulações não convencionais, gerando movimentos ascendentes; há ondas de gravidade provocadas pelos Andes que podem disparar as primeiras células; e há, ainda, a forçante provocada pelo JBN e pela aproximação de frentes frias vindas do sul. No segundo caso, Freitas et al. (2007) mostram que o JBN transporta para os subtrópicos produtos da queima da biomassa oriundos do Brasil Central, além de calor e umidade. Em especial na primavera, os CCMs desenvolvem-se em ambiente repleto de aerossóis, parte dos quais atuam como núcleos de condensação de gotas de nuvem, cujos impactos na produção de chuva, em particular quanto à severidade do sistema convectivo, podem ser significativos).

Jets en altos niveles y frentes fríos

Northern Hemisphere Jet Streams

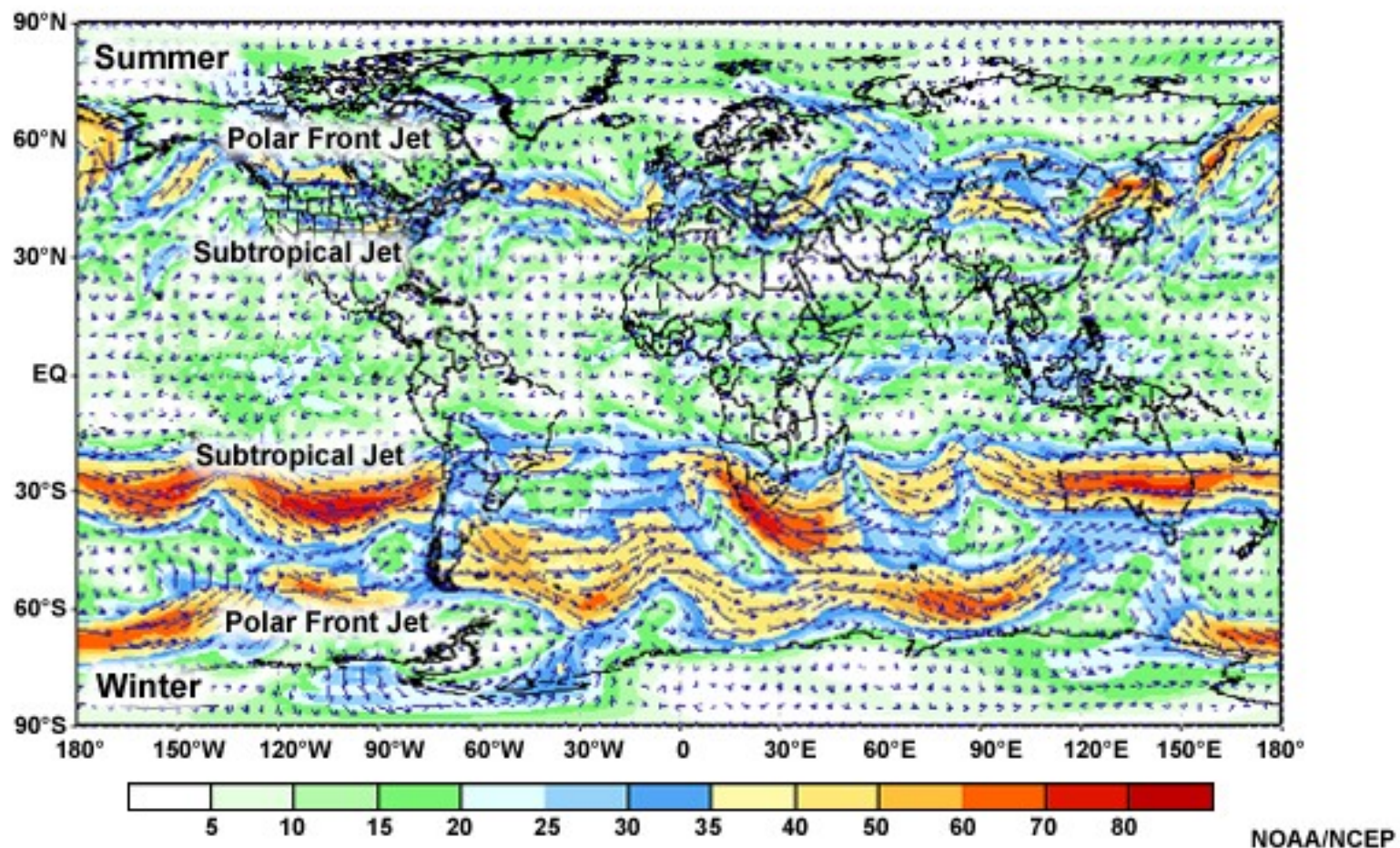


©The COMET Program

Jet -

- cortante vertical 20-40 km/h / km
- cortante horizontal 20 km/h /100 km
- velocidad a lo largo del eje debe superar 140 km/h

200-hPa Wind Vectors and Isotachs (m s^{-1}), NOAA/NWS/NCEP Global Analysis

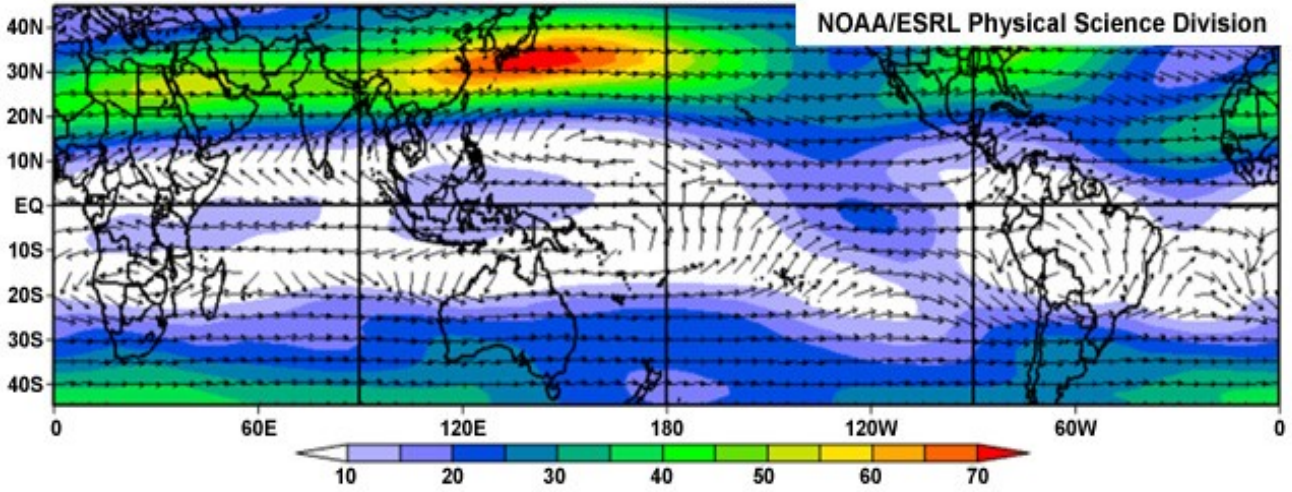


Jet subtropical

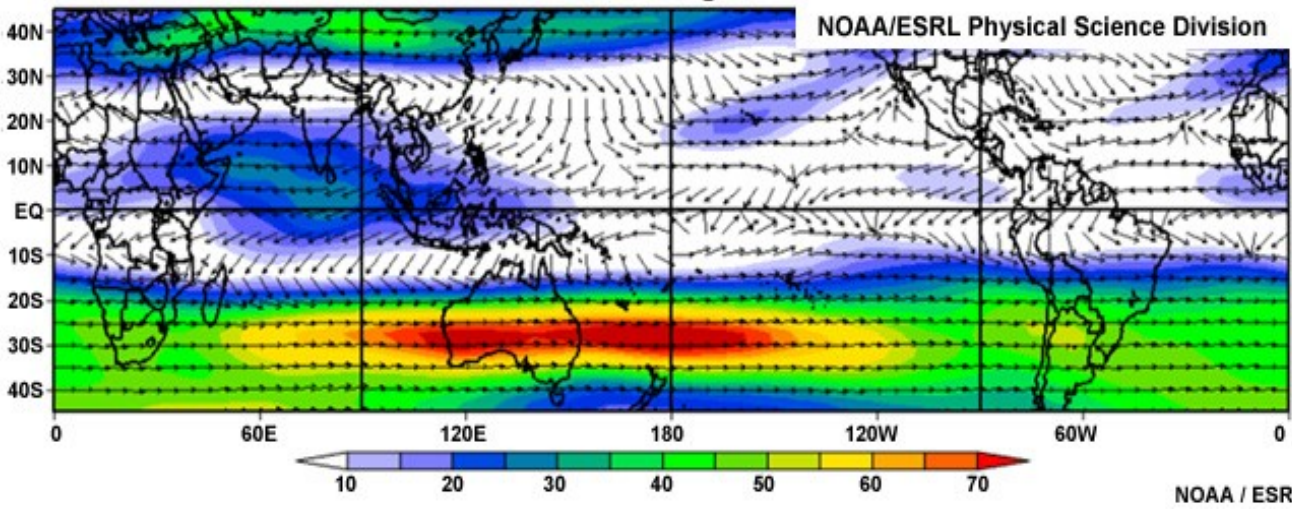
- entre 20-40° todo el año
- cortante vertical de U grande
- existe todo el año en HS
- Maximo en invierno
- aparece por conservacion de momento angular en celda de Hadley.

200 hPa Vector Wind (m s⁻¹) Climatology 1968-1996

December-February

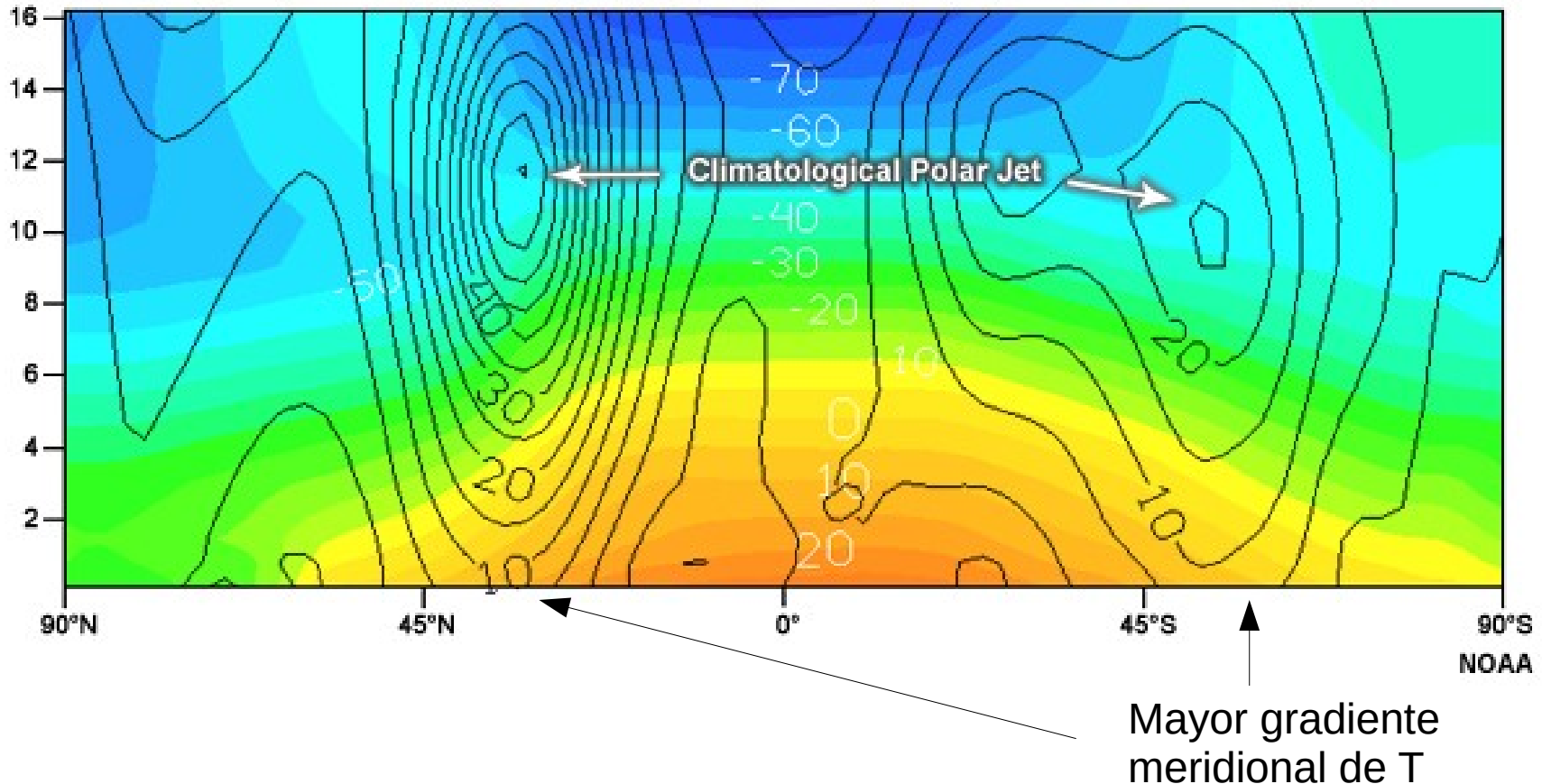


June-August



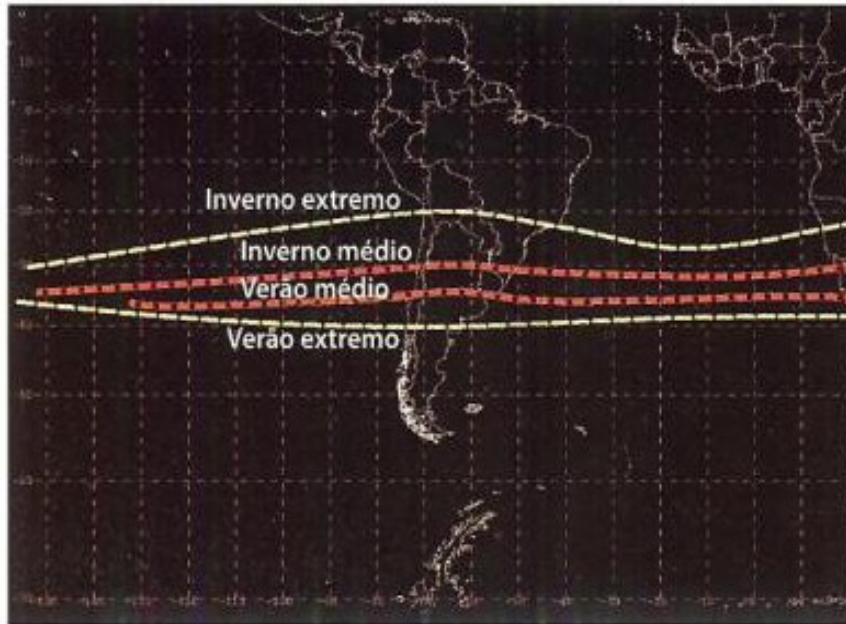
Jet Polar

Vertical Cross Section of Temperature (°C) and Zonal Wind (m/s) at 180°E Longitude
January Climatology NCEP/NCAR Reanalysis (1981-2010)



- “eddy-driven” Jet: $dU/dt = fV - d(u'v')/dy - aU$
- en HS oscila en posición entre 30S y 70S
- en invierno el Jet Polar se mueve hacia el ecuador y se eleva

Jet Subtropical



Jet Polar



FIG. 8.2 Posição média e variabilidade dos JST (esquerda) e JP (direita) para o inverno e o verão. Linhas em amarelo indicam as posições extremas e as posições médias são dadas em vermelho (JST) e azul (JP)

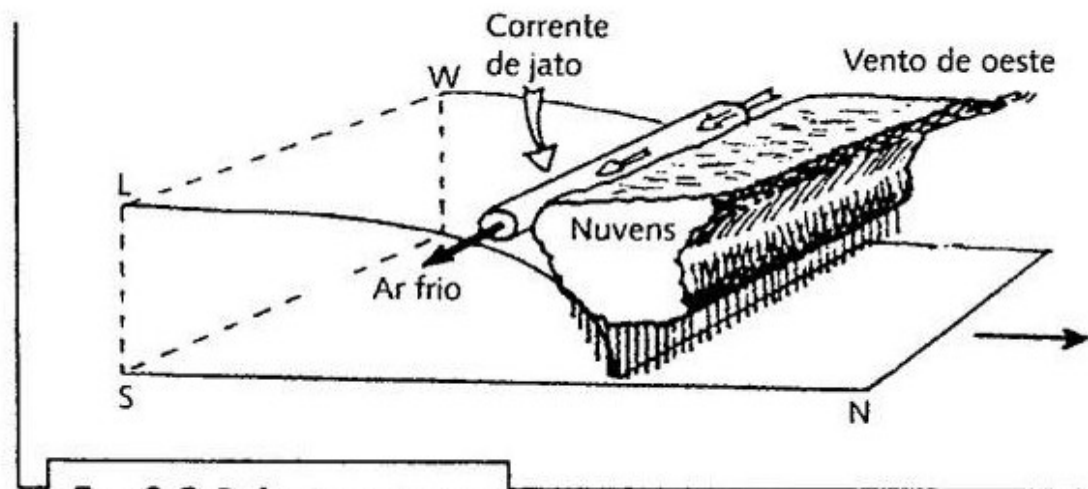


FIG. 8.3 Relação entre o jato polar e a frente fria

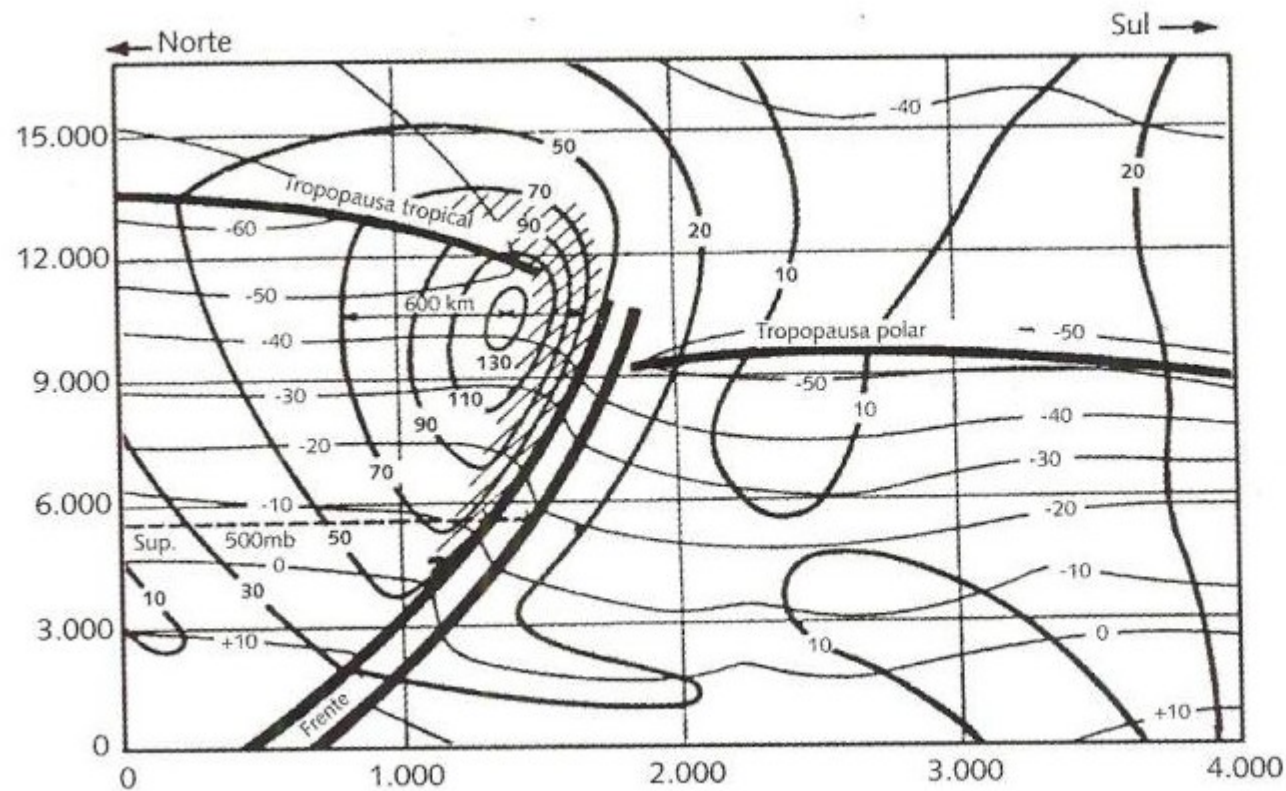
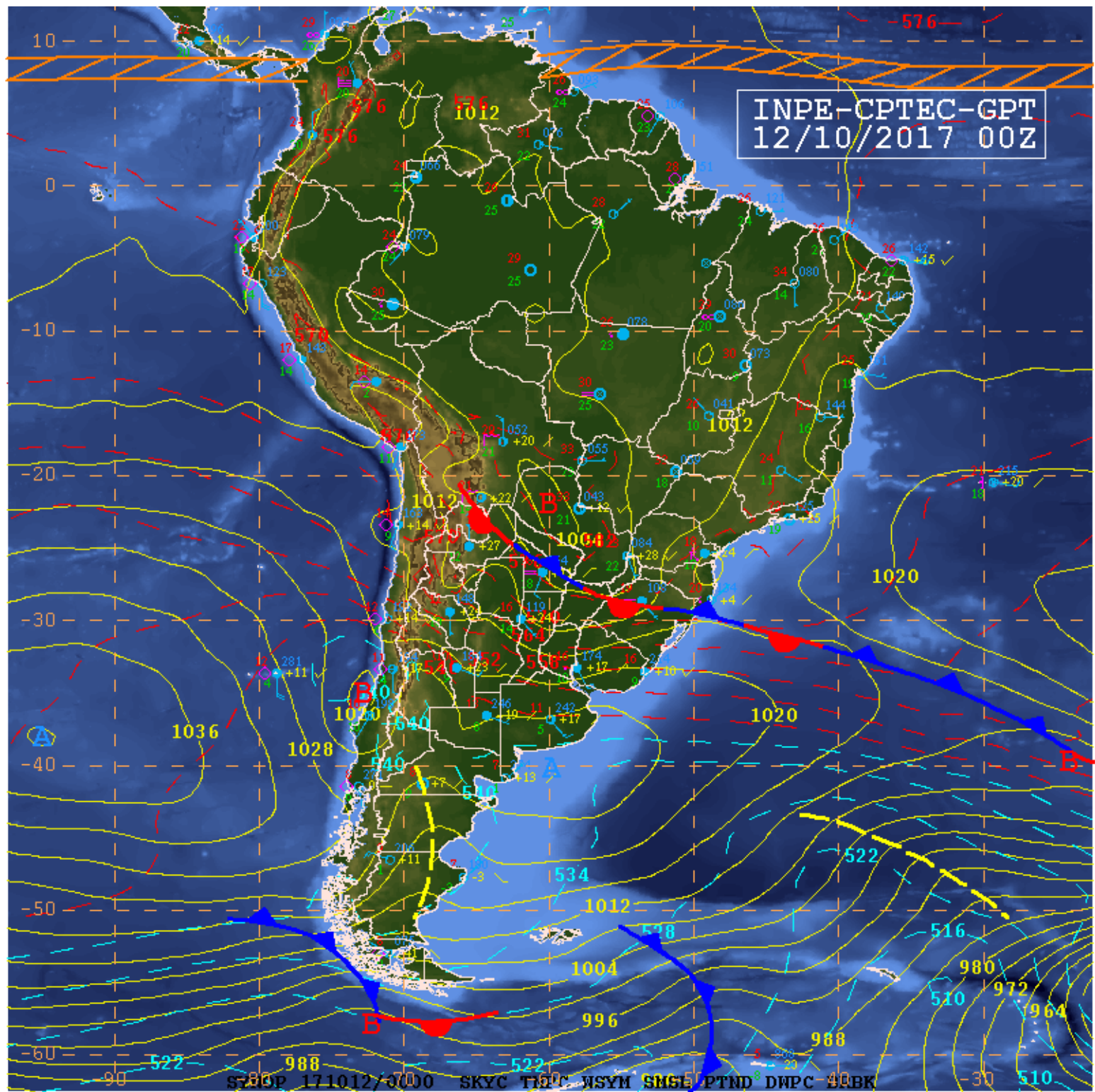


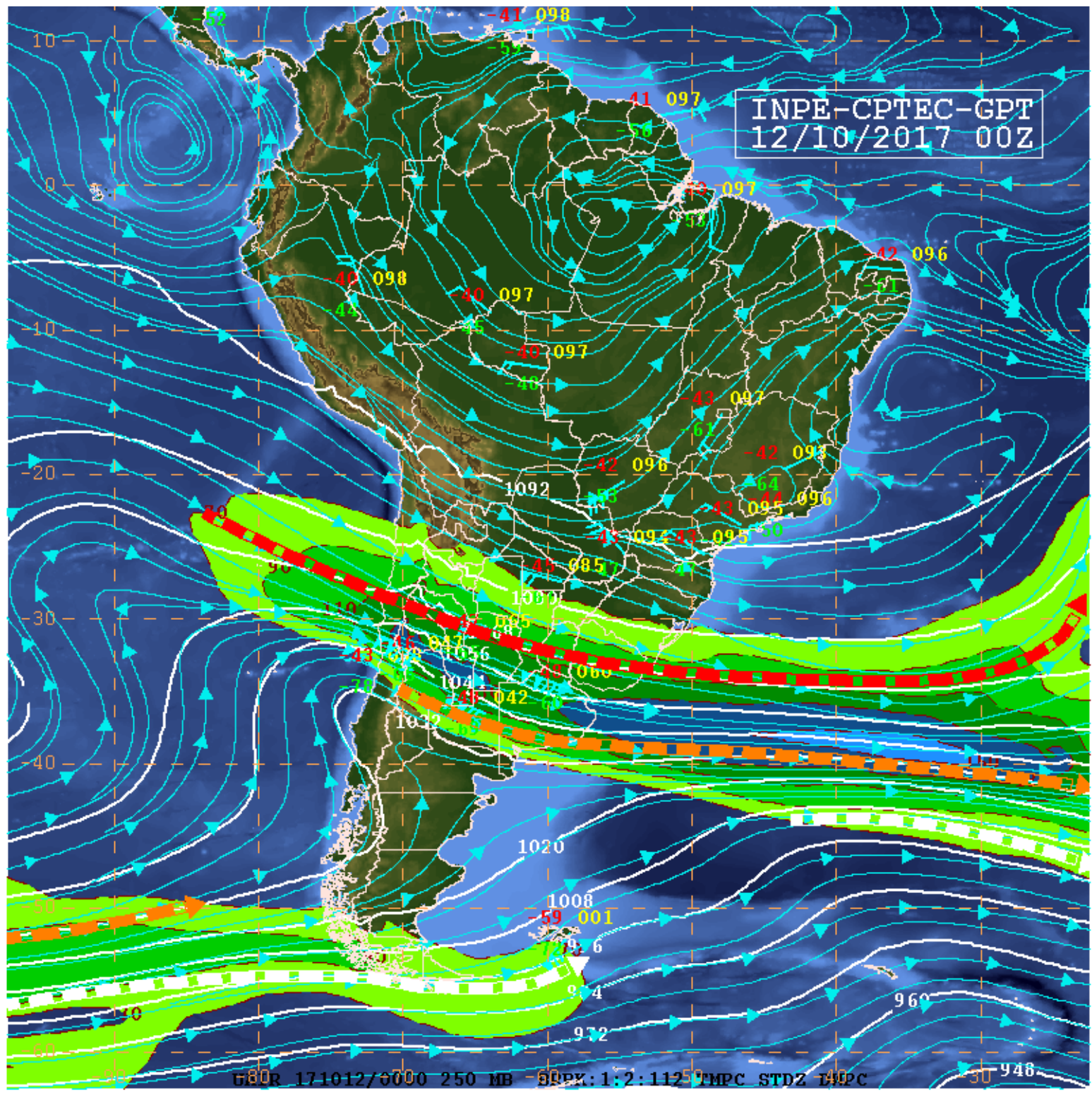
FIG. 8.4 Corte transversal de uma frente fria. Linhas contínuas em negrito: isotacas (nós); linhas contínuas: isothermas (°C) Fonte: Eichenberger, 1976.



INPE-CPTEC-GPT
12/10/2017 00Z

ST00P 171012/0000 SKYC T1PC WSYH SMSE PTND DWPC QRBK

INPE-CPTEC-GPT
12/10/2017 00Z



G80R 171012/0000 250 MB - GRPX: 1:2:11259 T MPC STDZ L40PC 30 946

9.1 CRITÉRIOS PARA A DETERMINAÇÃO OBJETIVA DE FRENTES FRIAS

Um método objetivo para determinar a passagem de um sistema frontal frio é baseado em variação de Pressão ao Nível do Mar (PNM), variação de temperatura em 925 hPa e força e sentido do vento em 925 hPa. Os seguintes critérios podem ser aplicados a cada ponto de grade: 1) uma diminuição da temperatura em 925 hPa de, pelo menos, 2°C; 2) um aumento da PNM de, pelo menos, 2 hPa; e 3) existência de ventos de sul de, pelo menos, 2 m s⁻¹. (a nível diario)

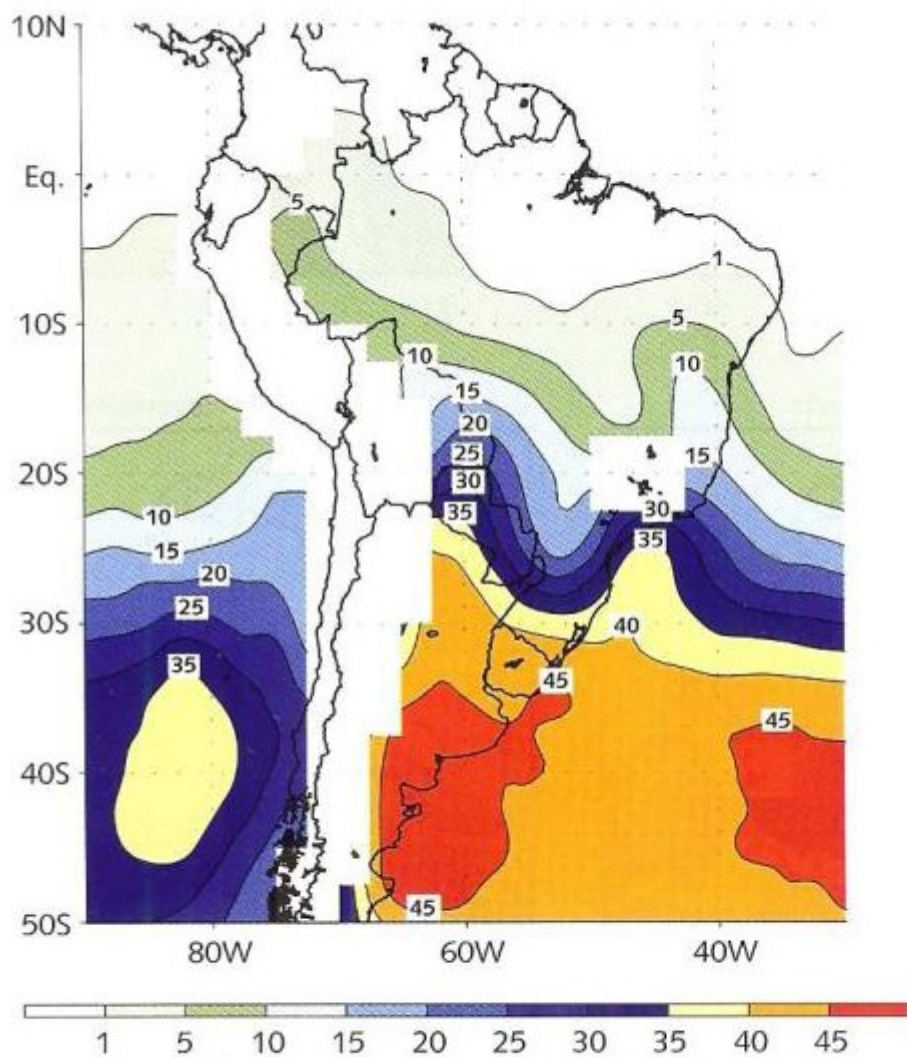
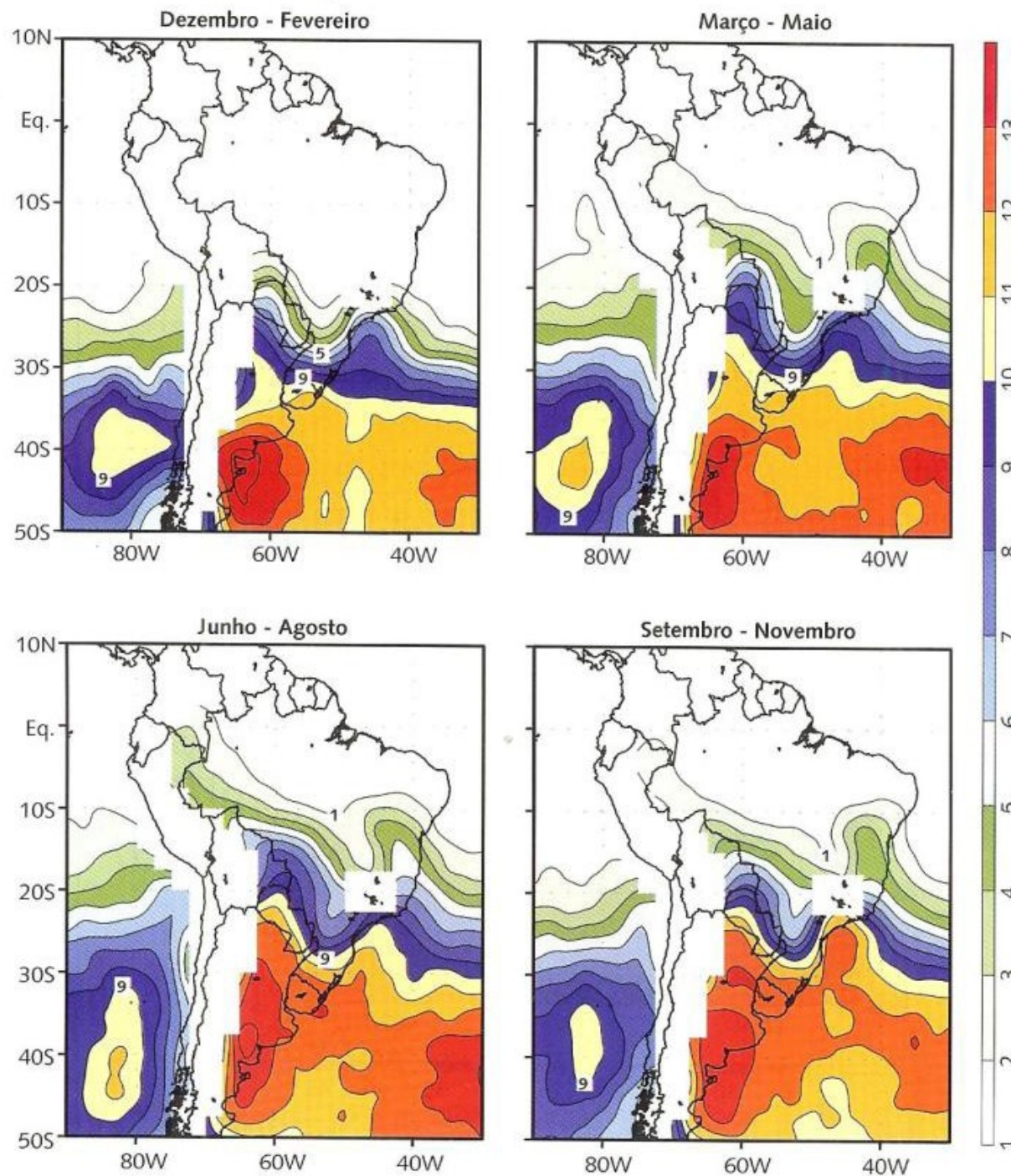


FIG. 9.3 Número médio anual de passagens de frentes frias durante o período de 1979 a 2005. Áreas onde a pressão em superfície é menor do que 925 hPa nos dados das reanálises CDAS são mascaradas

FIG. 9.4 Número médio de passagens de frentes frias por estação do ano durante o período de 1979 a 2005. Áreas onde a pressão em superfície é menor que 925 hPa nos dados das reanálises CDAS são mascaradas



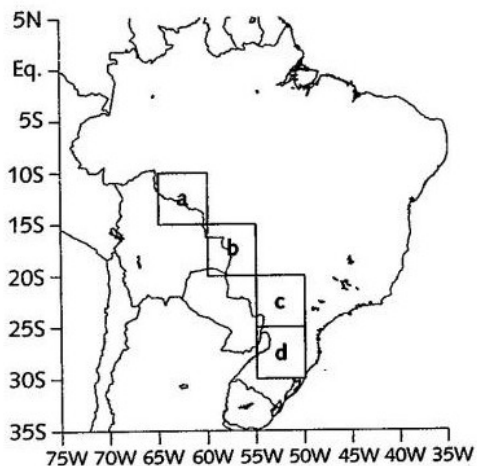
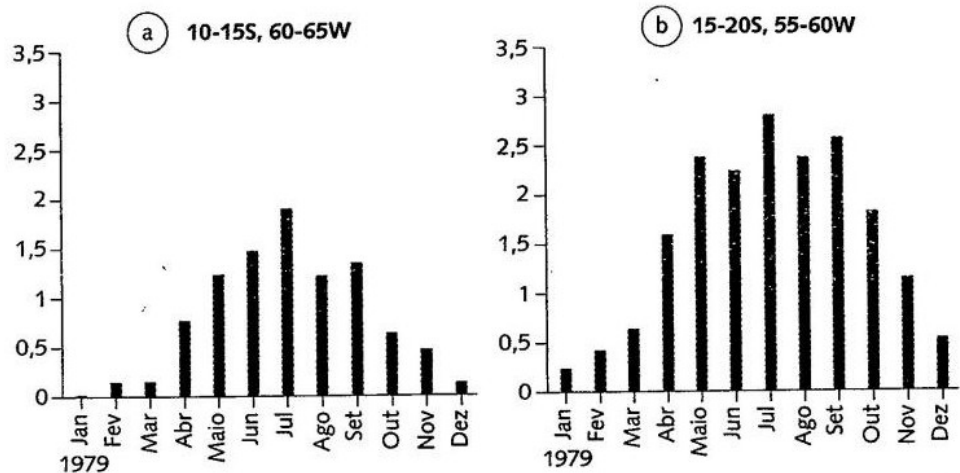
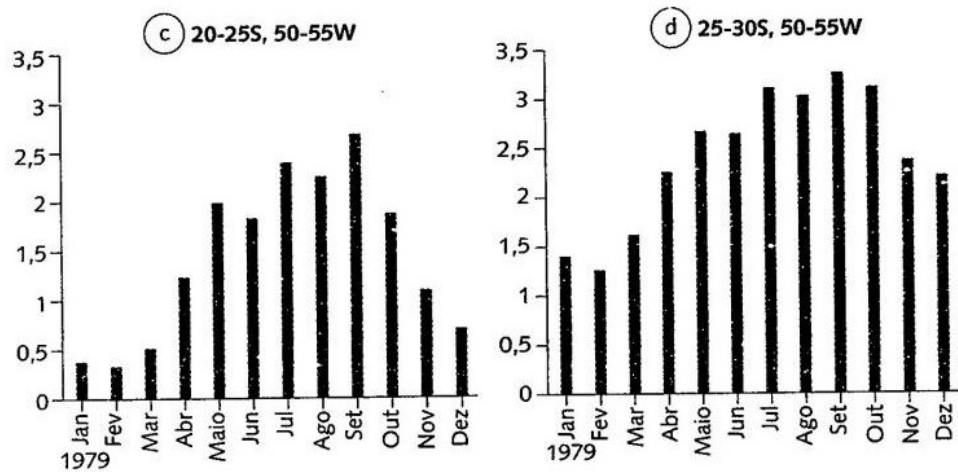


FIG. 9.5 Número médio de passagens de frentes frias por mês no período de 1979 a 2005 para as áreas mostradas no mapa



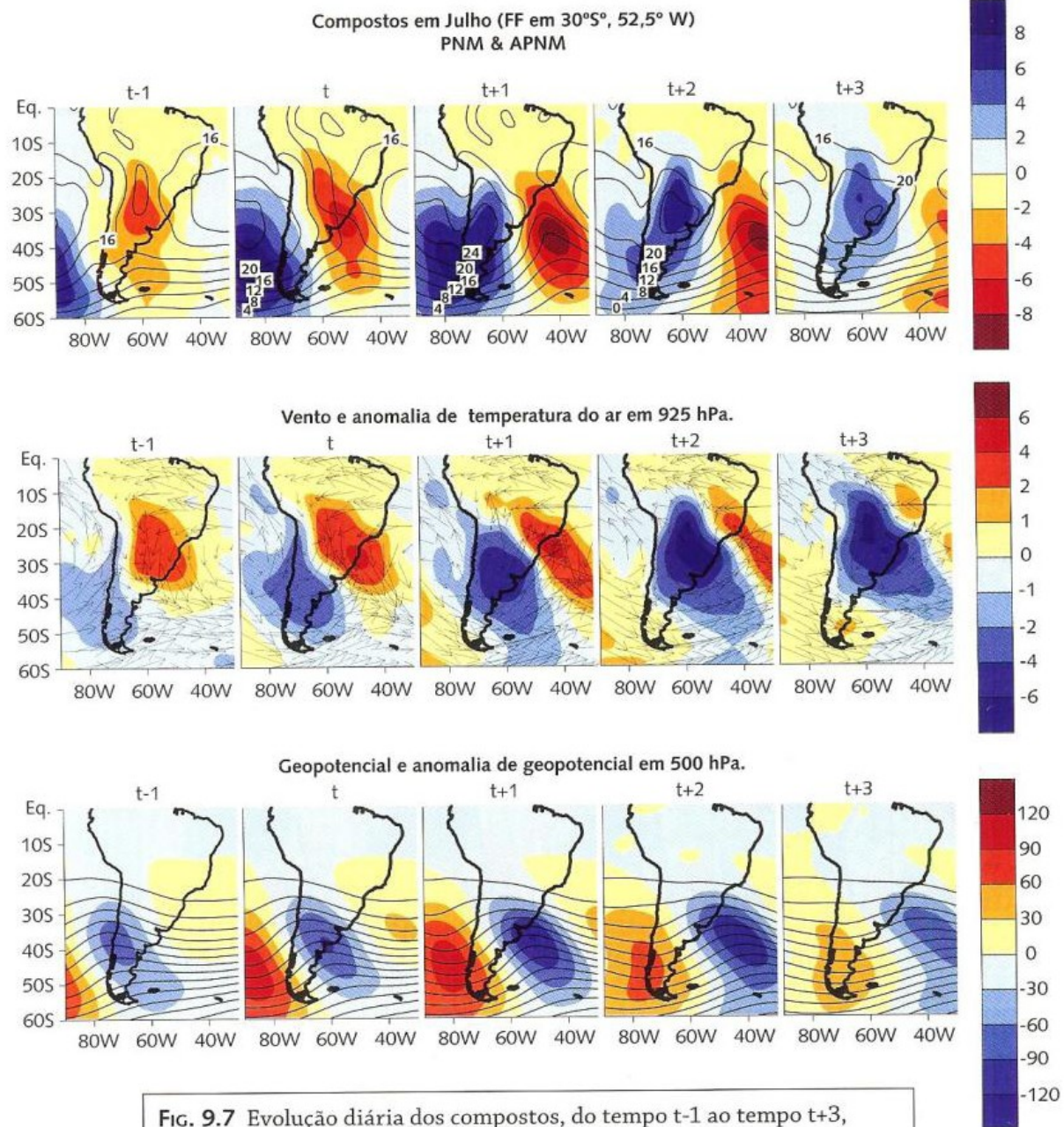
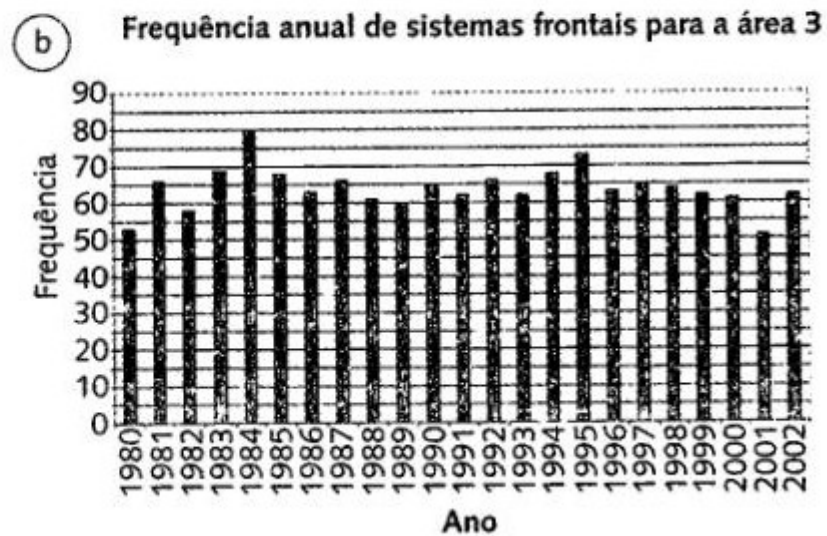
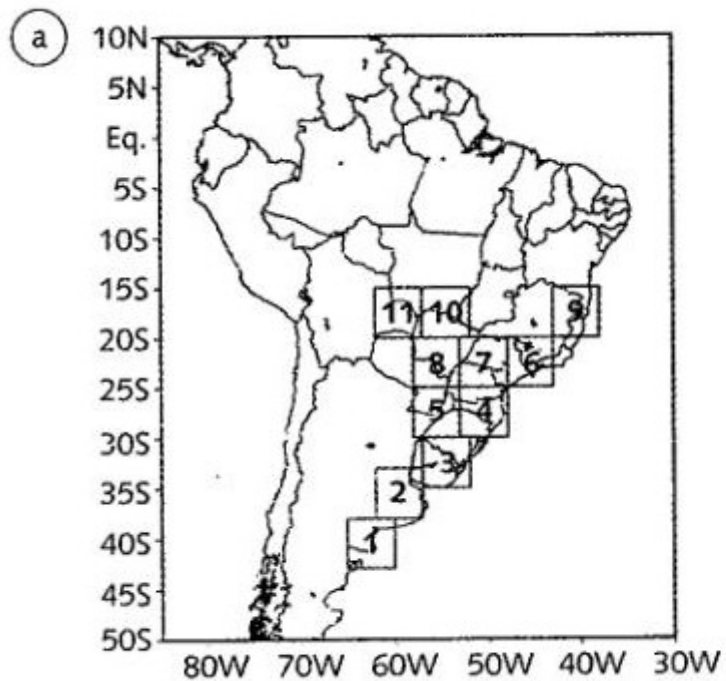


FIG. 9.7 Evolução diária dos compostos, do tempo t-1 ao tempo t+3, de PNM e anomalias (painel superior); vetor vento e anomalias de temperatura em 925 hPa (painel intermediário) e altura geopotencial em 500 hPa e anomalias (painel inferior) para as 50 frentes frias mais fortes no SBR durante 1979 a 2005. A passagem frontal em 30°S, 52,5°W ocorreu no tempo t. Anomalias são desvios da climatologia diária do período 1979 a 1995. As unidades para PNM, temperatura em 925 hPa e altura geopotencial em 500 hPa são hPa, °C e m, respectivamente



parte do sul do Brasil e Uruguai, o número de frentes frias variou entre 60 e 70 por ano, em grande parte do período, com valor máximo de 80 em 1984 e mínimo de 51 em 2001. Na área 6, situada na região Sudeste,

Identificación de frentes fríos, cálidos, cuasi-estacionarios

Berry et al 2011

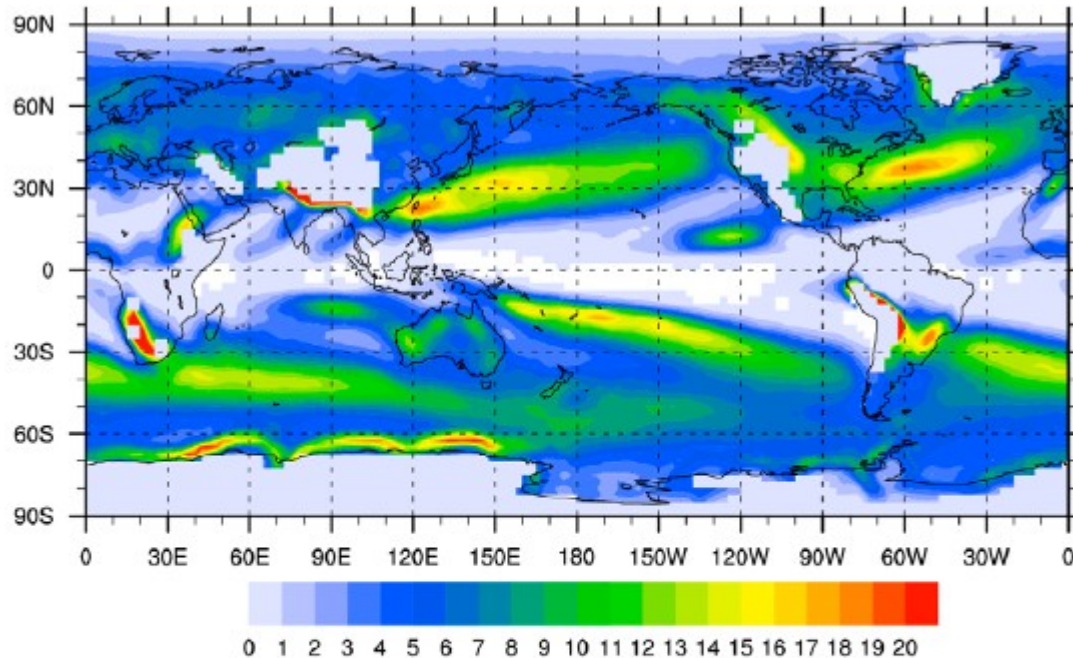


Figure 1. Annual mean front frequency (percentage of analysis times) for the period 1989–2009 averaged over ERAI, NCEP, JRA and MERRA data sets. Values within 1 grid point of terrain exclude the MERRA reanalysis (see section 2 for details).

In essence, the location of a front is defined by how quickly the gradient of the magnitude of the 850-hPa wet bulb potential temperature (θ_w) changes along a moist isentrope.

La θ_w de una masa de aire no cambia por ascenso o descenso, o por cambios en el contenido de humedad. Entonces, si no hay cambios radiativos, se conserva en la masa de aire.

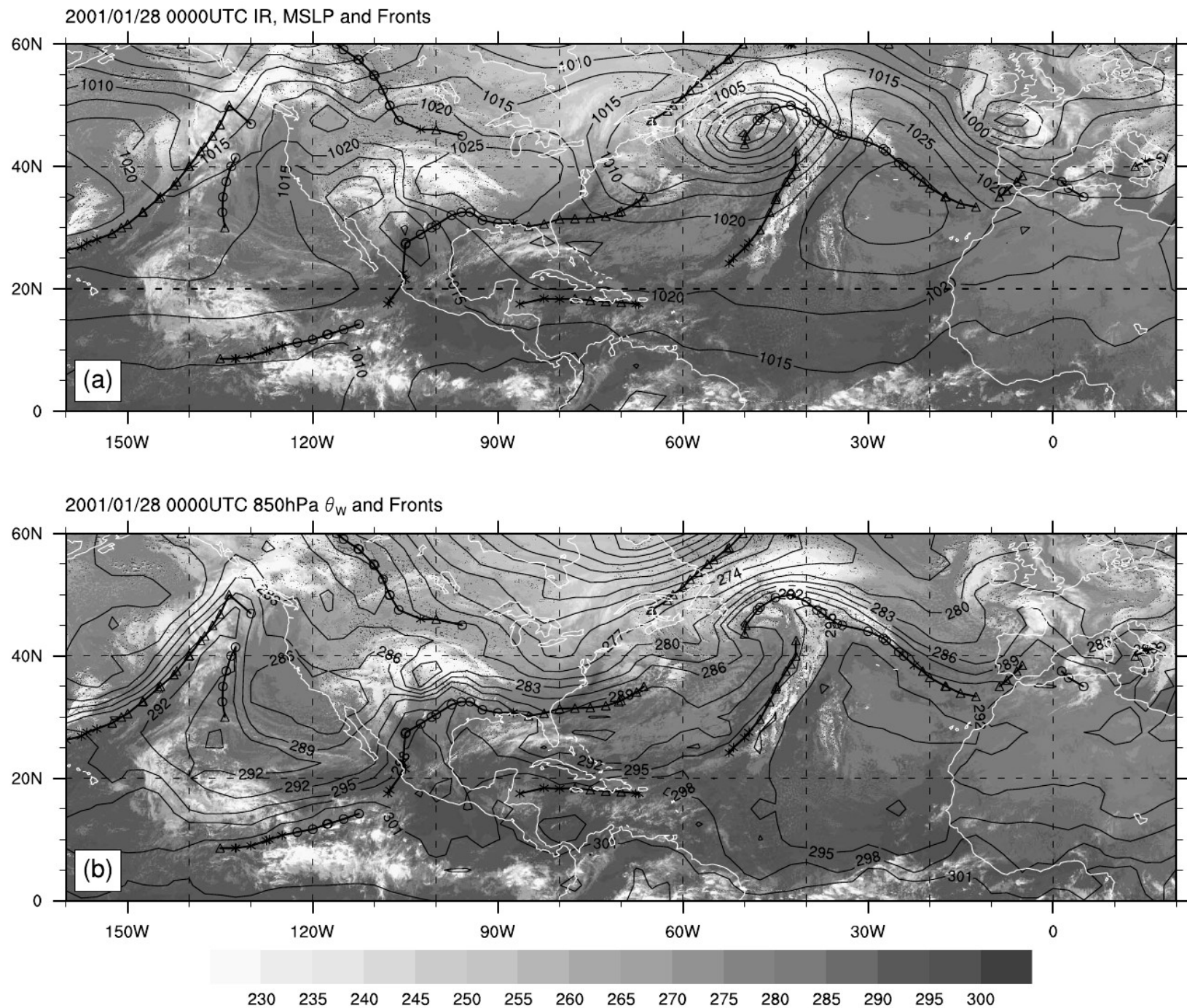


Figure 1. Example time from ERA-40 dataset showing objective fronts at 850 hPa plotted over infrared satellite imagery (shaded in K, according to scale at base) and (a) mean sea level pressure (solid contours drawn every 5 hPa) and (b) 850 hPa θ_w (solid contours drawn every 3 K). Front locations are indicated by thick line with triangle, circle and star symbols indicating cold, warm and quasi-stationary front locations, respectively.

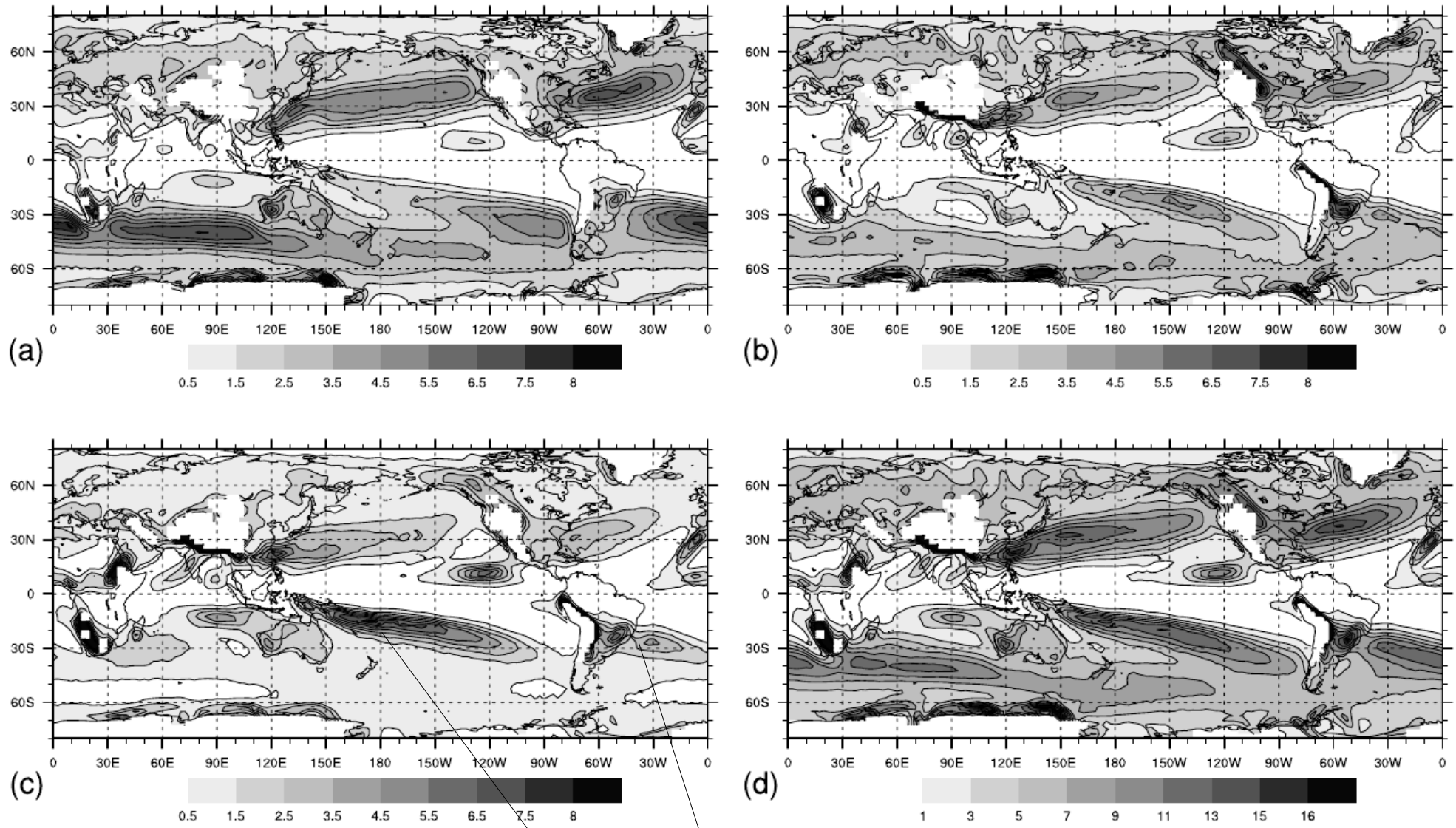
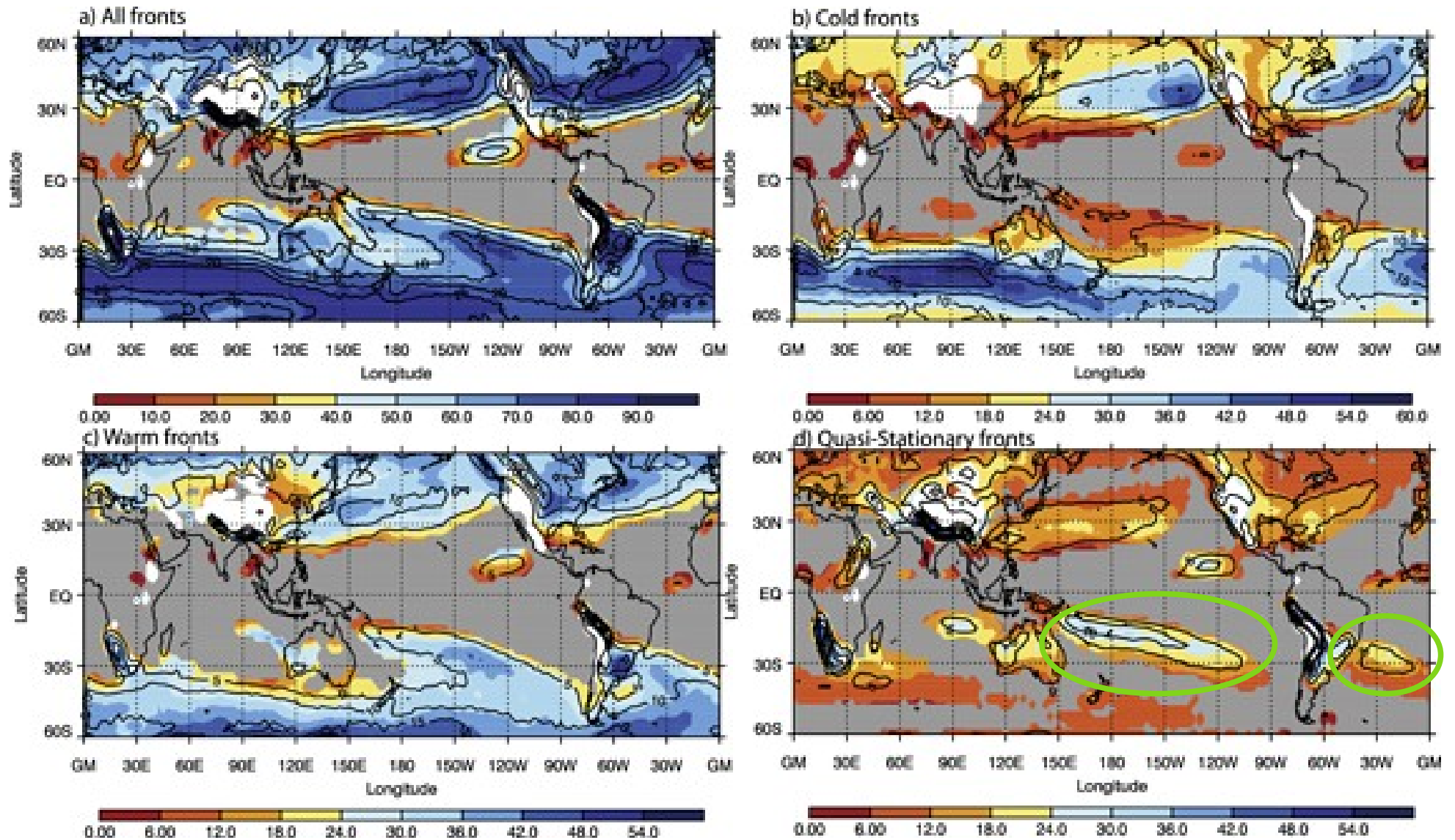


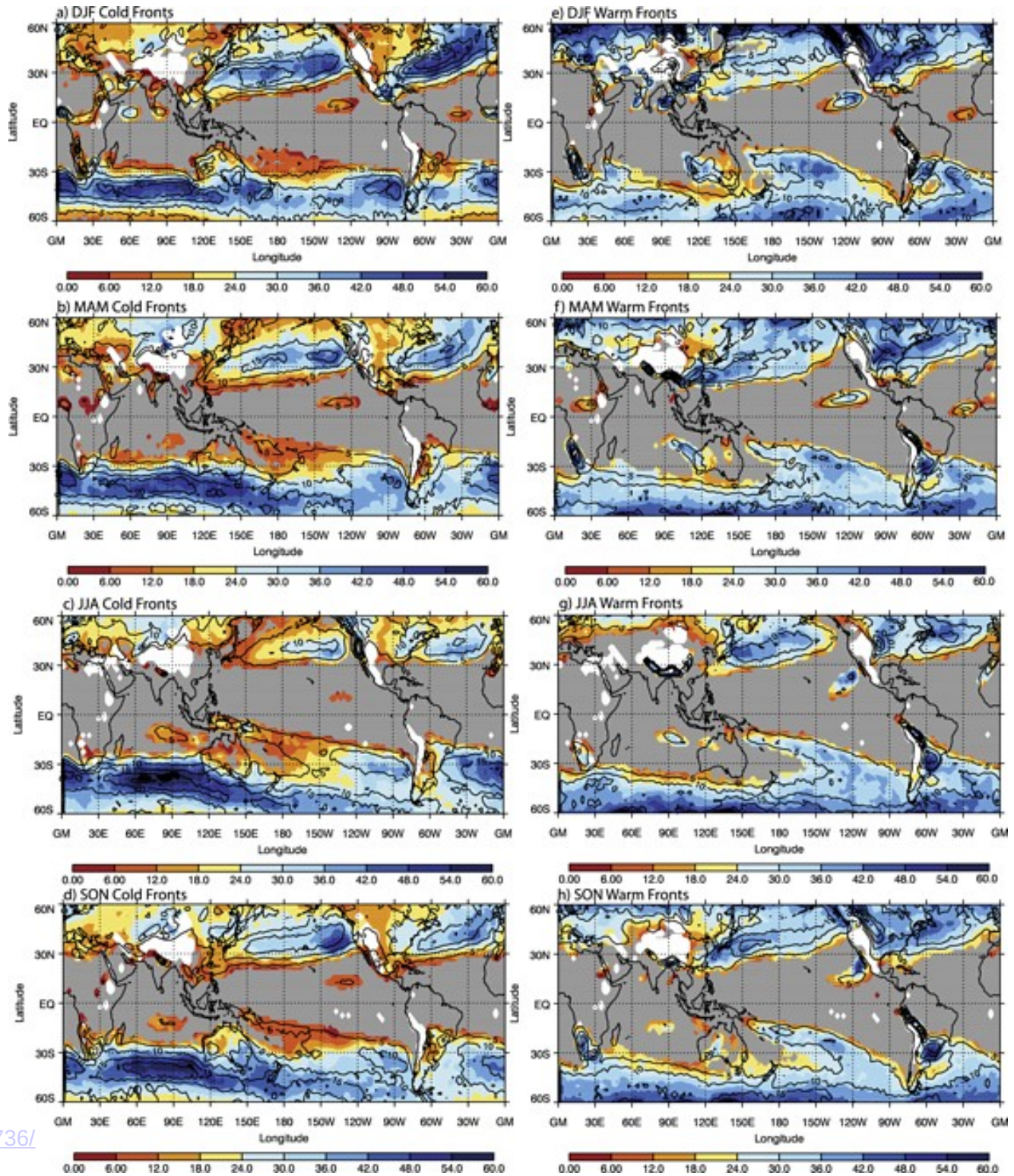
Figure 2. Annual mean front frequency of (a) cold (b) warm (c) quasi-stationary and (d) the sum of all fronts in the ERA-40 reanalysis. Units are percentage time at which an objectively identified front was located within each grid box. Scales are displayed under each panel.

Máximo de frentes cuasi-estacionarios en ZCAS y ZCPS

Relating global precipitation to atmospheric fronts



Relating global precipitation to atmospheric fronts



Geophysical Research Letters

Volume 39, Issue 10, L10805, 18 MAY 2012 DOI:

10.1029/2012GL051736

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2012GL051736/>

[full#grl29209-fig-0002](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2012GL051736/full#grl29209-fig-0002)