

# MM5 E A PRECIPITAÇÃO EXTREMA DE 1963 EM PORTUGAL

## MM5 AND AN EXTREME PRECIPITATION OF 1963 IN PORTUGAL

Yoshihiro Yamazaki, Maria de Los Dolores Manso Orgaz  
Departamento de Física, Universidade de Aveiro, 3810-193 AVEIRO, Portugal

### Resumo

A área Continental Portuguesa, com sua topografia e cobertura vegetal peculiar, é muitas vezes sujeita a precipitações extremas que constituem o seu fator ambiental primário. A região Norte é mais exposta ao maior número de tais fenômenos, principalmente devida sua maior latitude e topografia mais acentuada. Não obstante, na região Sul também ocorrem tempestades relacionadas à convecção com indução topográfica. Modelos de alta resolução, elaborados para previsão do tempo e simulações climáticas tem sido extensivamente utilizados como ferramentas para propósitos particulares relacionados à compreensão dos eventos de intensas precipitações e enchentes. O MM5 implementado, cobrindo três domínios de integração envolvendo Portugal e suas regiões vizinhas, é processado para dispor de análises da habilidade que ele disporia se fosse processado antes da ocorrência de algum evento de precipitação extrema do passado. A condição de ano úmido, que prevaleceu durante o ano de 1963 sobre Portugal, proporcionou períodos com alguns eventos de precipitação intensa escolhidos para análises e avaliações do MM5. Os critérios utilizados para caracterizar os eventos extremos, o sistema de pré-processamento como condições iniciais e de fronteiras laterais e os resultados das previsões de 48 horas, com diferentes parametrizações de nuvens cumulus, cobrindo três domínios de integração do MM5 são discutidos para algumas ocorrências particulares.

### Summary

The Portuguese Continental area, with its peculiar topography and vegetation coverage, are often submitted to extreme precipitation, which constitutes their major environmental factor. The northern region is more exposed to higher frequency of such events mainly due to its higher latitude and topography, although in the counterpart southern region also occurs topographic related triggering of convection and thunderstorms. High resolution models, designed for weather forecasting and or climatic simulations, have been extensively used as tools for particular purposes of understanding the heavy precipitation and flood events. The MM5, implemented covering three domains of integration evolving Portugal and its surrounding region, is processed to have the analysis of its skillness if processed before the occurrence of some extreme precipitation event of the past. The anomalous wet condition year, which prevailed during 1963 over Portugal, yield some heavy precipitation events periods chosen for analysis and test bedding of MM5. The criteria used to characterize the extreme events, the data pre-processing system used as initial and lateral boundary conditions and the results of the 48 hour forecasting, using different cumulus cloud parameterization, covering three MM5 sub-domains are discussed for some particular occurrences.

Palavra chave : MM5, modelo, mesoescala, precipitação extrema.

## 1. Introdução

Uma das formas da variabilidade climática natural de larga escala que produz grandes impactos, tanto no tempo como no clima da região do Oceano Atlântico Norte e das áreas continentais das vizinhanças dessa área Oceânica, é a Oscilação do Atlântico Norte (NAO). Ela vem sendo explorada, não apenas sob diferentes óticas como também mediante a utilização de distintas abordagens e aplicação de técnicas de análises, bem como de relações com outros eventos climáticos (Rogers, 1997; Jones et al. 1997; Knippertz et al., 2003a,b). Segundo o procedimento mais comum e tradicional, sua intensidade e efeito são interpretados em termos de índices conseguinte descritos em inúmeros trabalhos, dentre os quais de Kettlewellet et al, 1999 e Hurrell et al., 2002. O ano de 1963 apresentou, em particular, segundo a forma de classificação do evento em questão, em termos do índice NAO, um valor negativo. Por conseguinte, a característica singular desse ano foi tal que se apresentou não apenas com a alta subtropical relativamente fraca, como também a foi a baixa pressão da Islândia. Essa redução do gradiente de pressão resultou em uma quantidade menor de tempestades de inverno, além de menos intensas e que, cruzando o Oceano Atlântico de uma forma mais zonal, de oeste para leste, transportaram maior quantidade de ar úmido para a região do Mediterrâneo e também confinando o ar relativamente mais frio na região Norte da Europa.

Face às condições fenomenológicas distintas do ano de 1963, ele o foi selecionado e particularizado para alguns períodos de até 48 horas; períodos esses em que ocorreram precipitações intensas em Portugal, para ser explorado mediante a utilização de um modelo numérico de previsão de mesoescala. O modelo de previsão de mesoescala MM5 (Grell et al., 1994, Dudhia et al, 2002) foi utilizado para o processamento de 4 períodos pré-selecionados, envolvendo os meses de Janeiro, Outubro e Novembro, onde parte dos resultados obtidos são apresentados.

## 2. Seleção dos Períodos de Processamento

Durante praticamente todo o mês de Janeiro de 1963 ocorreu uma situação de bloqueio conforme ilustrado no campo médio da altura geopotencial de 500 hPa da Fig.1., que apresenta claramente a situação que perpetuou todo tempo em questão na longitude próximas à 15° Oeste. Essa situação causou, certamente, uma interrupção no processo de esfriamento de inverno na região Noroeste da Europa, uma condição mais quente na região da Islândia e condições de tempo mais úmidas tanto em Portugal como na Espanha. Não obstante o índice NAO tenha apresentado valor médio negativo nesse ano, fato é que nos outros meses, como por exemplo, outubro e novembro, não se apresentaram com condição atípicas como a de Janeiro ou até mesmo a de Fevereiro, conforme ilustrados nas Figuras 2, 3 e 4. No mês de Fevereiro, a situação de bloqueio se deslocou para leste e prevaleceu a condição favorável ao de esfriamento típico de inverno na região da Península Ibérica. Em outubro, por outro lado, foi mais favorável às circulações do tipo Oceânico e em novembro do tipo Polar, e por conseguinte com ar extremamente mais frio proveniente da região Noroeste da Península Ibérica.

Para a seleção dos dias, ou períodos, para processamento das previsões de meso-escala, foram considerados os dados das precipitações observadas nas estações de superfície do Instituto de Meteorologia, localizados no Porto (41° 14'Lat., -8°

41'Long., Alt.70 m) e de Penhas Dourada (40° 25'Lat., -7° 33'Long., Alt. 1383 m). Nas Fig. 5 e 6 são apresentados os totais da precipitação diária acumulada desses pontos de coleta de dados. Como se pode observar, os meses de Janeiro, Fevereiro, final de Outubro e de alguma forma Novembro e até mesmo Dezembro, embora com menor quantidade, foram os que apresentaram maiores precipitações nesses dois pontos de coleta.

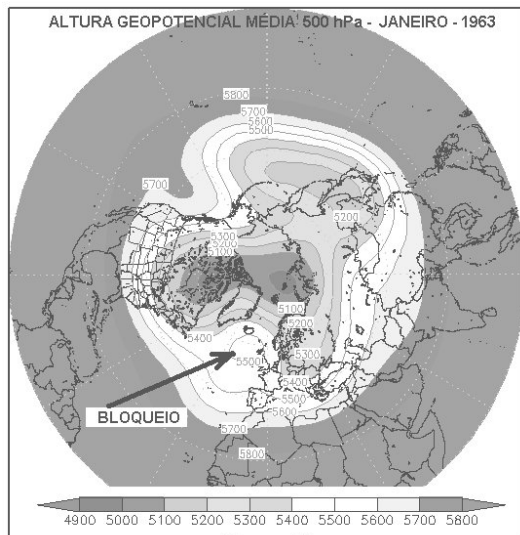


Fig. 1 Campo médio da altura geopotencial do mês de Janeiro de 1963

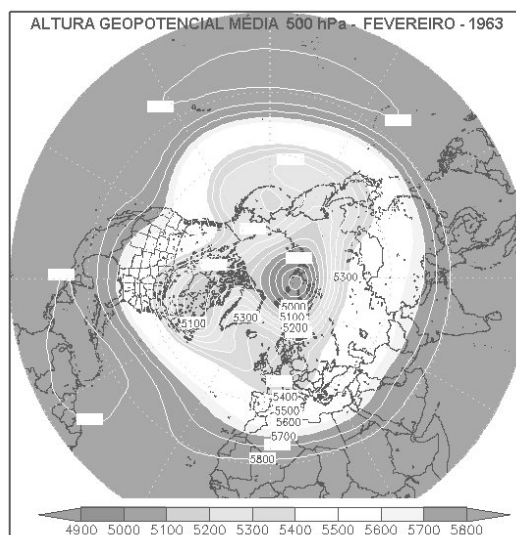


Fig. 2 Campo médio da altura geopotencial do mês de Fevereiro de 2003

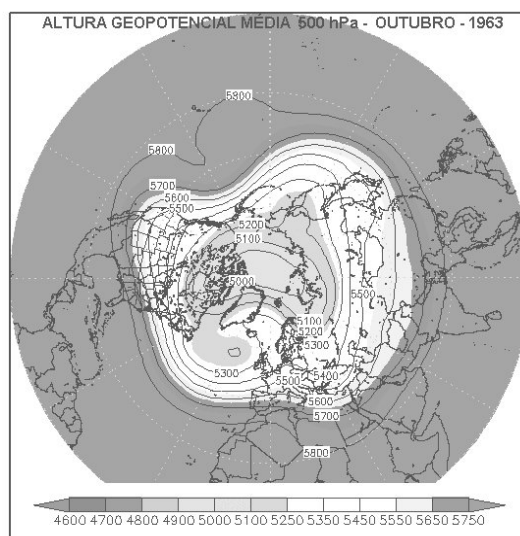


Fig. 3 Campo médio da altura geopotencial do mês de Outubro de 1963

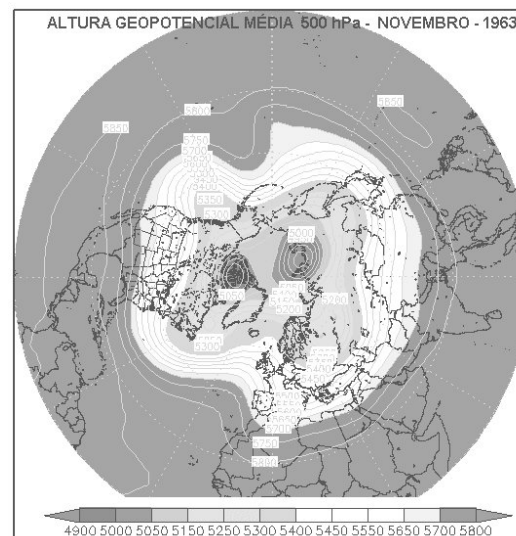


Fig. 4 Campo médio da altura geopotencial do mês de Novembro de 2003

Os quatro primeiros meses descritos foram, conseqüentemente, selecionados como meses básicos para o processamento do modelo. Uma característica marcante revelado pelos dados observados é que, em alguns dias, eles apresentaram visivelmente a ocorrência de fenômenos que certamente estavam associados a sistemas de mesoescala que se desenvolveram nos sistema frontais. As Figuras 7 a 10 apresentam, respectivamente, as precipitações diárias acumuladas, durante os meses selecionados, para as duas estações de coleta; e na Tabela 1 são apresentados os totais da precipitação acumulada durante esses meses, juntamente com o total anual de 1963. Os dados revelam que Penhas Dourada, dada sua locaização geográfica e topográfica

distinta da do Porto, que é litorânea, supera em muito as quantidades de precipitações comparadas com às observadas no Porto. Essa característica revela claramente, a importância da consideração dos efeitos locais pelos modelos de previsão de tempo, especialmente dos de mesoescala. Os quatro períodos selecionados para o processamento do modelo são apresentados na Tabela 2 .

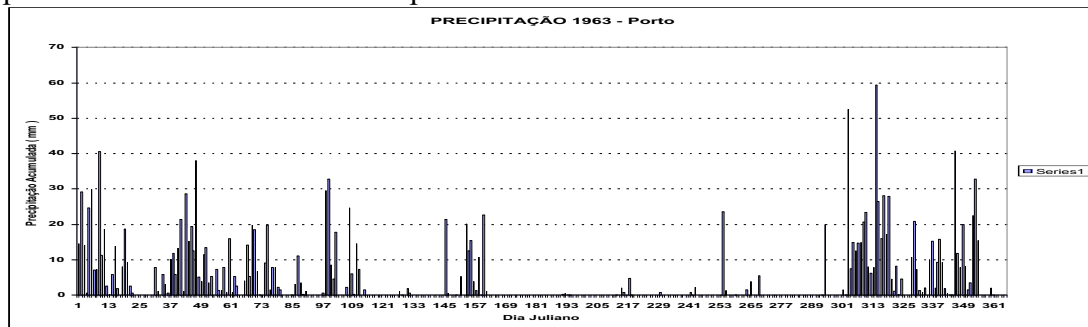


Fig. 5 Precipitação total diária acumulada em 1963 no Porto.

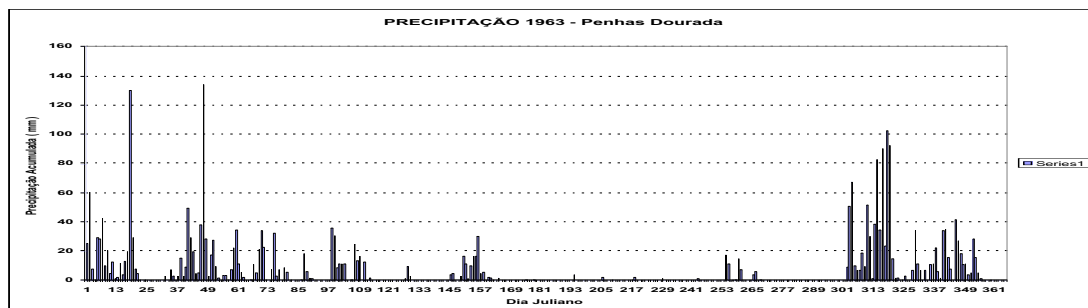


Fig. 6 Precipitação total diária acumulada em 1963 em Penhas Dourada.

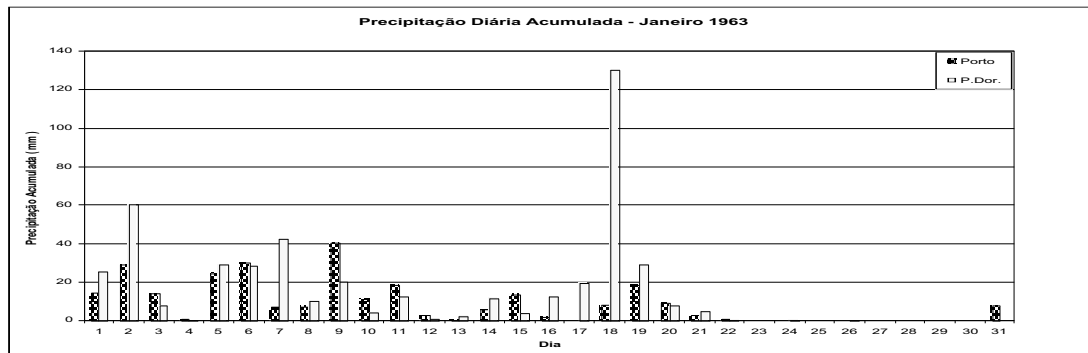


Fig. 7 Precipitação total diária acumulada em Janeiro ( Penhas Dourada e Porto)

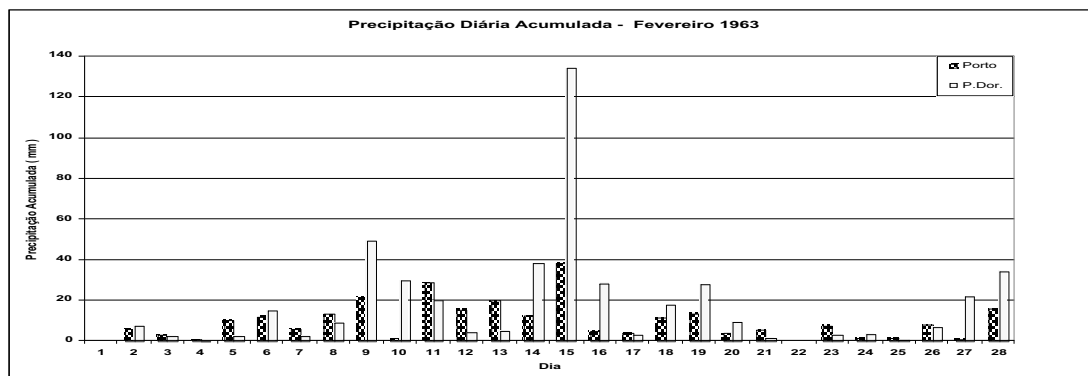


Fig. 8 Precipitação total diária acumulada em Fevereiro ( Penhas Dourada e Porto)

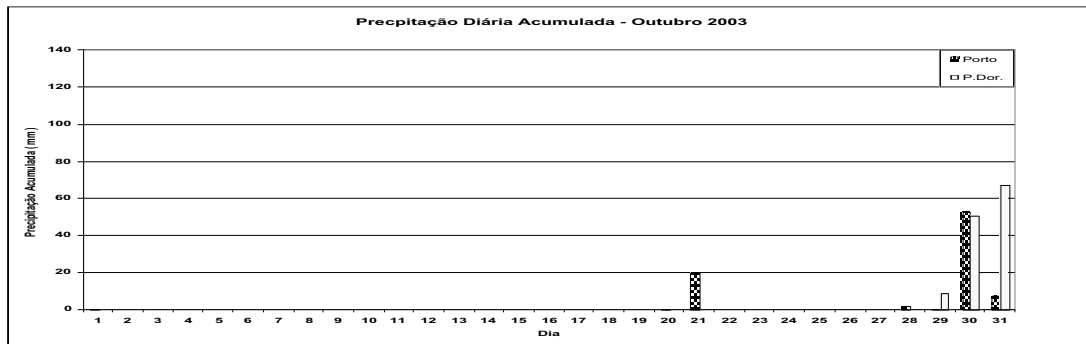


Fig. 9 Precipitação total diária acumulada em Outubro ( Penhas Dourada e Porto)

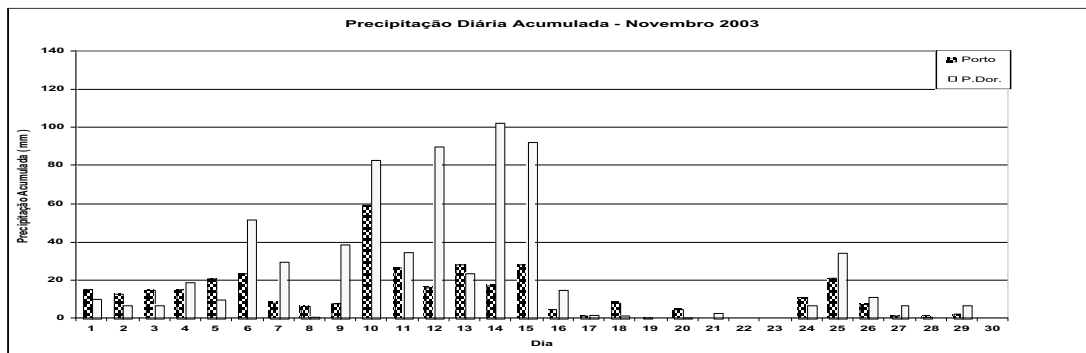


Fig. 10 Precipitação total diária acumulada em Novembro ( Penhas Dourada e Porto)

Precipitação Mensal Acumulada – 1963 ( mm )		
Mês	Porto	P. Dourada
Janeiro	271.3	465.4
Fevereiro	252.6	446.2
Outubro	082.7	127.1
Novembro	363.8	685.8
Janeiro - Dezembro	1694.2	2669.3

Períodos Selecionados		
Mês	Início (dia/hora)	Final (dia/hora)
Janeiro	01/00 16/00	4/00 20/00
Fevereiro	14/00	17/00
Outubro	28/00	31/24
Novembro	09/00	16/00

### 3. Modelo MM5

A configuração do modelo MM5 foi feita com base na versão 3.6 e processado em domínios regionais, conforme apresentado na Fig. 11, envolvendo três múltiplas áreas aninhadas (a serem doravante referidas como D1, D2 e D3). Esses domínios foram centrados na latitude de 40° N e longitude de 12° O; para que o domínio menor envolva toda área continental de Portugal. O número de grades horizontais, a resolução vertical, na qual o nível mais baixo foi setado com o valor do sigma em 0.99, e o passo de tempo da integração são apresentados na Tabela 3. As parametrizações de nuvens cumulus estabelecidas nos processamentos foram o de Kain-Fritsch 2 para os domínios D1 e D2; e o de Grell no domínio D3. Os esquemas explícitos de umidade de gelo simples de Dudhia, nos domínios D1 e D2; e o de fase mista de Reisner no D3 foram também pré-estabelecidos. Essas configurações são as

que melhor resultado apresentaram para a região em questão, conforme já havia sido confirmado em estudo anteriormente realizado. Outros parâmetros do modelo, bem como uma completa descrição são apresentados por Dudhia et al. 2002.

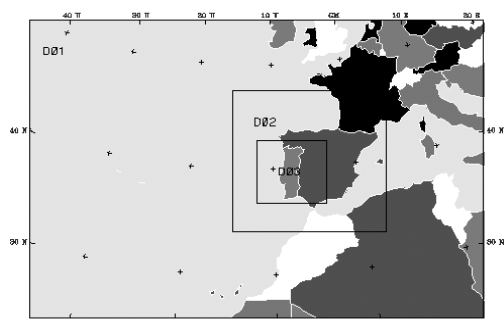


Fig. 11 Domínios do MM5

Tab. 3 Configuração MM5

Domínios do MM5	D1	D2	D3
Resolução Horiz. (~km)	81	27	9
Ptos grade Leste-Oeste (#)	57	58	79
Ptos grade Norte-Sul (#)	39	55	73
Topogr. & Sup Solo (~km)	56	19	9
Níveis $\sigma$ - Vertical	32	32	32
Passo de tempo (seg.)	240	80	26,6

Para a inicialização da realimentação do modelo MM5 foram utilizados os dados de superfície e altitude da reanálise da NCAR/NCEP (*National Center for Atmospheric Research / National Center for Environmental Prediction*), disponibilizado a domínio público na <http://www.cdc.noaa.gov>, em formato netcdf.

### 3. Resultados

Muito embora os processamentos tenham sido feitos para distintos períodos, visto que a performance do modelo apresentou resultados coerentemente compatíveis com os processos físicos envolvidos nos processamentos dos pares de meses envolvendo Janeiro/Fevereiro e Outubro/Novembro, serão abordados apenas alguns aspectos relacionados às precipitações previstas pelo modelo em alguns períodos específicos.

#### 3.1 Janeiro de 1963

No caso do dia 17 de janeiro, o sistema de bloqueio nos altos níveis, conforme já apresentado na Fig. 1, o sistema de baixa pressão oriundo do Atlântico desenvolveu-se lentamente em direção à Península Ibérica, conforme ilustrado pelo campo da pressão na superfície e do vento, nas Fig.12(a-c), válidos para as 12:00Z dos dias 17 a 19. A incursão da massa oceânica atípica, para a época de inverno, foi devido aos efeitos do bloqueio.

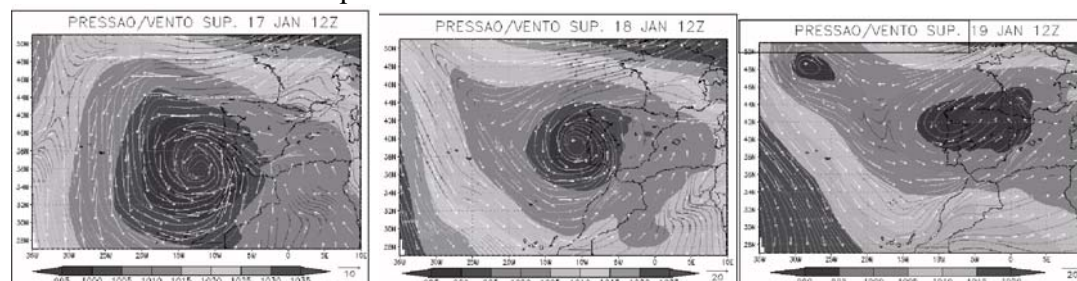


Fig. 12 – Campos Pressão e Vento na Superfície – D1: a. 17/01; b. 18/01, c. 19/01

A sequência das Figuras 13 (a-c) motram a evolução dos campos da vorticidade potencial e do vento na secção vertical do plano que passa pelas coordenadas das estações de coleta de dados do Porto e de Penhas Dourada, previstas para as 5::00Z e

11:00Z do dia 17 e 23:00Z do dia 19.. A precipitação acumulada em 24horas, para o domínio D3, às 15:00Z e 21:00Z do dia 21 e 00:00Z do dia 19 são apresentados nas Figs. 14. Nota-se que uma grande parte da umidade foi resultante das massas de ar mais quentes da região do Mediterraneo que realimentou o sistema frontal.

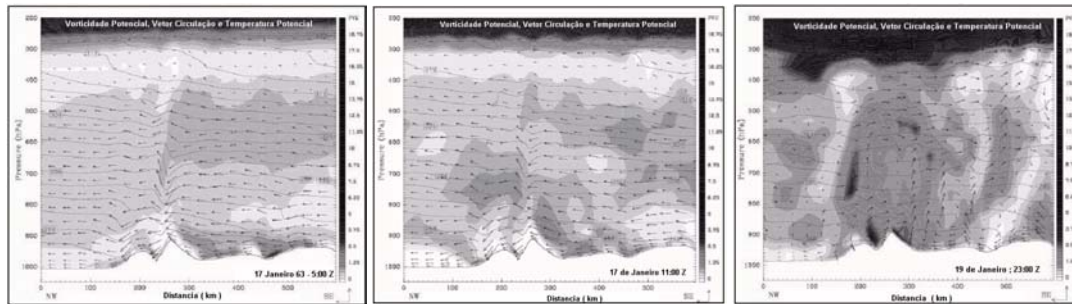


Fig. 13 Vorticidade Potencial, Vetor Circulação, Temperatura Potencial : 17/01-5:00Z, 17/01-11:00Z, 19/01-23:00Z.

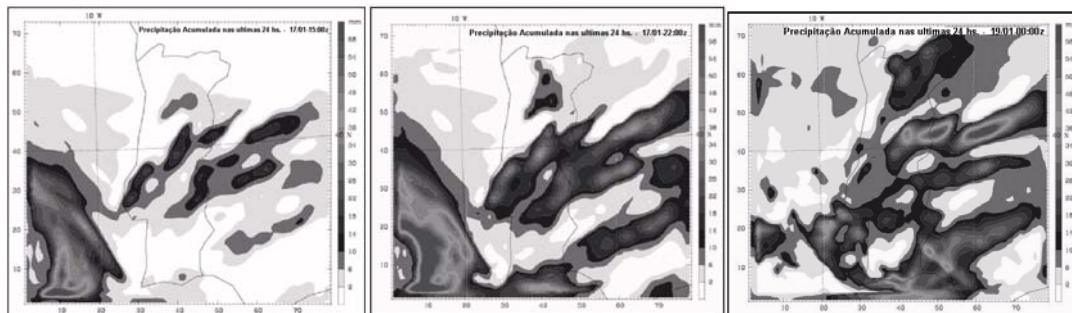


Fig. 14 Precipitação acumulada em 24 horas - 17/01-15:00Z, 17/01-21:00Z , 19/01-00:00Z.

### 3.2 Outubro 1963

Os campos da pressão na superfície, bem como os ventos prevaescentes, juntamen e com a estrutura vertical da secção transversal que passa por Porto e Penhas Dourada são apresentados nas sequencias das Figs. 15(a,b) e 16. Como se pode observar, o sistema frontal resultou da depressão Atlantica e o sistema avançou para a Península Ibérica de forma frontal ao Continente Português.

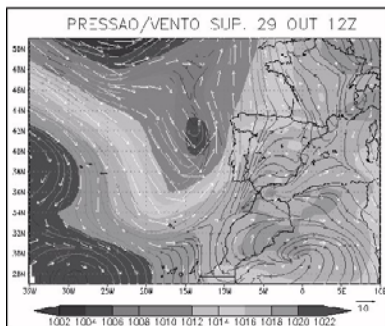


Fig. 15 Pressão e Vento na Superfície – 29/10 – 12 Z

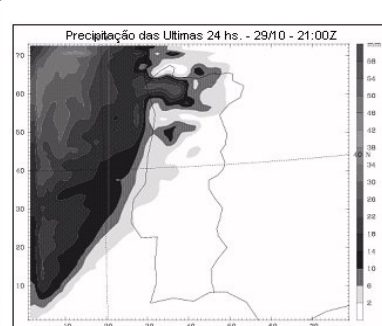
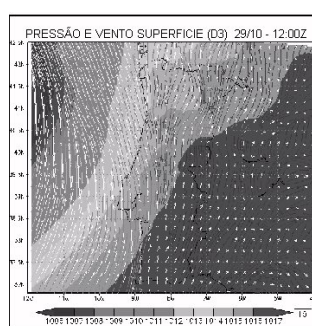
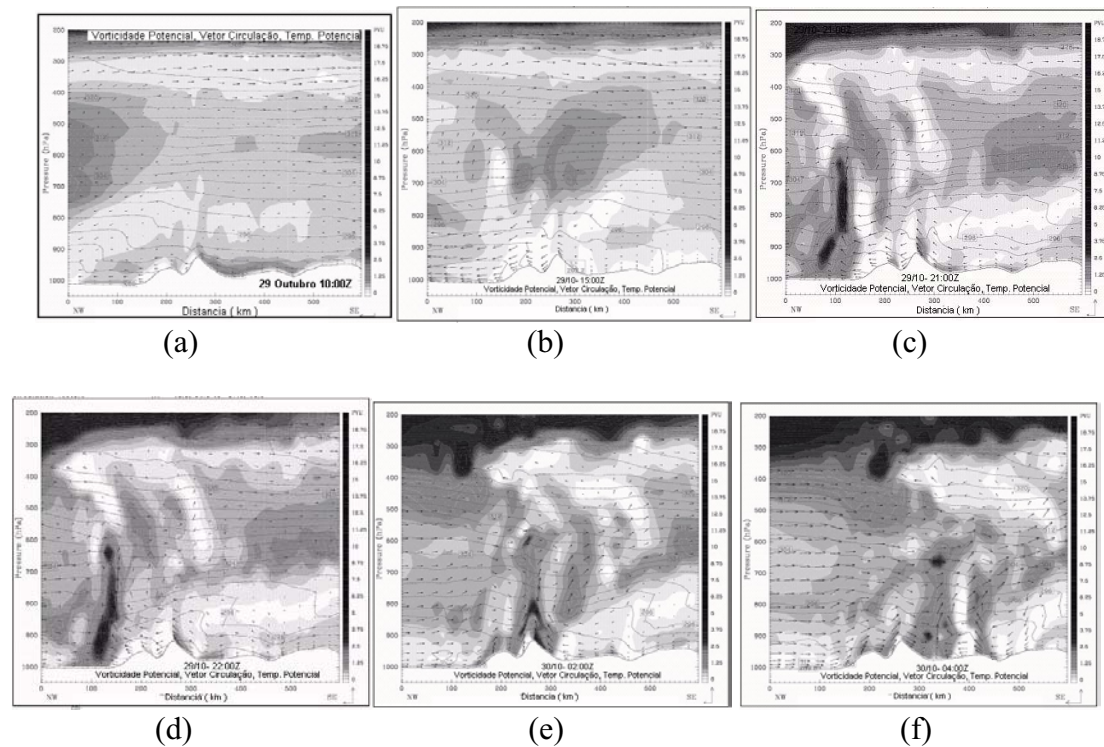


Fig. 16 Precipitação (D3) em 24hs – 29 outubro 21:00Z

A sequencia das Figs. 17 mostram o campo da Vorticidade Potencial, Vetor Circulação e Temperatura potencial durante toda fase de desenvolvimento do sistema frontal. Nota-se que no início, há uma forte incidência da precipitação sobre Porto e

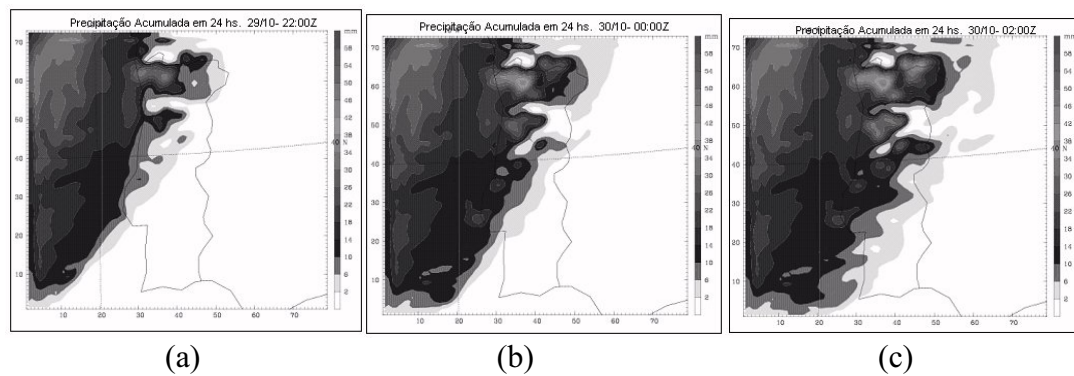


posteriormente sobre Penhas Douradas. Além disso, é marcante o desenvolvimento de núcleos convectivos de mesoescala, cujas células se encontram embebidas em um grande complexo convectivo.

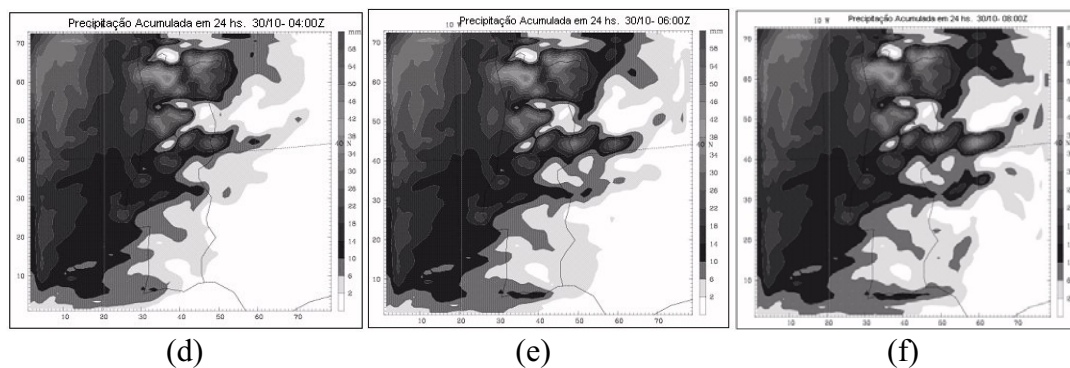


Figs. 17 (a-f) Vorticidade Potencial, Vetor circulação, Temperatura Potencial –Secção transversal Vertical Porto-Penhas Dourada.

O campo das precipitações acumuladas sobre D3, são apresentados nas sequencias das figuras 18, para as 22:00Z do dia 29, praticamente onde o sistema havia iniciado a fase de entrada no Continente Português; e para as 00, 02, 04, 06, 08:Z do dia 30, quando ocorreu a maior quantidade de precipitação na superfície. O total da precipitação acumulada estão dentro da ordem de magnitude do que foi observado nas duas estações de observações, mostrando portanto a boa performance do modelo MM5.







#### 4. Conclusão

O modelo respondeu de forma relativamente compatível, no que diz respeito às precipitações, com as observações feitas no Porto e em Penhas Douradas. Observou-se que, quando ocorre precipitações que, aparentemente estão relacionadas com circulações que são fortalecidas por aquelas do tipo vale-montanha, o modelo requer algum ajuste paramétrico ou, o que é mais provável, necessidade de inclusão de dados com coberturas espaciais mais fina, ou seja maior numero de observações realimentando o modelo, quer seja em 3D ou no pré-processamento propriamente dito. Não obstante, o total acumulado em 24 horas, quando se tratam de sistemas frontais intensos, o modelo responde razoavelmente, mesmo nas grades dos domínios D2 ou até mesmo D1.

Os resultados obtidos mediante a iniciliação e realimentação com dados da reanálise, lembrando que nos anos 60 siquer havia um sistema de sensoriamento remoto capaz de prover dados meteorológicos que pudessem ser extraídos das radiâncias, foram muito promissores. O modelo respondeu muito bem aos forçantes provocados durante a fase do bloqueio quase polar, proporcionou circulações resultante compatíveis com o que se esperava nessa situação, ou seja um retardo no processo de esfriamento de inverno, chuvas mais intensas e outros fatores.

#### Agradecimentos

Agradecemos à Universidade de Aveiro pelo suporte financeiro (\*) e por prover toda infra-estrutura necessária ao desenvolvimento do trabalho. Agradecemos ainda, ao Instituto de Meteorologia pelos dados observacionais, e à NOAA/NCEP por estar colocando os dados da reanálise a domínio público.

#### Referências Bibliográficas

- Dudhia, J., Gill, D., Kuo, Y.R., Bourgeois, A., Wang, W., Bruyere, C., Wilson, J., Kelly, S. 2002. PSU/NCAR Mesoscale Modeling System. MM5 Modeling System Version 3. NCAR Tech. Notes.
- Grell, G.A., J. Dudhia, D.R. Stauffer, 1994. A description of the fifth-generation Penn State/NCAR mesoscale modeling system (MM5). Tech. Note NCAR/TN-398+STR, NCAR.

- Hurrell, J.W., 1995: Decadal trends in the North Atlantic Oscillation and relationships to regional temperature and precipitation. *Science* 269, 676-679.
- Jones, P.D., Jónsson, T. and Wheeler, D., 1997: Extension to the North Atlantic Oscillation using early instrumental pressure observations from Gibraltar and South-West Iceland. *Int. J. Climatol.* 17, 1433-1450.
- Kettlewell, P.S., Sothorn, R.B., Koukkari, W.L., 1999: UK wheat quality and economic value are dependent on the North Atlantic oscillation. *J. Cereal Sci.* 29(3), 205-209.
- Knippertz, P., Christoph, M., Spetch, P., 2003a: Long-term precipitation variability in Morocco and the link to the large-scale circulation in recent and future climates. *Meteorology and Atmospheric Physics* 83:67-88.
- Knippertz, P., Ulbrich, U., Marques, F., Corte-Real, J., 2003b: Decadal changes in the link between El Niño and springtime North Atlantic Oscillation and European-North African rainfall. *Int. J. Climatol.* 23: 1293-1311.
- Rogers, J.C., 1997: North Atlantic storm track variability and its association to the North Atlantic Oscillation and climate variability of Northern Europe. *Journal of Climate* 10(7), 1635-1647.