

COMPORTAMENTO DO ICRIF (ÍNDICE COMBINADO DE RISCO DE INCÊNDIO FLORESTAL) EM DIFERENTES CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

Lourdes Bugalho⁽¹⁾, Luís Pessanha⁽²⁾

⁽¹⁾ Instituto de Meteorologia, Lourdes.Bugalho@meteo.pt

⁽²⁾ Instituto de Meteorologia, Luis.Pessanha@meteo.pt

SUMMARY

Forest fires are one of the most important natural risk affecting Portugal, specially over the summer time with enormous direct economical impact and, also by the indirect consequences of introducing fast changes on the land cover. The Portuguese Meteorological Institute (IM) produces a Forest Fire Risk Index, the ICRIF, combining meteorological conditions, vegetation status and structural information. The processing of 10 year of ICRIF is analysed together with the statistical classification of burned forest areas, in order to assess the quality of ICRIF results.

1. Introdução

Os fogos florestais são um dos mais devastadores desastres naturais que ocorrem frequentemente em Portugal Continental no Verão, com impacto na economia, no ambiente e no clima. Para além das perdas directas resultantes do fogo, são introduzidas alterações: i) no coberto vegetal, afectando directamente o clima, pela variação da reflectividade da superfície e com consequências no balanço radiactivo e ii) na composição da atmosfera (CO₂, aerossóis, etc.). Apenas uma gestão sustentável da floresta permite a sua adequada e contínua exploração.

O Instituto de Meteorologia (IM) tem desenvolvido esforços no sentido de fornecer diariamente mapas de risco de incêndio florestal e, em particular, o mapa de índice de risco ICRIF (Índice Combinado de Risco de Incêndios Florestais), que permitam o acompanhamento temporal e espacial, em tempo quase real, da evolução do risco/probabilidade de incêndios florestais, nas diferentes regiões do país.

O ICRIF, que combina o índice canadiano FWI (*Fire Weather Index*) com o tipo e condições da vegetação, tem sido disponibilizado desde 2004, foi alterado em 2006 introduzindo uma melhor resolução espacial e recorrendo desde então, à utilização do CORINE 2000 no levantamento do risco estrutural das florestas em Portugal Continental.

A caracterização estatística dos incêndios florestais, efectuada com base nos valores de áreas ardidas fornecidos pela Direcção Geral de Florestas, permite a validação do índice ICRIF, viabilizando a sua utilização operacional como contribuição no combate aos fogos florestais.

A validação estatística do risco de incêndio ICRIF, depende muito da caracterização estatística dos incêndios florestais, o que torna necessário conhecer a forma como se distribui ao longo do ano o número e a área dos incêndios florestais.

Foi por isso, dado início à caracterização das áreas ardidas entre 2001 e 2006 tendo sido realizado o processamento do ICRIF com base nos valores do FWI existentes em arquivo, para o período 1998 a 2007 durante os meses Maio a Outubro, garantindo a utilização do mesmo algoritmo durante todo o período. Este processamento foi calculado somente para este período porque, durante muitos anos, o FWI foi calculado apenas para o período de Verão (15 de Maio a 15 de Setembro), a que corresponde a maior parte dos incêndios florestais em Portugal Continental. Na verdade, os incêndios florestais nestes meses representam mais de 90% dos incêndios no ano, pelo que se pode considerar como uma boa estima dos valores totais.

2. Incêndios Florestais em Portugal Continental e Situações Sinópticas de Risco Elevado

Apesar das diferentes origens dos incêndios florestais, causas naturais, causas desconhecidas, descuido e origem criminosa, é no Verão que são criadas as condições para a sua deflagração e propagação.

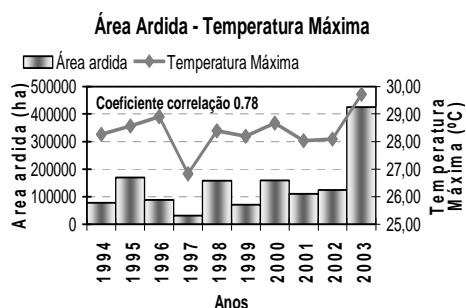


Fig. 1. Relação área ardida e temperatura máxima média de Verão

A área ardida em incêndios florestais está relativamente bem relacionada com a temperatura

máxima média de Verão com um coeficiente de correlação de 78%, como se pode observar na Fig.1. De referir que da análise da figura, a área ardida nos anos de 1996 e 1999, apresenta valores inferiores aos esperados, analisando apenas a média da temperatura máxima nos meses de Verão. De facto nestes anos, foi observado um mês de Agosto não típico, com precipitação, especialmente em 1999, e com média da temperatura máxima inferior aos valores normais (1961-1990), seguido de um mês de Setembro também com valores da média da temperatura máxima, inferior aos valores normais. (Dados do Departamento de Clima do Instituto de Meteorologia). É também interessante observar-se que o ano de 1997, que se apresenta como o ano mais quente até 2006 inclusive (Janeiro a Dezembro), foi caracterizado por um Verão com Junho e Julho de temperaturas inferiores às normais e em que Agosto esteve dentro dos valores normais, não tendo sido um ano de grandes incêndios florestais.

Calculando a percentagem de área ardida no Verão em relação ao total do ano, no período de 2001 a 2006, verifica-se que, para a grande maioria dos Distritos e dos anos, essa percentagem se situa acima de 90%, sendo mesmo nalguns deles, acima dos 98% (Tabela I).

Tabela I
Percentagem de área ardida de fogos florestais do Verão/ano

	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Aveiro	69,3	83,3	76,6	25,9(*)	78,6	97,1
C. Branco	99,5	99,7	99,9	99,6	98,8	99,1
Beja	99,9	99,3	99,7	99,9	78,7	99,3
Braga	89,4	92,4	92,2	86,0	92,5	98,1
Bragança	98,3	97,5	99,2	97,8	92,9	97,9
Coimbra	76,7	99,2	97,5	90,0	99,8	95,4
Évora	99,9	99,2	99,9	100,0	98,8	99,9
Faro	99,6	99,3	99,9	100,0	97,7	95,2
Guarda	98,9	97,2	99,8	97,9	94,4	98,1
Leiria	87,1	98,9	99,7	91,1	99,3	99,8
Lisboa	88,2	96,1	99,7	93,7	87,6	96,9
Portalegre	99,9	99,0	99,9	99,7	98,0	99,3
Porto	---	---	100,0	93,5	99,9	98,5
Santarém	91,1	99,1	99,9	98,8	99,5	99,2
Setúbal	95,4	97,0	99,7	97,0	74,8	98,3
V. Castelo	75,8	95,4	76,4	77,8	92,6	97,3
V. Real	93,5	95,7	94,9	94,8	95,2	93,8
Viseu	96,0	98,2	96,3	95,5	95,8	96,7

Há no entanto algumas exceções. É o caso de Aveiro, onde em 2004 o maior incêndio aconteceu no fim de Março. Considerando o total anual de área ardida para o período de 1980 a 2006 (Fig. 2), verifica-se terem sido os anos de 2003 e 2005, aqueles em que se observou maior área ardida total, bem acima do valor médio adicionado de um desvio

padrão.

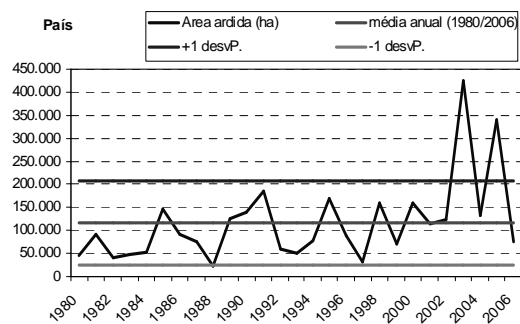


Fig. 2 Área total anual ardida para o País, para o período 1980 - 2006

No entanto, ao fazer-se a mesma análise por Distrito verificou-se que os Distritos onde se observou maior área ardida em 2003, não serem os mesmos dos que, em 2005, apresentaram maior área ardida, como por exemplo os Distritos de Castelo Branco (Fig. 3) e Viseu (Fig. 4).

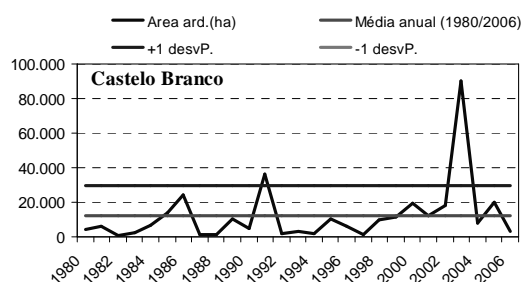


Fig. 3 Área total anual ardida para o Distrito de Castelo Branco, para o período de 1980 a 2006

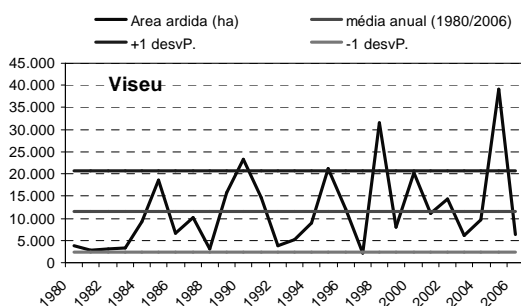


Fig. 4 Área total anual ardida para o Distrito de Viseu, para o período de 1980 a 2006

A razão para este facto deverá estar relacionada com o tempo de recuperação da vegetação nos Distritos com maior área ardida em 2003 e com condições meteorológicas diferenciadas.

Por outro lado, observa-se que a variabilidade anual das áreas ardidas varia de Distrito para Distrito (ver Fig. 3, 4 e 5). Assim, é importante que, qualquer análise que se faça, relacionada com os incêndios florestais, seja feita à resolução do Distrito.

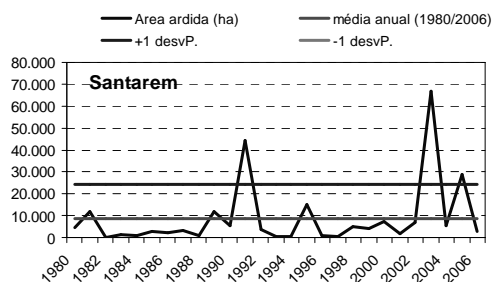


Fig.5 Área total anual ardida para o Distrito de Santarém, para o período de 1980 a 2006.

As condições sinópticas típicas de Verão em Portugal Continental estão condicionadas pela posição do anticiclone dos Açores, que se mantém quase estacionário, ou pela crista de altas pressões a ele associada (Fig. 6).

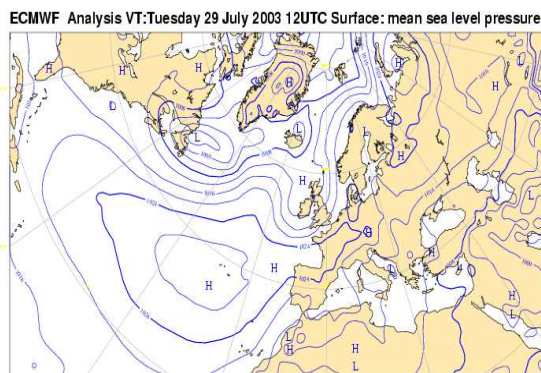


Fig 6. Carta sinóptica representando o campo da pressão ao nível médio do mar. Esta situação sinóptica é considerada típica para Portugal Continental associada a dias quente e secos no Verão.

No Verão, o anticiclone dos Açores, encontra-se, em geral, centrado em latitudes mais elevadas, bloqueando a passagem das depressões, que são obrigadas a percorrer trajetórias situadas mais para norte. É também frequente, durante o Verão (Maio a Setembro), a formação sobre a Península Ibérica de uma depressão de origem térmica à qual está associada temperaturas elevadas, humidade relativa baixa e circulações de mesoscala tipo brisa.

3. Índice Combinado de Risco de Incêndios Florestais (ICRIF)

O índice ICRIF combina um índice meteorológico FWI (*Fire Weather Index, Canadian Index*), com um mapa de risco estrutural, indicativo da facilidade de deflagração e propagação de incêndios florestais, frequentemente denominado mapa de combustível (*fuel*), baseado na base de dados de ocupação do solo CORINE 2000, e ainda com o índice de vegetação NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), indicador do estado de *stress* em que a vegetação se encontra.

Assim, o ICRIF representa um risco conjuntural, calculado através da combinação ponderada do risco

meteorológico FWI, do risco estrutural associado ao combustível e do índice de vegetação NDVI. Os pesos correspondentes são valores seleccionados para que o valor final do ICRIF esteja compreendido entre 0 e 100. Note-se no entanto que, sendo a escala do FWI uma escala aberta, a do ICRIF também o é.

3.1 Resultados do ICRIF

A partir de 2006, de 15 de Maio a 15 de Outubro, época de fogos florestais, o índice ICRIF, com a resolução de 1.1km x 1.1 km, passou a ser operacionalmente calculado e distribuído. Os resultados apresentam uma boa sincronização, quer com o aumento do risco, nos casos em que condições meteorológicas propícias a incêndios florestais se agravam, quer com a diminuição de risco, nos casos em que condições meteorológicas sofrem um desagravamento (Bugalho, L. e Pessanha, L., 2007). A análise dos resultados é feita com base em áreas de risco elevado em cada Distrito, calculando-se o número de pixels com valor de ICRIF que excede o patamar de risco 25 (situação gravosa) e 35 (situação muito gravosa). Ver, como exemplo a Fig.7.

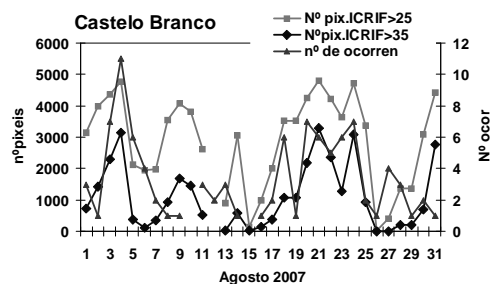


Fig. 7. Número de pixels com valores de ICRIF superior a 25 e a 35 e o nº de ocorrência de fogos, para o Distrito de Castelo Branco em Agosto de 2007

A correlação calculada entre o número de pixels por Distrito com valores elevados do ICRIF e a correspondente área ardida é, em geral, mais baixa do que a obtida com o número de ocorrências. Os valores de correlação mais baixos estão associados a meses e Distritos, com número de ocorrências significativo, mas, em geral, com áreas ardidas inferiores (inferiores a 0.1 ha).

3.2 Reprocessamento do ICRIF 1998 a 2007

O ICRIF foi reprocessado para o período 1998-2007, período para o qual existe calculado o FWI. Grande parte deste período refere-se apenas à chamada época de fogos florestais, de 15 de Maio a 15 de Outubro. No entanto, o reprocessamento a partir de 2002 refere-se ao ano completo. Com o resultado do reprocessamento foi possível estudar o comportamento estatístico deste índice para os diferentes Distritos e relacionar com as correspondentes áreas ardidas.

3.3 Índice ICRIF por Distrito

Foram calculados os valores médios diários, e os respectivos desvios padrões, por Distrito, do número de pixels com valores de ICRIF superior a 25 e a 35, para o período de 1998 a 2007, para os meses de Maio a Outubro. Castelo Branco é o Distrito com maior percentagem média diária de pixels acima de 25 (Agosto atinge 31% do Distrito) e de 35 (Agosto 14% da área do Distrito), Fig. 8. Em geral, os valores médios diários do número de pixels com o valor do índice ICRIF acima de 25 são da ordem de 17% em Agosto para o Distrito da Guarda, de 15% para os Distritos de Coimbra, Faro, de 10% para os Distritos de Bragança, Leiria, Santarém, Viseu e Vila Real, e inferior a 10% para os restantes Distritos da região do litoral norte e centro e do Alentejo.

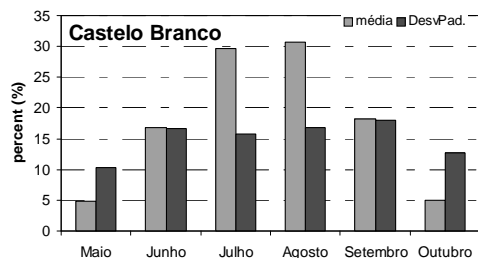


Fig. 8. Valor médio diário e desvio padrão do número de pixels com valores de ICRIF superior a 25, em percentagem do número total de pixels do Distrito de Castelo Branco, calculado para o período 1998-2007.

3.4 Índice ICRIF versus área ardida

O estudo da relação do índice ICRIF com a área ardida, por Distrito, foi realizado para o período 2001-2006.

No caso da evolução anual, considerando os valores anuais do número de pixels com valor do ICRIF superior a 25 e as correspondentes áreas ardidas, os ajustes são bons para a grande maioria dos Distritos, Fig 9, com excepção do ano de 2003 em Castelo Branco e Guarda, onde as áreas ardidas estiveram claramente acima do esperado para a área de risco dado pelo ICRIF, Fig 10.

A explicação pode estar relacionada com várias razões, desde fogos intencionalmente ateados, a problemas de combate pela dificuldade de acesso às regiões afectadas e também ao próprio índice não ter respondido correctamente à gravidade das situações.

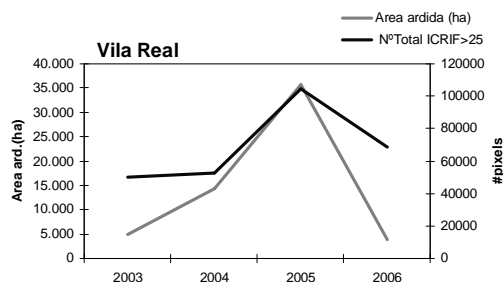


Fig. 9 Evolução da área ardida total (ha) e do número de pixels com valor de ICRIF superior a 25 para o Distrito de Vila Real.

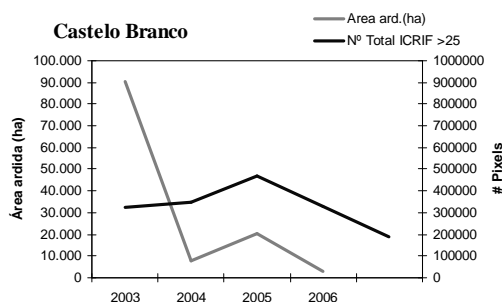


Fig. 10 Área ardida total anual (ha) e número total anual de pixels com valor de ICRIF superior a 25 para o Distrito de Vila Real

Por outro lado, foram detectados neste estudo alguns problemas, ligados ao registo de dados dos incêndios florestais, em particular no levantamento da área ardida, de impacto variável por Distrito e por período de recolha.

4 Classificação da Circulação do Tipo de Tempo para Portugal Versus Incêndios Florestais (ou ICRIF)

Utilizando a classificação do tipo de tempo para Portugal desenvolvido por R. Trigo et al, 2000, baseado no cálculo de um conjunto de índices associados com a direcção e vorticidade do fluxo geostrofico (Jenkinson and Collison, 1977; Jones et al.,1993; Trigo et al, 2000). Assim, foram encontradas 10 classes de tipo de tempo (Tabela II) das quais 8 são controladas pelo fluxo geostrofico direccional e 2 pela vorticidade geostrofica.

Tabela II

10 Classes dos C.W.T (*Classification Weather Type*)

Classe de W.T.	Símbolo
Anticiclónico	A
Ciclónico	C
Nordeste	NE
Este	E
Sudeste	SE
Sul	S
Sudoeste	SW
Oeste	W
Noroeste	NW
Norte	N

A cada uma desta classificação de tipo de tempo está associada uma situação sinóptica tipo. Por exemplo, na Fig.11 e 12 estão representadas as classificações do tipo de tempo NE e E, consideradas típicas de verão com tempo quente e seco associado.

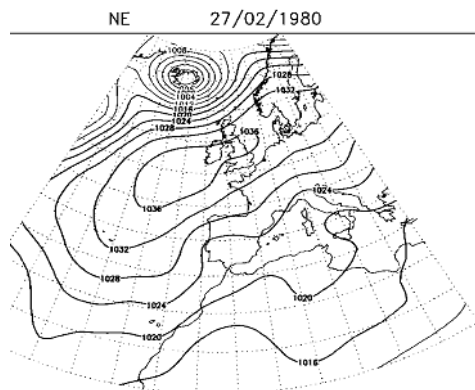


Fig. 11 Classificação do Tipo de Tempo de Nordeste (NE), característico dos dias de verão com temperaturas elevadas e humidade relativa baixa.

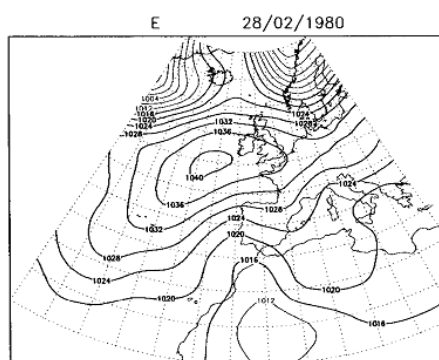


Fig.12. Classificação do Tipo de Tempo de Leste (E), característico dos dias de verão com temperaturas muito elevadas e humidade relativa baixa.

Este tipo de classificação objectiva corre, actualmente, duas vezes por dia, às 00 e 12 UTC, com base nas análises do ECMWF (Centro Europeu para a Previsão a Médio Prazo). Para o período anterior a 2002, correu com as reanálises também do centro ECMWF, ERA40. Com base nas classificações diárias foram calculados os apuramentos mensais.

Por exemplo, para o período 1978 a 2005, o valor médio das classes de classificação do tipo de tempo (CWT) Nordeste (NE) e Leste (E) estão representadas na Fig. 13.

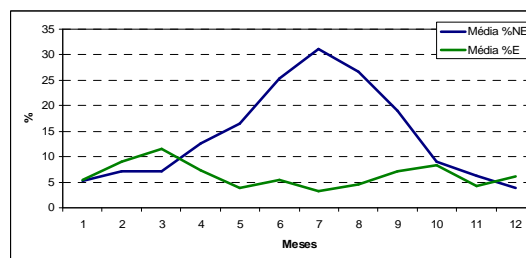


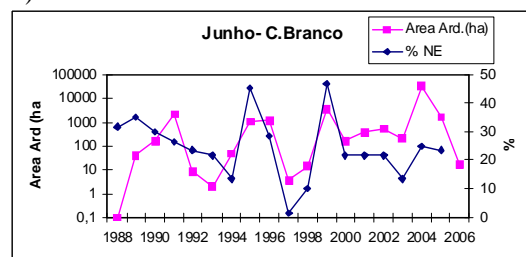
Fig. 13. Valor médio mensal para as CWT de NE e E para o período 1978 a 2005.

Como se pode verificar é nos meses de Verão que as circulações de NE são mais frequentes.

Neste trabalho pretende-se relacionar as áreas ardidas (ou áreas de risco de incêndios florestais) com o tipo de tempo, por Distritos. Consideraram-se para este estudo três Distritos bastante diferentes quanto à distribuição anual dos incêndios florestais: Castelo Branco, situado na região interior centro de Portugal Continental, Viana do Castelo, situado na região norte litoral e Bragança, situado na região interior norte.

Assim, nas Fig. 14.A e 14.B, estão representadas as áreas ardidas mensais, versus percentagem de CWT NE, para Junho e Agosto de 1988 a 2006 para o Distrito de Castelo Branco. Igual representação pode ser encontrada nas Fig.15.A e.15.B para Viana do Castelo e nas Fig.16.A e Fig.16.B para Bragança.

A)



B)

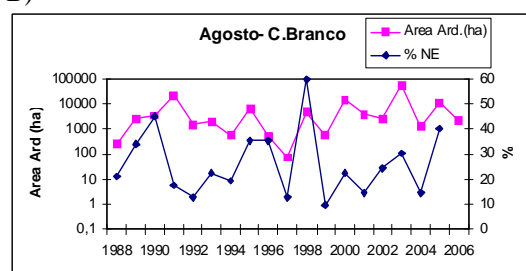


Fig 14. Áreas ardidas mensais versus percentagem de CWT NE para o Distrito de Castelo Branco de 1988 a 2006, para A) Junho e B) Agosto.

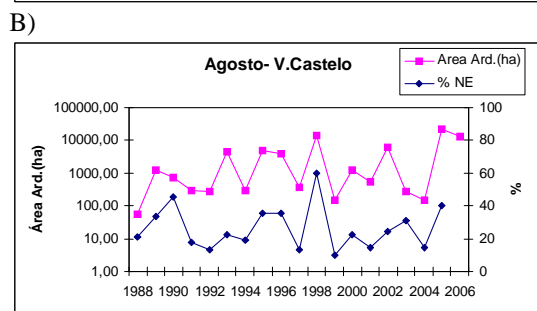
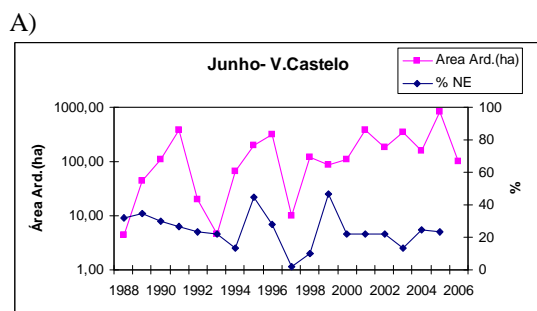


Fig 15 Áreas ardidas mensais versus percentagem de CWT NE para para o Distrito de Viana do Castelo de 1988 a 2006 para A) Junho e B) Agosto

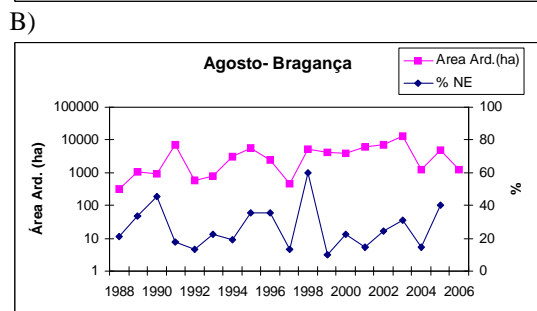
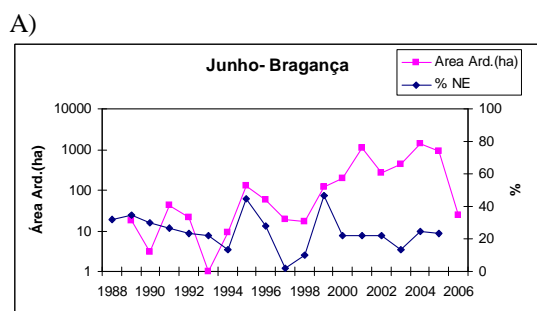


Fig 16 Áreas ardidas mensais versus percentagem de CWT NE para o Distrito de Bragança de 1988 a 2006 para A) Junho e B) Agosto

Parece existir uma boa relação entre a área ardida e o tipo de tempo de NE para todos os Distritos, mas com melhor correlação no Distrito de Castelo Branco.

5 Trabalho Futuro

Pretende-se no futuro

- Estudar as condições sinópticas de ocorrência dos grandes incêndios florestais de 2003 e 2005, relacionando-os com a classificação objectiva
- Relacionar o comportamento da área de risco dada pelo ICRIF, por Distrito, com os incêndios florestais e o tipo de tempo.

Referências

Bossard, M., Feranec, J., Otahel, J., 2000 - CORINE Land Cover Technical Guide. Addendum 2000, Technical Report no 40, May 2000. European Environment Agency.

Bugalho, L., Pires, V., 2005 - Monthly Analyse of NDVI at Portugal and their Relationship with Soil Water Balance - Proceeding of 4ª Simpósio de Meteorologia e Geofísica da APMG, 14 a 17 Fevereiro 2005.

Bugalho, L., Pessanha, L., 2007 - Análise e validação do Índice de Risco de Incêndio Florestal - Proceeding of 5º Simpósio de Meteorologia e Geofísica da APMG, 5 a 8 Fevereiro 2007

Mendes, T. M., Trigo, R.M., DaCamara, C.C. (2003) "Atmospheric Circulation Patterns affecting Continental Portugal (1881-1995)". Proceedings da 3rd Iberian Assembly of Geodesy and Geophysics, Fevereiro 2002, Valência, Espanha. pp 960-964.

Trigo R.M. and DaCamara C.C (2000) "Circulation Weather Types and their influence on the Precipitation Regime in Portugal". *Int. J. Climatol*, 20, 1559-1581.