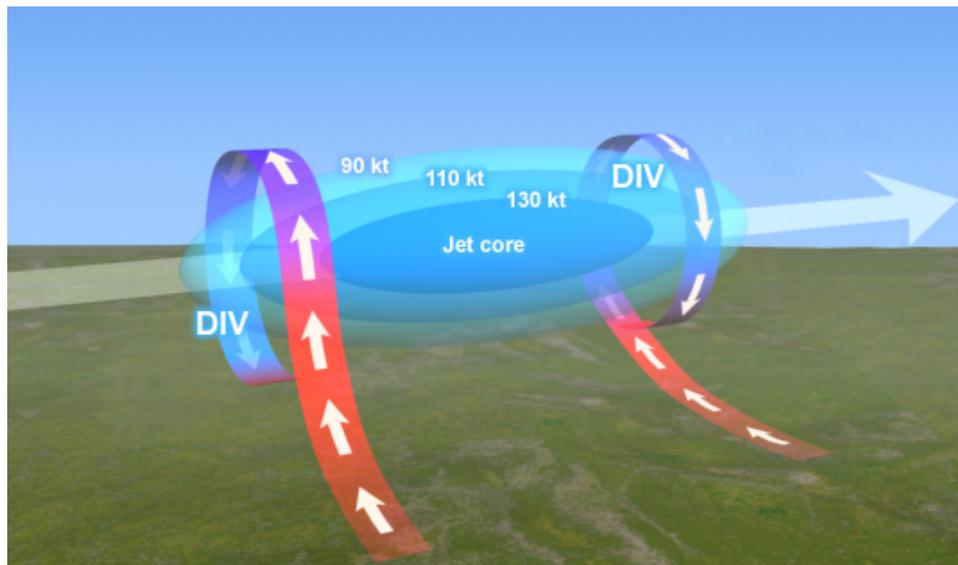




Circulação de *Jet Streak's*

João Carlos Martins Teixeira

Departamento de Física
Meteorologia Sinóptica



2011

Conteúdo

1	Introdução	2
1.1	Correntes de Jacto	2
1.2	<i>Jet Streak</i>	3
2	<i>Jet Streak</i>	4
2.1	Divergência em níveis superiores	4
2.2	Vento Ageostrofico	5
2.2.1	Componentes do vento ageostrófico	6
3	Dinâmica da Circulação de <i>Jet Streak</i>	9
3.1	Entrada e Saída do Jacto	9
3.1.1	Modelo Dinâmico	9
3.1.2	Saída do Jacto	10
3.1.3	Entrada do Jacto	11
3.2	Efeito da Curvatura na Dinâmica das <i>jet streak's</i>	11
3.3	Advecção Térmica e o Movimento Vertical	13
3.4	Regressão de um Jacto	14
3.5	Acoplamento entre duas circulações de <i>jet streak</i>	15
4	Conclusão	17

Capítulo 1

Introdução

Devido ao aquecimento diferencial da atmosfera, são gerados sistemas de altas e baixa pressão ao longo do globo. Estes sistemas de pressão tendem a distribuir-se em bandas, alta pressão no equador, baixa pressão ao longo das latitudes médias e alta pressão nas regiões polares. Desta forma nas latitudes médias temos ventos que tendem a soprar de Oeste para Este, enquanto que nas regiões polares e no equador estes tendem a ter direcção contrária.

Em altitude existem zonas definidas por canais estreitos onde o fluxo de ar é intenso, a estes canais dá-se o nome de corrente de jacto – *jet stream*.

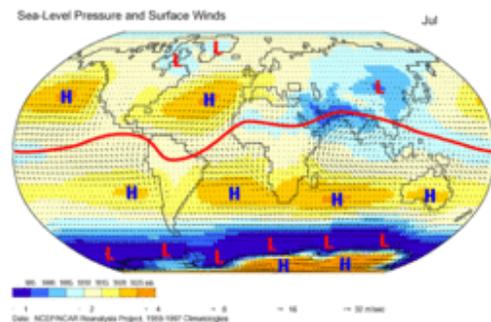


Figura 1.1: Distribuição média da pressão à superfície.

1.1 Correntes de Jacto

Como se viu anteriormente, as correntes de jactos são canais estreitos, que se estendem por centenas de quilómetros, onde flui um vento intenso, superior a 30 m/s , ao qual está associado um forte cisalhamento vertical. Estas correntes encontram-se geralmente próximo da tropopausa, cerca de 10 km de altitude, zona de transição entre a troposfera e a estratosfera, onde existe um forte gradiente de pressão e temperatura, que em conjunto com a aceleração de Coriolis forçam este tipo de circulação intensa. Meridionalmente as correntes de jacto vão se encontrar junto da confluência da célula de Hadley com a célula de Ferrel, e da confluência da célula de Ferrel com a célula Polar, pois é onde os gradientes térmicos são mais intensos devido à mistura de duas massas de ar com características diferentes, como se pode ver na figura 1.2.

Apesar destas estruturas serem típicas das altas altitudes, podem também ser encontradas a baixa altitude.

Uma vez que existe variabilidade sazonal no aquecimento da superfície da Terra, vamos também ter uma variabilidade sazonal nos gradientes de temperatura e pressão, afectando assim a intensidade e localização das correntes de jacto. Desta forma durante o inverno, quando os gradientes são mais fortes, as correntes de jacto tendem a ser mais intensas e deslocam-se mais para Sul. Durante o Verão os gradientes de temperatura e pressão enfraquecem, levando a uma desentisificação da corrente de jacto e a que esta se desloque para Norte.

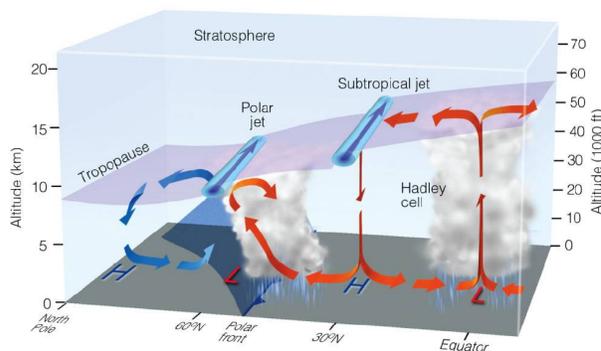


Figura 1.2: Posição média da corrente de jacto Polar e subtropical correspondente a um modelo de circulação geral para o Inverno.

1.2 *Jet Streak*

À isotaca de maior magnitude dentro de uma corrente de jacto denomina-se de *jet streak*. Assim sendo *jet streak's* é uma circulação de pequena escala, embebida na corrente de jacto, onde ocorre o máximo de intensidade do vento. A *jet streak* desempenhando um papel importante no desenvolvimento de ciclogénese e tempo severo associados às correntes de jacto, pois é nesta zona que corrente de jacto irá interferir com o movimento vertical da atmosfera.

Devido a estas características tem-se dado uma grande atenção ao estudo da dinâmica das *jet streak's*, recorrendo-se essencialmente a modelos conceptuais idealizados e modelos numéricos.

Capítulo 2

Jet Streak

Neste capítulo discutir-se-á o desenvolvimento de circulações de *jet streak*, focando os efeitos que estas estruturas tem na circulação da baixa troposfera.

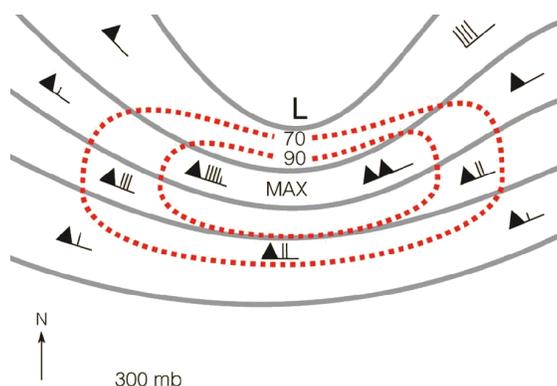


Figura 2.1: Representação esquemática de uma *jet streak* para o nível 300 mb , com linhas equipotenciais a cinza e isotacas a vermelho.

2.1 Divergência em níveis superiores

Como podemos ver na figura 2.1, as *jet streak's* estão embebidas num vale de pressão, assim sendo, é esperado que esta circulação interaja com o vale. Uma das influências da interação das *jet streak's* com os sistemas nas quais estas estão contidas é a alteração da divergência do sistema.

Desta forma torna-se necessário compreender o desempenho da divergência nestes sistemas.

Atendendo a um modelo de *jet streak* como o representado na figura 2.1, e considerando a zona com metade do comprimento de onda associado ao vale de pressão, como representada na figura 2.2, é possível, utilizando o vento gradiente, quantificar a quantidade de divergência que é produzida pela circulação de *jet streak* contida no canal de meio comprimento de onda, através da expressão dada pela equação 2.1.

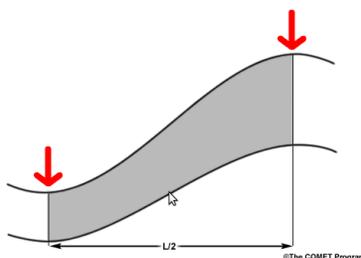


Figura 2.2: Esquema do canal utilizado para estimar a divergência produzida pela circulação.

$$\overline{D}_a \sim \frac{16\pi^2 AV(V - V_L)}{fL^3} \quad (2.1)$$

onde:

- \overline{D}_a é a divergência média, desde a cava da onda até à crista;
- A a amplitude da onda;
- V a velocidade do vento num nível de referência;
- V_L a velocidade do vento no nível de não divergência;
- f o parâmetro de Corioli
- L é o comprimento de onda.

Como podemos ver pela análise dos termos que constituem a equação 2.1, para se ter um máximo de divergência a onda que constitui o sistema de circulação de *jet streak* terá que ter uma grande amplitude, curto comprimento de onda, uma vez que a divergência é inversamente proporcional ao cubo do comprimento de onda, ventos intensos no nível onde temos circulação de *jet streak*, forte cisalhamento do vento entre o nível de referência e o nível de não divergência.

Outro resultado importante que vem da análise da equação 2.1, deve-se ao facto do cisalhamento do vento ser função do gradiente térmico horizontal, ou seja, à baroclinicidade. Assim sendo podemos concluir que quanto maior for a baroclinicidade maior será a divergência do sistema.

2.2 Vento Ageostrofíco

De forma a compreender o movimento vertical nas *jet streak's* é necessário compreender a divergência destes sistemas. Por outro lado de forma a compreender a divergência é crucial compreendermos os vento ageostrófico.

Assim sendo é necessário definir o que é o vento ageostrófico, de forma a que seja possível compreender o papel que este desempenha no desenvolvimento de divergência na circulação de *jet streak*.

O vento agestrófico define-se como sendo a diferença entre o vento real e o vento geostrófico, equação 2.2.

$$\vec{V}_{ageo} = \vec{V} - \vec{V}_{geo} \quad (2.2)$$

Uma vez que define-se vento real como sendo:

$$\frac{d\vec{V}}{dt} = -\frac{1}{\rho}\nabla p + f\vec{V} \times \hat{k} \quad (2.3)$$

onde

- ρ é a densidade do ar
- ∇p o gradiente de pressão

substituindo o termo da direita da equação 2.3 na equação que nos dá a defenição de vento ageostrófico, 2.2, e resolvendo em ordem ao vento ageostrófico obtém-se:

$$\vec{V}_{ageo} = \frac{\hat{k}}{f} \times \frac{d\vec{V}}{dt} \quad (2.4)$$

expandindo agora o termo da aceleração do vento real, utilizando o vento ageostrófico no termo da tendência temporal vem que:

$$\vec{V}_{ageo} = \frac{\hat{k}}{f} \times \left[\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\hat{k}}{\rho f} \times \nabla p \right) + (\vec{V} \cdot \nabla)\vec{V} + w \frac{\partial \vec{V}}{\partial z} \right] \quad (2.5)$$

desta forma obtém-se uma expressão para o vento ageostrófico onde se pode identificar o termo da aceleração local do vento, primeiro termo da direita, o termo da adveção inercial, segundo termo da direita e o terceiro termo diz respeito ao movimento inercial diabático.

2.2.1 Componentes do vento ageostrófico

De forma a melhor compreender o papel que cada termo da equação 2.5 desempenha na circulação vai-se analisar cada termo individualmente.

Vento Isolobárico

O primeiro termo do lado esquerdo da equação 2.5, é usualmente designado por vento isolobárico, este termo é proporcional ao gradiente da tendência da pressão.

Assim sendo é uma componente do vento ageostrofico que flui das altas pressão para as baixas pressões. Este termo têm maior significado nas camadas mais baixas da atmosfera, até cerca do nível dos 850 hPa, pois é nesta zona que a divergência integrada da atmosfera afecta as variações do campo do geopotencial e da pressão.

$$\vec{V}_{isall} = \frac{\hat{k}}{\rho f^2} \nabla \frac{\partial p}{\partial t} \quad (2.6)$$

Vento inercial advectivo

Como se viu anteriormente o segundo termo da equação 2.5 diz respeito à advecção da inercia do vento ageostrófico. Este termo torna-se importante no estudo do fluxo, quando este está sobre um regime de curvatura, e, ou quando existe um forte cisalhamento do fluxo a sotavento.

Este termo tem em geral grande ênfase quando estudamos fluxos de vento que se encontram entre a média e a alta troposfera, pois é nesta zona da atmosfera que existe uma mudança drástica do fluxo.

$$\vec{V}_{iner-adv} = \frac{\hat{k}}{f} \times (\vec{V} \cdot \nabla) \vec{V} \quad (2.7)$$

Atendendo à equação 2.7, desprezando a curvatura do fluxo, podemos ver que na região de entrada da *jet streak* vamos ter um vento ageostrófico que aponta para esquerda do sentido da circulação, como podemos ver na figura 2.3, em que na entrada do jacto a componente ageostrófica do vento aponta para Norte, criando assim à entrada do jacto uma zona de convergência à esquerda e uma zona de divergência à direita.

À saída do jacto o fluxo é forçado a desacelerar, desta forma o vento ageostrófico tende a ter direcção para a direita do fluxo, no caso da figura 2.3 tem direcção sul, criando desta forma convergência no lado equatorial do jacto e divergência a Norte.

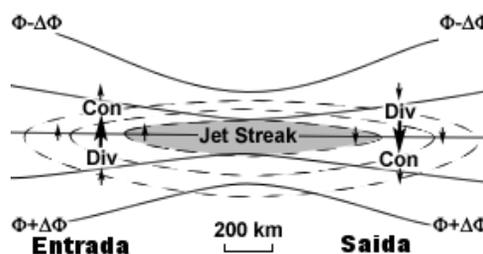


Figura 2.3: Representação esquemática da variação da direcção do vento inercial advectivo numa *jet streak* – desprezando a curvatura.

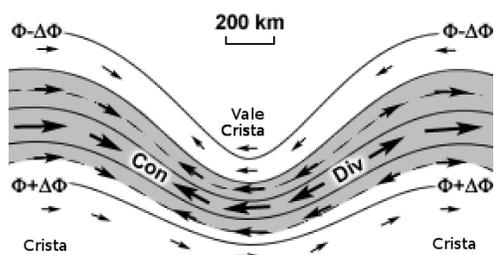


Figura 2.4: Representação esquemática da variação da direcção do vento inercial advectivo numa *jet streak* – sem desprezar a curvatura.

Se se considerar apenas o efeito da curvatura do fluxo, desprezando os efeitos de aceleração do fluxo, figura 2.4 vamos ver que o vento ageostrófico inercial advectivo tende a ter direcção contraria ao fluxo na cava da onda e direcção igual à do fluxo na crista da onda. Isto faz com que haja dificuldade do jacto se propagar na crista de uma onda quando esta tem uma grande curvatura e forte gradiente de geopotencial

Assim sendo, irá ser gerado um dipolo de divergência, com convergência em frente (barlavento) das cristas, e divergência em frente aos vales.

Vento inercial diabático

O terceiro e último termo da equação do vento ageostrófico, equação 2.5, é denominado de vento inercial diabático ou vento inercial convectivo, pois representa o movimento vertical do fluxo.

Atendendo à natureza deste termo, é de esperar que este tenha uma maior magnitude em regiões onde o movimento vertical é intenso, zonas com forte cisalhamento vertical do vento, combinado com aquecimento diabático.

$$\vec{V}_{iner-conv} = \frac{\hat{k}}{f} \times w \frac{\partial \vec{V}}{\partial z} \quad (2.8)$$

Assim sendo, num fluxo de Oeste, com um forte cisalhamento vertical do vento, uma parcela de ar com baixo momento que sobe até uma zona com um forte momento, é forçada a acelerar para Este e o vento ageostrófico tem direcção para Norte.

Por outro lado, uma parcela de ar que se desloque por uma região de aquecimento diabático, irá subir segundo superfícies isentrópicas, acelerando segundo um cisalhamento vertical, como representado na figura 2.5.

Desta forma, pode-se ter a formação de uma *jet streak*, em altitude, a norte de um ciclone, ou até uma intensificação da circulação de uma *jet streak* já existente.

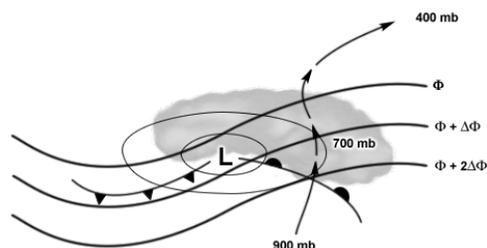


Figura 2.5: Representação esquemática da ascensão de uma parcela de ar, com aquecimento diabático, entre os 900 e os 400 mb.

Capítulo 3

Dinâmica da Circulação de *Jet Streak*

A presença de um fluxo de ar intenso nos níveis mais alto da troposfera pode levar à formação ciclogênese nas camadas mais baixas.

Neste capítulo irá ser discutida a dinâmica associada às correntes de *jet streak* e sua influência nas camadas mais baixas da troposfera.

3.1 Entrada e Saída do Jacto

Para compreender a dinâmica da *jet Streak* vai considerar-se um modelo, em que existe um jacto que flui de Oeste para Este, em altitude. Como vimos anteriormente, o vento ageostrófico gerado por este jacto irá produzir quatro células de divergência, devido à criação de vorticidade anticiclónica à entrada do jacto e ciclónica à saída do jacto.

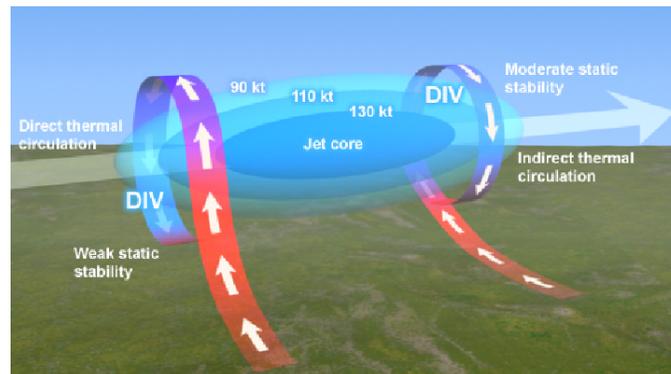


Figura 3.1: Representação esquemática do modelo dinâmico de uma corrente de jacto.

3.1.1 Modelo Dinâmico

Atendendo ao modelo considerado, a Sul da entrada do jacto irá desenvolver-se um jacto de baixo nível que sobe em direcção à zona da convergência, criada pelo jacto do nível mais alto, que faz com que haja advecção de ar quente para as camadas mais altas da atmosfera. A norte da entrada do jacto vamos ter uma circulação descendente

em direcção à zona de divergência.

Assim sendo, na entrada do jacto temos uma corrente ascendente de ar quente a sul do jacto, um forte cizalhamento vertical do vento, vorticidade anticiclónica que torna esta circulação inercialmente fraca e estabilidade estática fraca, levando a que na entrada de um jacto esteja muitas das vezes associada a fortes nevões de inverno.

Na entrada do jacto estamos perante a zona ciclónica do jacto, onde existe uma maior estabilidade. De qualquer modo devido à resposta do vento isolobárico à circulação do jacto, vamos ter uma corrente de jacto na camada mais baixa da atmosfera a Sul do jacto, que de igual modo ao que se sucedia na entrada do jacto, irá ascender pela zona de convergência e subsidiar em direcção à zona de divergência.

Assim sendo podemos concluir que quer na entrada do jacto quer na saída deste, o vento isolobárico tende a dominar a circulação nas camadas mais baixas, criando uma corrente de jacto de baixo nível, enquanto que nas camadas mais altas a resposta à circulação de jacto é dominada pelo termo inercial advectivo.

É de salientar que em ambos os casos a corrente de jacto induzida nas camadas mais baixas surge como uma resposta isolobárica com inclinação ao longo das superfícies isentrópicas à divergência existente no jacto.

3.1.2 Saída do Jacto

Na saída do jacto existe uma forte desaceleração do fluxo, o que leva a uma forte convergência de massa nesta zona. Esta convergência de ar, faz com que as superfícies isentrópicas se afastem. Assim sendo irá existir uma desestabilização dinâmica da atmosfera nos níveis mais baixos pois irá ser gerada inclinação das superfícies isentropicas ao longo do jacto.

O aumento da inclinação das superfícies isentropicas leva a uma intensificação do jacto existente junto da superfície, que flui sobre as superfícies isentropicas, levando a que se possa desenvolver fenómenos meteorológicos.

Note-se que neste caso não considerámos a existência de qualquer aquecimento diabático, a separação das superfícies isentrópicas é feita por um processo adiabático que resulta apenas da convergência de massa nesta zona do jacto.

No caso de se considerar aquecimento diabático neste processo, por libertação de calor latente ou sensível, irá existir um maior afastamento das superfícies isentrópicas, levando a uma maior inclinação destas e conseqüentemente uma maior intensificação

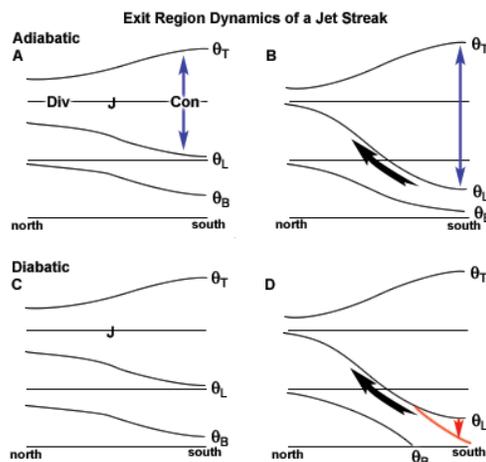


Figura 3.2: Representação esquemática do efeito da convergência do fluxo à saída do jacto para um caso adiabático, A e B, e diabático, C e D.

do jacto das camadas mais baixas.

3.1.3 Entrada do Jacto

Existem vários aspectos a considerar na entrada de um jacto.

Como se viu anteriormente existe uma circulação térmica directa junto da entrada do jacto, o que leva a que exista uma corrente de Norte do lado Norte do jacto, onde o ar é mais frio, como vimos no modelo dinâmico. Assim sendo temos ar frio que é transportado para as camadas mais baixas, levando ao desenvolvimento de frentes.

No lado Sul do jacto, há um transporte de massa de ar quente para camadas mais altas, que surge como resposta à divergência existente neste lado do jacto, tal como já foi mencionado.

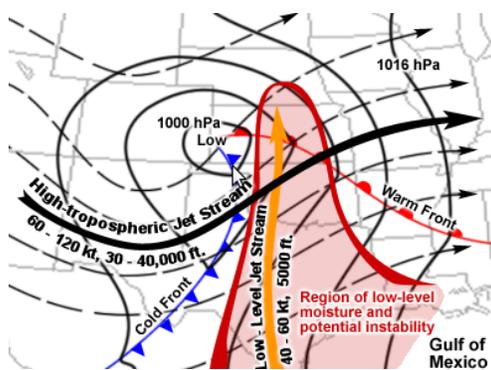


Figura 3.3: Representação esquemática do acoplamento do jacto dos níveis mais altos da troposfera com o existente nos níveis mais baixos.

superfície.

Desta forma, e atendendo a todos os factores considerados pelo modelo dinâmico e pelos efeitos dinâmicos e termodinâmicos que estão presentes quer na entrada quer na saída do jacto, vamos obter, tipicamente, o acoplamento de duas *jet streak's*, em que a partir de uma circulação de *jet streak* na alta troposfera levará à formação de uma *jet streak* na baixa troposfera, com direcção de fluxo perpendiculares, como se pode observar na figura 3.3.

Esta apresentação de fluxos de *jet streak* favorece a formação de eventos meteorológicos severos e cavamento de depressões junto da

3.2 Efeito da Curvatura na Dinâmica das *jet streak's*

Ao longo das secções anteriores considerámos um modelo simples, onde o jacto era simétrico, apresentando quatro quadrantes de divergência, dois sectores de convergência e dois sectores de divergência. Na atmosfera isso nem sempre acontece, o jacto pode adquirir curvatura, assim sendo torna-se pertinente considerar o efeito da curvatura do jacto na dinâmica deste.

Caso o jacto tenha curvatura ciclónica, a divergência do lado Norte do jacto é bastante intensa, enquanto que do lado equatorial do jacto tanto é possível que este seja divergente como convergente, ou seja, é gerado um dipolo de divergência e divergência intensa a Norte e junto do eixo do jacto, e uma zona de divergência indeterminada a Sul.

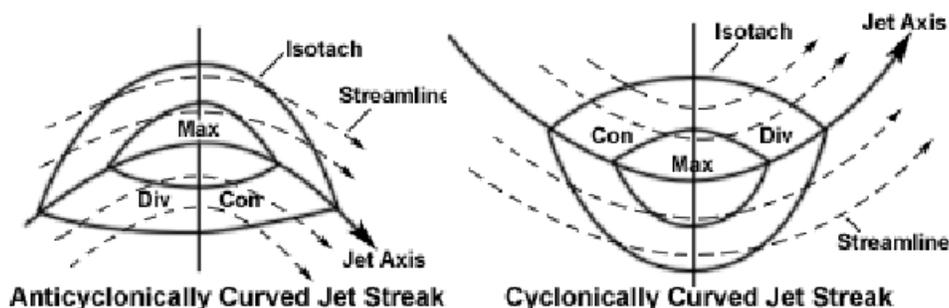


Figura 3.4: Representação esquemática do efeito da curvatura nas correntes de *jet streak*.

Este efeito de dipolo de divergência do lado Norte do jacto, faz com que o fluxo de ar seja ligeiramente descendente na entrada do jacto, pólo de convergência e ascendente à saída, pólo de divergência.

Por outro lado, quando o jacto tem curvatura anticiclónica sucede-se a situação inversa, sendo gerado um dipolo de convergência e divergência do lado equatorial, deixando uma zona de divergência indeterminada a Norte do jacto, como se pode ver na figura 3.4. Neste tipo de curvatura, vamos ter um fluxo ascendente à entrada do jacto e descendente à saída deste, analogamente ao que se verifica para a curvatura ciclónica.

Neste caso de curvatura anticiclónica existe um limite para o qual o jacto pode curvar, pois caso este tenha muita curvatura, será produzida instabilidade inercial, promovendo a mistura das propriedades da atmosfera e inibindo a formação de circulação de jacto.

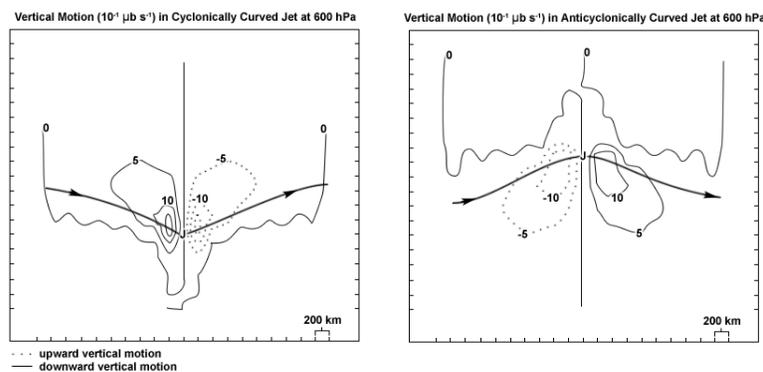


Figura 3.5: Representação esquemática do efeito de ascendência e subsidência do fluxo de ar devido à curvatura nas correntes de *jet streak*.

3.3 Advecção Térmica e o Movimento Vertical

Outro aspecto importante a considerar quando se estuda a dinâmica de *jet streaks* é o efeito de advecção térmica ao longo de um jacto no movimento vertical.

De forma a compreender o efeito da advecção num jacto vai considerar-se dois casos, um em que temos advecção de ar frio ao longo do jacto, como representado no esquema superior da figura 3.6 e o caso em que existe advecção de ar quente ao longo do jacto, esquema inferior da figura 3.6.

Como já se viu anteriormente, e considerando o modelo dinâmico introduzido neste capítulo, a Norte do jacto tem-se ar frio, e a Sul ar quente. Assim sendo, quando as superfícies isentrópicas inclinam para Norte fazem com que o fluxo de ar criado pela corrente de jacto transporte ar mais frio para uma zona de ar quente na saída do jacto.

Deste modo, a circulação vertical ciclónica existente à entrada do jacto irá ficar deslocada para Sul, passando a existir um movimento descendente junto do eixo da *jet streak*. De forma similar, à saída do jacto, a circulação vertical anticiclónica existente irá ficar deslocada para Norte, fazendo com que exista um movimento descendente junto do eixo da *jet streak*.

No caso em que existe uma inclinação para Sul das superfícies isentrópicas, o fluxo de ar irá transportar ar quente da entrada do jacto para a saída do jacto onde o ar é mais frio – advecção quente. Este tipo de advecção desloca as células de circulação vertical existentes à entrada e saída do jacto, fazendo com que, à semelhança da advecção fria, exista um descentramento desta circulação secundária, passando a ter, desta forma, movimento ascendente junto do eixo da *jet streak*, quer à saída quer à entrada do jacto.

Este resultado mostra que a advecção térmica ao longo do jacto é capaz de alterar a dinâmica do jacto, descentrando a circulação vertical secundária existente à entrada e saída do jacto.

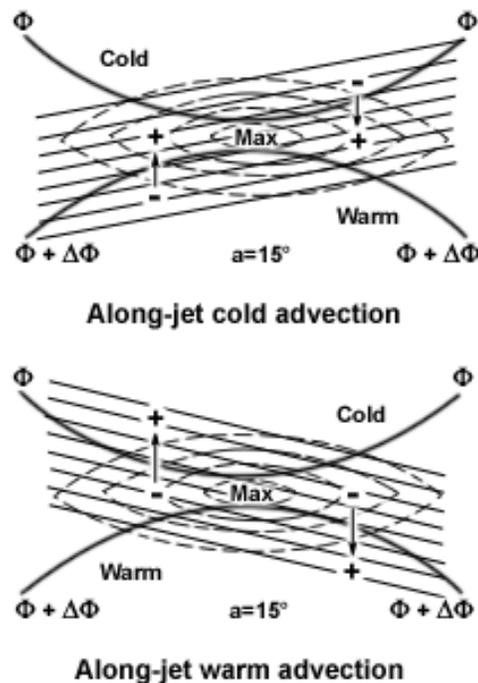


Figura 3.6: Representação esquemática do advecção fria e quente numa corrente de jacto, com as isotacas a tracejado, isentropicas linhas pretas finas, as linhas de geopotencial linhas pretas a cheio, o sinal + representa movimento descendente e o sinal – movimento ascendente.

3.4 Regressão de um Jacto

Viu-se já que a libertação de calor devido a uma ascensão diabática de uma parcela de ar tem influência na dinâmica da *jet streak*. Outro efeito associado à libertação de calor numa circulação de *jet streak* é a regressão espacial destas estruturas.

À medida que vai sendo libertado calor latente para junto da entrada da *jet streak*, é gerada mais divergência, aumentando assim a intensidade da divergência. O aumento de divergência faz com que o haja uma intensificação da corrente ascendente, levando à libertação de mais calor latente, como se pode ver na figura 3.7.

Esta geração de divergência pode fazer com que a entrada do jacto se desloque mais para Oeste, num jacto que flui para Este, permitindo deste modo, que o jacto se recunstrua para a sua retaguarda.

Pode também dar-se o caso da energia libertada pela ascensão diabática não ser suficiente para permitir a regressão da entrada da *jet streak*, mas ser suficiente para manter esta estacionária no espaço.

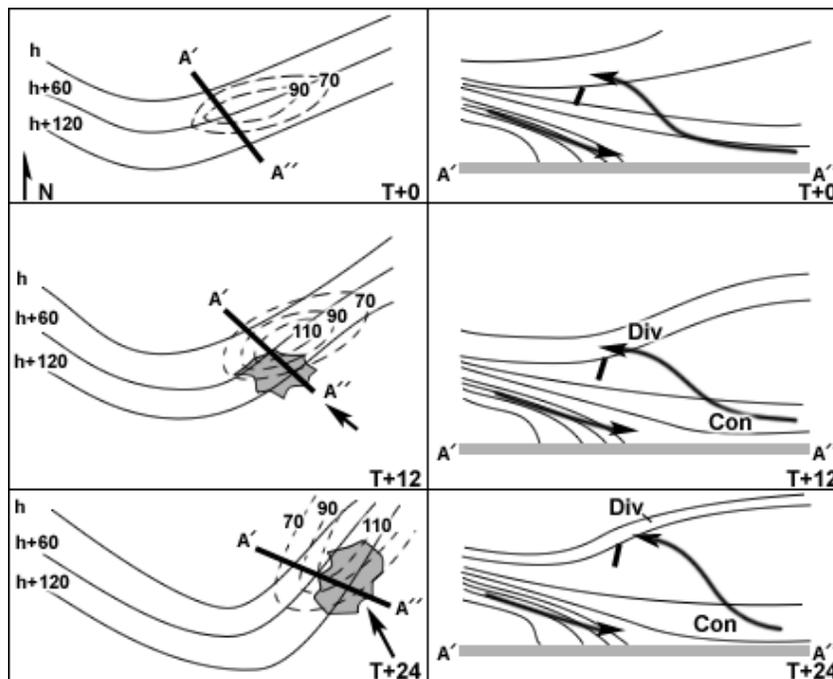


Figura 3.7: Representação esquemática do efeito de regressão devido à libertação de calor por ascensão diabática .

3.5 Acoplamento entre duas circulações de *jet streak*

Por vezes pode se ter duas circulações de *jet streak* distintas, mas suficiente próximas, de tal forma que a saída da *jet streak*, situada mais a Sul interage com a entrada de uma *jet streak* mais a Norte, como ilustrado na figura 3.8.

A interacção da saída de uma *jet streak*, com a entrada de uma *jet streak* a Norte desta irá promover uma intensificação do movimento vertical da atmosfera, pois irá permitir a interacção de uma circulação vertical directa, a Norte, com uma circulação vertical indirecta a Sul, como se pode ver na figura 3.9.

Ao haver uma intensificação do movimento vertical da atmosfera, vai existir condições para que junto da superfície haja um cavamento das depressões levando à formação de fortes sistemas depressionários.



Figura 3.8: Ilustração do efeito de acoplamento entre duas *jet streak's*

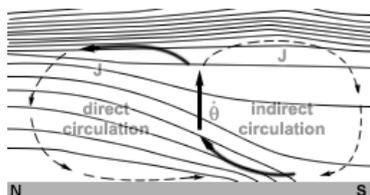


Figura 3.9: Representação do efeito de acoplamento entre duas *jet streak's* – corte vertical.

forma construtiva, criando uma forte corrente ascendente que pode elevar uma massa de ar até aos níveis mais altos da troposfera.

Este tipo de acoplamento construtivo está frequentemente associado a eventos de forte precipitação.

Na figura 3.8, viu-se a interacção de duas *jet streak's* dispostas horizontalmente. Mas também é possível existir acoplamento entre duas *jet streak's* dispostas na vertical. Caso exista um cruzamento entre uma *jet streak* situada na alta troposfera com uma *jet streak* existente em níveis mais baixos como representado na figura 3.10a, irá obter-se a interacção de duas células de circulação vertical que interagem de

Por outro lado, considerando o caso anterior, mas em vez de existir o cruzamento entre as duas *jet streak's*, estas se encontrarem alinhadas, as correntes ascendentes irão encontrar-se desfasadas como se pode ver na figura 3.10b, ou seja, enquanto a *jet streak* existente nos níveis mais baixos da troposfera promove a ascensão vertical das parcelas de ar, a *jet streak* existente nos níveis mais altos irá ter uma circulação descendente sobre esta. Desta forma existe uma destruição da circulação vertical.

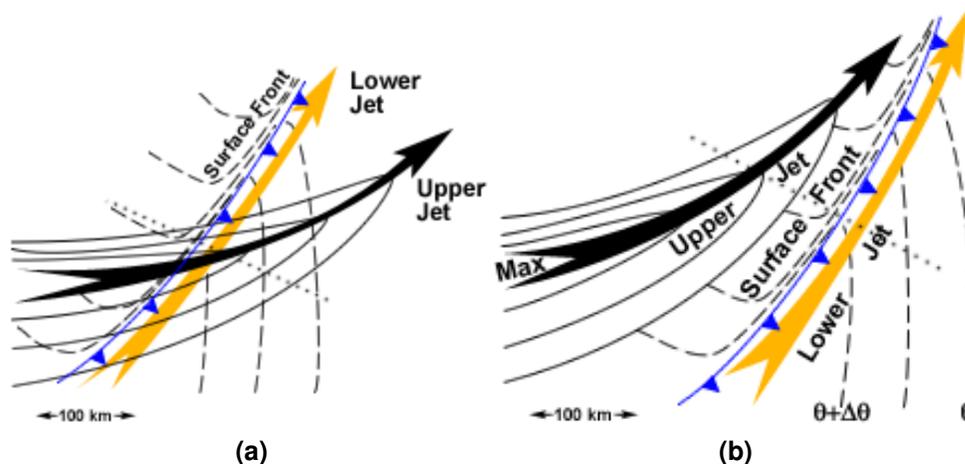


Figura 3.10: Representação esquemática do acoplamento vertical de duas *jet streak's*

Capítulo 4

Conclusão

Ao longo deste trabalho viu-se todo o processo que leva à formação de *jet streak's*. Viu-se também a importância que o vento agesostrófico desempenha quer na formação quer na dinâmica deste tipo de estruturas.

Viu-se também a influência de efeitos termodinâmicos, de curvatura associadas a estas estruturas e de acoplamento entre diferentes correntes de *jet streak's*, e como estas podem afectar os níveis mais baixos da troposfera, criando circulações secundárias.

Deu-se também ênfase aos efeitos associados à entrada e saída das *jet streak's*, pois é nesta zona que os efeitos dinâmicos e termodinâmicos se tornam mais importantes.

Atendendo à dinâmica das *jet streak's* foi também analisado como estas estruturas de jacto podem influenciar as condições atmosféricas junto da superfície, podendo levar à geração de ciclógenese, cavamento de sistemas depressionários, levar ao desenvolvimento de forte convecção que por sua vez pode dar origem a eventos de tempo severo,

Desta forma pode dizer-se que o estudo e monitorização destas estruturas de jacto é de extrema importância permitindo uma melhor compreensão dos efeitos que estas estruturas podem ter na circulação da atmosfera e de forma a melhor prever o estado do tempo.

Bibliografia

- [1] Ahrens, C. 2008. Essentials of Meteorology: An invitation to the Atmosphere. Thomson, Brooks/Cole
- [2] Holton, James R., *An Introduction to Dynamic Meteorology*, 4ª edição, Elsevier Academy Press, U.S.A. 2004.
- [3] Philip Cunningham ; Daniel Keyser *Tropopause-based mesoscale coherent vortices a dynamical interpretation of jet streaks.*
- [4] Philip Cunningham ; Daniel Keyser *Analytical and numerical modeling of jet streaks – Barotropic Dynamics.*
- [5] https://www.meted.ucar.edu/training_module.php?id=166