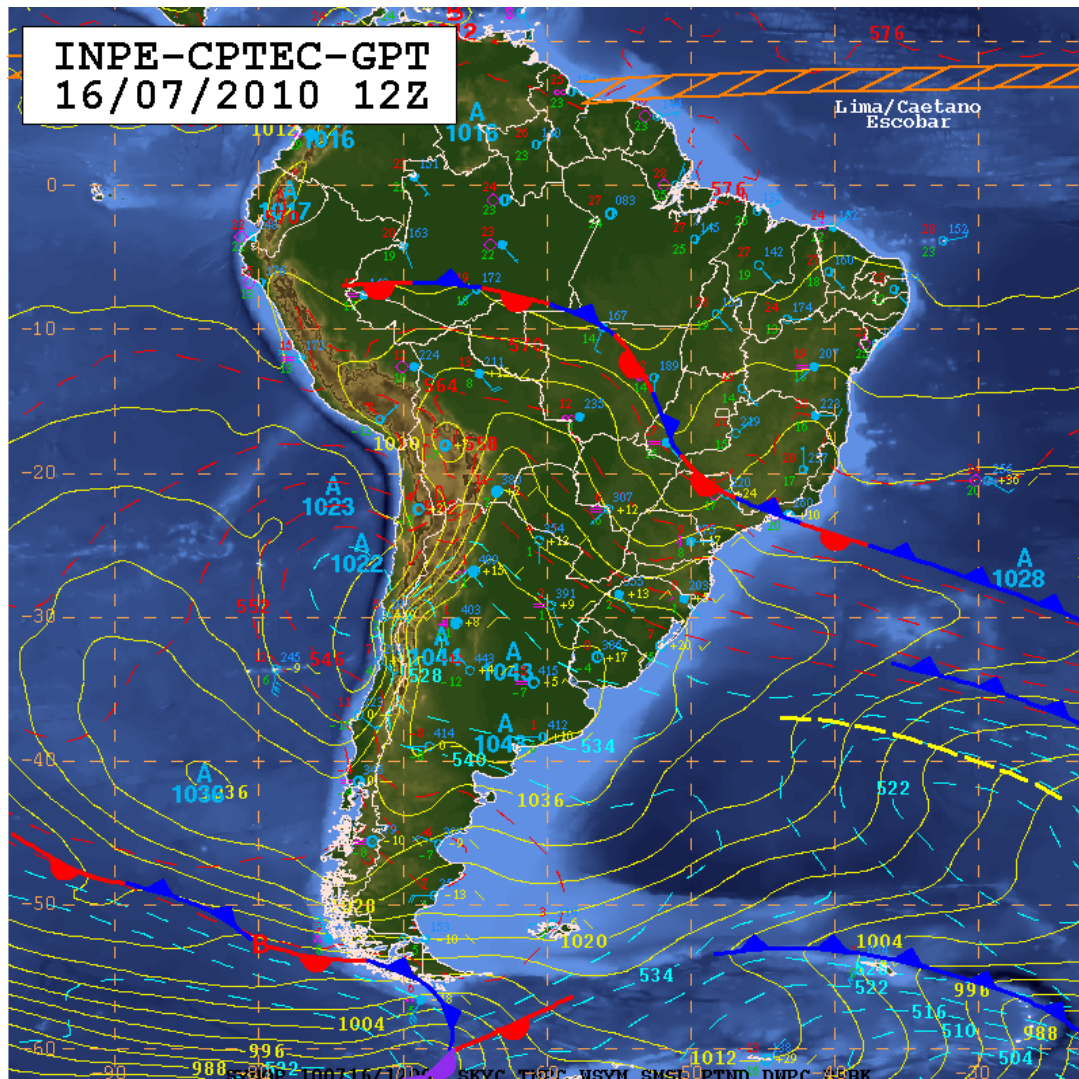


# Meteorologia Sinótica Prática

Sistemas frontais clássicos, cavados baroclínico e frentes subtropicais sobre América do Sul



GRUPO DA PREVISÃO DE TEMPO  
GPT



**Gustavo Carlos Juan Escobar**  
**Coordenador do GPT**

**Luiz Kondrasky**  
**Giovanni Dolif Neto**  
**Kelen Martins Andrade**  
**Mônica Vaz Lima**  
**Olivio Bahia do Sacramento Neto**  
**Pedro Jourdan**  
**Vlamir da Silva Junior**  
**Carlos Moura Weide**  
**Naiane Pinto Araujo**  
**Caroline Vidal Ferreira da Guia**  
**Henri Rossi Pinheiro**  
**Mirian Caetano**  
**Philipp Edson Dias da Silva**  
**Laís Caroline de Sousa Queiroz Silva**  
**Marcos Ribeiro Leite**  
**Aline Cesar Lira**

*A presente iniciativa faz parte do Projeto – “EDUCAÇÃO E DIFUSÃO DO CONHECIMENTO EM CLIMA E MEIO AMBIENTE – ECOMAC” (processo: 551747/2008-0), apoiado pelo CNPq, e que tem por objetivos promover a criação de serviços de informações educativas e o acesso, à comunidade acadêmica e científica, de material educativo pela livre disseminação através na Internet. Essa primeira edição de Meteorologia Sinótica Prática destina-se a professores, alunos e profissionais interessados na previsão de tempo. São apresentados de forma sucinta os conceitos físicos relativos a sistemas frontais clássicos, cavados baroclínico e frentes subtropicais sobre América do Sul.*

## 1. Introdução

Os sistemas frontais são os sistemas meteorológicos mais comuns que modificam o tempo sobre o continente sul-americano. As frentes frias que atingem o continente sul-americano apresentam diferentes trajetórias; algumas delas se deslocam com maior componente meridional e outras mostram um deslocamento mais zonal. No primeiro caso, os anticiclones pós-frontais avançam pelo interior do continente e provocam quedas significativas de temperaturas em latitudes próximas ao Equador. Esse fenômeno é conhecido como “friagem” e as regiões mais favoráveis a serem afetadas por esses eventos são a Regiões Centro-Oeste e o sudoeste da Região Norte do Brasil.

As frentes frias que apresentam uma trajetória mais zonal se deslocam principalmente pelo oceano Atlântico podendo também atingir latitudes baixas, como por exemplo, o leste da Região Nordeste do Brasil.

Em várias ocasiões (e dependendo da época do ano), as frentes frias que avançam pelo litoral e penetram em latitudes tropicais e subtropicais perdem intensidade e configuração, porém modificam o tempo de maneira significativa (Kousky, 1979; Paegle, 1987).

Esses sistemas, geralmente não apresentam as características de frentes frias “clássicas” apesar de mostrarem baroclinia suficiente para mudar o tempo. Elas podem ser chamadas como “Cavados Baroclínicos” ou “Frentes Subtropicais”.

As frentes frias polares ou “clássicas” atingem com frequência e ao longo do ano boa parte da Argentina, centro-sul do Chile, Uruguai, Paraguai e o Centro-Sul da Região Sul do Brasil.

Já nas demais áreas da Região Sul do Brasil, Região Sudeste, o leste do Nordeste, parte do Centro-Oeste e o sudoeste da Região Norte do Brasil, as frentes frias polares atuam, principalmente entre abril e outubro. Neste mesmo período, sobre o leste da Região Nordeste e principalmente entre o sul da Bahia e o Recôncavo Baiano, também atuam com frequência as frentes subtropicais ou cavados baroclínicos.

A partir de novembro e até o início do outono, começam a atuar os cavados baroclínicos ou frentes subtropicais, principalmente ao norte do paralelo 25S e afetando parte das Regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste do Brasil.

Por exemplo, muitos dos eventos de **ZCAS** identificados neste período, estão associados à presença destes sistemas.

A seguir se apresenta uma revisão de conceitos básicos de meteorologia sinótica com o intuito de identificar de maneira prática os diferentes sistemas baroclínicos que afetam o continente sul-americano.

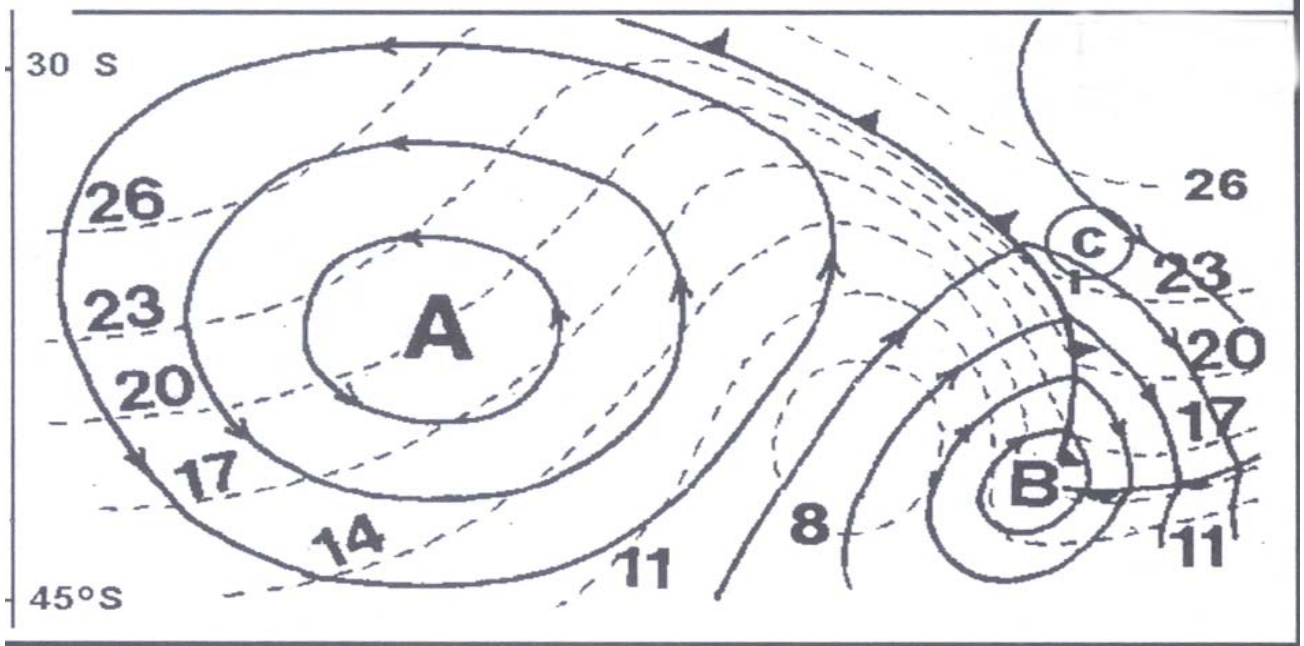
## 2. Sistemas frontais polares ou “clássicos”

**Definição teórica de FRENTE** (<http://master.iag.usp.br/ind.php?inic=00&pos=1&prod=ensino>)

- Frente é uma zona de transição entre duas massas de diferentes densidades e temperaturas, causando uma grande mudança nas variáveis meteorológicas.
- Visto que a frente é uma zona de transição entre duas massas de ar, deve existir um limite entre elas, chamada superfície ou zona frontal. Na realidade, às vezes, esta transição pode ser muito abrupta devido ao intenso gradiente de densidade.
- Superfície ou zona frontal pode ser caracterizada por uma ou mais propriedades descritas abaixo.
  - Zona de fortes gradientes de temperatura, umidade, vorticidade e movimento vertical na direção perpendicular à frente.
  - Gradientes descontínuos da escala sinótica.
  - Um mínimo relativo de pressão, isto é, uma "baixa"
  - Um máximo relativo de vorticidade ciclônica ao longo da frente.

- Uma zona de confluência ao longo da frente.
- Forte cisalhamento vertical e horizontal ao longo da frente.
- Mudanças rápidas das propriedades das nuvens e da precipitação.
- Importante: Estas propriedades não, necessariamente, coincidem espacialmente ou movem com a mesma velocidade.
- Os seguintes critérios são usados para localizar uma frente em uma carta de superfície:
  - forte mudança de temperatura em uma distância relativamente curta
  - variações no conteúdo de umidade
  - variações na direção do vento
  - presença de nuvens e precipitação (condição não necessária)
- As frentes podem ser classificadas pelo movimento relativo das massas de ar quente e fria envolvidas.
  - Frentes: Quente, Fria e Estacionária
  - Frente Fria: o avanço de uma massa de ar frio sob uma massa de ar quente, é chamada de frente fria. A frente fria tem forte estabilidade estática e cisalhamento vertical. Na retaguarda da frente, no ar frio, o lapse-rate pode ser aproximado pela adiabática seca, podendo haver mistura vertical turbulenta .
  - Frente Quente: o avanço do ar quente sobre o ar frio, é chamada de frente quente. O movimento da frente quente está associado com forte advecção quente em baixos níveis do lado leste da superfície ciclônica, mas não é verdade que todo ciclone tem frente quente.
  - Frente Estacionária: Quando não há o avanço do ar frio nem o avanço do ar quente relativamente uma ao outro, gera então entre eles uma frente estacionária. A precipitação associada é geralmente leve e estratiforme, mas pode tornar-se bem significativa se a frente permanecer estacionária por muito tempo.
  - Frente Oclusa: Quando uma frente fria ultrapassa uma frente quente do lado leste ou equatorial do ciclone, o resultado é chamado de oclusão. A camada limite onde a frente fria encontra a frente quente é chamada de frente oclusa. Com o aumento da região de oclusão, o sistema frontal atinge seu estado terminal, o ciclone aumenta seu tamanho e transforma-se num vórtice frio na baixa troposfera. A fricção e a falta de mecanismos dinâmicos na atmosfera encarregam-se de dissipar o restante ciclone e, portanto, do sistema frontal.
- Um sistema frontal clássico é geralmente composto de frente fria, frente quente e centro de baixa pressão na superfície chamado ciclone.

A **Figura 1** mostra um modelo teórico de temperatura e de pressão em superfície que pode aplicar-se para regiões localizadas ao sul do paralelo 25S, e em determinadas ocasiões, para latitudes mais baixas. Em geral, as maiores temperaturas podem ser encontradas a noroeste das altas pressões e a nordeste das baixas pressões de superfície. As menores temperaturas são encontradas a oeste ou a sudoeste dos ciclones e a sudeste dos anticiclones. Isto significa que nos setores oeste e noroeste dos anticiclones existe uma contínua entrada de ar quente (advecção quente), entanto a sudeste das altas e a sudoeste e oeste das baixas existe uma contínua entrada de ar frio (advecção fria).



**Figura 1: pressão (linhas contínuas) e temperatura (linhas tracejadas).**

A seguir se apresenta os critérios para identificar os diferentes sistemas baroclínicos segundo a visão operacional do Grupo de Previsão de Tempo (GPT) do CPTEC.

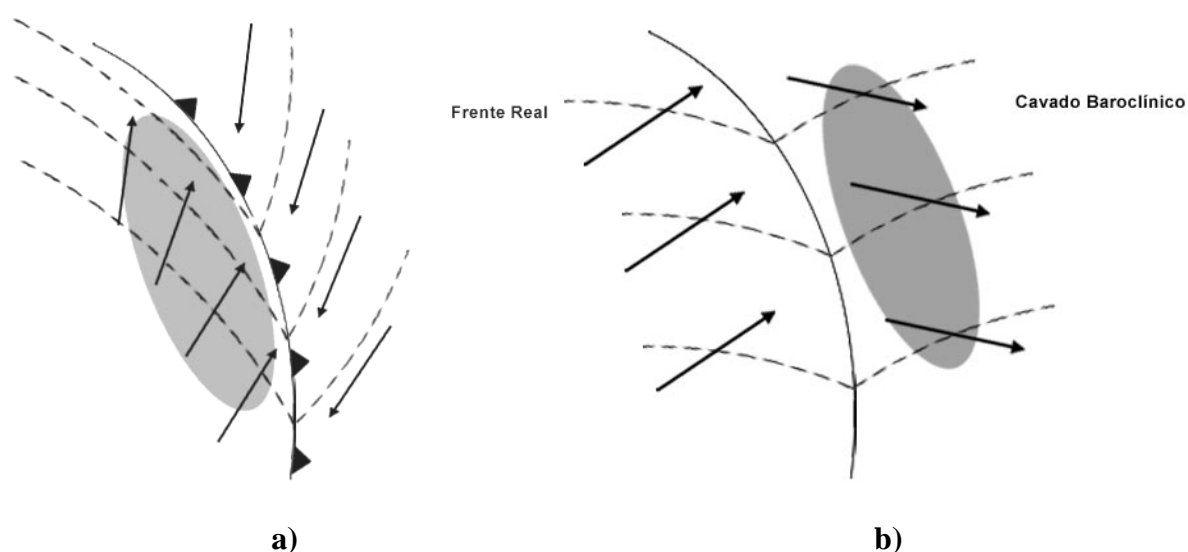
## 2.1 Sistemas frontais polares ou “clássicos”

1. A frente fria se localiza adiante de um acentuado gradiente de temperatura e/ou espessura 500/1000 e de temperatura de ponto de orvalho.
2. A frente quente se localiza atrás do gradiente de espessura 500/1000, geralmente mais fraco que o gradiente associado à frente fria.
3. O ramo norte do jato polar (JPN) está bem definido em 250 hPa associado à frente em superfície.
4. Há um acentuado gradiente de pressão com isóbaras preferentemente quebradas, isto significa circulação ciclônica do vento e presença de área de mínima pressão.
5. O jato subtropical (JST) também pode aparecer acoplado ao ramo norte do jato polar (JPN).
6. Geralmente ao norte de 30 S, o gradiente de temperatura potencial equivalente em 850 hPa e a espessura 850/1000 ajudam a identificar frentes na superfície melhor que as linhas de espessura 500/1000. Conforme o ar frio avança para latitudes mais baixas, fica mais restrito às camadas mais baixas. Por isso, recomenda-se também o uso da espessura 850/1000 para a identificação de sistemas frontais.
7. A nebulosidade e precipitação ocorrem em uma estreita área localizada principalmente do lado frio (depois da virada do vento).
8. Aparecem ao longo do ano, principalmente ao sul do paralelo 30S.

## 2.2 Cavados baroclínicos ou frentes subtropicais

1. Observa-se um gradiente fraco de temperatura e/ou espessura, isto significa um fraco pacote baroclínico.
2. Observa-se circulação ciclônica do vento e presença de área de mínima pressão com fraco gradiente de pressão e isóbaras preferentemente não quebradas.
3. Presença de significativo gradiente de água precipitável e de temperatura potencial equivalente em 850 hPa.
4. A nebulosidade e precipitação ocorrem em uma ampla área localizada do lado quente (antes da virada do vento).
5. Não há jato polar (JP) associado diretamente, porém quase sempre, aparece o jato subtropical (JS).
6. Aparecem principalmente entre outubro e abril (período de ZCAS), nas Regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste do Brasil.
7. No inverno (Maio-Setembro), estes sistemas aparecem principalmente no leste da Região Nordeste

A **Figura 2** mostra um esquema simples que ajuda a mostrar as principais diferenças entre frentes e cavados baroclínicos (Sanders, 2005). A frente fria clássica mostra um maior gradiente de temperatura sobre o lado frio, em relação aos cavados baroclínicos. Por outro lado, a área de chuva se encontra sobre o ar frio no caso da frente clássica e do lado do ar quente no caso dos cavados baroclínicos.



**Figura 2:** Esquema de uma frente fria (a) e de um cavado baroclínico (b), onde as linhas tracejadas representam as isolinhas de temperatura, as flechas a direção do vento em superfície e o sombreado a área de chuva (Sanders, 2005).

### 3. A Corrente de Jato

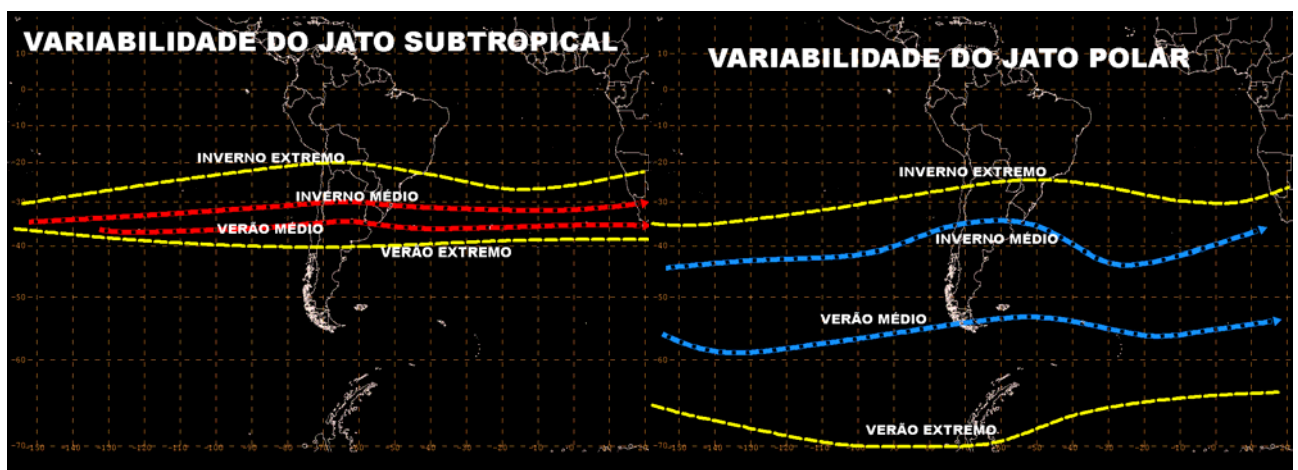
Acima das frentes frias e quentes existe, no lugar onde as massas de ar com características físicas distintas se põem em contato, fortes ventos de oeste oeste. Essa corrente de ventos é forte e estreita e se encontra a uma altitude de aproximadamente 9.000 a 13.000 metros. Caracteriza-se por ter fortes variações do vento na horizontal e na vertical. Essas variações são denominadas “cortantes” ou cisalhamento do vento. Geralmente esses jatos apresentam um ou mais máximos de velocidade e situam-se ao longo de milhares de quilômetros de comprimento, de centenas de quilômetros de largura e de várias centenas de espessura.

A velocidade do vento ao longo da corrente de jato é no mínimo de 150 Km/h podendo atingir os 300 km/h.

No Hemisfério Sul, geralmente há duas correntes de jato: o Jato Subtropical (JST) que se encontra acima dos 13 quilômetros entre as latitudes de 20°S a 40°S e o Jato Polar (JP), entre 8 e 10 quilômetros de altitude, e nas latitudes entre 30° e 70°S.

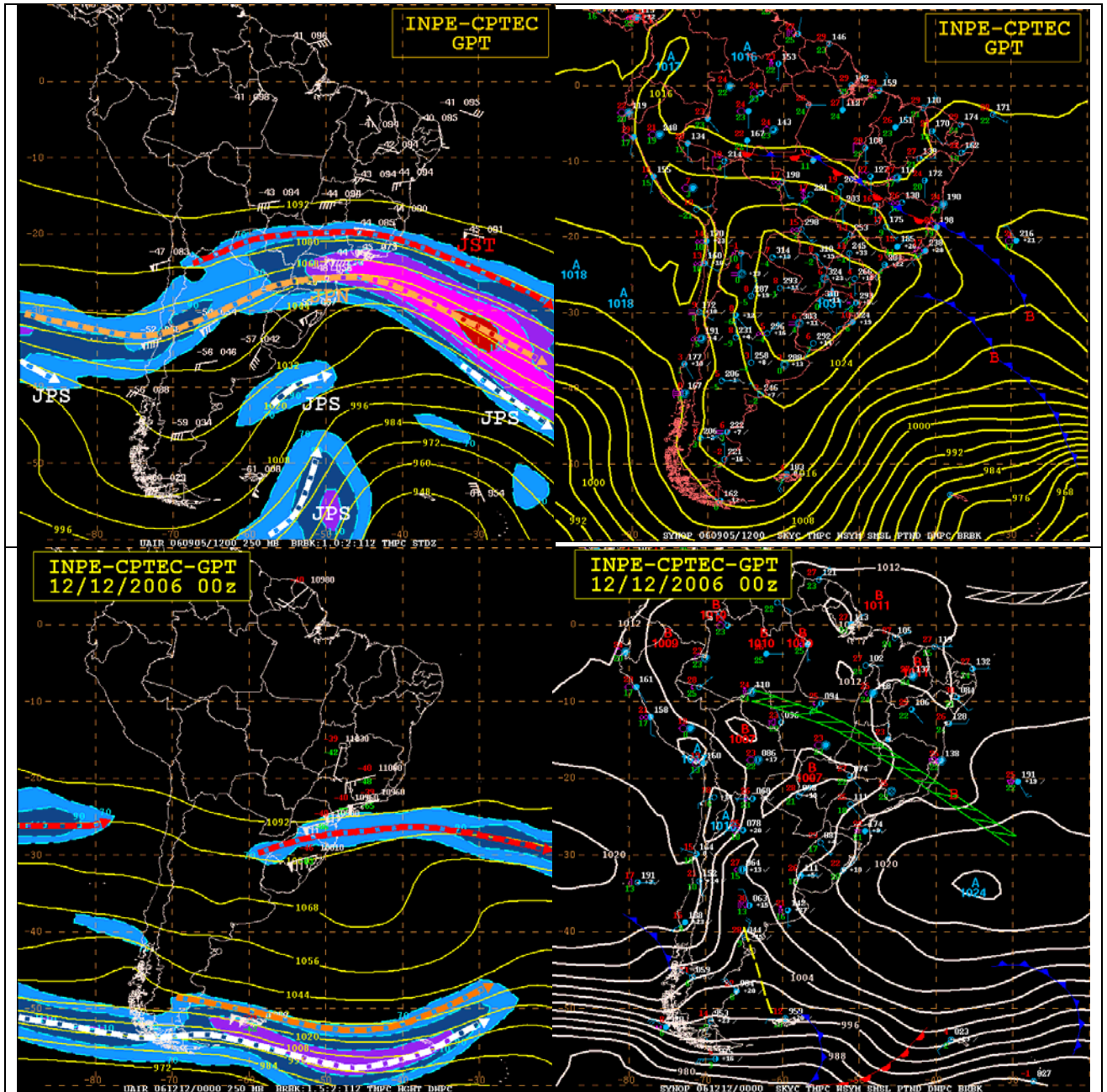
A carta de altitude adequada para identificar a corrente de jato é a de 250 hPa. No inverno o jato Polar desloca-se para o norte e aumenta sua elevação. No verão, ele retorna para o sul, seguindo os passos das frentes frias.

A **Figura 3** mostra a posição climatológica e a variabilidade intrasazonal dos Jatos Subtropical e Polar, respectivamente.



**Figura 3:** Posição média e variabilidade dos JST (esquerda) e JP (direita) para o Inverno e Verão respectivamente. Linhas em vermelho: posição média do JST no inverno e verão. Linhas em azul: posição média do JP no inverno e verão. Linhas em amarelo: posição extrema de ambos os jatos para as duas estações do ano.

A **Figura 4** apresenta dois exemplos onde o Jato Subtropical e Polar aparecem em posições extremas segundo as diferentes épocas do ano. Nota-se como o JPN acoplado ao JST consegue atingir os 24S durante uma intensa incursão de ar frio ocorrida durante setembro de 2006 (**Figura 3 direita**). Por outro lado, durante dezembro desse mesmo ano pode-se observar ao ramo norte (JPN) e o ramo sul (JPS) do jato polar bem retirados ao sul do continente, indicando que o ar frio fica restrito a latitudes altas. O JST aparece contornando um cavado sobre o Atlântico na altura do paralelo 27S, aproximadamente, dando suporte a um cavado em superfície associado a um episódio de ZCAS. Com esses dois exemplos podem-se identificar de maneira prática a variabilidade intrasazonal e espacial de ambos os tipos de jatos.



**Figura 4:** Acima esquerda: altura geopotencial em 250 hPa (linhas contínuas amarelas), isotacas (sombreado) e jatos (setas coloridas. Acima direita: pressão atmosférica ao nível do mar (linhas contínuas amarelas). Abaixo direita: altura geopotencial em 250 hPa (linhas contínuas amarelas), isotacas (sombreado) e jatos (setas coloridas. Abaixo direita: pressão atmosférica ao nível do mar (linhas contínuas brancas).

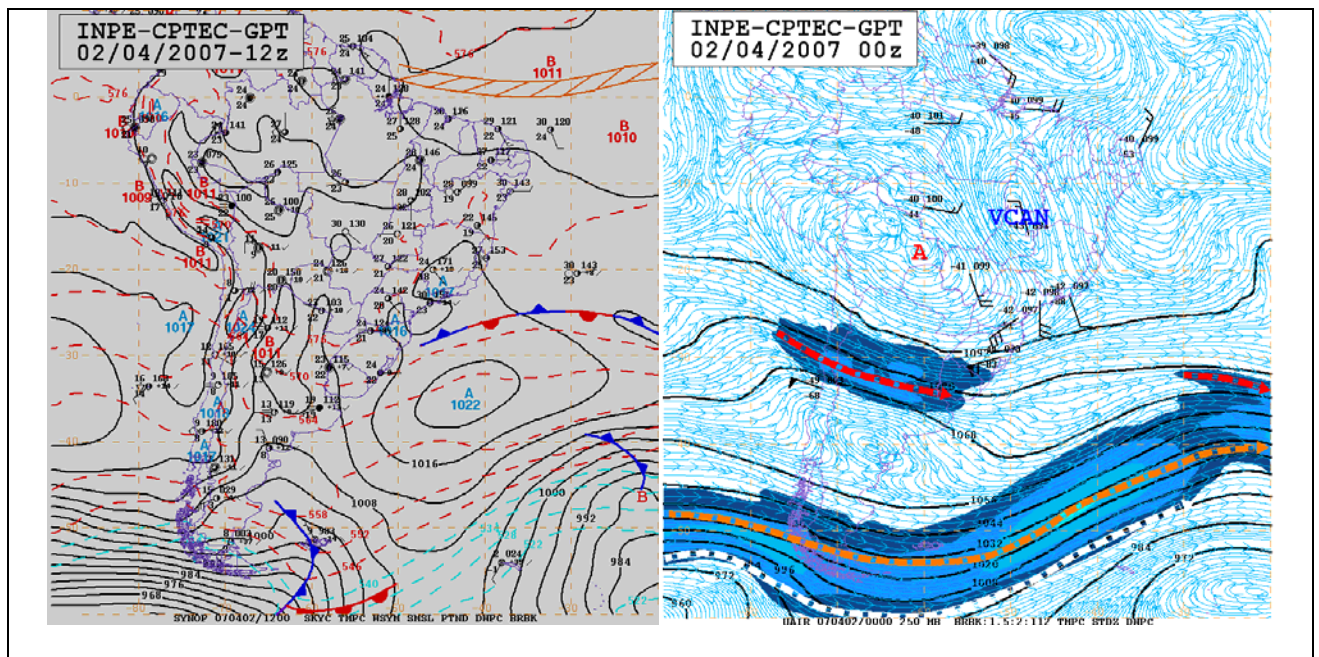
Na Aviation Weather Center/Transition Aviation Program, no Centro de Pronósticos Mundiais em Washington D.C., se estabeleceu um critério para avaliar a posição do Jato na carta de 250 hPa utilizando um valor médio para o geopotencial.



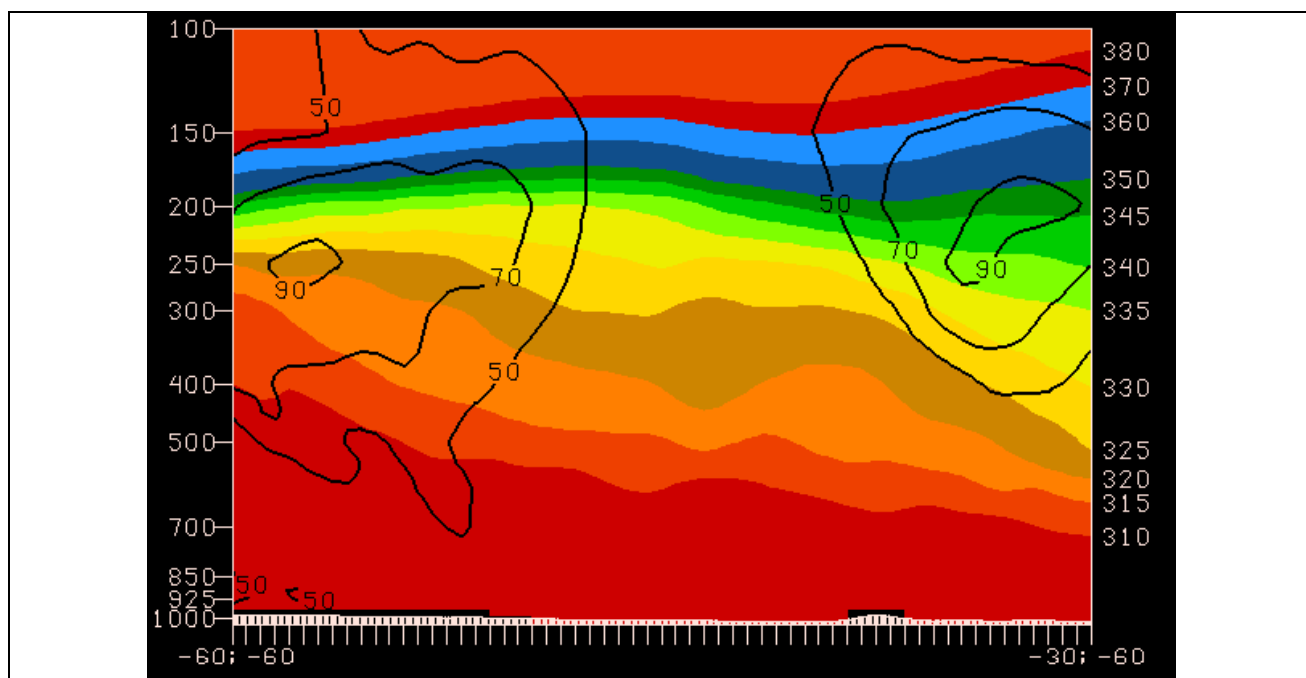
Jato Subtropical	acima de 10,440 mgp (tipicamente 10680mgp.).
Ramo Norte do Jato Polar	entre 10,200 e 10,440 mgp.
Ramo Sul do Jato Polar	abaixo de 10,200 mgp (tipicamente entre 10080 e 9960mgp.).

Quando os Jatos estão paralelos e se combinam em um máximo amplo, na análise se deve manter uma separação de, pelo menos, cinco graus de latitude. No entanto, o Dr. Nielsen, na Texas A&M University, estabeleceu um critério usando uma escala de temperatura para distinguir os máximos de vento. Fazendo um corte transversal no Jato, a temperatura potencial média associada às massas polares é de 320°K, enquanto que a do Jato Subtropical é em torno de 340°K. No continente sul-americano tem-se observado que o ramo polar pode-se subdividir ainda mais. Tipicamente, o ramo norte do Jato Polar norte se caracteriza por temperaturas de aproximadamente 330°K, enquanto que o ramo sul do Jato Polar sul usualmente apresenta temperatura de 320°K, ou menos dependendo da estação do ano.

As **Figuras 5 e 6** apresentam um exemplo para a determinação dos Jatos Subtropical e Polares, respectivamente.



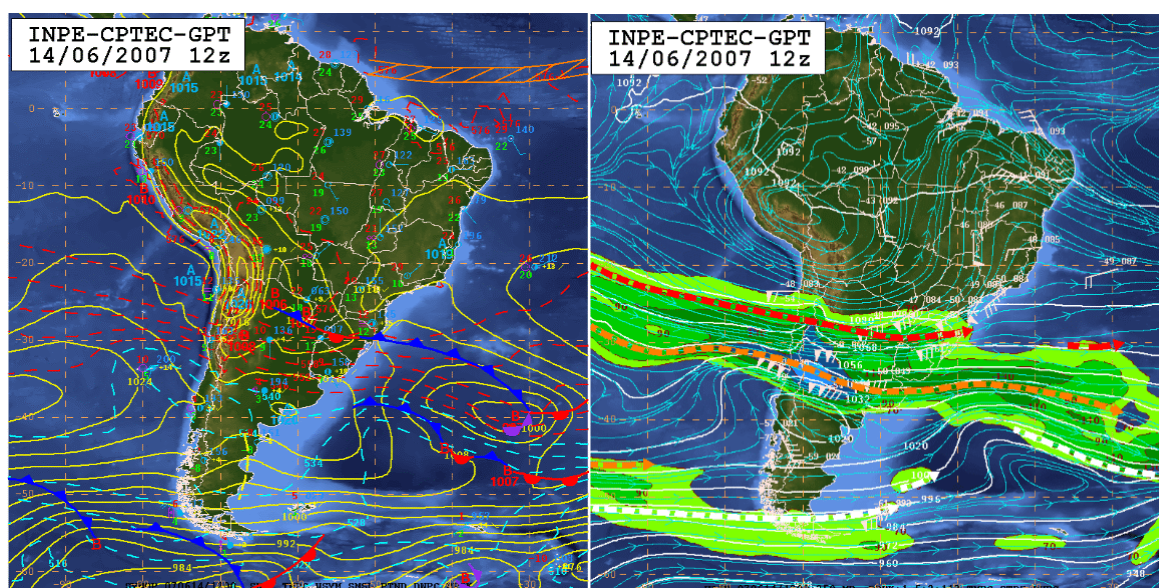
**Figura 5: carta de superfície (esquerda) e carta de altitude (direita).**



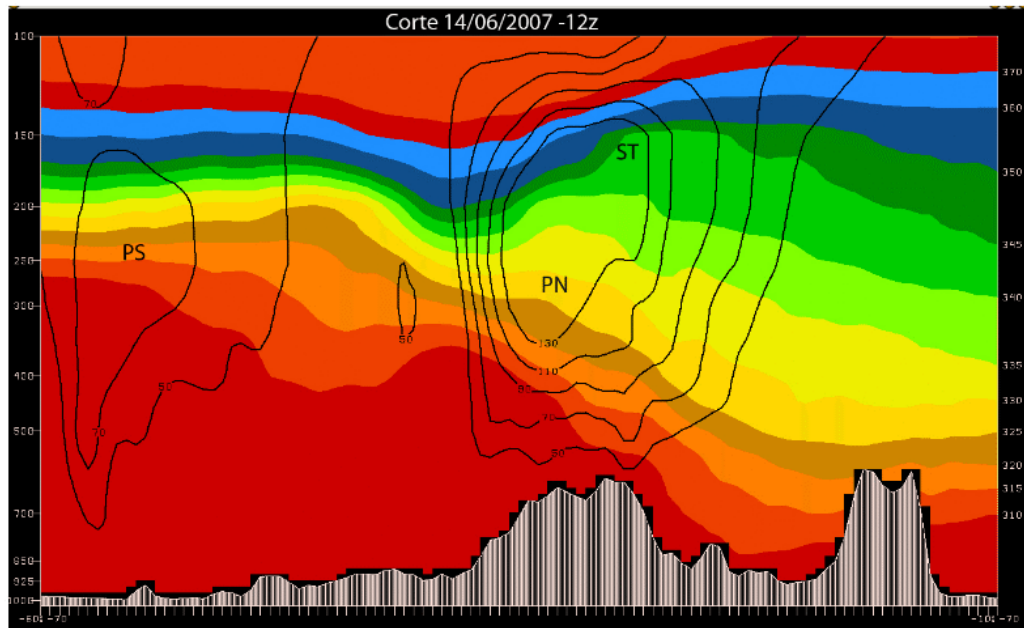
**Figura 6:** Corte vertical de temperatura potencial e intensidade de vento em 60W. Isotacas (linhas pretas contínuas), temperatura potencial (sombreado).

O corte feito em 60W mostra a presença do Jato Polar Norte e Sul cuja temperatura potencial apresenta um valor de 325 e 330 graus Kelvin, respectivamente. O Jato Subtropical mostra um núcleo de 90 Kts e temperatura potencial de 345 graus Kelvin.

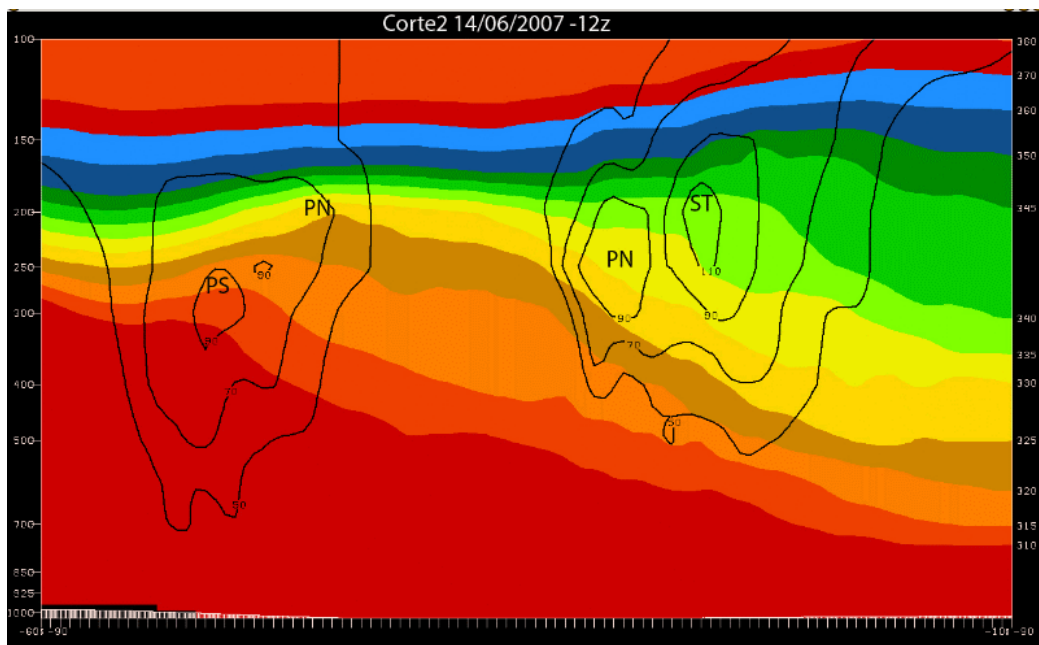
A Figura 7 apresenta a situação sinótica associada ao dia 14 de junho de 2006 onde se pode identificar um sistema frontal frio estacionário no RS (esquerda). A carta de altitude (direita) mostra um Vórtice Ciclônico de Altos Níveis na Patagônica Argentina que está contornado por uma intensa corrente de Jato. As Figuras 8 e 9 mostram um corte em 70 e 90 W respectivamente, onde são identificados os respectivos jatos mediante a aplicação do critério mencionado anteriormente.



**Figura 7:** Carta de superfície (esquerda) e carta de altitude (direita).

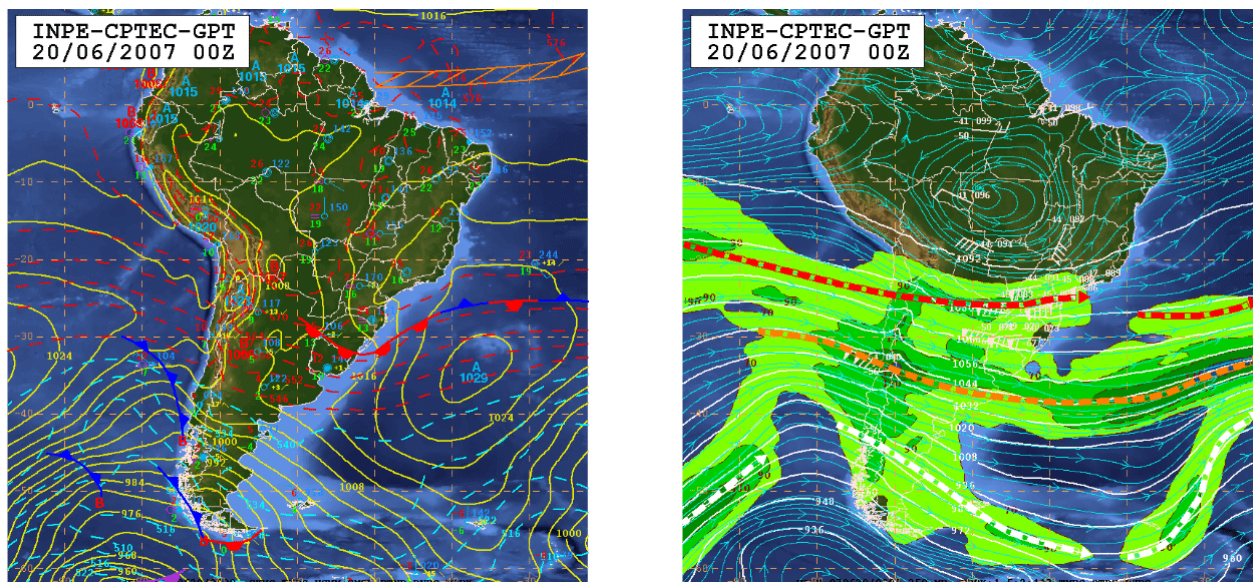


**Figura 8: Idem Figura 6, porém em 70W.**



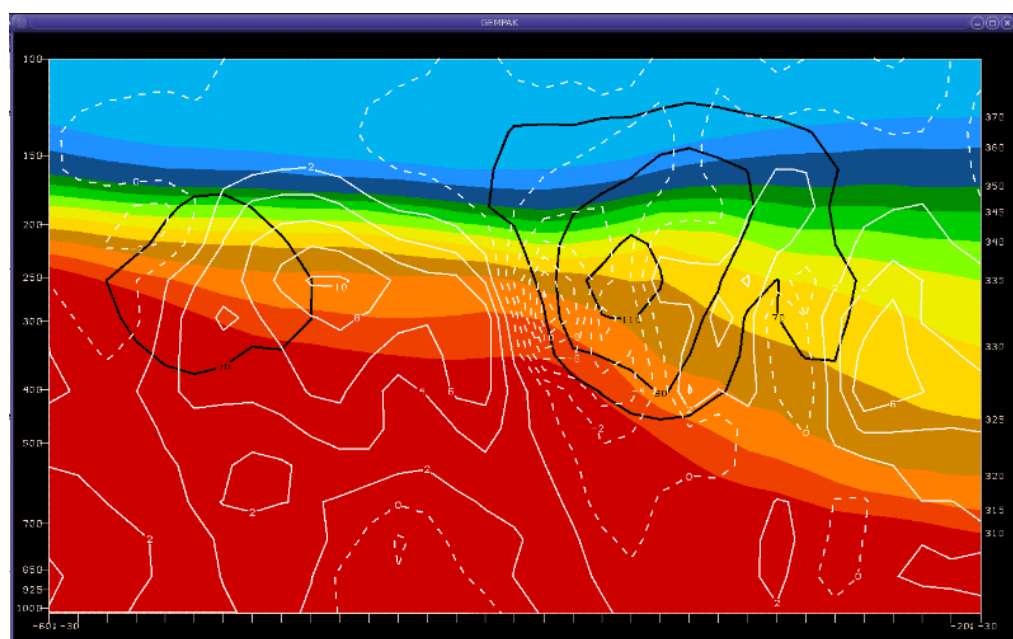
**Figura 9: Idem Figura 6, porém em 90W.**

Nas **Figuras 10 e 11** apresentam-se mais um exemplo que mostra a identificação das correntes de Jato.



**Figura 10: Carta de superfície (esquerda) e carta de altitude (direita).**

A **Figura 11** mostra-se um corte vertical dos jatos onde as linhas brancas representam a vorticidade relativa do ar. Observa-se a presença de um gradiente horizontal de vorticidade nas áreas onde são identificados os respectivos jatos.



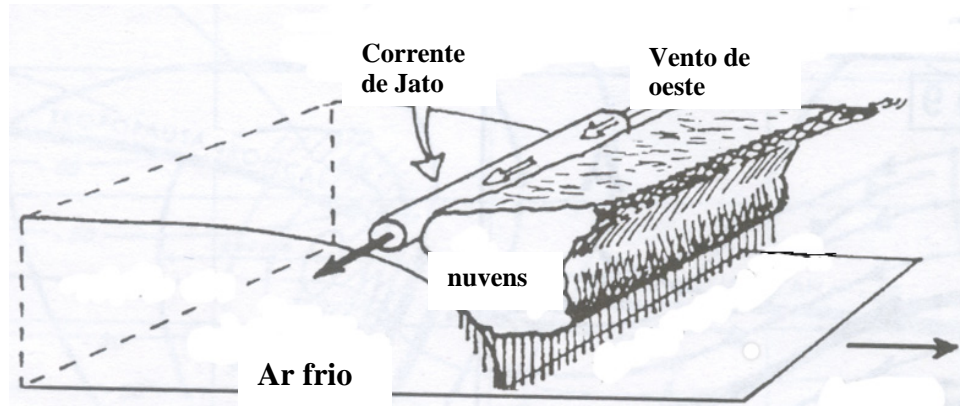
**Figura 11: Corte vertical de temperatura potencial e intensidade de vento em 30W. Isotacas (linhas pretas contínuas), temperatura potencial (sombreado).**

### 3.1. O jato e o prognóstico do tempo

Os meteorologistas, após estudar várias situações, determinaram o papel reitor o condutor do Jato sobre os centros de baixa pressão em superfície. Desta maneira, o Jato exerce influência direta

ou indireta sobre as mudanças do tempo. Quando o Jato se desloca para o norte, seus movimentos são seguidos em superfície pelos sistemas de alta e baixa pressão e pelas frentes frias e quentes. Isto significa que, quando os meteorologistas conseguem prognosticar os deslocamentos dos Jatos, podem também prognosticar os avanços ou recuos das frentes em superfície e portanto, poderão prever-se as mudanças do tempo.

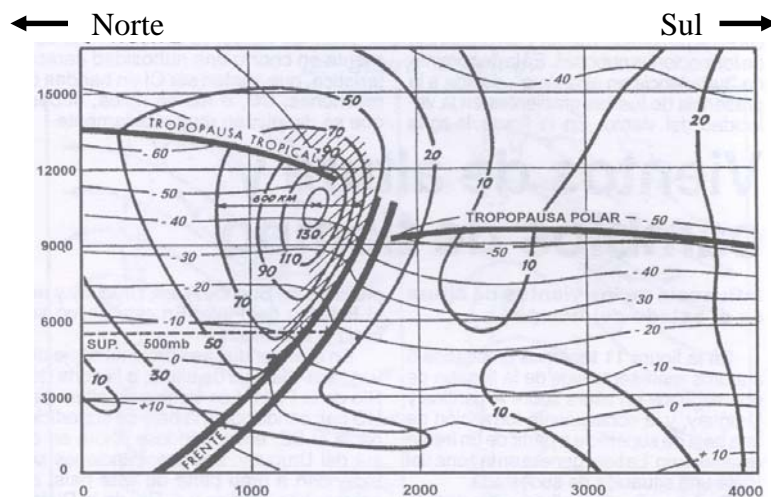
A **Figura 12** mostra-se a posição do jato, em relação a uma frente fria e a seu sistema de nuvens.



**Figura 12: Esquema da distribuição da nebulosidade associada a uma frente fria e a Corrente do Jato.**

A **Figura 13** mostra um corte transversal ao longo de uma frente fria. Observa-se a presença do eixo da Corrente de Jato aproximadamente na altura de 10.500 metros, sobre a vertical da pendente da frente fria com a superfície isobárica de 500 hPa. No plano horizontal, e em relação à frente em superfície, o jato geralmente aparece posicionado a mais de cem quilômetros atrás das frentes frias e na frente das frentes quentes.

O vento atinge seu máximo valor (140 nós no desenho) apenas no eixo do jato. A velocidade diminui rapidamente para ambos os lados, e em geral, a diminuição é maior do lado frio do que do lado quente do jato. Na **Figura 13** pode-se observar que a intensidade do vento diminui à metade, a uns 350 km do lado frio (sul) e a uns 600 km do lado quente (norte). Isto significa um gradiente horizontal de 20 e 12 nós / 100 km de distância, respectivamente.

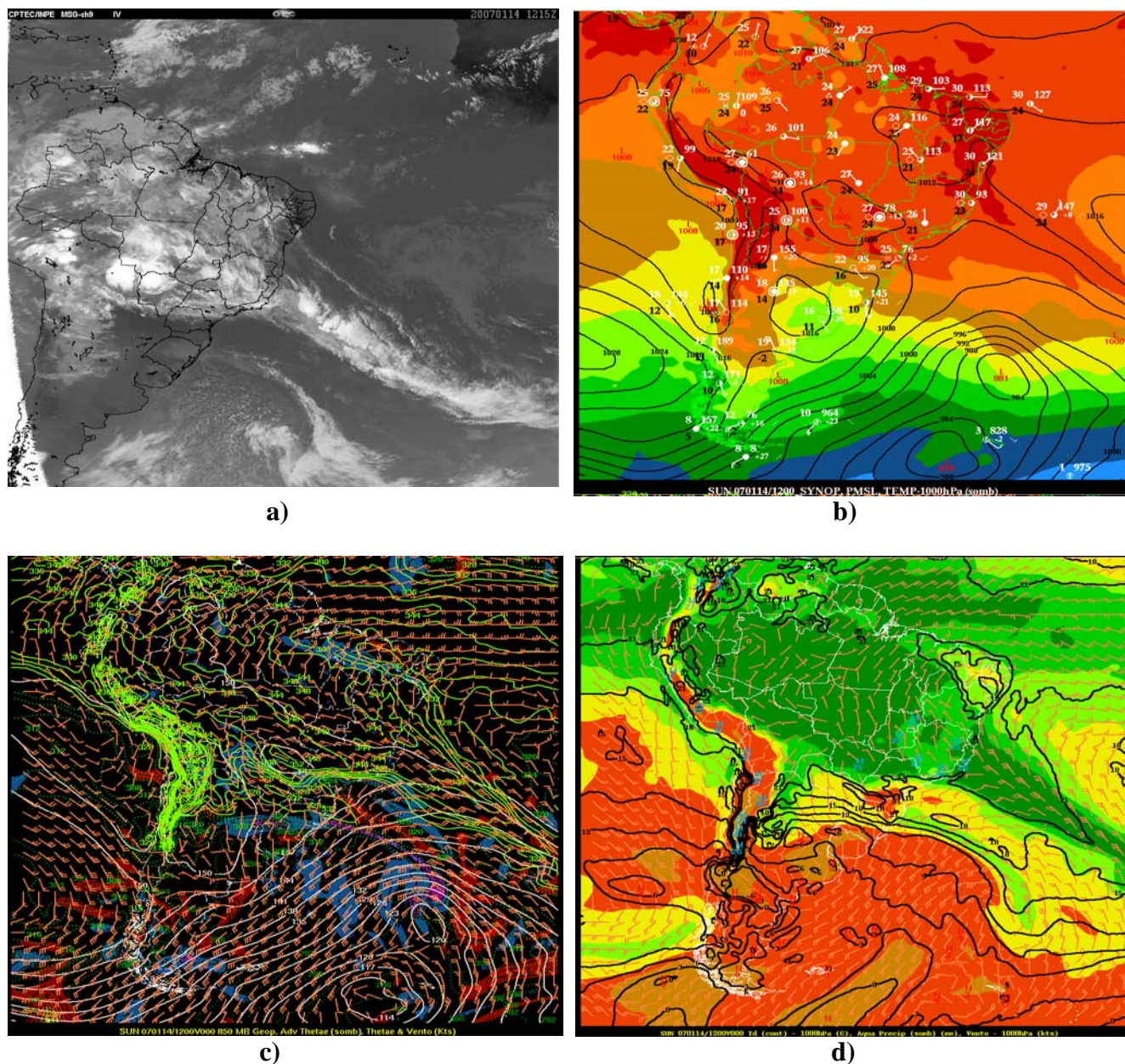


**Figura 13: Corte transversal de uma frente. Linhas contínuas em negrito: isotacas (nós) em linhas contínuas grossas e isotermas (C) em linhas contínuas finas. (Segundo Durst, Davis e Eichenberger)**

Em relação à variação da velocidade do jato com a vertical, observa-se um importante aumento do gradiente acima dos 500 hPa (30 Nós / km). Acima do Jato, a velocidade do vento decresce rapidamente (25 Nós / km aproximadamente).

#### 4. Identificação de frentes e cavados baroclínicos através do uso de metodologia prática e objetiva

Na imagem de Satélite no canal infravermelho (**Figura 14 a**) é possível identificar duas bandas de nebulosidade bem organizadas, uma se estendendo desde o oceano Atlântico em direção ao interior do continente e outra mais ao sul e restrita apenas ao oceano Atlântico. A carta de pressão em superfície e temperatura em 1000 hPa (**Figura 14 b**) permite identificar um gradiente significativo de temperatura associado com isóbaras quebradas no sistema meteorológico localizado no oceano Atlântico Sul. É possível observar que este sistema também tem associado um ciclone extratropical de 994 hPa e um anticiclone pós-frontal de 1016 hPa sobre o centro da Argentina.

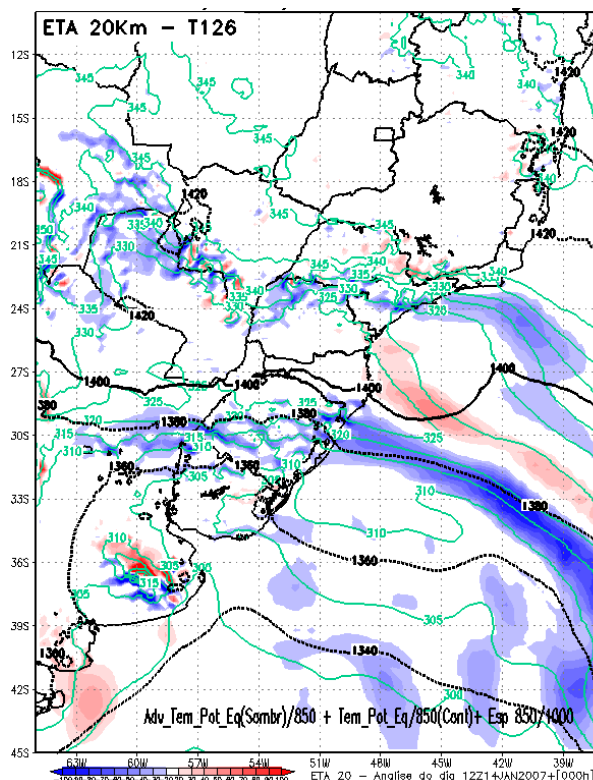


**Figura 14:** a) imagem de satélite no canal infravermelho, b) Campo de pressão em superfície ao nível do mar (linhas pretas) e temperatura em 1000 hPa (colorido), c) altura geopotencial em 850 hPa (linhas brancas), temperatura potencial equivalente em 850 hPa (linhas contínuas e pontilhadas em verde) e advecção de temperatura potencial equivalente em 850 hPa (frio em azul e quente em vermelho), d) temperatura de ponto de orvalho em 1000 hPa (linha contínua preta), água precipitável (colorido) e vento em nós em 1000 hPa. Data: 14/01/07, hora 12Z .

Por outro lado, o sistema que está localizado mais ao norte apresente um gradiente fraco tanto de temperatura quanto de pressão. Além disso, não é possível identificar um anticiclone pós-frontal na retaguarda deste sistema. Pelo contrário, nota-se um sistema de baixa pressão de 1008 hPa centrado sobre o Estado de Mato Grosso do Sul (MS). Em função destas diferenças já se pode concluir que este último sistema está relacionado à presença de um cavado em superfície, enquanto o sistema localizado mais ao sul apresenta características típicas de uma frente fria clássica. Na análise do campo de temperatura potencial equivalente (**Figura 14 c**) é possível identificar que ambos os sistemas apresentam um significativo gradiente, devido ao fato de que esta variável conservativa leva informação tanto da temperatura quanto da umidade do ar. Assim, ambos os sistemas podem ser facilmente identificados através de uma área com abundante nebulosidade e significativo gradiente de umidade. No caso do cavado baroclínico, o gradiente reflete principalmente o contraste de umidade já que não é observado um gradiente significativo de temperatura (**Figura 14 b**). Entretanto, o gradiente de temperatura potencial associado à frente fria reflete o contraste de umidade e de temperatura. Assim, pode-se concluir que esta variável analisada de forma independente não é suficiente para diferenciar uma frente de um cavado. No entanto, a análise da carta de temperatura de ponto de orvalho em 1000 hPa, água precipitável e vento em 1000 hPa (**Figura 14 d**) permitem discernir ambos os sistemas. Nota-se que no caso da frente fria, o gradiente de temperatura de ponto de orvalho é mais intenso se compararmos com o cavado baroclínico.

Através da imagem de Satélite (**Figura 14 a**) pode-se observar que, no caso da frente fria, a nebulosidade mais significativa encontra-se atrás do sistema. Por outro lado, no cavado baroclínico a banda de nebulosidade distribui-se principalmente na frente do sistema. Esta é mais uma característica que diferencia ambos os sistemas.

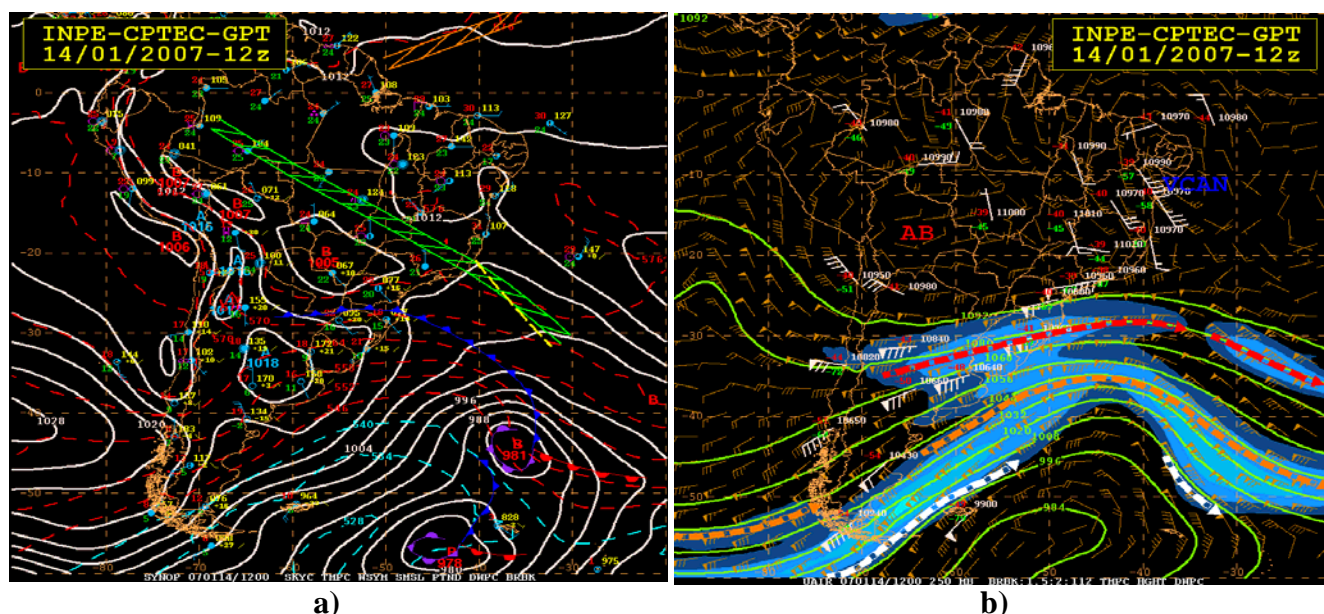
A **Figura 15** permite identificar um gradiente significativo de espessura 850/1000 e de temperatura potencial equivalente em 850 hPa associado à frente fria na altura do sul de Santa Catarina (SC). Entretanto, para o caso do cavado baroclínico, apenas pode-se observar um gradiente de temperatura potencial equivalente e advecção de temperatura potencial equivalente. Não se observa gradiente de espessura 500/1000 para este último caso.



**Figura 15: Temperatura potencial equivalente em 850 hPa (linhas contínuas em verde), advecção de temperatura potencial equivalente em 850 hPa (frio em azul e quente em vermelho) e espessura 850/1000 (linhas pontilhadas). Data: 14/01/07, hora 12Z.**



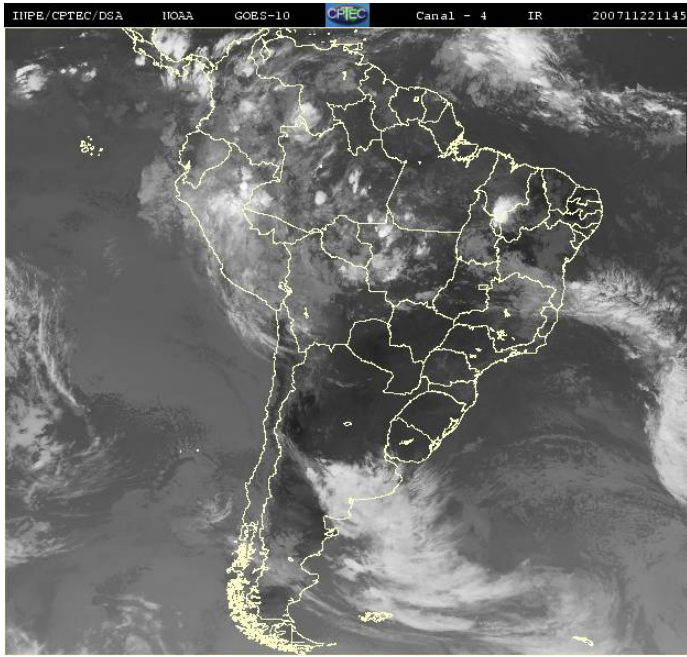
A **Figura 16** mostra a análise sinótica de superfície altitude elaborada pelo Grupo da Previsão de Tempo (GPT) do CPTEC. Nota-se em superfície (**Figura 16 a**), a presença de uma frente fria no oceano Atlântico Sul se estendendo em direção a SC. Mais ao norte, sobre oceano, observa-se um cavado direcionado ao norte do RJ. Este sistema dá suporte dinâmico para o estabelecimento de um episódio de ZCAS (linha verde), se estendendo pelo interior do continente desde a Região Sudeste até o sul da Região Norte. Em altitude (**Figura 16 b**) nota-se a presença do JST contornando um cavado sobre o oceano Atlântico, com eixo localizado aproximadamente em 40W. Mais ao sul, e quase na mesmo meridiano, nota-se um outro cavado contornado pelo ramo norte do jato polar (JPN). Este sistema dá suporte dinâmico à frente fria que está mais ao sul, sobre o Atlântico. O fato de não observar-se o JPN associado ao cavado que atua sobre o RJ, permite descartar a presença de uma frente fria clássica sobre esta região. Em síntese, o tipo de jato associado ao sistema em superfície é mais um elemento que permite discernir entre frente ou cavado.



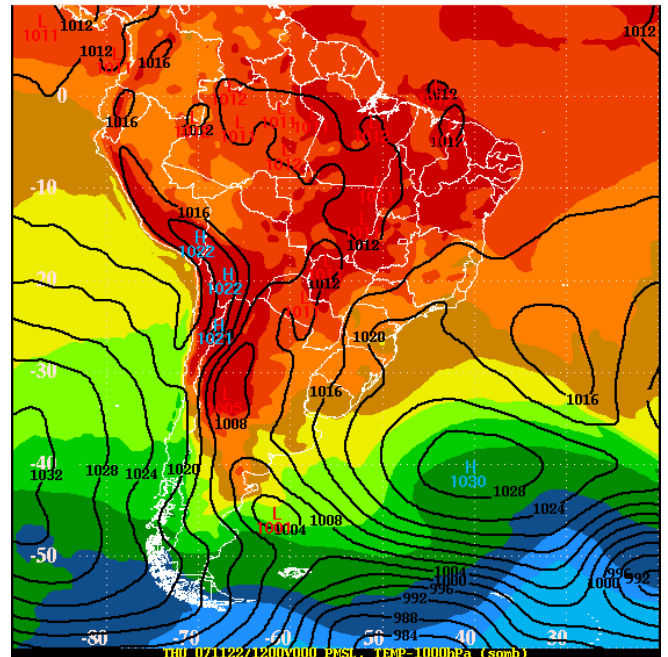
**Figura 16:** a) Carta de pressão em superfície ao nível do mar (esquerda). Isóbaras em linhas brancas, espessura 500/1000 em linhas tracejadas coloridas. b) Carta de altitude (250 hPa) (direita), altura geopotencial (linhas amarelas), vento (barbela), isotacas (sombreado) e jatos (setas coloridas). Data: 14/01/07, hora 12Z.

Na imagem de Satélite no canal infravermelho (**Figura 17 a**) é possível identificar uma banda de nebulosidade bem organizada no oceano Atlântico, se estendendo em direção ao sul da Bahia (BA). O campo de pressão e de temperatura em superfície (**Figura 17 b**) mostra a presença de um ciclone de 1016 hPa em 26S, 33W, associado a uma frente que se estende em direção ao continente. Nota-se que o gradiente de temperatura associado a este sistema é muito fraco, entretanto os gradientes de temperatura de ponto de orvalho (**Figura 17 c**) e de temperatura potencial equivalente (**Figura 17 d**) são significativos. Na Figura 18 a também é possível observar que o gradiente de espessura 850/1000 é praticamente desprezível sobre o sul da BA, embora possa observar um significativo gradiente de temperatura potencial equivalente em 850 hPa. O fato de não se observar um gradiente significativo de temperatura associado a este sistema, faz com que esta característica seja e um fator determinante para definir este sistema apenas como um cavado baroclínico ou simplesmente frente subtropical.

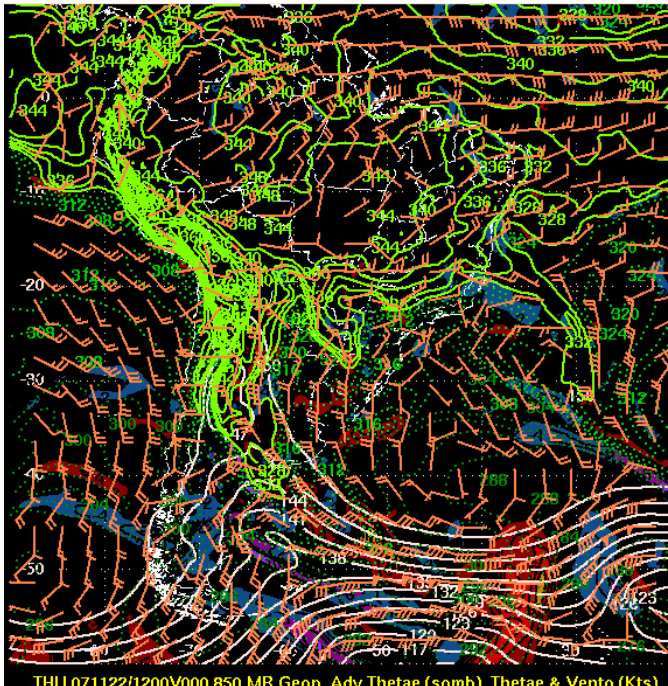
A **Figura 18 b** mostra a presença de um cavado em 250 hPa, se estendendo desde o oceano até o interior de MG. Observa-se também que o jato que contorna este sistema dinâmico é o subtropical (JST), sendo este mais um elemento para caracterizar este sistema apenas como cavado baroclínico.



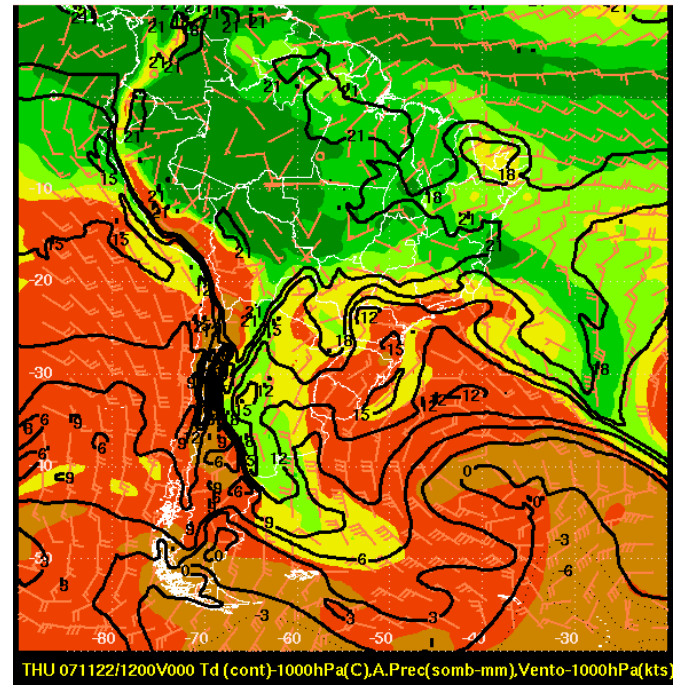
a)



b)

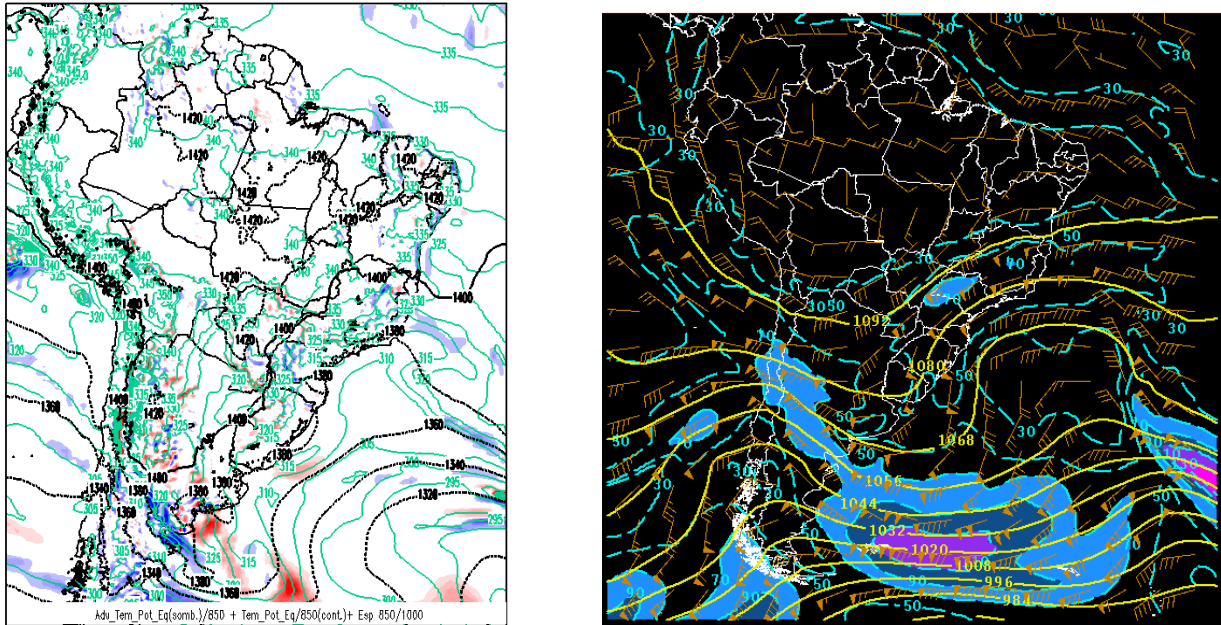


c)



d)

Figura 17: a) imagem de satélite no canal infravermelho, b) Campo de pressão em superfície ao nível do mar (linhas pretas) e temperatura em 1000 hPa (colorido), c) altura geopotencial em 850 hPa (linhas brancas), temperatura potencial equivalente em 850 hPa (linhas contínuas e pontilhadas em verde) e advecção de temperatura potencial equivalente em 850 hPa (frio em azul e quente em vermelho), d) temperatura de ponto de orvalho em 1000 hPa (linha contínua preta), água precipitável (colorido) e vento em nós em 1000 hPa. Data: 22/11/07, hora 12Z .



**Figura 18:** a) Temperatura potencial equivalente em 850 hPa (linhas contínuas em verde), advecção de temperatura potencial equivalente em 850 hPa (frio em azul e quente em vermelho) e espessura 850/1000 (linhas pontilhadas), b) altura geopotencial em 250 hPa (linhas amarelas), vento (barbela) e isotacas (sombreado) em 250 hPa. Data: 14/01/07, hora 12Z.

## 5. Referências bibliográficas

- CELEMIN, A. H., 1984: Meteorologia Prática. Edição del Autor, Mar del Plata, República Argentina, pp 313.
  
- EICHENBERGER, W, 1976: Meteorologia para aviadores, Editorial Paraninfo, Barcelona.
  
- GAN M. A., and V. B., RAO, 1990: Surface Cyclogenesis over South America. Mon. Wea. Rev. 119, 1293-1302.
  
- KOUSKY, V. E., M. A GAN, 1981: Upper tropospheric cyclonic vortex in the tropical South Atlantic. Tellus, 33, 538-551.
  
- MEDINA, M., 1976: Meteorología básica sinóptica, Paraninfo, Madrid.
  
- NASCIMENTO, E. L, 2005: Previsão de tempestades severas utilizando-se parâmetros convectivos e modelos de mesoescala: uma estratégia operacional adtotável no Brasil?. Ver. Bras. Meteor., v. 20, p. 121-140.

- NECCO, G. V., 1982: Behavior of the cyclonic vortices in the South American region during FGGE: Cyclogenesis. (Comportamiento de vórtices ciclónicos en el área Sudamericana durante el FGGE: Ciclogénesis). Meteorologica, Vol. VIII, 7-20.
  
- PAEGLE, J., 1987: Interactions between convective and large-scale motions over Amazonia. Geophysiology of Amazonia: Vegetation and Climate Interactions, R. Dickinson, Ed., Wiley, 347-390.
  
- PALMÉN, E., NEWTON, C. W., 1969: Atmospheric circulation Systems, Academic Press, Nueva York y Londres.
  
- SANDERS, F., 2005: Real Front or Baroclinic Trough? Weather and Forecasting, 13, 4, 547-651.
  
- TALJAARD, J. J., 1972: Synoptic meteorology of the Southern Hemisphere. Meteor. Monogr., 13, 139-214.