



FICHA DE TRABALHO

CADERNO	5. GESTÃO DO CONHECIMENTO
FICHA	5.4. COMPARAÇÃO INTERNACIONAL

O presente documento constitui uma Ficha que é parte integrante de um Caderno temático, de âmbito mais alargado, não podendo, por isso, ser interpretado separadamente.

1. INTRODUÇÃO

O objectivo desta ficha é proceder à comparação internacional das actividades de C&T, investimentos e desempenho no âmbito da defesa da floresta contra incêndios florestais. Nesta análise pretende-se observar a situação em países de referência pelo seu sucesso na gestão e controlo dos incêndios com vista à aferição do nosso potencial e nível de desempenho. Deste exercício tenciona-se avaliar a situação nacional com o intuito de agenciar novas soluções e aperfeiçoar produtos, processos ou sistemas.

Neste trabalho, focámos a nossa atenção na investigação científica, no desenvolvimento tecnológico e na organização destas mesmas actividades. Assim, estabelecemos os seguintes tópicos de análise:

- a) Produção científica (em revistas de referência);
- b) Desenvolvimento tecnológico (projectos comunitários e registos de patentes);
- c) Organização da investigação e desenvolvimento (I&D).

No estudo da produção científica pretendemos observar a sua evolução na última década e identificar os principais domínios científicos onde se inserem as principais publicações na temática dos incêndios florestais. Outro objectivo da nossa tarefa é demonstrar que a produção científica na temática dos incêndios florestais é marcada pelo sistema científico de cada país e pela relevância da problemática no respectivo contexto nacional. Os principais objectivos da análise do desenvolvimento tecnológico são: a identificação dos países com maior performance nesta temática e as principais áreas das patentes registadas; e o posicionamento nacional ao nível da inovação tecnológica, tanto ao nível mundial como no contexto europeu. Quanto à organização da I&D, o objectivo central é observar como a problemática dos incêndios florestais se integra nos sistemas nacionais



de C&T, nomeadamente que instituições estão envolvidas, que temas são abarcados e qual a dimensão relativa do investimento.

2. METODOLOGIA

A descrição da metodologia será feita de acordo com a estrutura e os objectivos indicados na introdução. Assim teremos os seguintes itens: produção científica internacional; desenvolvimento tecnológico e organização dos sistemas nacionais de I&D no âmbito dos incêndios florestais.

2.1. Produção de conhecimento científico

A selecção do universo de estudo seguiu a mesma metodologia da análise do corpo do conhecimento em Portugal. As fontes de informação utilizadas foram a *Science Citation Index (SCI)* e a *Social Science Citation Index (SSCI)* do *Institute for Scientific Information (ISI)* disponíveis na plataforma *ISI Web of Knowledge (WoK)*, a busca processou-se através das mesmas palavras-chave e consideraram-se dois períodos: 1994-2003 e 1999-2003.

Na escolha dos países tomou-se em consideração a nossa inserção geográfica na bacia mediterrânica, a integração na União Europeia e as referências mundiais e comunitárias em C&T. De acordo com esta metodologia, seleccionaram-se os seguintes países: EUA, Espanha, França, Reino Unido, Itália, Suécia, Finlândia e Grécia. Assim, temos um conjunto de países mediterrânicos onde os incêndios florestais são um problema relevante, alguns países comunitários com elevados níveis de investimento e desempenho em C&T e os EUA que são uma referência mundial em C&T e o principal país cooperante extra-comunitário. Na comparação entre países vamos ter dois níveis de análise. Uma abordagem ao nível intracomunitário e outra ao nível da União Europeia *versus* EUA. Esta opção deriva das relações de escala entre os EUA e os países da União.

2.2. Desenvolvimento tecnológico

Na análise do desenvolvimento tecnológico seguiu-se igualmente a metodologia empregue no estudo do corpo do conhecimento nacional. Assim, a pesquisa incidiu em dois universos: as patentes registadas na Sp@cenet (base de dados) e os projectos europeus inventariados no site CORDIS, no período mediado entre 1995 e o primeiro semestre de 2005. Identificaram-se os países, as tecnologias e o âmbito de aplicação.



Neste ponto assumimos também dois níveis de análise. Um nível mundial onde são individualizados os países com maior número de registos de patentes e a UE em conjunto e o nível comunitário.

2.3. Organização da I&D em incêndios florestais

Na comparação internacional da organização da investigação e desenvolvimento (I&D), seleccionámos a Espanha, a França e os Estados Unidos da América. Esta escolha baseou-se nas razões já invocadas acima assim como nos resultados obtidos na análise da produção científica e do desenvolvimento tecnológico.

Neste trabalho procuramos analisar alguns indicadores e temáticas desenvolvidas no âmbito dos incêndios florestais e enquadrá-las na problemática específica dos incêndios florestais e nos sistemas nacionais de C&T. As principais fontes de informação foram a plataforma *Web of Knowledge*, a base de dados *Sp@cenet* e a publicação *Key Figures 2003-2004* da Comissão Europeia. Outras fontes de informação foram os *Web sites* das instituições de I&D e as apresentações públicas dos especialistas destes países aquando da sua visita a Portugal no âmbito do PNDFCI.

3. RESULTADOS

A apresentação dos resultados segue a mesma estrutura adoptada para a metodologia. Assim teremos os seguintes pontos: produção científica; desenvolvimento tecnológico e sistemas nacionais de C&T.

3.1. Produção de conhecimento científico

Na pesquisa sobre a produção científica específica na temática dos incêndios florestais¹ foram inventariados mais de 4.000 artigos reconhecidos internacionalmente no ISI para o período 1994-2003. No gráfico abaixo apresenta-se a evolução da produção científica a nível mundial, para os EUA e para a UE².

¹ Pesquisa realizada com as seguintes palavras-chave: forest fire* or fire management* or prescribed burn* or prescribed fire* or wildfire* or fire spread* or fire behaviour* or fire survival or wildland fire* or fire forest* or fire suppression or fuel accumulation* or fire severity or fuel management* or burned area* or vegetation fire* or fire regime* or fire behavior*; foram acrescentados mais cinco artigos que apurados através da identificação de especialistas nacionais.

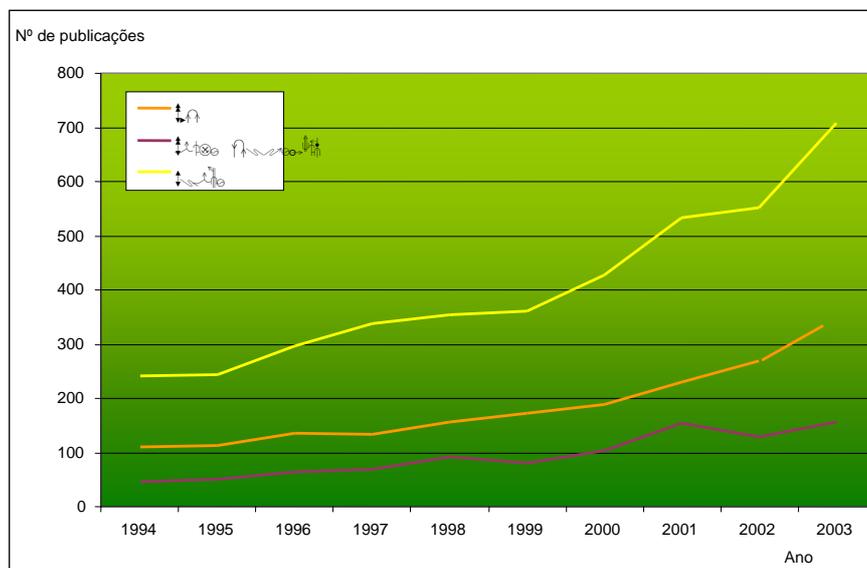
² Os dados apurados são relativos à União Europeia a quinze.



Os principais resultados a extrair são:

- Durante a década 1994-2003, a produção científica triplicou tanto a nível mundial como nos EUA e na UE;
- Os EUA têm um peso marcante, com uma quota média de 45% e atingiram os 50% em 2003;
- A produção da União Europeia é cerca de metade da dos EUA, o que demonstra claramente a diferença de escala entre este país e os da UE.

Gráfico 1 – Evolução da produção científica na temática dos incêndios florestais



A publicação nacional na temática dos incêndios florestais teve uma evolução semelhante à UE e ao resto do Mundo, triplicando o número de artigos publicados. Naturalmente que a escala é completamente diferente pois a produção nacional cifra-se em apenas 6% do valor global da União Europeia e o número de investigadores³ representa apenas **1,8 %** da UE a quinze.

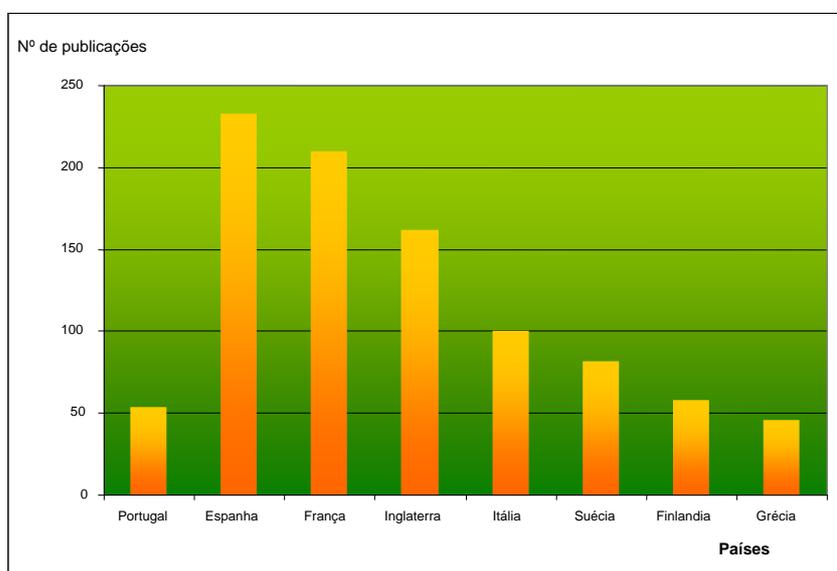
³ Em equivalentes a tempo integral (tempo de ocupação total durante um ano).



Nesta análise internacional é importante referir que os EUA tiveram, entre 1994 e 2003, uma evolução média semelhante à UE mas com dois períodos de crescimento diferenciados. A taxa de crescimento da produção científica foi de 9,3% ao ano entre 1994 e 2000 e de 23,4% ao ano para o período 2000-2003. Este resultado é de relevo porque no ano 2000 foi produzido um relatório para o Presidente dos EUA⁴ que deu origem ao *National Fire Plan* que começou a ser implementado a partir do ano 2001.

É importante referir que a produção científica dos EUA na temática dos incêndios florestais corresponderia a cerca do dobro da UE-15 (entre 1994 e 2000) mas o número de investigadores era apenas de mais 30% (em 2001). Apesar deste facto, os EUA tiveram um crescimento superior à UE a partir de 2000, a atingir 2,28 vezes a produção europeia no 2003. Estes resultados mostram inequivocamente que os EUA incrementaram o desempenho das actividades científicas apesar do elevado nível já registado antes da implementação do seu *National Fire Plan*.

Gráfico 2 – Produção científica da UE na temática dos incêndios florestais



Os países europeus com maior número de trabalhos publicados são a Espanha e a França com mais de 200 publicações. Segue-se o Reino Unido com mais de 150 artigos, depois a

⁴ *Managing the Impacts of Wildfire on Communities and the Environment: A Report to the President in Response to the Wildfire of 2000*

Itália com 100 e a Suécia com cerca de 80. Portugal tem uma performance semelhante à Finlândia e à Grécia.

Estes resultados salientam um grupo de países mediterrânicos (Portugal, Espanha, França, Itália e Grécia), com uma produtividade científica (por habitante) abaixo ou a rondar a média da UE-15 mas onde os incêndios florestais assumem uma importância social, económica e ambiental de relevo. A Suécia e a Finlândia são países com uma produção científica bastante elevada, superior a 1300 publicações científicas por milhão de habitantes enquanto a média da UE-15 se queda pelos 673.

Os resultados apurados indiciam que a produção científica nacional estará condicionada pela nossa pequena escala e pelos baixos níveis de investimento e desempenho em I&D.

No quadro abaixo indicam-se as cinco revistas com maior número de publicações sobre incêndios florestais, o principal domínio científico e o factor de impacto. Para além destas características indicadas, estimou-se a percentagem de artigos sobre incêndios florestais publicados em cada uma delas (estimativa da percentagem de artigos) e a percentagem de publicações com autores portugueses que foram publicados em cada uma destas revistas, em relação ao número total de publicações com autoria nacional (percentagem nas publicações com autores portugueses).

Quadro 1 – Principais revistas na temática dos incêndios florestais

Revista	Domínio científico	Estimativa da percentagem de artigos	Percentagem nas publicações com autores portugueses	Factor de impacto
<i>Forest Ecology and management</i>	Silvicultura	6 %	3,4 %	1,207
<i>International Journal of Wildland Fire</i>	Silvicultura	5 %	27,6 %	1,212
<i>Journal of Geophysical Research-Atmospheres</i>	Meteorologia	3 %	8,6 %	2,992
<i>Canadian Journal of Forest Research – Revue Canadienne de Recherche Forstiere</i>	Silvicultura	2,5 %	3,4 %	1,365
<i>International Journal of Remote Sensing</i>	Deteção Remota	2,5 %	1,7 %	0,990

Os resultados obtidos mostram que cerca de um quinto dos artigos são publicados em cinco revistas, três das quais são no domínio das Ciências Florestais e têm um factor de impacto de 1,2 a 1,4. A terceira revista com maior número de publicações tem um factor de impacto de 2,992 e insere-se na Meteorologia e Ciências da Atmosfera. A quinta

revista indicada, editada trabalhos no âmbito da Detecção Remota, Ciências da Imagem e Tecnologias Fotográficas e tem um factor de impacto de 0,990.

Os autores nacionais têm publicado preferencialmente nestas revistas pois cerca de 45% dos seus trabalhos estão publicados nestes cinco títulos. Destaca-se o *International Journal of Wildland Fire* com mais de um quarto dos artigos com participação de autores portugueses.

3.2. Desenvolvimento tecnológico

Na pesquisa realizada na Sp@cenet desde o início do ano 1995 até Março de 2005, inventariou-se 180 patentes mundiais relacionadas com os incêndios florestais. Face à diversidade da temática, adoptou-se a seguinte tipologia:

- Telecomunicações: telecomunicações de emergência com especificidades para os incêndios florestais;
- Sistema de Gestão de Informação: sistemas de centralização da informação relacionada com incêndios florestais;
- Detecção: sistemas de detecção remota, de detecção integrada e possível integração em sistemas de alerta e aviso;
- Combate Directo: equipamentos e táticas de combate directo;
- Combate Indirecto: equipamentos e táticas de combate indirecto (excepto contrafogo);
- Contrafogo: métodos de utilização de fogo controlado;
- Combate Aéreo: modificações em helicópteros e aviões, sistemas de descarga, engenhos de supressão (explosivos ou não) lançados via aérea, canhões de água para ataque aéreo;
- Veículos de Supressão: veículos terrestres de combate e engenhos acopláveis;
- Material Retardante: espumíferos e agentes químicos;
- Material de Segurança: roupas, máscaras e kits de protecção resistentes ao fogo;
- Outras: outro tipo de patentes;
- Sem dados: patentes sem dados

No quadro 2 apresenta-se o número de patentes por países de acordo com a tipologia acima indicado.



Quadro 2 – Apuramento do número de patentes por país e tipo

	Telecomunicações	Sistemas de Informação	Deteção	Combate Directo	Combate Indirecto	Contrafogo	Combate Aéreo	Veículos Supressão	Material Retardante	Material de Segurança	Outras	Sem dados	Total
EUA	2	2	4	1	2	0	7	2	6	3	2	0	31
Coreia ⁵	2	0	1	3	1	0	0	0	1	0	0	10	18
Canadá	0	0	0	2	0	0	1	2	0	1	1	0	7
Rússia	0	0	2	10	9	5	10	6	2	1	6	2	53
China	0	0	2	6	4	0	3	0	2	0	1	4	22
Austrália	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Japão	0	0	0	3	1	0	0	0	1	0	4	0	9
União Europeia	0	0	11	2	7	0	5	3	2	2	7	1	40
Outros	0	0	0	1	0	0	2	1	2	1	0	1	8
Total	4	2	20	28	24	5	28	14	16	8	22	18	189

Os resultados apurados evidenciam o grande peso das patentes na supressão, cerca de dois terços, que vão desde os meios aéreos e veículos terrestres até produtos retardantes e materiais de segurança. A Rússia é o país que mais se destaca no número de patentes, com mais de 25% dos registos mundiais e superior ao conjunto da UE. Seguem-se os EUA, a China e a Coreia.

Nas tecnologias de deteção, actividade de pré-supressão, registam-se cerca de 10% das patentes. As inovações neste tipo de tecnologia são produzidas maioritariamente na União Europeia e correspondem a mais de 25% das patentes da UE. Este facto evidencia a aposta europeia na rápida deteção dos incêndios florestais.

Os Estados Unidos são os líderes mundiais no desenvolvimento de material retardante, de material de segurança e de sistemas de gestão de informação. A Rússia tem um número bastante elevado de patentes, conforme vimos acima, destacando-se no combate aéreo, veículos de supressão e equipamentos e táticas de combate directo e

⁵ O grande número de patentes classificadas "sem dados" na Coreia é devida a dificuldades de tradução



indirecto (incluindo o contra-fogo). Estes resultados mostram uma grande especialização e investimento deste país no combate a incêndios florestais.

A Alemanha é o país da União (UE) com maior número de patentes registadas, 12 patentes que correspondem a 31% das patentes comunitárias no âmbito dos incêndios florestais. Seguem-se a Espanha com oito, a Grécia com sete e a França com seis registos. A Itália tem três registos, Portugal tem dois e a Eslovénia tem uma patente. Estes resultados evidenciam o peso individual da Alemanha que é o país da UE-15 que tem um maior nível de produção tecnológica, com uma quota superior a 40% do conjunto dos países da UE e quase o triplo da França que é o segundo⁶. Por outro lado temos as patentes dos países mediterrânicos⁷ (Portugal, Espanha, França, Itália e Grécia). Conforme vimos acima, as patentes comunitárias são maioritariamente na detecção de incêndios (11 registos), seguindo-se o combate indirecto (sete casos) e o combate aéreo (cinco patentes).

As duas patentes registadas por autores portugueses incidem na detecção e monitorização de incêndios florestais: "*Lidar system controlled by computer for smoke identification applied, in particular, to early stage forest fire detection*" (docentes do IST/UTL em parceria com autores russos); "*Integrated forest fire and environment monitoring and alarm system*" (parceria entre a Universidade do Minho e a Lusoptel, Lda.)

Para além das patentes registadas nos últimos dez anos também se procedeu ao levantamento dos projectos comunitários realizados, ou em execução, no âmbito de desenvolvimento de tecnologias aplicáveis aos incêndios florestais. No quadro abaixo é feito o apuramento destes 25 projectos por país líder e temática.

⁶ Valores apurados a partir do peso do registo de patentes no *European Patent Office* (EPO) e do *US Patent Trademark Office* (USPTO), (in *Key Figures 2003-2004*).

⁷ Excepto a patente da Eslovénia.



Quadro 3 – Apuramento das novidades dos projectos comunitários por país e tema

	Portu- gal	Espa- nha	França	Itália	Grécia	Reino Unido	Alema- nha	Áustria	Total
Sistemas de informação e de apoio à decisão		1	4	1	5	1		1	13
Simuladores do comportamento do fogo	1		2			1			4
Detecção e monitorização	1	3		1					5
Sistema de alarme				1					1
Produtos retardantes							1		1
Combate aéreo			1						1
Total	2	4	7	3	5	2	1	1	25

Conforme se pode constar pelos valores apresentados no quadro acima, os projectos comunitários no âmbito dos incêndios florestais têm um enfoque maioritariamente no desenvolvimento de sistemas de informação e de apoio à decisão, mais de metade dos projectos. Em quatro projectos são desenvolvidos simuladores de comportamento do fogo. No âmbito da detecção e monitorização são contabilizados cinco projectos.

Portugal participa em cerca de metade dos projectos referenciados, destacando-se a participação em cinco projectos sobre sistemas de informação e de apoio à decisão e nos quatro de simulação do comportamento do fogo, liderando um deles.

Relacionando os projectos comunitários com as patentes registadas, verificamos que cerca de dois terços são em temáticas orientadas para o desenvolvimento de ferramentas e de sistemas inovadores com pequena incidência de patentes e que estão vocacionados para a produção de programas informáticos. As novidades com maior potencialidade de serem patenteadas, incidem maioritariamente nos equipamentos e sistemas de vigilância e detecção de incêndios.

3.3. Os Sistemas Nacionais de Ciência e Tecnologia nos incêndios florestais

Pelas razões já invocadas, iremos apresentar algumas referências sobre a investigação e desenvolvimento nos Estados Unidos da América, em Espanha e França.

Quadro 4 – Alguns indicadores de Portugal, EUA, Espanha e França

	Portugal	EUA	Espanha	França
Área arborizada (M ha)	3,3	226	14,4	15,2
Percentagem da superfície arborizada	37	25	29	28
Artigos científicos (10 anos; ISI)	54	1865	233	210
Nº de Artigos científicos / M Ha área arborizada	16,4	8,3	16,2	13,8
Nº de Artigos científicos / Investigadores (mil ETI)	3,1	1,5	2,9	1,2
Nº de registos de patentes	2	31	8	6
Despesa em I&D / PIB (%)	0,77	2,80	0,96	2,20
Despesa por investigador (1000 € / ETI)	58	182	78	180
Nº de investigadores / mil activos	3,51	8,08	4,52	6,55

No quadro acima apresentamos três grupos de indicadores: a dimensão da temática aferida pela área florestada; a produção científica e o desenvolvimento tecnológico, segundo as publicações científicas reconhecidas internacionalmente e o número de patentes registadas, respectivamente; e o nível de investimentos nacionais em I&D.

Em Portugal a percentagem de área arborizada é superior aos outros três países apesar da área de ser muito menor face à dimensão do nosso país. A percentagem de área florestal ardida é também muito maior do que nos outros países em referência.

Quando comparamos a produção científica e o desenvolvimento tecnológico no âmbito dos incêndios florestais verificamos o grande peso dos EUA face à sua escala e ao nível de investimentos em I&D. A França tem um nível de investimento em I&D próximo dos EUA mas queda-me, ainda assim, abaixo deste tanto ao nível dos recursos humanos como financeiros.

A Espanha e a França têm uma dimensão semelhante quanto à área florestal e à percentagem de área arborizada mas a Espanha tem um nível de investimento em I&D muito menor. No entanto, verifica-se que este país dá um maior enfoque à problemática dos incêndios florestais, apresentados valores absolutos e relativos superiores.



PLANO NACIONAL

Defesa da Floresta Contra Incêndios

Portugal tem sobretudo um problema de escala e de baixo nível de investimento em I&D, tanto do esforço de investigação, como da despesa por investigador ou o número de investigadores por população activo. No entanto, em termos relativos, temos uma produção científica na temática dos incêndios florestais apresenta semelhantes a Espanha e superiores à França e aos EUA. Quando observamos os valores absolutos, conforme já vimos acima, a nossa produção científica é de apenas 6% da UE-15 e 3% dos EUA, o que é bem elucidativo da nossa escala. É de frisar que a apreciação aqui feita de refere à produção científica.

No caso dos EUA é de salientar a criação do *Joint Fire Science Program (JFSP)*, em 1998, num parceria de seis agências (USDA Forest Services e cinco do *US Department of the Interior*). A missão deste programa é identificar e procurar informação e suporte técnico para a gestão de combustíveis florestais. Neste sentido, tem por objectivos: fornecer bases científicas para o planeamento, estabelecimento de prioridades e avaliação dos efeitos da implementação da gestão e dos programas de tratamento de combustíveis; avaliar os efeitos do tratamento de combustíveis; aumentar o acesso à informação disponível; aumentar a base do conhecimento aos gestores.

As principais temáticas abordadas pela investigação no *USA National Fire Plan* são:

- Melhor previsão dos perigos potenciais dos incêndios, do aumento dos incêndios e dos efeitos do fumo;
- Avaliação mais rápida e exacta do comportamento e severidade dos incêndios;
- Melhor compreensão dos efeitos do tratamento de combustíveis no comportamento do fogo;
- Avaliação dos custos económicos e benefícios do tratamento de combustíveis florestais e produtos florestais alternativos;
- Melhorar a recuperação de áreas ardidadas.

As principais lições a retirar dos EUA é a aposta na informação e no conhecimento, incrementando ainda mais os investimentos em I&D e a criação de um programa com vista à obtenção de soluções mais económicas e baseadas no conhecimento científico e técnico.

4. CONCLUSÕES

As principais conclusões poderão ser sistematizadas nos seguintes pontos:

A produção científica em Portugal tem tido uma evolução semelhante aos EUA e à UE, triplicando o número de publicações em dez anos; os investigadores portugueses têm publicado nas principais revistas internacionais sobre a temática dos incêndios e apresentam bons níveis de performance face à nossa escala e ao investimento nacional em I&D. Os EUA são responsáveis por cerca de metade das publicações mundiais.

As inovações patenteadas são sobretudo na área da supressão, desde os veículos terrestre e aeronaves até ao contra-fogo e material de segurança. O país que lidera a nível mundial é a Rússia com um enfoque nos equipamentos, táticas, veículos e aeronaves para o combate a incêndios florestais. Os EUA são o segundo país com maior número de patentes e com liderança mundial no material retardante e de segurança. A União Europeia tem-se centrado na prevenção e pré-supressão, o que se releva na liderança dos equipamentos de vigilância e deteção, onde Portugal tem duas patentes registadas. Portugal está bem integrado no bloco dos países comunitários mediterrânicos que estão a desenvolver projectos de I&D na temática, participando nas principais temáticas com relevo para os modelos de simulação do comportamento do fogo e os equipamentos e sistemas de vigilância e deteção de incêndios.

5. IMPLICAÇÕES PARA O PNDFCI

Portugal demonstra um bom nível de internacionalização na investigação científica e desenvolvimento tecnológico na temática dos incêndios florestais que é necessário manter ou incrementar face à pequena dimensão do país pois perante um claro problema de escala.

Os EUA, a Espanha e a França são bons exemplos com os quais Portugal deve aprofundar a cooperação científica e técnica. O *Joint Fire Science Program* é um bom exemplo para a definição de orientações estratégicas de uma medida com vista à obtenção de soluções inovadoras mais económicas e baseadas no conhecimento científico e técnico.



6. BIBLIOGRAFIA

Bibliografia consultada:

[1] Beighley, Mark (2005), Apresentação sobre o *National Fire Plan*, no International Fire Plan Workshop 2005, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.

[2] Comissão Europeia (2003). Key Figures 2003-2004. Towards a European Research Area Science, Technology and Innovation. Luxemburgo: Office for Official Publications of the European Communities.

[3] Conard, S. (2000). Implementation Plan for the Joint Fire Science Plan.

[4] Site CORDIS

[5] Site ISI Web of Knowledge

[6] Site [Sp@cenet](#)