

BIBLIOGRAPHY

ISA. (2005). Proposta Técnica de Plano de Defesa da Floresta Contra Incêndios. Lisboa: Associação para o Desenvolvimento do Instituto Superior de Agronomia, Instituto Superior de Agronomia.

BEIGHLEY, M. & QUINSENBERRY, M. (2004). *USA-Portugal Wildland Fire Technical Exchange Project Final Report: USDA Forest Service.*

DGRF. (2008). *Relatório 2007.* Lisboa: Defesa da Floresta Contra Incêndios, Direcção-Geral dos Recursos Florestais, Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas.

D. X. VIEGAS, T. ABRANTES, L. M. RIBEIRO, F. E. SANTO, M. T. VIEGAS, J. SILVA (2008). *Fire weather in the last five years fire seasons in Portugal.* EGU General Assembly

DESEMPENHO DO SISTEMA DE DFCI EM PORTUGAL CONTINENTAL NOS PERÍODOS DE 2001-2005 E 2006-2008

PAULO M. FERNANDES

Departamento Florestal, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Enquadramento e metodologia

O impacto nas características do regime de fogo constitui uma medida do desempenho a longo prazo de um sistema de DFCI. O regime de fogo, incluindo a sua intensidade (que condiciona a efectividade dos meios de combate e consequentemente a área ardida), conjuga as influências do clima, vegetação (combustível) e topografia. Estes factores exercem o seu efeito a escalas temporais e espaciais distintas, cuja importância relativa é muito debatida (e.g. Fernandes e Botelho 2003; Moritz et al. 2004; Drever et al. 2008). À escala regional é de esperar que prevaleçam os factores climáticos, enquanto que as características do combustível e do terreno controlam o fogo localmente (Heyerdahl et al. 2001).

É nosso objectivo a quantificação de alterações recentes na incidência de fogos rurais em Portugal Continental. Porque a dinâmica temporal da actividade de fogos depende largamente do contexto meteorológico este tem que ser considerado ao emitir juízos sobre o eventual (des)agravamento da situação de incêndios. Em Portugal a variação meteorológica inter-anual explica cerca de 80% da variação na área ardida (Pereira et al. 2003). Assim, e a fim de detectar diferenças objectivas entre os períodos de 2001-2005 e 2006-2008, apreciamos a evolução recente de indicadores da efectividade das várias componentes da gestão do fogo através de uma análise

estatística que procura anular o “ruído” associado às condições atmosféricas. A selecção da fronteira entre os dois períodos de tempo foi determinada pela gravidade dos incêndios em 2005 e porque muitas das decisões e medidas pós-2003 apenas se consolidaram ou concretizaram em 2006-2008.

Os indicadores adoptados constam do Quadro 1. Por razões óbvias não é possível tratar o efeito da gestão de combustíveis e silvicultura preventiva, que qualquer um dos indicadores implicitamente reflectirá. Os três primeiros indicadores foram calculados diariamente à escala nacional a partir da análise da informação constante na base de dados fornecida pela AFN. A mediana da dimensão dos grandes incêndios (acima de 100 ha) foi calculada semanalmente, uma vez que os maiores fogos se prolongam por vários dias e é impossível associar as condições meteorológicas de um determinado dia à área ardida nesse dia.

ACTIVIDADE	INDICADOR
Prevenção de ignições	Número de ocorrências
Deteccção e 1ª intervenção	Proporção de ocorrências \geq 1 hectare
Ataque inicial	Proporção de fogos \geq 100 hectares
Ataque ampliado	Dimensão mediana dos fogos \geq 100 hectares

QUADRO 1. Indicadores de desempenho das actividades de gestão do fogo.

O sistema FWI (Van Wagner 1987) integra o sistema Canadano de indexação do perigo meteorológico de incêndio, comprovadamente robusto e interpretável operacionalmente. O FWI discrimina índices da humidade de três estratos do combustível (FFMC, DMC, DC) e índices do comportamento potencial do fogo, respectivamente ISI (velocidade de propagação), BUI (consumo de combustível) e FWI (intensidade do fogo). Os componentes do FWI podem medir a combustibilidade mas não indicam o risco de incêndio (Alexander 1994), mas a sua aferição para Portugal baseou-se num estudo climatológico e em correlação com as estatísticas de incêndios (Viegas et al. 2003). Palheiro et al. (2006) estabeleceram classes de FWI que definem dificuldades crescentes de extinção do fogo em pinhal e nas quais assentam os usos operacionais actuais.

Os indicadores de desempenho correlacionaram-se com os vários índices que constituem o FWI, calculados pelo IM com base nos dados individuais de 61 ou 85 estações meteorológicas, dependendo do ano. Para 2008 só foi possível apurar a informação respeitante aos meses de Abril a Setembro. Os indicadores número de ocorrências, proporção de ocorrências com área igual ou superior a um hectare, e proporção de fogos com área igual ou maior que 100 hectares foram confrontados com as médias diárias nacionais dos índices do FWI. A dimensão dos fogos \geq 100 hectares examinou-se em função dos índices da estação (ou estações) meteorológicas mais próximas.

A análise estatística incluiu dois procedimentos complementares:

01. Análise de covariância para identificação de diferenças entre os períodos 2001-2005 e 2006-2008 para os vários indicadores de desempenho. A análise testou a existência de diferenças esta-

tisticamente significativas entre as médias por período das predições do modelo FWI ajustadas para condições meteorológicas neutras.

02. Modelação por regressão não-linear da variação dos indicadores em função dos índices do FWI para o período 2001-2005, aplicação dos modelos a 2006-2008, e determinação do desvio dos valores observados em relação aos valores estimados. Esta análise não se efectuou para os indicadores que o procedimento anterior identificou como não sendo estatisticamente distintos entre os dois períodos.

Prevenção de ignições

Os resultados das análises figuram no Quadro 2. O nº diário de ocorrências é o indicador que numa análise à escala diária está mais fortemente associado às condições meteorológicas, sendo grandemente explicado pelo FFMC, índice do teor de humidade do combustível morto e fino. Este índice em conjunto com o índice DMC (que reflecte a humidade da folhada inferior) e com o período (2001-05 ou 2006-08) explica 76% da variação observada no nº diário de ocorrências. O nº de fogos ajustado para condições meteorológicas neutras foi significativamente inferior no período mais recente, sofrendo uma redução de 22% face a 2001-2005.

INDICADOR	VARIÁVEIS NO MODELO	MÉDIAS AJUSTADAS * 2001-05	2006-08	DESVIO (%)** 2006-08
Nº ocorrências	FFMC, DMC	74 a	61 b	-21,5
Prop. fogos >1 ha	Nº ocorrências, ISI, Época	0.197 a	0.129 b	-36,6
Prop. fogos >100 ha	FWI, prop. ocorr. > 1 ha	0.0036 a	0.0018 b	-63,1
Dimensão mediana dos fogos >100 ha	FWI, nº fogos >100 ha	245 a	253 a	-

QUADRO 2 Variáveis explicativas da variação dos indicadores de desempenho e diferenças entre os períodos 2001-2005 e 2006-2008. * Ajustamento para condições meteorológicas neutras. Valores na mesma linha acompanhados por letras distintas são significativamente diferentes (p<0.05, teste de Tukey-HSD) ** Calculado como [(observado – estimado) / estimado] x 100, sendo as estimativas efectuadas com o modelo 2001-05.

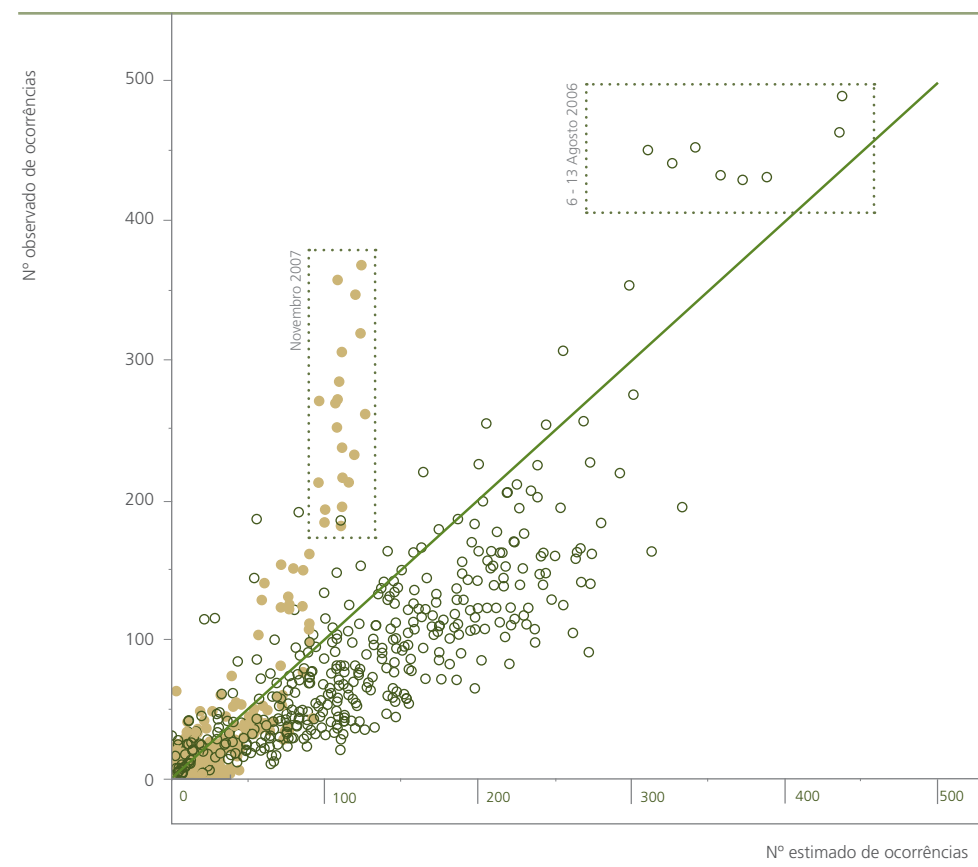


FIGURA 1 Número observado de ocorrências diárias em 2006-2008 versus estimativa efectuada com o modelo desenvolvido para 2001-2005. Fogos de Outono-Inverno a castanho.

A Figura 1 confronta os números observado e estimado de ignições para o período 2006-2008. Para os fogos de Primavera-Verão há uma tendência notória de decréscimo de ocorrências, excepto na semana mais quente e seca de Agosto de 2006, o que realça a facilidade de ignição nas condições mais extremas e sugere limites para a efectividade das acções de sensibilização e dissuasão. Note-se também o extraordinariamente elevado número de fogos em Novembro de 2007. Os desvios sazonais ao número expectável de ignições em 2006-2007 foram 95%

no Inverno (Janeiro – Março), -35% na Primavera (Abril-Junho), -25% no Verão (Julho-Setembro) e 104% no Outono (Outubro-Dezembro). O duplicar do nº de ocorrências no Outono-Inverno é sintomático da importância do uso do fogo no espaço rural, num contexto em que o patrulhamento durante a época “normal” de fogos aumentou.

O nº de ignições ajustado para condições meteorológicas neutras é substancialmente menor a partir de 2004, tendo atingido o mínimo em 2008 (Figura 2).



FIGURA 2 Desvio anual ao nº de ocorrências de acordo com o modelo desenvolvido para 2001-2005.

Detecção e primeira intervenção

A proporção diária de fogos cujo tamanho final superou 1 ha diminuiu com o nº de ocorrências. Mais ignições significam maior secura do combustível, mas também maior lentidão no processo de despacho e menor disponibilidade de meios para a 1ª intervenção. O índice ISI (expressão conjunta da velocidade do vento e humidade do combustível fino) revelou-

-se porém mais importante na explicação da variância remanescente. Uma variável adicional mostrou-se influente: em igualdade de circunstâncias uma maior percentagem das ocorrências cresceu para lá de um hectare na época de Novembro-Abril em comparação com Maio-Outubro, provavelmente em resultado das diferenças no nível de prontidão. Neutralizando

os factores meteorológico e sazonal verifica-se que a proporção de fogos >1 ha foi significativamente inferior no período 2006-2008, com um desvio negativo de 37%.

A Figura 3 mostra um decréscimo – apenas interrompido em 2004 – da fracção de fogos >1 ha ao longo de período de análise, o que indicia um aumento progressivo do desempenho da detecção / 1ª intervenção.



FIGURA 3 Desvio anual à proporção de fogos com dimensão superior a 1 ha de acordo com o modelo desenvolvido para 2001-2005.

Ataque inicial

A Figura 4 mostra que o índice FWI está bastante correlacionado com a proporção mensal de grandes (>100 ha) incêndios. Os pontos correspondentes a 2006-08 estão quase sempre abaixo da curva exponencial ajustada, sendo que em alguns meses da época “baixa” (Janeiro, Outubro e Dezembro de 2005; Fevereiro de 2006; Abril de 2008) a importância relativa dos fogos >100 superou a expectativa, provavelmente devido a menor prontidão do dispositivo de combate.

Considerados os efeitos da meteorologia (FWI) e da redução no nº de fogos > 1 ha, ocorreram menos grandes incêndios em 2006-2008 em comparação com 2001-2005, com um desvio de -63%. A Figura 5 mostra que nos anos de 2006 a 2008 houve uma redução real na proporção de grandes incêndios, ou seja, que a quebra registada não se deveu somente a condições meteorológicas favoráveis. Pelo contrário, a meteorologia de 2004 não justifica que a fracção de grandes fogos seja a maior de todos os anos desde 2001.

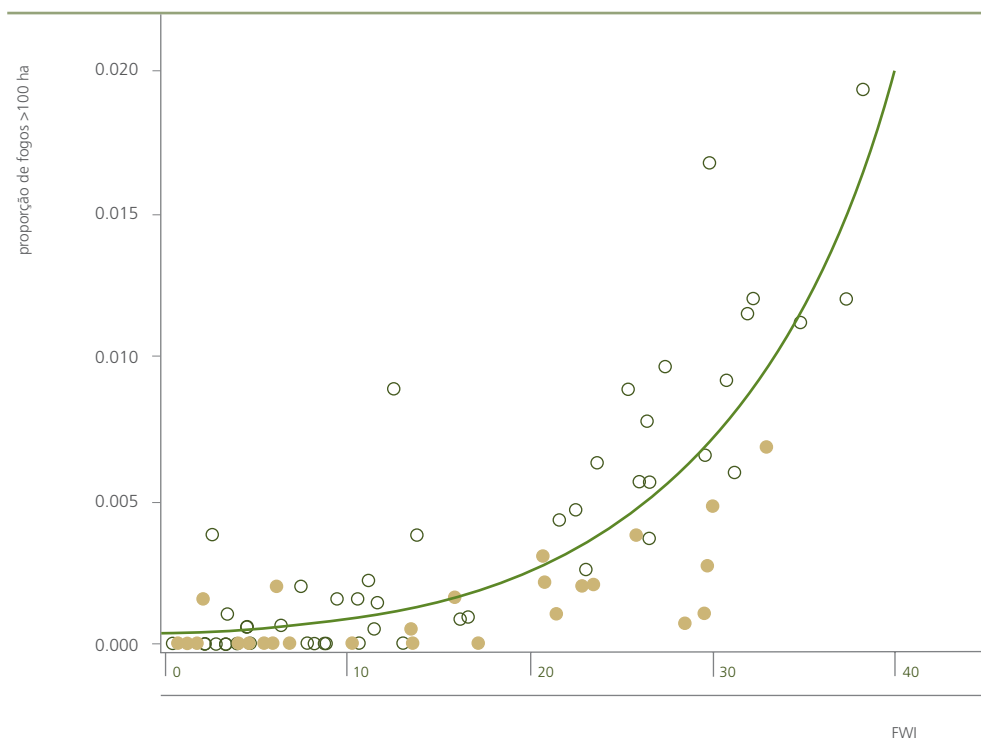


FIGURA 4 Proporção mensal de fogos maiores que 100 ha versus índice FWI. Os pontos verdes correspondem aos meses de 2006-2008.



FIGURA 5 Desvio anual à proporção de fogos com dimensão superior a 100 ha de acordo com o modelo desenvolvido para 2001-2005.

Ataque ampliado

O indicador dimensão (mediana) dos grandes fogos variou em função do índice FWI e do próprio nº de grandes fogos, denotando a dispersão de meios de combate que usualmente acompanha as situações meteorológicas mais adversas. A dimensão dos fogos >100 ha foi substancialmente superior do que o FWI deixaria antever nos meses de Agosto de 2003, Março e Junho de 2004, e Janeiro e Dezembro de 2005. Não foi possível detectar uma evolução positiva no desempenho do ataque ampliado em 2006-2008, uma vez que a média ajustada para um FWI neutro não difere estatisticamente da média do período 2001-2005. Este resultado não surpreende, dada a fragilidade do ataque ampliado, tal como constatado durante a monitorização de incêndios individuais efectuada durante a fase Charlie (1 de Julho a 30 de Setembro) de 2007. As deficiências do ataque ampliado, e do combate a incêndios em geral em Portugal, incluem (Botelho et al. 2008):

- Atribuição rígida dos níveis de prontidão;
- estratégia e táticas de combate que não consideram a evolução previsível do incêndio;
- meios e táticas desadequados ao nível comportamento do fogo;
- alocação e gestão de meios não ajustados ao ciclo meteorológico diário nem ao ciclo de vida do incêndio;
- à excepção dos Grupos de Análise e Uso do Fogo, não há pessoal dotado de competências essenciais a um controlo perimetral efectivo (avaliação do piro-ambiente, meteorologia de incêndios, análise avançada de incêndios);
- muitas normas operacionais ligadas à coordenação e organização do teatro de operações não têm correspondência no terreno, por falta de uma estrutura de comando que as implemente.

Conclusão

A principal limitação da análise efectuada prende-se com a sua resolução espacial e temporal. A enorme extensão do território que ardeu de 2001 a 2005, mais de 1.2 milhões de hectares, terá forçosamente limitado a extensão dos fogos ocorridos em 2006-2008 em várias regiões do país. Uma terceira limitação residirá na capacidade do sistema FWI para representar adequadamente o potencial de comportamento do fogo em ambientes meteorológicos extremos, nomeadamente em situações de forte instabilidade atmosférica após um período de secura bastante prolongado. Em formações dominadas por vegetação arbustiva o FWI sobrestima o potencial de fogo na Primavera, mas é possível que o subestime nos Verões mais secos.

As análises efectuadas permitem concluir que o desempenho das actividades de prevenção de ignições, detecção/1ª intervenção e ataque inicial ao fogo evoluiu favoravelmente de 2001-2005 para 2006-2008. É especialmente relevante constatar a diminuição da fracção de fogos que excedem 100 ha de tamanho, uma vez que são responsáveis pelos impactes mais severos e por grande parte da área ardida total. Em 2006-2008 os grandes incêndios corresponderam a 65,5% da superfície queimada total, face a 84,3% em 2001-2005. Não há porém evidências de melhorias nos resultados do combate ampliado a incêndios, o que significa que não é de excluir uma repetição dos anos críticos de 2003 e 2005.

A reforma do sistema DFCI encetada após 2003 incidiu essencialmente em alterações com repercussões na prevenção de ignições e nas actividades de pré-supressão e supressão do fogo. Os resultados alcançados reflectem este esforço – e uma visão es

sencialmente de protecção civil, que a municipalização do planeamento da DFCI reforça – mas não são sustentáveis a médio e longo prazo sem um empenho comparável em medidas de efectiva protecção florestal. Adicionalmente, não é crível que o actual (e economicamente irracional) modelo de combate a incêndios, onde a força se substitui ao conhecimento técnico, seja compatível com ganhos de efectividade na supressão de grandes incêndios.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, M.E. 1994.** Proposed revision of fire danger class criteria for forest and rural areas in New Zealand. NRFA/NZFRI, Circular 1994/2, Wellington.
- BOTELHO, H., C. LOUREIRO, P. FERNANDES. 2008.** Avaliação do desempenho do ataque ampliado a incêndios florestais – relatório final. Protocolo ANPC/UTAD. Vila Real.
- DREVER, C., M. DREVER, C. MESSIER, Y. BERGERON, M. FLANNIGAN. 2008.** Fire and the relative roles of weather, climate and landscape characteristics in the Great Lakes-St. Lawrence forest of Canada. *Journal of Vegetation Science* 19: 57-66.
- FERNANDES, P.M., H.S. BOTELHO. 2003.** A review of prescribed burning effectiveness in fire hazard reduction. *International Journal of Wildland Fire* 12(2): 117-128.
- HEYERDAHL, E.K., L.B. BRUBAKER, J.K. AGEE. 2001.** Spatial controls of historical fire regimes: A multiscale example from the interior west, USA. *Ecology* 82(3): 660-678.
- MORITZ, M.A., J.E. KEELEY, E.A. JOHNSON, A.A. SCHAFFNER. 2004.** Testing a basic assumption of shrubland fire management: how important is fuel age? *Frontiers in Ecology and Environment* 2(2): 67-72.
- PALHEIRO, P., P.M. FERNANDES, M.G. CRUZ. 2006.** A fire behaviour-based fire danger classification for maritime pine stands: comparison of two approaches. In Proc. 5th Int. Conf. Forest Fire Research, D.X. Viegas (Ed.). Elsevier B.V., Amsterdam. CD-ROM. [Abstract em *Forest Ecology and Management*, 234(S1), 2006]
- PEREIRA, M.G., R.M. TRIGO, C.C. CAMARA, J.M.C. PEREIRA, S.M. LEITE. 2005.** Synoptic patterns associated with large summer forest fires in Portugal. *Agricultural and Forest Meteorology* 129(1-2): 11-25.
- VAN WAGNER, C.E. 1987.** Development and structure of the Canadian Forest Fire Weather Index System. Can. For. Serv., Forestry Tech. Rep. 35, Ottawa.
- VIEGAS, D.X., R. REIS, M.G. CRUZ, M.T. VIEGAS. 2003.** Calibração do Sistema Canadano de Perigo de Incêndio para aplicação em Portugal. *Silva Lusitana* 12(1): 77-93.