

A propósito da originalidade do ciclone Alex no Atlântico Norte (janeiro de 2016) With regard to the originality of North Atlantic cyclone Alex (January 2016)

Nuno Ganho

Departamento de Geografia e Turismo. Faculdade de Letras. Universidade de Coimbra.
Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT)
nganho@netvisao.pt

Resumo:

A originalidade do ciclone tropical Alex, que atingiu o arquipélago dos Açores na manhã do dia 15 de janeiro de 2016, resulta não só da sua génese fora da época habitual, como também das modificações da sua estrutura e características ao longo do seu percurso pelo Atlântico Norte, que se analisam neste artigo.

Palavras-chave: Ciclone. Alex. Atlântico Norte. Açores.

Abstract:

The originality of tropical storm Alex, which hit the Azores on the morning of January the 15th 2016, results not only from its genesis outside the usual time, as well as the changes in its structure and characteristics throughout its journey across the North Atlantic, which are analyzed in this article.

Keywords: Cyclone. Alex. North Atlantic. Azores.

Introdução

Os ciclones tropicais são as mais violentas e destrutivas perturbações de escala sinóptica da zona intertropical (Lamarre, 2005), afetando, entre outras regiões, o Atlântico Norte tropical, nomeadamente a região das Caraíbas e do Golfo do México, mas também, quando os padrões da dinâmica atmosférica assim o permitem, latitudes subtropicais e temperadas da costa oriental da América do Norte ou ilhas Atlânticas como o arquipélago dos Açores. Foi o que aconteceu no passado mês de janeiro do corrente ano de 2016 em que, no dia 15, os Açores foram atingidos pelo ciclone tropical *Alex*.

Atendendo a que a época dos ciclones tropicais no Atlântico decorre entre 1 de junho e 30 de novembro, a originalidade do ciclone tropical *Alex*, de acordo com os dados do *National Hurricane Center* em Miami, EUA (NHC, 2016a) resulta do facto de se tratar da segunda perturbação atmosférica deste tipo a gerar-se no Atlântico, em janeiro, desde 1938 e também o único ciclone tropical a prosperar no Atlântico, em janeiro, desde o *Alice*, em 1955, o qual, no entanto, adquiriu essa intensidade, não em janeiro mas a 31 de dezembro de 1954. O *Alex* foi também o segundo ciclone tropical a formar-se no Atlântico, em qualquer um dos meses do ano, a Norte do paralelo de 30° de latitude Norte e a Leste do meridiano de 30° de longitude Oeste, depois do *Vince*, em 2005 (Vaquero *et al.* 2008).

A originalidade da perturbação *Alex* encontra-se ainda no facto de a sua génese, como ciclone tropical, ter ocorrido sobre águas oceânicas com temperaturas de superfície significativamente mais

baixas do que é normal para a ciclogénese tropical e da sua intensificação se ter processado ao longo de um percurso com temperaturas superficiais do mar progressivamente mais baixas, ao contrário do que é comum acontecer.

A explicação destes factos originais exige uma análise da génese, evolução e diversidade deste tipo de perturbações atmosféricas de raiz tropical, em geral, e desta perturbação, em particular.

Génese e diversidade de perturbações intertropicais

As latitudes médias e altas são marcadas por fortes contrastes térmicos e higrométricos, horizontais e verticais, entre massas de ar, sendo por isso áreas de forte baroclinicidade atmosférica geradora de ciclogénese frontal alimentada por forte divergência nos níveis altos da troposfera geradora de convecção, mais ou menos profunda (Ganho, 2014).

Na zona intertropical, pelo contrário, os contrastes térmicos horizontais entre massas de ar são pouco marcados, em todos os níveis altitudinais, mas especialmente nos níveis médios e altos da troposfera. Ao contrário das perturbações extratropicais, de carácter frontal, as perturbações tropicais de escala sinóptica são predominantemente perturbações cinemáticas, cuja convecção é determinada pela convergência de fluxos nos níveis baixos e pela divergência na alta troposfera (McGregor e Nieuwolt, 1998). A termoconvecção, ao contrário do que marcou os modelos explicativos da Climatologia Tropical clássica, é subsidiária relativamente à hegemonia atribuída atualmente à convecção dinâmica na ciclo-

gênese tropical. Por outro lado, a gênese de perturbações tropicais tem, frequentemente, uma origem polar remota, através da penetração de massas de ar polar tropicalizado no domínio intertropical, a todos os níveis da troposfera, através dos colos isobáricos entre células de altas pressões subtropicais justapostas, que funcionam assim como corredores meridianos de trocas energéticas latitudinais (Leroux, 2000).

Normalmente, a injeção de ar polar no flanco oriental de uma célula de altas pressões subtropicais provoca uma aceleração ou uma ondulação do fluxo dos alísios, gerando respetivamente uma perturbação linear (linha de instabilidade, *ligne de grain*, *squall-line* ou *surge-line*) ou uma perturbação em onda (onda de Este ou *easterly-wave*), que percorre o fluxo dos alísios de Este para Oeste, acompanhada de convergência, ou por aceleração do fluxo, ou por vorticidade positiva (ciclónica), ambas geradoras de convecção.

Estas perturbações lineares, quando em trajeto sobre águas oceânicas quentes (temperaturas superiores a 26°C ou 27°C) e sob condições aerológicas favoráveis, podem evoluir para perturbações em vórtice positivo, com circulações fechadas, em cavamento e intensificação, quer em velocidade do fluxo, quer em profundidade da convecção, por alimentação em energia proveniente dos fortes fluxos de calor latente e sensível do oceano para a atmosfera, e por divergência nos níveis altos da troposfera necessária para assegurar a tiragem superior do ar ascendente.

A classificação das perturbações em vórtice é feita em função da velocidade sustentada do fluxo em seu torno, à superfície, designando-se por “depressão tropical” para fluxos até 62km/h, por “tempestade tropical” para fluxos de 63 a 118 km/h e, finalmente, por “ciclone tropical” para fluxos iguais ou superiores a 119km/h. Os ciclones tropicais, para além de categorias de crescente intensidade dos ventos sustentados, de 1 a 5, de acordo com a escala de *Saffir-Simpson*, revista em 2012 (NHC, 2016b), apresentam denominações diferentes consoante as áreas de gênese e trajeto, nomeadamente, Furacão (*Hurricane*) no Atlântico Ocidental e no Pacífico Oriental, Tufão (*Typhoon*) no Pacífico Ocidental e Ciclone (*Cyclone*) no Oceano Índico e Pacífico Sul.

Ciclones tropicais e ciclones subtropicais

Normalmente, a ciclogénese tropical pressupõe uma evolução gradativa a partir de uma perturbação cinemática pré-existente, linear ou em onda, passando a depressão tropical, depois a tempestade tropical e finalmente a ciclone tropical quando os ventos sustentados de superfície atingem os 119km/h. No entanto, nem sempre este ciclo evolutivo se completa até à intensidade de ciclone tropical ou, nem sempre se processa de acordo com esta linearidade, o que impõe a introdução do conceito de ciclone subtropical e a sua comparação com o de ciclone tropical.

De acordo com o *National Hurricane Center* (NHC, 2016c), um ciclone tropical é uma depressão de escala sinóptica, muito profunda e cavada, não frontal, de núcleo quente, originado sobre águas oceânicas tropicais ou subtropicais, com convecção profunda, organizada, e uma circulação de vento de superfície em torno de um centro bem definido. Uma vez formado, um ciclone tropical é mantido através do fluxo de calor proveniente das águas quentes do oceano e transferido para os níveis mais frios da alta troposfera. A sua energia não resulta, assim, de contrastes térmicos horizontais na atmosfera (efeitos baroclínicos), como acontece com as perturbações extratropicais.

Segundo a mesma fonte, um ciclone subtropical é um sistema de baixas pressões de escala sinóptica, cavado, não frontal, com características híbridas de ciclone tropical e perturbação extratropical. Como os ciclones tropicais, são não frontais, formados sobre águas oceânicas tropicais ou subtropicais e têm uma circulação de vento de superfície em torno de um centro bem definido. Porém, apresentam convecção moderada ou profunda, organizada, mas carecem de um centro densamente nublado. Ao contrário dos ciclones tropicais, uma parte significativa da sua energia resulta de contrastes térmicos verticais na atmosfera (fontes baroclínicas), gerados por um núcleo frio na alta troposfera associado a uma depressão ou vale dos níveis altos. Em comparação com os ciclones tropicais, nestes sistemas geralmente a área de máxima velocidade dos ventos encontra-se relativamente distante do centro (a mais de 100/150km) e tanto o campo de vento, como a distribuição da convecção, obedecem a um padrão menos simétrico.

Consoante as características térmicas das superfícies oceânicas de gênese e trajeto, e as condições aerológicas, a perturbação prévia que desencadeia a convecção pode evoluir até, ou ciclone tropical ou ciclone subtropical, e um ciclone tropical pode transformar-se em ciclone subtropical, ou um ciclone subtropical em ciclone tropical. A ciclogénese e evolução, no Atlântico, do ciclone *Alex* é disso um elucidativo exemplo.

Gênese e evolução do ciclone *Alex*

A 13 de janeiro de 2016 a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), segundo Watts (2016), detectou, a NE das Antilhas, um sistema de baixas pressões (sistema 90L) com rápida intensificação dos ventos sustentados de superfície e a sua transformação em tempestade subtropical. Às 04h UTC a velocidade dos ventos sustentados era de 97km/h a NW do centro da perturbação. Às 12h UTC, oito horas depois, a área de fortes ventos sustentados migrou para Leste e intensificou-se para 108km/h, tornando-se assim uma tempestade tropical. Pelas 21h UTC do mesmo dia, a assimetria da estrutura nebulosa observada em imagens de satélite evidenciou a transformação da tempestade tropical em tempestade subtropical, localizada a SSW dos Açores e batizada de

Alex. No dia seguinte, 14 de janeiro, às 15h UTC, a perturbação apresenta já ventos com velocidade de furacão até 35km do seu centro e com velocidade de tempestade tropical até 240 km do centro.

Segundo o NHC o *Alex* deslocou-se para NE em direção aos Açores, intensificando-se e atingindo parte do arquipélago na manhã de 15 de janeiro, com máximas velocidades de vento sustentado, numa faixa de 35 km em torno do centro, de 140km/h, com rajadas mais fortes, com uma pressão atmosférica mínima de 981hPa à superfície, e com uma área de convecção profunda e simétrica, constituindo-se assim como um ciclone tropical de categoria 1.

Uma análise de carácter sinóptico permite aferir e complementar a génese e evolução do ciclone *Alex*, descrita nos relatórios da NASA e do NHC.

A perturbação embrionária do ciclone *Alex* aparece pela primeira vez na carta sinóptica de superfície do dia 6 de janeiro de 2016, sob a forma de uma vale depressionário sobre as Antilhas, que no dia seguinte (7 de janeiro) evolui para uma depres-

são complexa, centrada a ESE da Florida, com 1010hPa no núcleo principal. Esta depressão, porém, é de carácter extratropical uma vez que tem associado um sistema frontal completo, apresentando, por isso, uma estrutura interna baroclínica (Figura 1). A baroclinidade atmosférica acentua-se nas 24h seguintes (dia 8 de janeiro) quando a depressão, em deslocamento para ENE (Figura 2), entra em fase com um vale frio nos níveis superiores da troposfera (Figura 3) e com a divergência do quadrante esquerdo/jusante do *jet-streak* (Figura 4), fatores impulsionadores da convecção e do aprofundamento da depressão que, entre 7 e 8 de janeiro, às 00h UTC, passa de 1010hPa a 992hPa, isto é 18hPa em 24h. Este valor ultrapassa o limiar de queda de pressão de 1 bergeron que define a ciclogénese explosiva para diferentes latitudes e que para 30° de latitude, aquela a que evolui a depressão, é de 14hPa/24h de acordo com o critério de Sanders e Gyakum (1980): $1 \text{ bergeron} = 24 \left(\frac{\text{seno da latitude}}{\text{seno de } 60^\circ} \right)$, ou seja $24 \left(\frac{0,500}{0,866} \right) = 13,85 \text{ hPa}$.

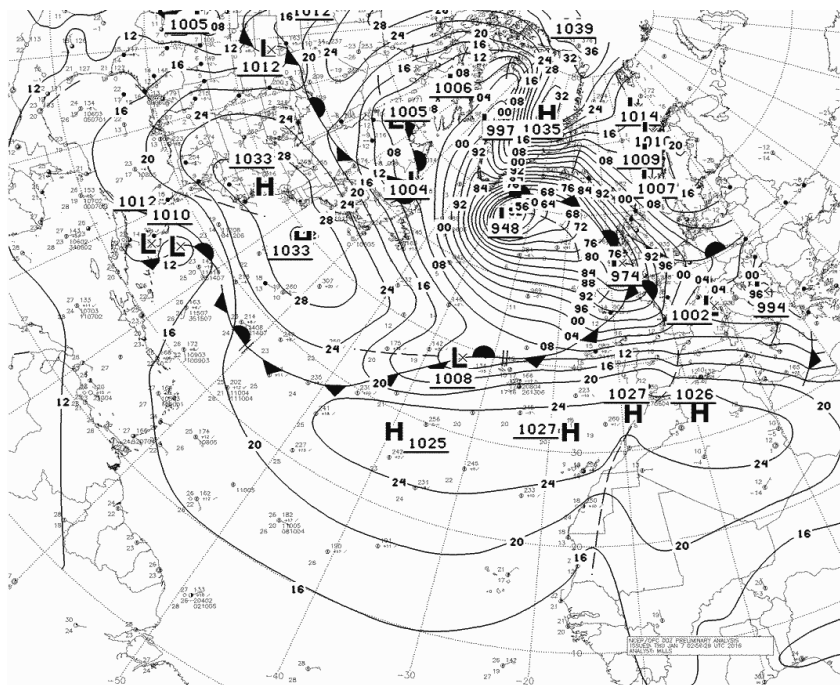


Figura 1
Carta sinóptica de superfície, 07-01-2016, 00h UTC - Modelo NWS.
Fonte: <http://www.wetterzentrale.de>

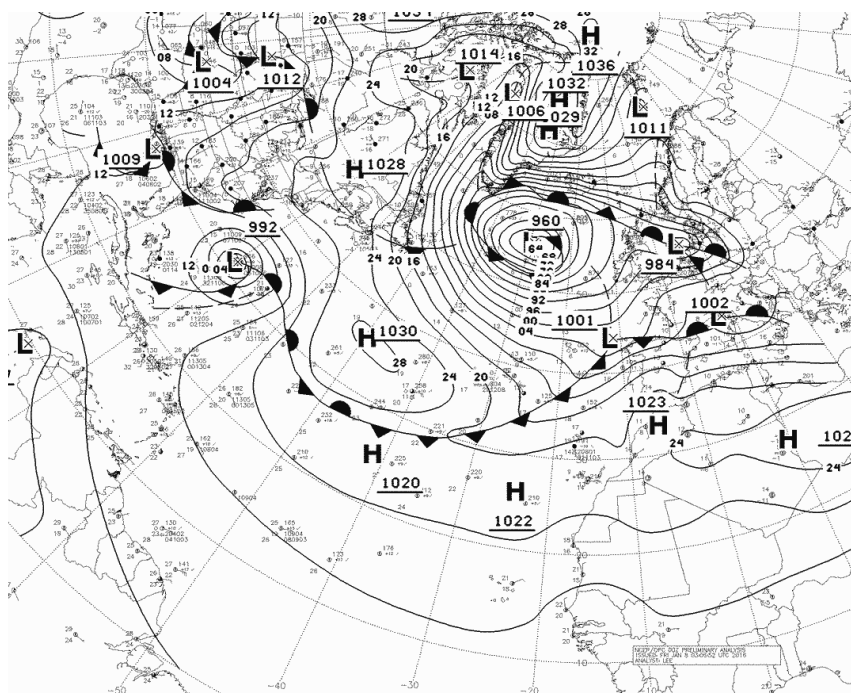


Figura 2
Carta sinóptica de superfície, 08-01-2016, 00h UTC - Modelo NWS.
Fonte: <http://www.wetterzentrale.de>

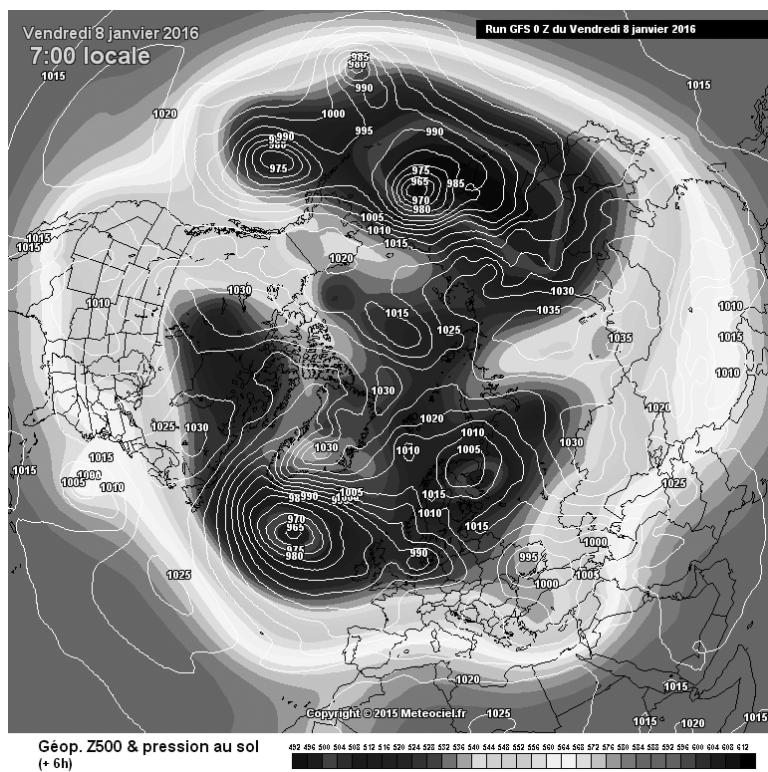


Figura 3
Carta sinóptica de superfície e do geopotencial a 500hpa, 08-01-2016, 06h UTC - Modelo GFS 1.0°.
Fonte: <http://www.meteociel.fr>

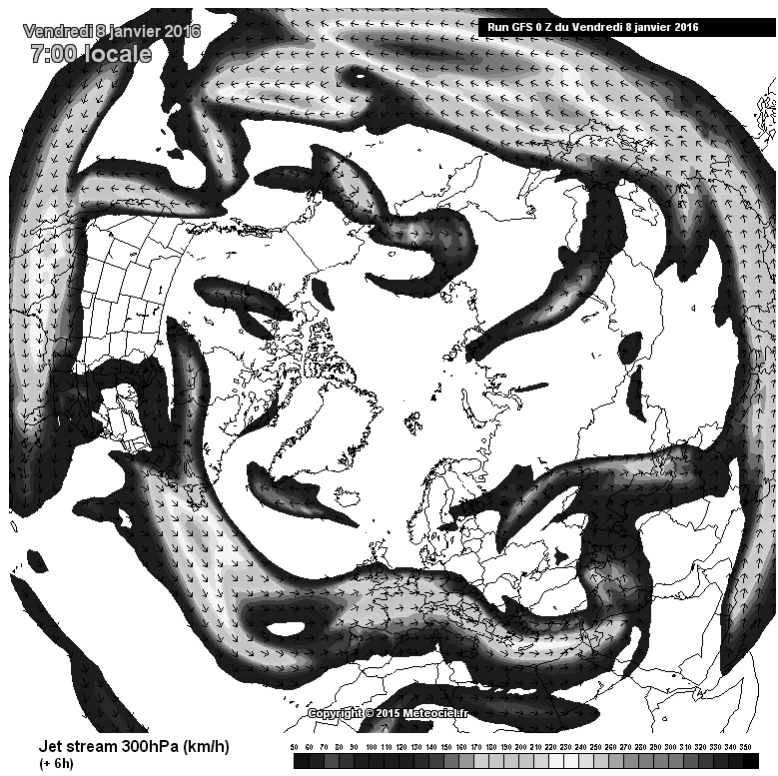


Figura 4
Traçado e velocidade do *jet-stream* a 300hPa, 08-01-2016, 06h UTC - Modelo GFS 1.0°.
Fonte: <http://www.meteociel.fr>

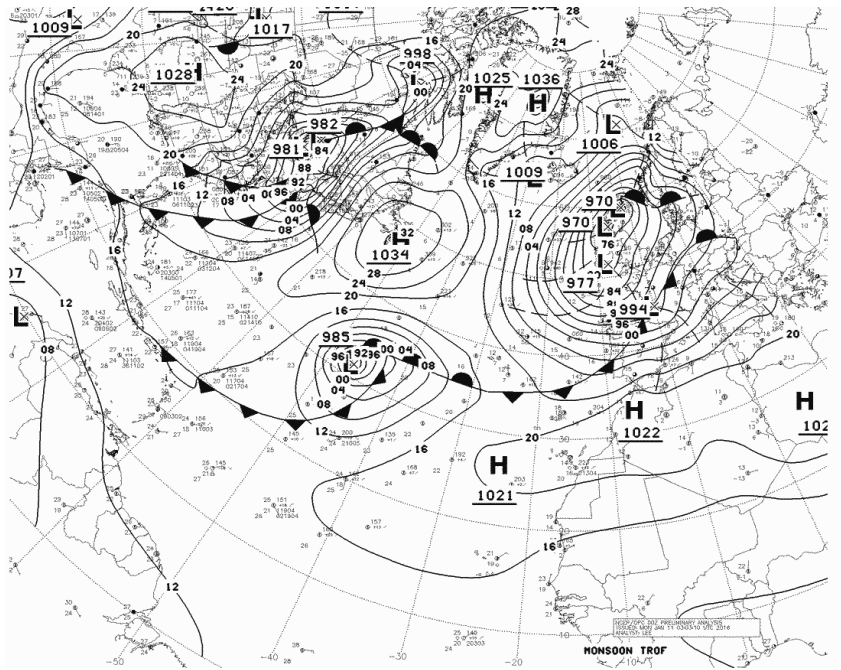


Figura 5
Carta sinóptica de superfície, 11-01-2016, 00h UTC - Modelo NWS.
Fonte: <http://www.wetterzentrale.de>

Nos dias 9, 10, 11 e 12 de janeiro, a perturbação frontal (Figura 5), sobreposta agora por um núcleo frio de vorticidade positiva nos níveis altos (Figura 6), consequente da evolução em *cut-off* do vale previamente existente, ocorrida no dia 10, continua a sua evolução para E/ESE, em processo de aprofundamento (985hPa no centro, nos dias 10 e 11), cavamento e consequente incremento da velocidade do fluxo de superfície, alimentados pela forte divergência superior consequente da justaposição dos quadrantes direito/montante do *jet-streak* polar e esquerdo/jusante do *jet-streak* subtropical (Figura 7).

A evolução provável para as próximas horas seria a do trajeto da perturbação frontal para NW, integrando-se na vasta depressão complexa centrada sobre as Ilha Britânicas. Porém, não foi o que, de imediato, aconteceu, principalmente por estar alicerçada num núcleo frio isolado da sua raiz subpolar e por isso, em progressão migratória lenta.

Assim, no dia 13 de janeiro (Figuras 8 e 9), a cessação de alimentação em ar frio nos níveis baixos da troposfera (iniciada já no dia anterior) do sector pós-frontal, determinada pela circulação conjunta do flanco oriental e meridional de um anticiclone a Sul da Gronelândia, com o flanco ocidental do sistema depressionário, conjugada com a manutenção do núcleo frio em *cut-off-low* nos níveis altos, transfigura estruturalmente a perturbação em depressão extratropical de gota-fria. No entanto, a tropicalização do sector frio pós-frontal e a frontólise associada diminui a baroclinicidade imposta por contrastes térmicos horizontais, mas intensifica a baroclinicidade por aumento dos contrastes térmicos verticais (instabilidade termodinâmica). O resultado é o de um rápido incremento da velocidade sustentada do fluxo em torno do centro e a transformação da perturbação em tempestade subtropical, por manter o núcleo frio em altitude, batizada por *Alex*.

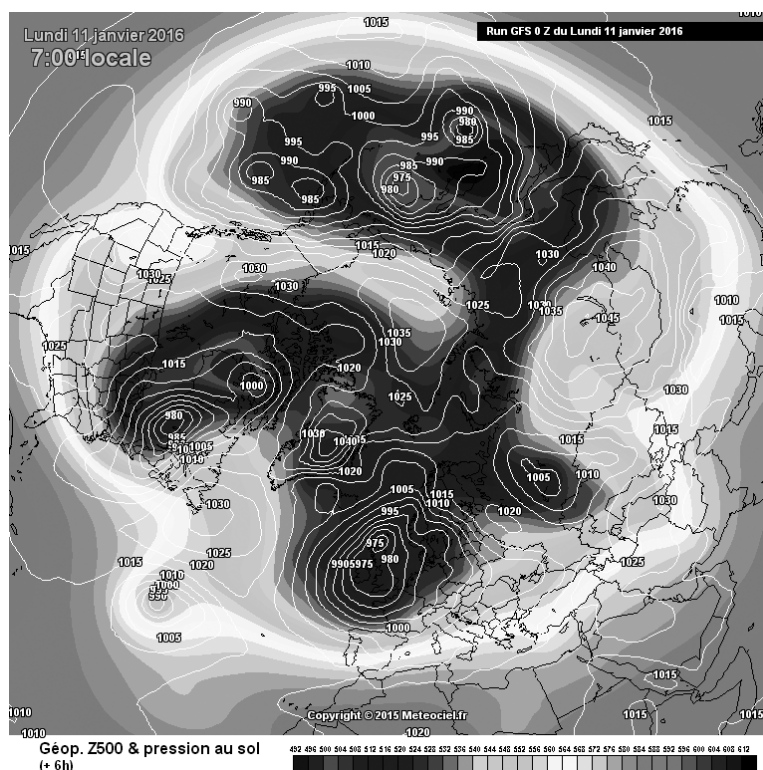


Figura 6
Carta sinóptica de superfície e do geopotencial a 500hpa, 11-01-2016, 06h UTC - Modelo GFS 1.0°.
Fonte: <http://www.meteociel.fr>



Figura 7
Traçado e velocidade do jet-stream a 300hPa, 11-01-2016, 06h UTC - Modelo GFS 1.0°.
Fonte: <http://www.meteociel.fr>

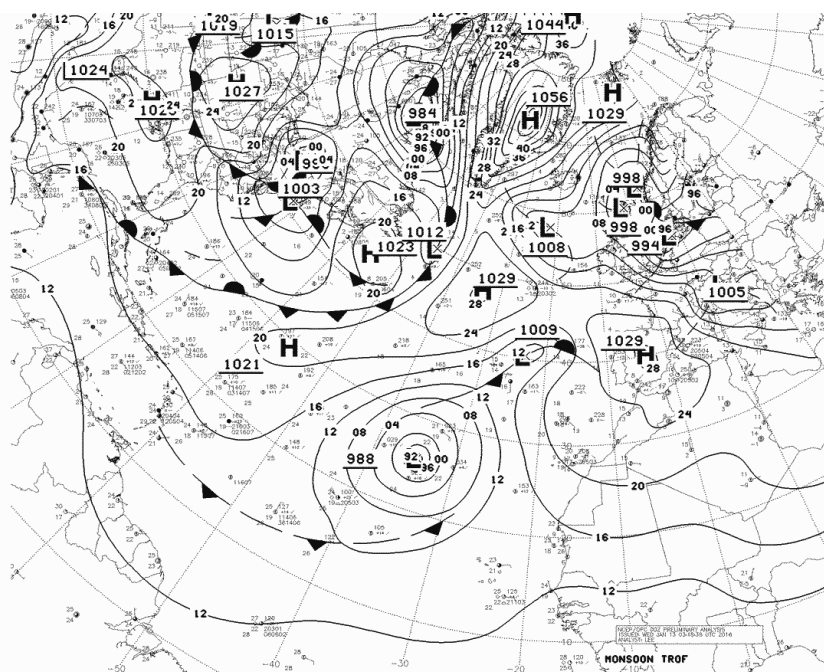


Figura 8
Carta sinóptica de superfície, 13-01-2016, 00h UTC - Modelo NWS.
Fonte: <http://www.wetterzentrale.de>

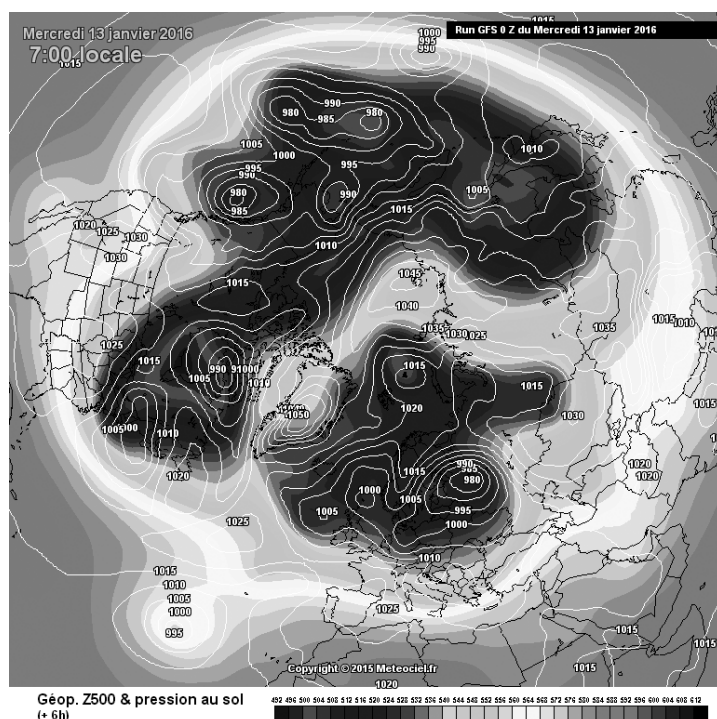


Figura 9
Carta sinóptica de superfície e do geopotencial a 500hpa, 13-01-2016, 06h UTC - Modelo GFS 1.0°. Fonte: <http://www.meteociel.fr>

A tempestade Alex, no dia 14 de janeiro às 00h UTC (Figuras 10 e 11), centrada a SSW dos Açores, com 988hPa no centro (o mesmo valor de pressão à

superfície desde o dia 12 de janeiro), desloca-se para NNW.

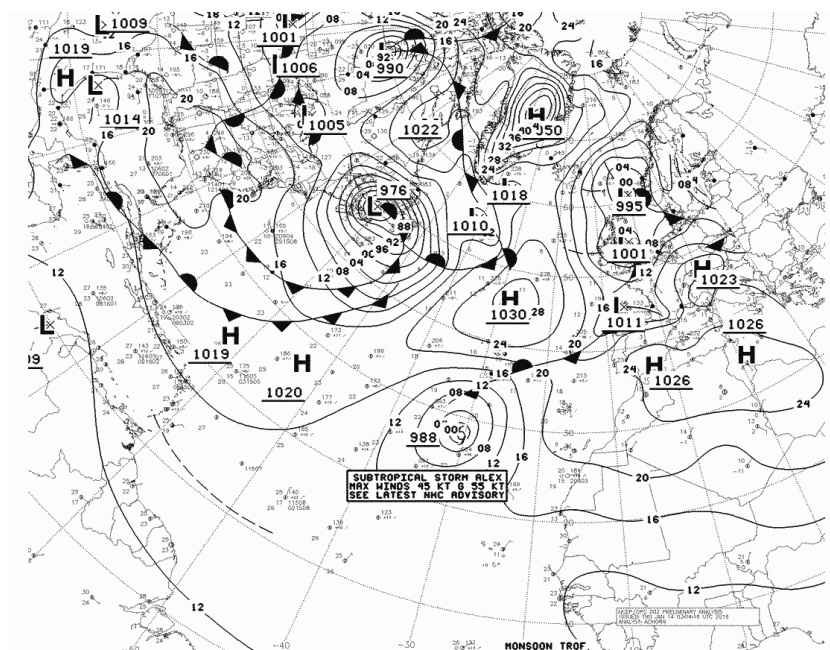


Figura 10
Carta sinóptica de superfície, 14-01-2016, 00h UTC - Modelo NWS. Fonte: <http://www.wetterzentrale.de>

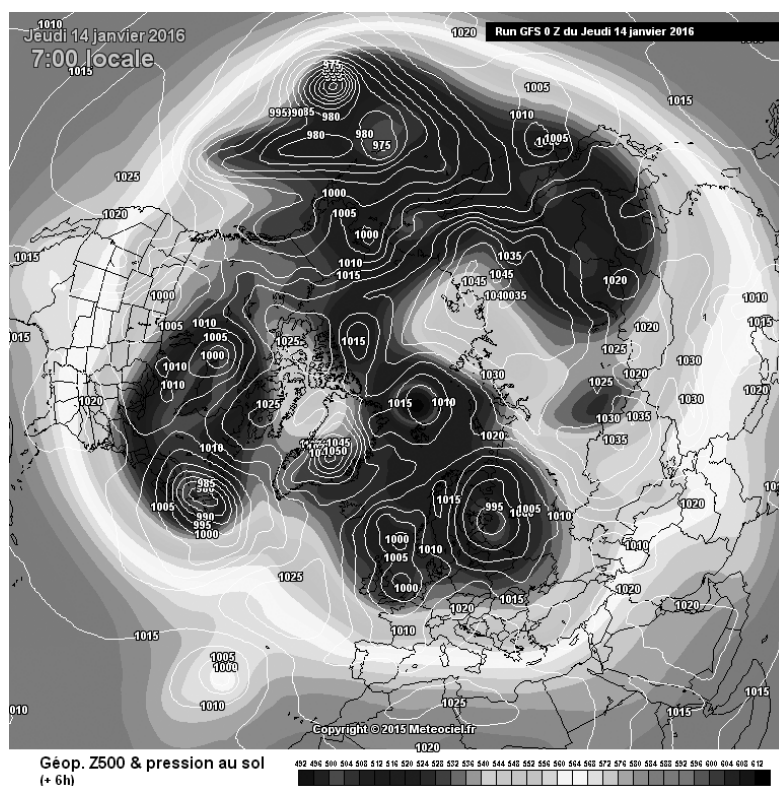


Figura 11

Carta sinótica de superfície e do geopotencial a 500hpa, 14-01-2016, 06h UTC - Modelo GFS 1.0°.

Fonte: <http://www.meteociel.fr>

As condições aerológicas nos níveis altos, com a transformação do bloqueio em *cut-off-low* em bloqueio difluente, o consequente aumento da amplitude da ondulação fria em vale e o aparecimento de uma ampla dorsal quente imediatamente a Leste, desvia o núcleo frio superior do núcleo da tempestade subtropical Alex. Esta entra em fase com o fluxo meridional da circulação conjunta dos flancos oriental do vale e ocidental da dorsal, sector de forte divergência superior (por advecção de vorticidade), e espessamento da convecção, com ligeiro aprofundamento da perturbação (981hPa) e aceleração dos ventos sustentados em torno do centro, transformando a tempestade subtropical em ciclone

tropical, no dia 15 de janeiro (Figuras 12 e 13), em deslocamento de Sul em direção aos Açores onde passa às primeiras horas da manhã, sem que o núcleo, porém, atinja diretamente qualquer uma das ilhas, mitigando os potenciais estragos provocados pelo vento, pela ondulação e pela maré de tempestade.

Nesse mesmo dia o ciclone tropical, ao deslocar-se para Norte, é integrado num amplo vale do fluxo de altitude e assimilado pelo campo perturbado subpolar, transformando-se rapidamente numa sistema depressionário frontal, profundo (982hPa) e cavado, no dia 16 de janeiro deslocando-se para NW em direção à Escócia (Figura 14).

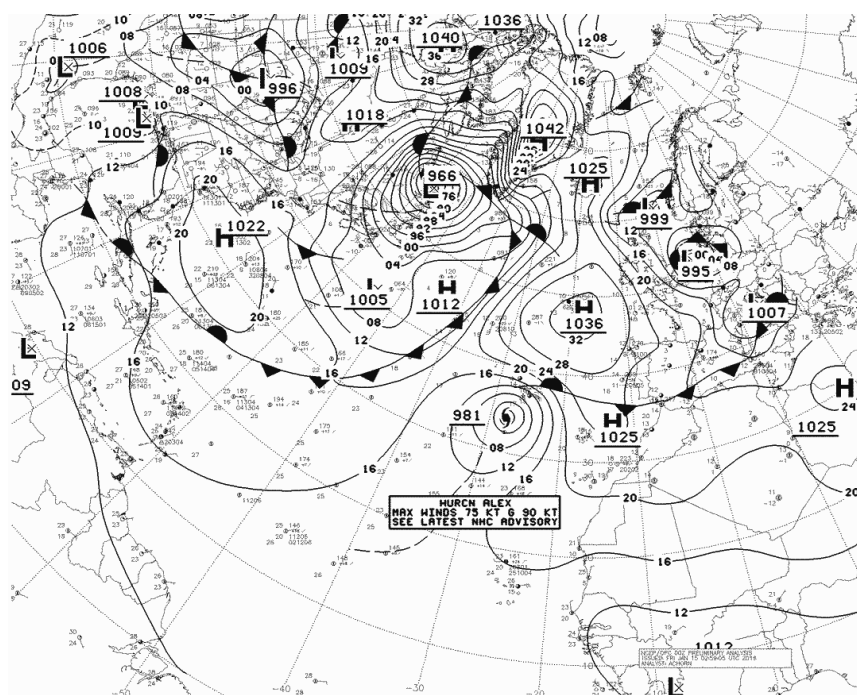


Figura 12
Carta sinóptica de superfície, 15-01-2016, 00h UTC - Modelo NWS.
Fonte: <http://www.wetterzentrale.de>

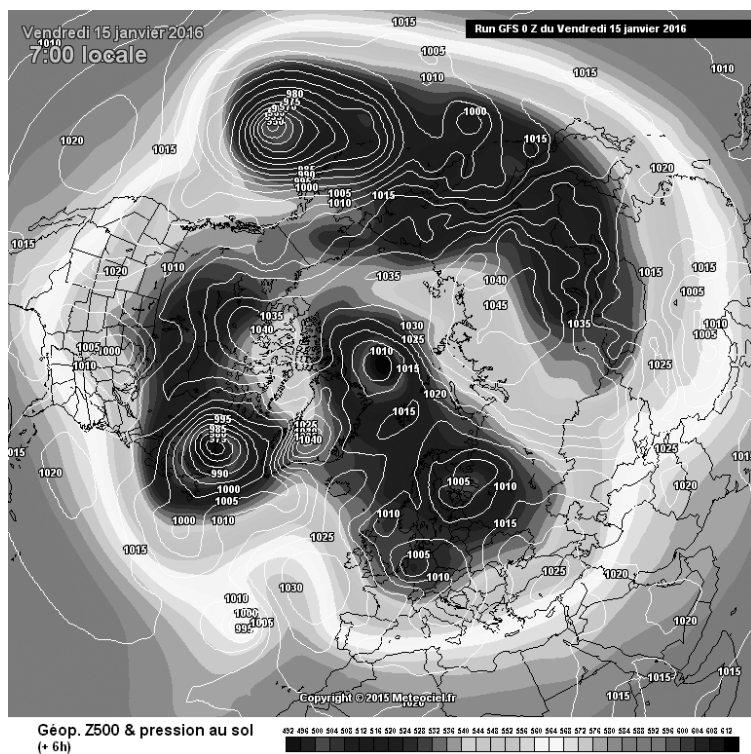


Figura 13
Carta sinóptica de superfície e do geopotencial a 500hpa, 15-01-2016, 06h UTC - Modelo GFS 1.0".
Fonte: <http://www.meteociel.fr>

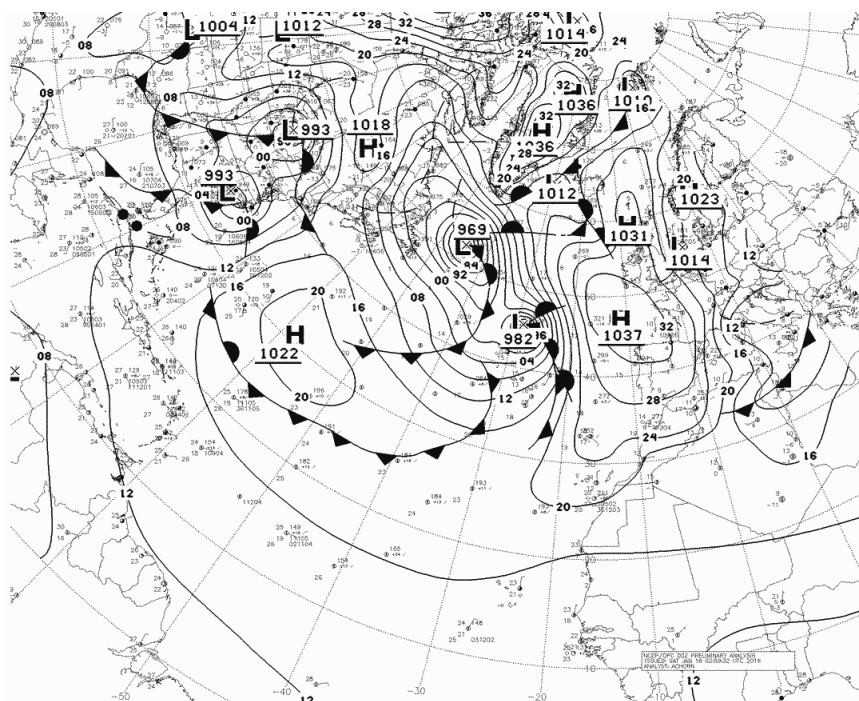


Figura 14
Carta sinótica de superfície, 16-01-2016, 00h UTC - Modelo NWS.
Fonte: <http://www.wetterzentrale.de>

Conclusão

O acompanhamento sinótico da perturbação embrionária do ciclone tropical Alex até à sua transformação em perturbação extratropical frontal, que se processou entre 6 e 15 de janeiro de 2016, nas latitudes subtropicais e médias do Atlântico Norte, permite tirar algumas conclusões quanto aos “desvios” (ou originalidades) e suas causas, relativamente ao ciclo evolutivo padrão deste tipo de perturbações, eminentemente tropicais e da época mais quente do ano.

A perturbação original, em vez de se tratar de uma perturbação tropical cinemática linear ou em onda, tratou-se de uma pequena perturbação extratropical frontal, gerada a latitudes subtropicais do Atlântico ocidental, por condições baroclínicas determinadas por contrastes horizontais entre massas de ar polar e tropical. A evolução, para Leste, desta perturbação fez-se em processo de forte ciclogénese por intensificação da convecção, associada à sobreposição de um núcleo frio de vorticidade positiva nos níveis altos e à divergência superior imposta pela intervenção de marcados contrastes na velocidade de escoamento, simultaneamente, do *jet-subtropical* e do *jet-polar*. A intervenção direta de mecanismos polares, embora conjugada com fortes fluxos de calor sensível e latente sobre uma área do Atlântico relativamente quente 22°C a 25°C (*National Oceanic and Atmospheric Administration* - NOAA, EUA), foi determinante para a eclosão da convecção e acele-

ração do fluxo de superfície. Só, aproximadamente, 90 horas depois, em função da cessação da alimentação polar nos níveis baixos da troposfera, a baroclinicidade horizontal atenua-se em favor da baroclinicidade vertical, decorrente da manutenção do núcleo frio superior. A perturbação deixa de ser uma depressão frontal a passa a ser uma depressão de tipo gota-fria, de evolução atípica, durante um curto período de tempo, inferior a 24h, findo o qual, por aceleração dos ventos sustentados de superfície em torno do centro, muito nítido, adquire o estatuto de tempestade subtropical. Condições aerológicas favoráveis, nomeadamente um reforço da divergência em altitude associada a um fluxo meridional com forte advecção de vorticidade, alimenta a aceleração do fluxo de superfície em torno do centro, bem como a profundidade da convecção, transformando em menos de 24h, não obstante o seu trajeto para Norte e por sobre águas cada vez mais frias, uma tempestade subtropical num ciclone tropical, ainda que por um curto período de tempo, antes de se transformar, como começou, numa perturbação frontal extratropical.

O original ciclo de vida do ciclone Alex corrobora o modelo dinâmico no qual só uma parte da energia que alimenta a ciclogénese tropical é proveniente de fortes fluxos de calor sensível e latente do mar para a atmosfera, e que a convecção profunda e a velocidade dos fluxos em torno do centro deste tipo de perturbação exige condições aerológicas favoráveis, nomeadamente temperaturas parti-

cularmente baixas na alta troposfera e forte divergência nos níveis superiores. Em suma, a ciclogénese tropical é diversificada e tem subjacente uma influência polar, por vezes próxima, a maior partes das vezes longínqua, mas quase sempre presente.

Bibliografia:

- Ganho, N. (2014). Mudanças climáticas e riscos climático-meteorológicos na perspectiva da dinâmica atmosférica de escala sinóptica - o caso do inverno boreal de 2013/2014. *Cadernos de Geografia*, 33, 27-36.
- Lamarre, D. (2005). Géographicité des risques climatiques. In: D. Lamarre (Ed.), *Les Risques Climatiques* (pp. 79-99). Paris: Belin.
- Leroux, M. (2000). *La Dynamique du Temps et du Climat*, 2ª ed. Paris: Dunod, 367 p.
- McGregor, G. R. & Nieuwolt, S. (1998). *Tropical Climatology*, 2ª ed. Chichester: Wiley & Sons, 339 p.
- NHC - National Hurricane Center (2016a). *Hurricane Alex Advisory Archive* - <http://www.nhc.noaa.gov/archive/2016/ALEX.shtml> (consultado em Fevereiro de 2016)
- NHC - National Hurricane Center (2016b). *Saffir-Simpson Hurricane Wind Scale* - <http://www.nhc.noaa.gov/aboutsshws.php> (consultado em Junho de 2016)
- NHC - National Hurricane Center (2016c). *Glossary of NHC Terms* - <http://www.nhc.noaa.gov/aboutgloss.shtml> (consultado em Fevereiro de 2016)
- Sanders, F. & Gyakum, J. R. (1980). Synoptic-Dynamic Climatology of the Bomb. *Monthly Weather Review*, 108, MIT, Cambridge, 1589-1606.
- Vaqueo, J. M.; García-Herrera, R.; Wheeler, D.; Chenoweth, M. & Mock, C. J. (2008). A historical analog of 2005 Hurricane Vince. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 89(2), 191-201.
- Watts, A. (2016). Formation of an unusual off-season North Atlantic Hurricane. *WUWT* - <http://wattsupwiththat.com/2016/01/15/formation-of-an-unusual-off-season-north-atlantic-hurricane/> (consultado em Fevereiro de 2016).

Texto recebido em/Text submitted on: 17/02/2016

Texto aprovado em/Text approved on: 01/06/2016