



Universidade do Minho
Instituto de Ciências Sociais

ISSN 1645-9369

NIGP

Núcleo de Investigação em
Geografia e Planeamento

GEO-Working Papers



NIGP – Universidade do Minho. Campus de Azurém – 4800-058 Guimarães

Tel.: 351-253 510 560 — Fax: 351-253 510 569

geowp@geografia.uminho.pt

<http://www.geografia.uminho.pt/wp.htm>

**“Sistema Integrado de Informação, em ambiente SIG,
aplicado à erosão de solos na sequência de incêndios
florestais”**

*António A. B. Vieira
António José Bento Gonçalves
Carla Martins
Eurico Loureiro*

SÉRIE INVESTIGAÇÃO 2009/20



Núcleo de Investigação em
Geografia e Planeamento

Geo-Working Papers do NIGP

Série Investigação

2009/20

“Sistema Integrado de Informação, em ambiente
SIG, aplicado à erosão de solos na sequência de
incêndios florestais”

António A. B. Vieira

António José Bento Gonçalves

Carla Martins

Eurico Loureiro

Os autores do presente texto integram a equipa de investigadores do NIGP (Universidade do Minho) que desenvolve trabalho no âmbito do Projecto RECOVER. Este projecto de investigação é financiado pela FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia (PTDC/AGR-AAM/73350/2006) e tem como objectivo principal desenvolver técnicas mitigadoras e estratégias para a redução da degradação do solo e da água imediatamente após os incêndios florestais.

Ficha Técnica

Título: **Geo-Working papers**

Propriedade e Edição: Núcleo de Investigação em
Geografia e Planeamento

Editor: António Vieira

ISSN: 1645-9369

ISSN (versão em linha): 1647-595X

Número de exemplares impressos: 40

Publicação on-line:

<http://www.lasics.uminho.pt/OJS/index.php/geoworkingp>

Os “**Geo-Working papers**”, editados pelo Núcleo de Investigação em Geografia e Planeamento, são uma publicação científica periódica esporádica com duas séries: Série Investigação e Série Educação. A primeira Série está vocacionada para publicações científicas dos investigadores do NIGP e dos professores visitantes do Departamento de Geografia da Universidade do Minho. A segunda Série destina-se a publicações com um carácter predominantemente pedagógico, orientadas para o apoio às actividades lectivas do Departamento de Geografia da Universidade do Minho. As opiniões e conceitos emitidos são da exclusiva responsabilidade dos seus autores. Os “**Geo-Working papers**” têm uma edição limitada em papel, sendo publicados em edição electrónica, de acesso livre, no site do NIGP.

SISTEMA INTEGRADO DE INFORMAÇÃO, EM AMBIENTE SIG, APLICADO À EROSÃO DE SOLOS NA SEQUÊNCIA DE INCÊNDIOS FLORESTAIS

António A. B. Vieira¹

António José Bento Gonçalves²

Carla Martins³

Eurico Loureiro³

Resumo

O aumento da frequência, da dimensão e da severidade dos incêndios florestais tem promovido o desencadeamento de severos impactes ao nível da fertilidade e estrutura dos solos, resultando numa crescente erosão da camada superior dos solos e consequente perda de nutrientes. A velocidade a que a perda de cada nutriente ocorre e a extensão dos incêndios florestais é uma condicionante em termos de custos e baliza as soluções que se podem implementar para a redução da degradação do solo e da água. O projecto RECOVER testará um conjunto de soluções praticáveis de forma a reduzir os impactes da erosão em áreas aridas. Este projecto apresenta uma abordagem inovadora baseada em levantamentos de campo das propriedades do solo e da vegetação após a ocorrência de incêndios florestais, cujos resultados serão usados para a construção de uma base de dados em ambiente SIG, que servirá para identificar os locais mais críticos. A implementação de um sistema de informação integrado (conjugando uma base de dados espacial, um servidor de mapas e software SIG) permitir-nos-á armazenar os dados recolhidos no campo bem como a informação produzida através da análise espacial desenvolvida. Esta informação estará disponível através de um portal Web-SIG, complementado com informações para os produtores e todos os outros agentes envolvidos na gestão florestal.

Palavras-Chave: Incêndios florestais, degradação e recuperação do solo, IDE, base de dados espacial, modelação SIG.

¹ Núcleo de Investigação em Geografia e Planeamento (NIGP) e Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT), Universidade do Minho, *Campus* de Azurém, 4800-058 Guimarães; vieira@geografia.uminho.pt.

² Idem; bento@geografia.uminho.pt.

³ Núcleo de Investigação em Geografia e Planeamento (NIGP), Universidade do Minho, *Campus* de Azurém, 4800 Guimarães.

Summary

Forest fires are becoming increasingly frequent, bigger and more severe as a result of climate change and poor forest planning, with deleterious impacts on soil fertility and structure. It erodes the top soil layers, where is located the only nutrient pool of the majority of Portuguese soils. This nutrient mobilization happens during the first autumn rainfall events, and therefore sediment and nutrient exportation typically occurs in the first 4/6 months after fire. The speed at which nutrient loss occurs and the extension of forest fires limits in terms of costs and logistics the solutions that can be taken to reduce soil and water degradation. The project RECOVER will test a set of feasible solutions to reduce ash flush. This is essential to produce feasible solutions that will be easily adopted by forest managers and forest owners. RECOVER presents an innovative approach based on field surveys of soil and vegetation properties following forest fires, which will be used to perform a GIS database from which the critical spots will be identified. The implementation of an integrated information system (integrating a spatial database, a map server and GIS software) will allow us to store the data collected in the field as well as the information produced through the spatial analysis. This information will be available in a web-GIS portal, complemented with information to producers and all other agents evolved in the forestry management.

Keywords: Forest fires, soil degradation and recovery, SDI, GIS database, GIS modeling

Introdução

A mitigação dos efeitos erosivos sobre os solos, desencadeados na sequência dos incêndios florestais, tem sido um objectivo perseguido no âmbito de diversos projectos de investigação, procurando identificar técnicas e estratégias eficazes, passíveis de serem colocadas em prática.

É neste contexto que se integra o projecto RECOVER (Estratégias de Remediação de Solos Imediatamente após Incêndios Florestais) que, integrando equipas de investigação de três instituições universitárias, o CESAM (UA), o NIGP (UM) e o CERNAS (IPC), se propôs avaliar a eficácia de um conjunto de técnicas e estratégias de mitigação da erosão dos solos em áreas afectadas pelo fogo, com vista à redução da degradação do solo e da água.

Este projecto pretende implementar uma abordagem inovadora, que integra, a par da monitorização do comportamento das variáveis relacionadas com o solo, vegetação, água e acção erosiva, em duas áreas experimentais, uma análise de percepção junto dos intervenientes no processo de planeamento florestal.

Também será implementado um Sistema Integrado de Informação, por forma a gerir toda a informação produzida ao longo do projecto, permitindo a sua disponibilidade para todas as equipas de investigação envolvidas no projecto, e a posterior disseminação dos resultados para os agentes envolvidos e para o público em geral. Este Sistema Integrado de Informação (que corresponde a uma Infra-estrutura de Dados Espaciais-IDE) é desenvolvido com recurso a tecnologia SIG (Sistemas de Informação Geográfica), possibilitando, desta forma, a gestão quer da informação geográfica quer alfanumérica, permitindo a integração dos dados recolhidos na modelação e análise em ambiente SIG. Desta análise resultará a identificação das áreas críticas de erosão.

É precisamente esta última tarefa, relacionada com a gestão e modelação da informação geográfica, a atribuída à equipa de investigação do Núcleo de Investigação em Geografia e Planeamento da Universidade do Minho. Esta tarefa pressupõe, por um lado, a criação e implementação de uma IDE, com recurso a ferramentas SIG *open source* e, por outro lado, a caracterização geomorfológica das áreas de estudo e avaliação das áreas críticas de risco de erosão do solo, com recurso às metodologias de análise espacial disponibilizadas pelos SIG.

Neste trabalho apresentamos, assim, os resultados da investigação que tem sido desenvolvida até ao momento pelo NIGP no âmbito do projecto RECOVER.

1. O processo de modelação ambiental com recurso a Tecnologias de Informação Geográfica

A necessidade de modelizar os factores associados à degradação dos solos e a resposta dos mesmos às técnicas aplicadas na remediação dos seus efeitos, instiga a implementação de soluções integradas da análise da informação, baseada em Sistemas de Informação Geográfica. Este meio de trabalho permite desenvolver um diverso conjunto de análises, tendo em consideração a interacção espacial e temporal inerente aos vários fenómenos de base territorial, envolvidos no processo de degradação do solo e da implementação de medidas mitigadoras. De facto, uma das potencialidades dos SIG é a capacidade de incorporação de uma diversificada e vasta quantidade de informação espacial.

Uma tarefa a desenvolver ao longo deste projecto é procurar estabelecer relações entre factores que actuam no fenómeno erosivo em análise e identificar o comportamento das variáveis envolvidas neste processo relativamente à aplicação de técnicas de mitigação.

Para a prossecução desta tarefa tornou-se necessária a implementação de um sistema integrado de informação (ou seja, uma infra-estrutura de dados espaciais – IDE) que nos permitisse o armazenamento de um elevado volume de dados, a sua estruturação e disponibilização para os processos de análise espacial desenvolvidos em ambiente SIG. Este sistema teria que estar acessível às diversas equipas, localizadas em Guimarães, Aveiro e Coimbra (e eventualmente nos locais onde se localizam as parcelas de monitorização, onde se efectua a recolha de dados) e permitir, posteriormente, a divulgação de informação produzida no decorrer do projecto, quer ao nível de relatórios e outros documentos, quer ao nível da cartografia produzida, publicada num ambiente Web-SIG.

Neste sentido, a tarefa destinada à equipa da Universidade do Minho no RECOVER consiste, numa primeira fase, em criar uma infra-estrutura de dados espaciais (IDE) que permita a gestão dos dados produzidos ao longo do projecto, pelas diversas equipas que integram este projecto de investigação.

Esta IDE integrará uma base de dados com extensão espacial, indispensável para o armazenamento e gestão de dados com componente espacial (dados altimétricos, cartas litológicas, cartas de uso do solo, entre outras), além de dados alfanuméricos, relativos aos elementos monitorizados nas áreas de estudo e outros tipos de dados produzidos ao longo do projecto.

Uma segunda fase, que será desenvolvida praticamente ao mesmo tempo que a anterior, pretende proceder à caracterização geomorfológica das áreas de estudo, contemplando a elaboração de uma cartografia geomorfológica detalhada. Esta caracterização terá como base um levantamento de campo exaustivo, seguido de investigação laboratorial sobre amostras recolhidas no campo e modelação cartográfica com recurso a ferramentas SIG.



Fotografias 1 e 2. Levantamento topográfico de pormenor efectuado nas áreas de estudo.

A fase final do trabalho a desenvolver corresponde à análise e modelação em ambiente SIG dos dados relativos aos processos erosivos monitorizados.

O processo de modelação de variáveis ambientais tem vindo a ser desenvolvido na sequência da necessidade de tornar explícita a sua componente espacial. Neste sentido, tem sido privilegiada a integração dos SIG, pela sua capacidade de integração de tais modelos, bem como pela sua capacidade de gerir e analisar grandes quantidades de informação e, acima de tudo, pela sua capacidade de relacionar essa informação com base na sua expressão territorial, espacial.

Dada a relação íntima entre os processos geomorfológicos e a superfície em que se desencadeiam, logo sobre o espaço, consideramos adequada a aplicação das metodologias de modelação espacial disponibilizadas pelos SIG à análise dos processos de erosão operados na sequência dos incêndios florestais.

Assim, na sequência da instalação e monitorização das parcelas de erosão em vários sectores da vertente, em áreas de montanha ocupada com floresta de produção no Centro de Portugal, produzir-se-á um vasto conjunto de informação referente aos diversos parâmetros que se conjugam para a génese das dinâmicas geomorfológicas erosivas anteriormente referidas. Neste sentido, o desenvolvimento

de processos de modelação dessas mesmas variáveis vai permitir a aferição e avaliação das inter-relações ocorridas entre elas e definição de padrões de comportamento capazes de nos conduzir a uma predictibilidade dos mesmos, de forma a determinar a validade e efectividade das técnicas de remediação entretanto implementadas no decurso do projecto.

A implementação do processo de modelação, realizado com o recurso às tecnologias de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), assentará na informação recolhida ao longo do trabalho de campo e após a avaliação da sua validade e fiabilidade, será armazenada e estruturada na base de dados espacial a implementar na IDE.

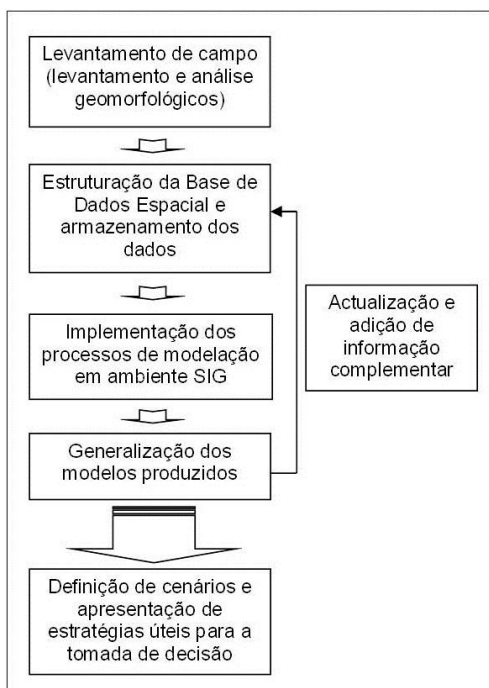


Figura 1. Esquema de implementação do processo de modelação (Modificado de Bento-Gonçalves *et al.*, 2008)

A informação integrada na base de dados geográfica (Figura 1) permitirá desenvolver uma diversidade de operações de modelação, num primeiro momento

direccionadas para as parcelas em estudo, conduzindo à elaboração de cenários predictivos. Os resultados da modelação serão posteriormente generalizados à vertente, de forma a aferir da validade de extrapolação dos dados e da possibilidade de produzir indicadores de evolução gerais, úteis para a tomada de decisão sobre as técnicas apropriadas à minimização dos efeitos erosivos sobre áreas ardidas.

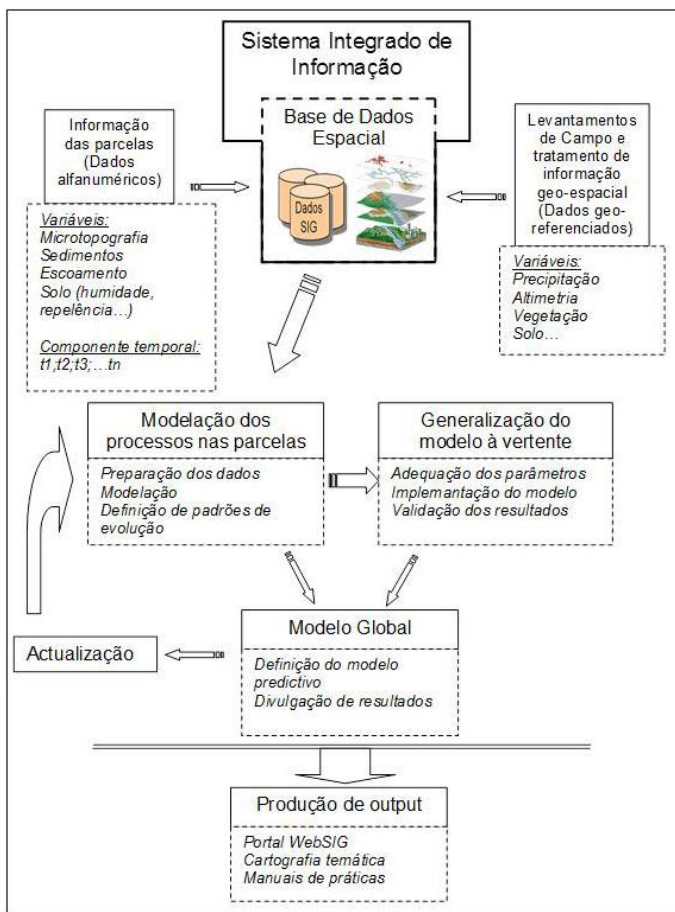


Figura 2. Esquema conceptual de aplicação do processo de modelação geomorfológica (Modificado de Bento-Gonçalves *et al.*, 2008)

Neste sentido, o processo de modelação (Figura 2) incorpora uma fase inicial na qual se procede à recolha e tratamento da informação respeitante às variáveis identificadas para o estudo, bem como a definição do modelo dos dados a implementar e estruturação da base de dados geográfica que irá armazenar os dados.

Consecutivamente desenvolve-se um trabalho de levantamento topográfico da área em estudo e sua modelação tridimensional e modelação das superfícies de escoamento/fluxo. Desenvolve-se também uma análise ao nível da ocupação do solo e caracterização das diversas componentes do solo (estrutura, textura, humidade, porosidade, entre outros) ao nível da vertente, bem como uma análise dos factores relacionados com os incêndios florestais (intensidade, recorrência). Estes dados são, igualmente, integrados na base de dados geográfica, permitindo estabelecer as variáveis necessárias à implementação do modelo.

A construção de um modelo global que permita a predição dos fenómenos geomorfológicos actuantes nas vertentes após incêndios e a respostas dos processos degradativos face a diferentes mecanismos mitigadores, constitui um último objectivo deste projecto, permitindo produzir um conjunto valioso de informação para o auxílio aos agentes envolvidos no processo de produção florestal, pelo que a mesma será veiculada através de um portal Web baseado em tecnologia SIG, o que constituirá a fase final do projecto.

2. A implementação de IDE a problemáticas de elevada especificidade

2.1. As Infra-estruturas de Dados Espaciais

As IDE constituem plataformas de base informática vocacionadas para a estruturação, gestão e disseminação de informação geográfica através da internet e implementada segundo um conjunto de princípios, normas e requisitos. As IDE articulam dados geográficos, os seus metadados, serviços (WMS, WFS, WCS, entre outros), aplicações e utilizadores (SNIG, 2010).

O seu desenvolvimento iniciou-se, essencialmente, na década de 90 do século XX, através de iniciativas de organizações estatais ou privadas (individualmente ou em conjunto) como por exemplo a GSDIA (Global Spatial Data Infrastructure Association), o FGDC (Federal Geographical Data Committee) ou a

CANOGIS (Canadian Oil and Gas GIS), tendo-se assistido, desde então, a uma proliferação de iniciativas com o objectivo de promover e disseminar a informação geográfica. De referir, também neste contexto, o projecto da União Europeia INSPIRE, que apresenta um carácter legal, consubstanciado na Directiva INSPIRE.

O princípio fundamental que tem orientado o desenvolvimento das IDE é o da partilha de dados geográficos, como forma de aumento do conhecimento geográfico quer ao nível local como a nível global.

Assim, a implementação de IDE deve permitir a fácil partilha de dados e recursos (serviços) geográficos, de forma a resolver o deficiente acesso a dados que impera. A implementação adequada e a articulação com outras IDE deve permitir, de igual modo, resolver o problema da quantidade excessiva de dados frequentemente duplicados, por diversas IDE.

Neste sentido, além dos dados geográficos e seus atributos, as IDE devem integrar: os respectivos metadados, criados de forma harmonizada, respeitando os padrões e normas estabelecidos internacionalmente (ISO, OGC); instrumentos de pesquisa, visualização e avaliação de dados (catálogos e serviços de mapas); políticas de acesso aos dados eficazes; e serviços adicionais e/ou software de suporte às aplicações dos dados.

A criação de uma IDE deve ter em consideração alguns pressupostos ao nível dos seus objectivos, natureza e princípios, para que se proceda a uma implementação da IDE de forma estruturada e sustentada.

Neste âmbito, vários autores têm alertado para a importância da definição de princípios que estabeleçam, *à priori*, as linhas orientadoras da IDE, bem como os seus componentes (Coleman e McLaughlin, 1997, Jacoby *et al.*, 2002, Compvoets *et al.*, 2004, cit. por Afonso, 2008).

Loenen (2006) refere, no entanto, que a sua definição deve adequar-se às próprias necessidades da iniciativa, devendo ter-se em conta as características específicas e a natureza de cada IDE, para que aos diversos componentes seja atribuído o papel adequado na infra-estrutura.

Por conseguinte, de forma a implementar a IDE RECOVER, achamos fundamental a definição de componentes que estejam adequados aos objectivos que lhe estão subjacentes, tendo-se elegido os seguintes: estrutura institucional; estrutura normativa; tecnologia; política de dados; dados; metadados; serviços; e pessoas.

2.2. Elaboração de uma IDE no âmbito do Projecto RECOVER

A opção de implementar uma IDE no âmbito do projecto RECOVER ficou a dever-se a vários factores.

Em primeiro lugar, ao elevado volume de dados (geográficos e alfanuméricos) produzidos ao longo do trabalho de monitorização das áreas de estudo e à diversidade dos mesmos (dados relativos aos processos hidrológicos monitorizados nas parcelas, parâmetros relacionados com os solos, as cinzas, a vegetação, entre muitos outros analisados). A IDE permitiria o seu armazenamento e a sua estruturação adequada, bem como a sua disponibilização para os processos de análise espacial a desenvolver em ambiente SIG.

Em segundo lugar, pela necessidade de armazenamento centralizado dos dados e acessibilidade por parte de todas as equipas de investigação que integram o projecto, localizadas em centros de investigação (e instituições de ensino superior) afastadas entre si. A implementação de uma IDE permitiria o acesso remoto por qualquer uma das equipas, de qualquer lado, quer para o carregamento de dados levantados no campo ou produzidos no laboratório, quer para o seu acesso e processamento, por exemplo, no âmbito do desenvolvimento de tarefas de análise espacial com recurso aos SIG.

Por fim, pela possibilidade de disseminação da informação produzida ao longo do projecto, nomeadamente a de carácter espacial.

3. A componente tecnológica na IDE RECOVER

Na estruturação da IDE entendeu-se, assim, integrar um conjunto de componentes, como já referimos, das quais queremos dar especial destaque neste trabalho à componente tecnológica.

Assim sendo, a IDE RECOVER contará com um conjunto de tecnologias que compreendem diferentes áreas:

- ao nível do armazenamento, deve ser considerada a infra-estrutura física e o software utilizado. Os dados produzidos no âmbito do projecto serão integralmente armazenados nos servidores SIG do LASICS, sendo de considerar, no entanto, os servidores de instituições onde se encontre alojada informação espacial estruturante

ou dados de referência. No que diz respeito ao software para armazenamento e gestão dos dados, será implementado um SGBD-OR;

- ao nível da tecnologia de processamento de informação geográfica, além dos dispositivos periféricos de captura de dados, as tarefas de integração, manipulação e análise dos dados serão desempenhadas por aplicações SIG Desktop, essencialmente opensource. Neste campo, apesar da elevada diversidade de opções disponíveis, dar-se-á preferência ao software QuantumGIS, pelo seu interface amigável, pela sua robustez e pela disponibilização de elevado número de ferramentas de análise espacial. Apresenta, igualmente, um elevado grau de integração com os demais softwares utilizados na IDE, nomeadamente com o SGBD-OR PostgreSQL/PostGIS e com o servidor de mapas MapServer;

- na produção e gestão de metadados optou-se por utilizar uma aplicação de elevado desempenho, também opensource, muito bem conceituada. O Geonetwork é como um catálogo dos dados que tem ligação à Web para que os interessados na informação, ao visualizarem os dados na Web possam também, consultar os metadados, ou seja, é um software com ligação à Web que contém informação/metadados sobre os dados da Base de Dados. Este software permite a quem cria os dados, editar, introduzir e partilhar os respectivos metadados e aos interessados nos dados, visualizar os metadados da Base de Dados geográficos na internet (colocada online através de Web Services), permitindo que diversas entidades compartilhem informações relativas às temáticas georreferenciadas online;

- no âmbito das tecnologias para a disponibilização de 'Web Services' recorreremos, também a softwares opensource, amplamente disseminados e com garantia de elevada operacionalidade. Assim, utilizar-se-á o MapServer que é um software opensource que serve como plataforma de desenvolvimento na construção de aplicativos espaciais. Quando os dados já possuem as devidas condições para serem apresentados na Web, o visualizador de mapas na Web permite disponibilizar os dados espaciais (mapas temáticos, imagens espaciais) e possibilita o acesso aos respectivos dados vectoriais e correspondentes metadados por parte do utilizador online. Este serviço permite entre outros: a gestão de elementos de mapas (como: elementos a visualizar, escala e legenda); a produção de mapas temáticos baseada em expressões lógicas ou regulares (por exemplo através da execução de 'Queries' em rasters, layers vectoriais e Bases de Dados); identificação de camadas de informação; elaboração de camadas de informação; entres outros, permitindo trabalhar em diversas plataformas (como: Linux, Windows, etc.) e com informação em

vários formatos matriciais e vectoriais (como: TIFF/GeoTIFF, EPPL7, e vários outros através de Shapefiles ESRI, PostGIS, ESRI ArcSDE, etc.).

O esquema seguinte (Figura 3) permite verificar de forma simplificada, a estrutura (do ponto de vista da tecnologia) idealizada para a IDE RECOVER.

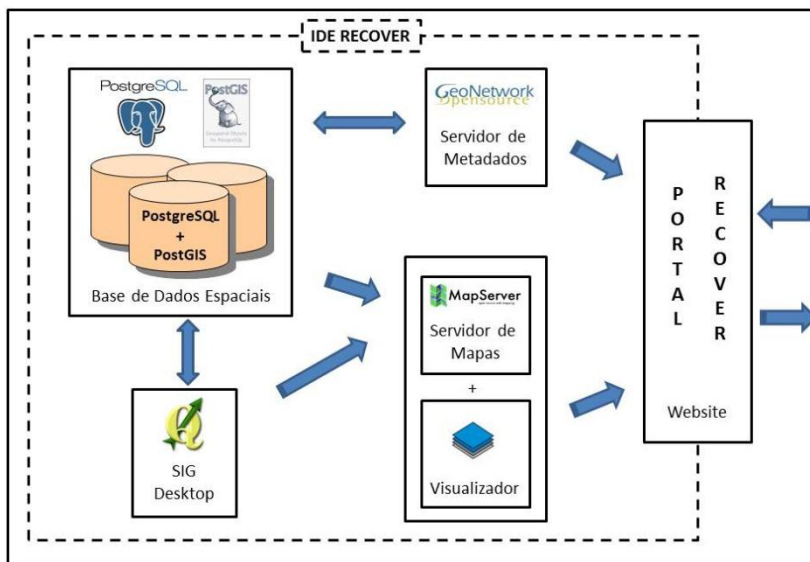


Figura 3. Estrutura da IDE RECOVER

Conclusão

O projecto RECOVER, desenvolvido através da cooperação entre unidades de investigação da Universidade de Aveiro, da Universidade do Minho e da Escola Superior Agrária de Coimbra, tem como objectivo principal desenvolver estratégias de remediação de solos imediatamente após a ocorrência de incêndios florestais. A elevada produção de dados e a necessidade da sua correcta estruturação e análise, bem como a importância da sua partilha pelas diferentes equipas integrantes do projecto RECOVER, conduziu à necessidade, previamente identificada, de implementação de um Sistema Integrado de Informação (uma IDE), capaz de permitir uma eficiente gestão da informação, geográfica ou não geográfica.

O principal objectivo desta IDE será o de permitir integrar um conjunto de dados relativos ao solo e demais factores e processos monitorizados ao nível da erosão sobre ele actuante e torná-los disponíveis para a sua análise em ambiente SIG, de forma a contribuir para uma melhor tomada de decisão na escolha da tipologia de medidas de mitigação a aplicar no pós-fogo, evitando, a custos reduzidos e de forma o mais eficaz possível, as perdas de solo provocadas essencialmente pelos primeiros fenómenos pluviosos após o fogo.

Assim, tendo como base de trabalho o conjunto de informação produzida pelas equipas de investigação do projecto RECOVER, e contando com o suporte físico fornecido pelas infra-estruturas cedida pelo LASICS, estruturámos a IDE RECOVER, respeitando um conjunto de pressupostos, quer de natureza estrutural e normativa, quer de natureza tecnológica, indispensáveis para a sua eficaz e adequada implementação.

A estrutura física da IDE ficou, então, assegurada pela integração de uma base de dados espacial, com elevadas capacidades para gestão de dados espaciais e não espaciais.

Foi também integrada na IDE um servidor de metadados, com o objectivo de disponibilizar informações relativas aos dados produzidos e publicados na IDE, cumprindo desta forma as normas ISO e requisitos do OGC referentes aos metadados.

Outra componente importante desta infra-estrutura é o servidor de mapas. Desta forma, é possível disponibilizar um conjunto de serviços relativos à difusão de dados geográficos, cumprindo-se um dos requisitos do projecto RECOVER, que era a disseminação dos resultados obtidos para a sociedade, nomeadamente para os agentes envolvidos na gestão da floresta e dos solos.

Importante na estruturação e articulação dos vários componentes da IDE é ainda a integração do SIG Desktop, que contribui de forma decisiva para a gestão dos dados geográficos, sua integração na base de dados espacial e interligação com o servidor de mapas. Porém, é especialmente indispensável nos processos de modelação espacial e produção cartográfica temática, constituindo-se como um elemento chave neste processo.

Desta forma, pode-se desenhar uma estrutura fiável para armazenar, analisar e difundir dados geográficos e alfanuméricos, disponibilizados a partir do Portal web do projecto RECOVER, onde se integram as tecnologias SIG para uma eficaz apresentação da informação geográfica produzida.

Bibliografia

- Afonso, C.S.P.V., 2008. Infra-estruturas de Dados Espaciais nos Municípios – Contributo para a definição de um modelo de implementação. Dissertação de Mestrado em Ciência e Sistemas de Informação Geográfica, Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação da Universidade Nova de Lisboa, 125 p.
- Benavides-Solorio, J., Macdonald, L.H., 2005. Measurement and prediction of post-fire erosion at the hillslope scale, Colorado Front Range. *International Journal of Wildland Fire*, 14, 457-474.
- Bento-Gonçalves, A.J., Vieira, A., Ferreira, A.D., Coelho, C., 2008. Caracterização geomorfológica e implementação de um sistema integrado de informação, em ambiente SIG, no âmbito do projecto RECOVER (Estratégias de remediação de solos imediatamente após incêndios florestais). *Revista Geografia Ensino & Pesquisa*, V. 12, nº 1, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil, 3721-3735.
- Coelho, C.O.A., Ferreira, A.J.D., Boulet, A.K., Keizer, J.J., 2004. Overland flow generation processes, erosion yields and solute loss following different intensity fires. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 37, 3, 233-240.
- Goodchild, M.F. et al., (Ed.), 1996. GIS and environment modeling. John Wiley & Sons, England. 504 p.
- Loenen, B., 2006. Developing geographic information infrastructures. The role of information policies. DUP Science, Delft University Press, 390 p.
- Longley, P., Goodchild, M., Maguire, D., Rhind, D., 2004. *Geographic Information Systems and Science*. Wiley, 519 p.
- Longley, P., Batty, M., (Ed.), 1997. *Spatial analysis: modeling in a GIS environment*. John Wiley & Sons, England. 392 p.
- Moffet, Correy et al., 2007. Modeling soil erosion on steep sagebrush rangeland before and after prescribed fire. *Catena*, 71, 218-228.
- Shekhar, S., Chawla, S., 2003. *Spatial databases. A tour*. Prentice Hall. 262 p.
- Thomas, A.D., Walsh, R.P.D., Shakesby, R.A., 2000. Post-fire forestry management and nutrient losses in eucalyptus and pine plantations, northern Portugal. *Land Degradation & Development*, 11, 257-271.

“GEO-WORKING PAPERS” – NORMAS DE PUBLICAÇÃO

1. Os “GEO-Working papers” encontram-se abertos à colaboração científica no domínio da Geografia e disciplinas afins.
2. Os “GEO-Working papers” são constituídos por duas séries: Série Investigação e Série Educação.
3. Os “GEO-Working papers” publicam artigos em português, francês, inglês e espanhol.
4. As opiniões e conceitos emitidos são da exclusiva responsabilidade dos seus autores.
5. Os originais submetidos serão apreciados pela comissão editorial, que pode recorrer a especialistas das áreas científicas a que os textos se referem, reservando o direito de aceitação dos mesmos.
6. É aos autores que cabe obter autorização para reproduzir material sujeito a direitos de autor.
7. Os “GEO-Working papers” são publicados em papel, estando, simultaneamente, disponíveis on-line.
8. Os artigos devem apresentar uma dimensão entre 10 e 25 páginas A4, incluindo a bibliografia e as figuras e quadros.
9. Normas para a apresentação de originais:
 - 9.1. Os originais submetidos a apreciação, deverão ser enviados unicamente em formato digital, com a seguinte formatação: letra Arial, a 1,5 espaços, corpo 11 e com margens de 2,5 centímetros. Deverá constar juntamente um resumo que contenha o essencial do artigo (cerca de 700 caracteres para o resumo na língua do artigo e 2000 caracteres para o resumo noutra língua - português, inglês ou francês), além de palavras-chave nas duas línguas.

9.2. Os originais devem conter, em nota de rodapé na 1ª página, o endereço profissional do(s) autor(es), o cargo e instituição a que pertence(m), número de telefone, fax e e-mail.

10. Normas para a bibliografia:

10.1. Na bibliografia devem estar presentes todas as referências citadas no texto e somente estas. As referências bibliográficas deverão ser elaboradas em função dos modelos seguintes:

BURROUGS, B. (1999) – Development and urban growth. in D. Peters (ed.), *Unequal partners*, AAST Press, London.

ROGERS, A.; TAYLOR, N.; GOLDSMITH, G. (1998) – *The politics of rural environments*. Hutchinson, London.

SARAIVA, A.; PIRES, J.; MOREIRA, V. (2002) – Recomendações para a protecção e estabilização dos cursos de água. *Revista da Faculdade de Ciências*, 21(2), Lisboa: 187-222.

10.2. O apelido dos autores citados no texto deverá ser escrito em maiúsculas, sem sublinhado, seguido do ano de publicação. Quando forem citados em bibliografia dois ou mais autores com o mesmo apelido, dever-se-ão incluir as iniciais do primeiro nome. Se existirem mais de dois autores, citar-se-á só o primeiro seguido de *et al.*

11. Os autores dos artigos receberão 5 cópias do “GEO-Working papers”.

Envio de correspondência para:

GEO-Working papers

Núcleo de Investigação em Geografia e Planeamento

Instituto de Ciências Sociais

Universidade do Minho

Campus de Azurém

4800-058 Guimarães

tel. 351-253-510560

fax 351-253-510569

e-mail: geowp@geografia.uminho.pt ou vieira@geografia.uminho.pt