

SEMINÁRIO

A importância dos SIG na gestão dos Recursos Geológicos e mitigação dos Riscos Geológicos Naturais e Tecnológicos



AEGOS
African-European Georesources
Observation System



Riscos tecnológicos associados à extracção mineira /SIGs: análise via Detecção Remota

Lídia Quental

INETI, Ap.7586, 2721-866 Alfragide, PORTUGAL, (lidia.quental@ineti.pt)



■ INTRODUÇÃO

Risco tecnológico

Tipologia de imagens utilizada

■ PROJECTO E-ECORISK 5PQ <http://www.e-ecorisk.info/>

Objectivo / Derrames industriais

Caracterização da área mineira da Panasqueira (Zona Centro Ibérica)

Mapa de Ocupação de Solo, Visualizações 3-D

■ PROJECTO MINEO 5PQ <http://www2.brgm.fr/mineo/>

Objectivo / Contaminação de solos e água/Drenagem ácida mineira

Caracterização da área mineira de S.Domingos (Faixa Piritosa Ibérica)

Mapas de materiais mineiros/elementos geoquímicos, Predição de pH

■ CONSIDERAÇÕES FINAIS



■ RISCO TECNOLÓGICO

o potencial de ocorrência de eventos danosos à vida, a curto, médio e longo prazo, em consequência das decisões de investimento na estrutura produtiva.



■ RISCO TECNOLÓGICO

$$R = p \cdot I$$

R - risco de ocorrer um episódio danoso

P - probabilidade de ocorrência

I - intensidade dos danos

riscos a curto prazo $p \downarrow$ e $I \uparrow$ \Rightarrow eventos críticos com amplas consequências

ex: derramamento tóxico de substâncias por rotura de barragens

riscos a longo prazo $p \uparrow$ e $I \downarrow$ \Rightarrow contaminação dos sistemas naturais, por lançamento e deposição de resíduos do processo produtivo.

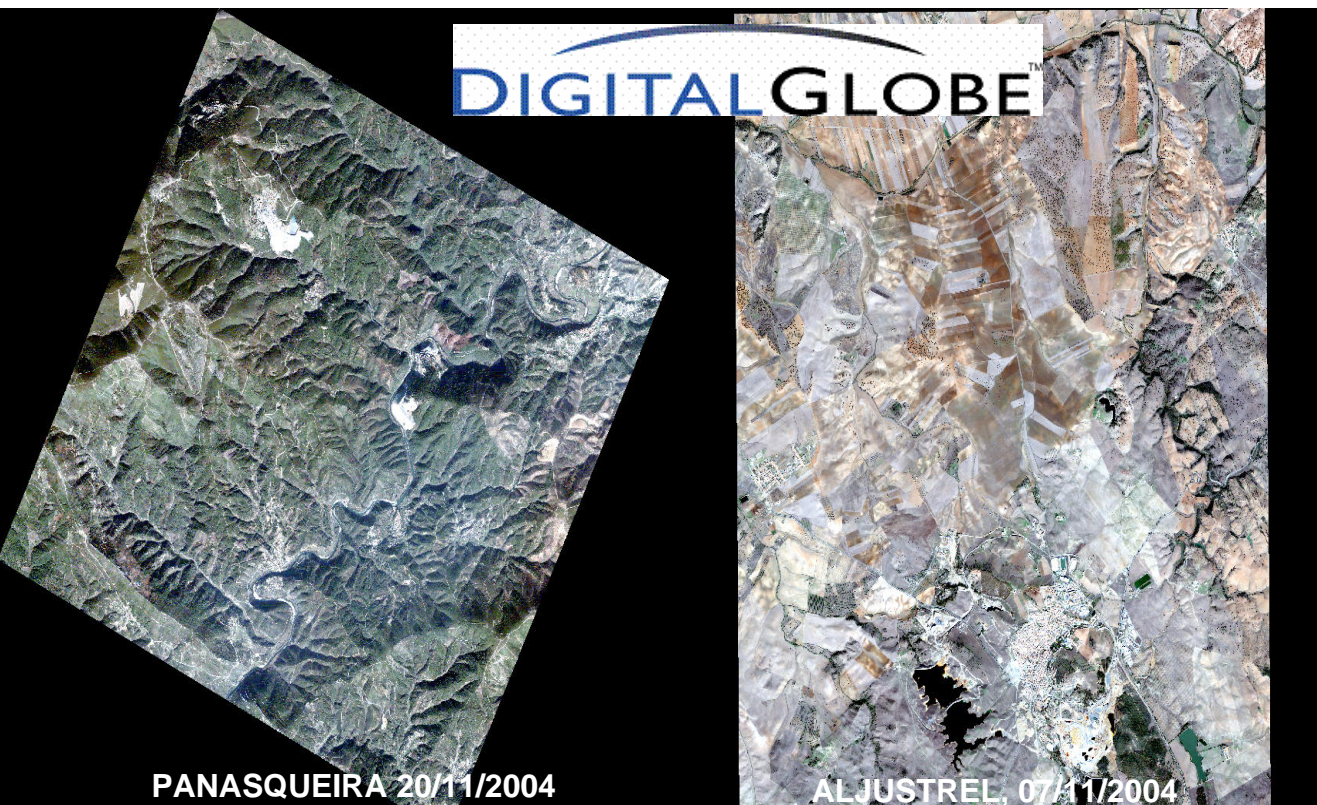
ex: a contaminação de solos e águas



TIPOLOGIA DE IMAGENS UTILIZADA

riscos a curto prazo $p \downarrow$ e $I \uparrow$ \Rightarrow eventos críticos com amplas consequências

Imagens que permitam a caracterização de uma área ante-evento, de modo a extrair informação para previsão de cenários de desastre e com possibilidade de actualização regular



IMAGENS DE ALTA
RESOLUÇÃO ESPACIAL

PIXEL=0,6m (após fusão
de imagens)

RESOLUÇÃO ESPECTRAL:

Bandas	Extensão spectral(nm)
Pan	450-900 P&B
1	450-520
2	520-600
3	630-690
4	760-900

SINAL / RUÍDO elevada

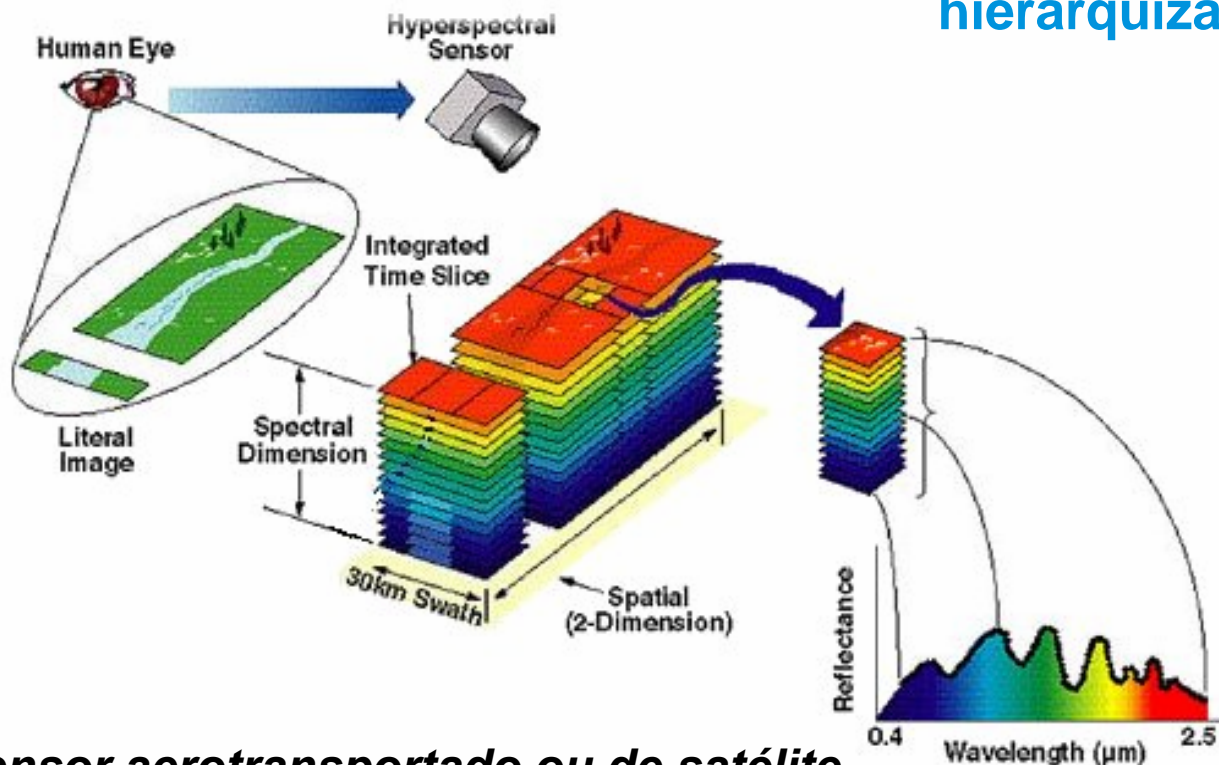
IMAGENS QUICKBIRD™ - satélite



TIPOLOGIA DE IMAGENS UTILIZADA

riscos a longo prazo $p \uparrow$ e $I \downarrow$ \Rightarrow contaminação dos sistemas naturais, por lançamento e deposição de resíduos do processo produtivo.

Imagens que permitam cartografar a dispersão de contaminantes e hierarquizar os mais perigosos



IMAGENS DE ALTA
RESOLUÇÃO ESPECTRAL
(HIPER-ESPECTRAL)

PIXEL = variável em função
da altitude e do sensor
VALOR MÉDIO = 4m
para aerotransportados

SINAL / RUÍDO > 500

Sensor aerotransportado ou de satélite

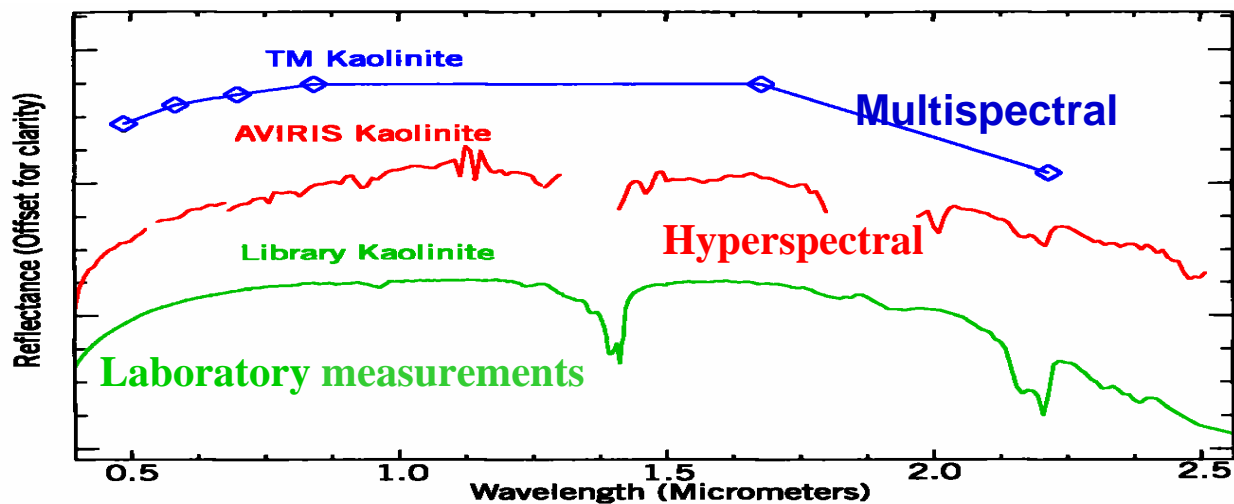


TIPOLOGIA DE IMAGENS UTILIZADA

riscos a longo prazo $p \uparrow$ e $I \downarrow$ —> contaminação dos sistemas naturais, por lançamento e deposição de resíduos do processo produtivo.

Imagens hiper-espectrais (*imaging spectroscopy*)

- *imagens com centenas de bandas , contíguas*
- *extensão espectral pequena (16-30nm)*
- *utilização de software específico (ex: ENVI da ITT Visual Solutions)*



Identificação de materiais ao nível químico e/ou mineralógico (composicional) baseada na posição das bandas de absorção



PROJECTO E-ECORISK

<http://www.e-ecorisk.info/>

EVG1-2001-0087 2004 a 2007

OBJECTIVO

O desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão e gestão de informação em rede, do risco ambiental causado pelo impacto de derrames industriais (por rotura de barragens de estéreis), com a aplicação de tecnologia de informação e de comunicação avançada e inovadora.

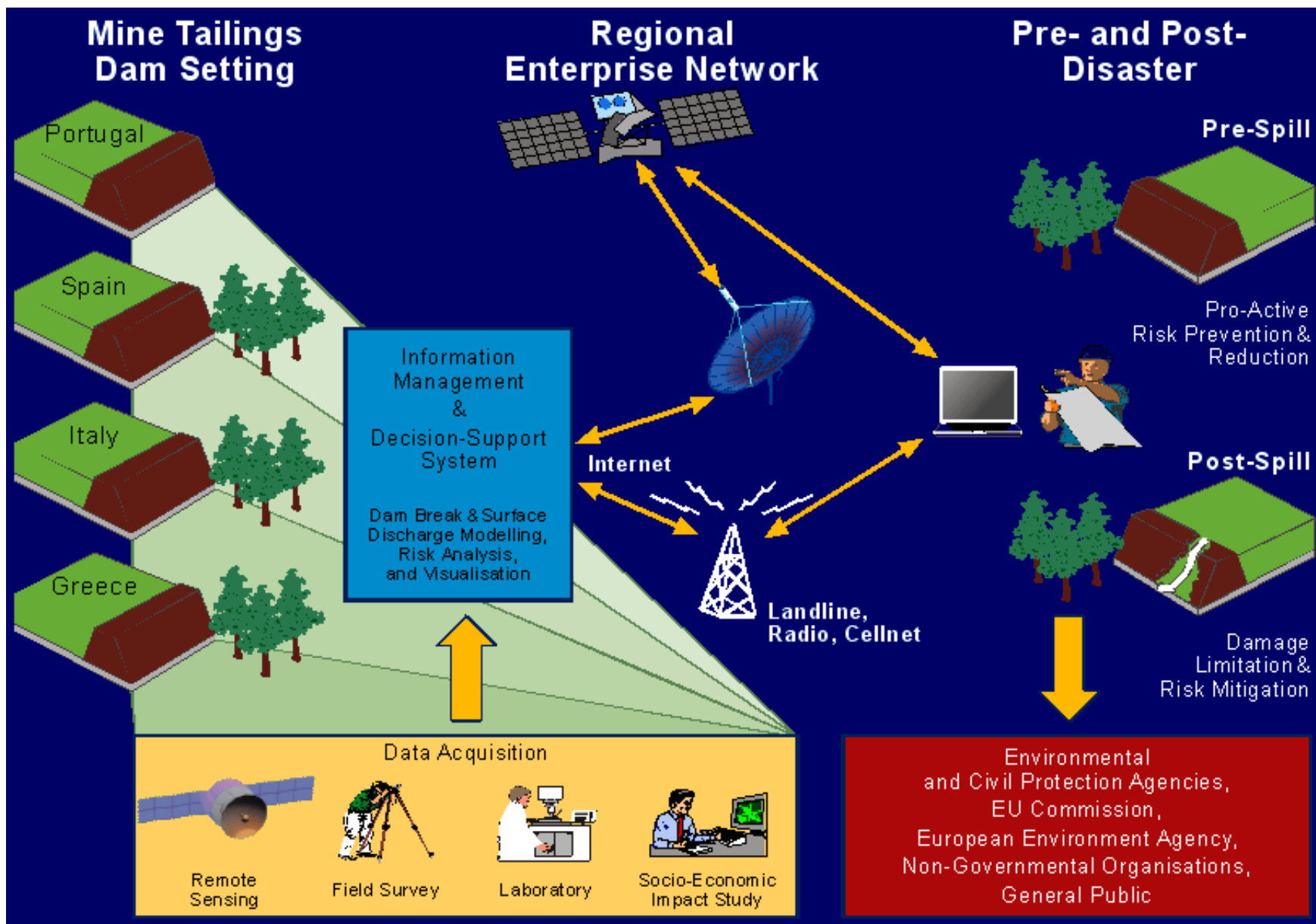


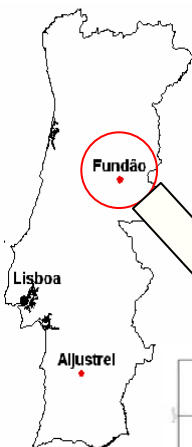
contribuir para uma prevenção efectiva, mitigação e planos de contingência e resposta de emergência pré-rotura e pós derrame.

Coordenação: Joahneum Research (Áustria)

Instituições Nacionais: INETI, IST, UA

Instituições Estrangeiras: 5 espanholas, entre universidades e empresas, 5 italianas e duas universidades gregas, empresa inglesa de software





MINA DA PANASQUEIRA Zona Centro Ibérica

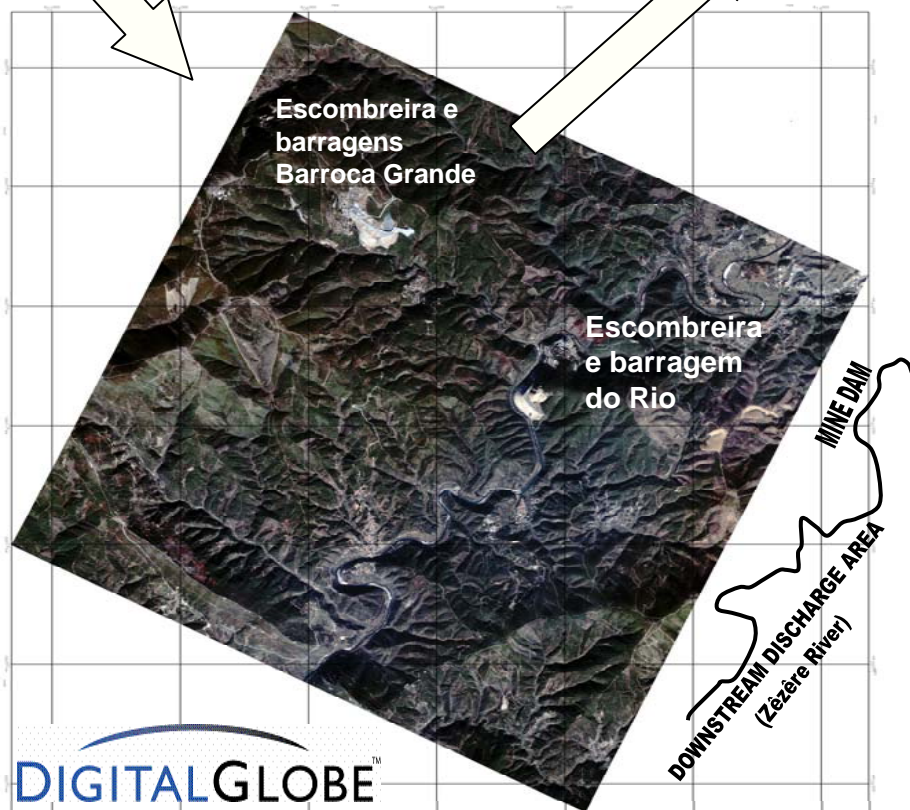


inactiva



activa

barragens da Barroca Grande



DIGITALGLOBE™



escombeira do RIO
ANO DE CONSTRUÇÃO 1905-1910

FIM DA ACTIVIDADE
1996

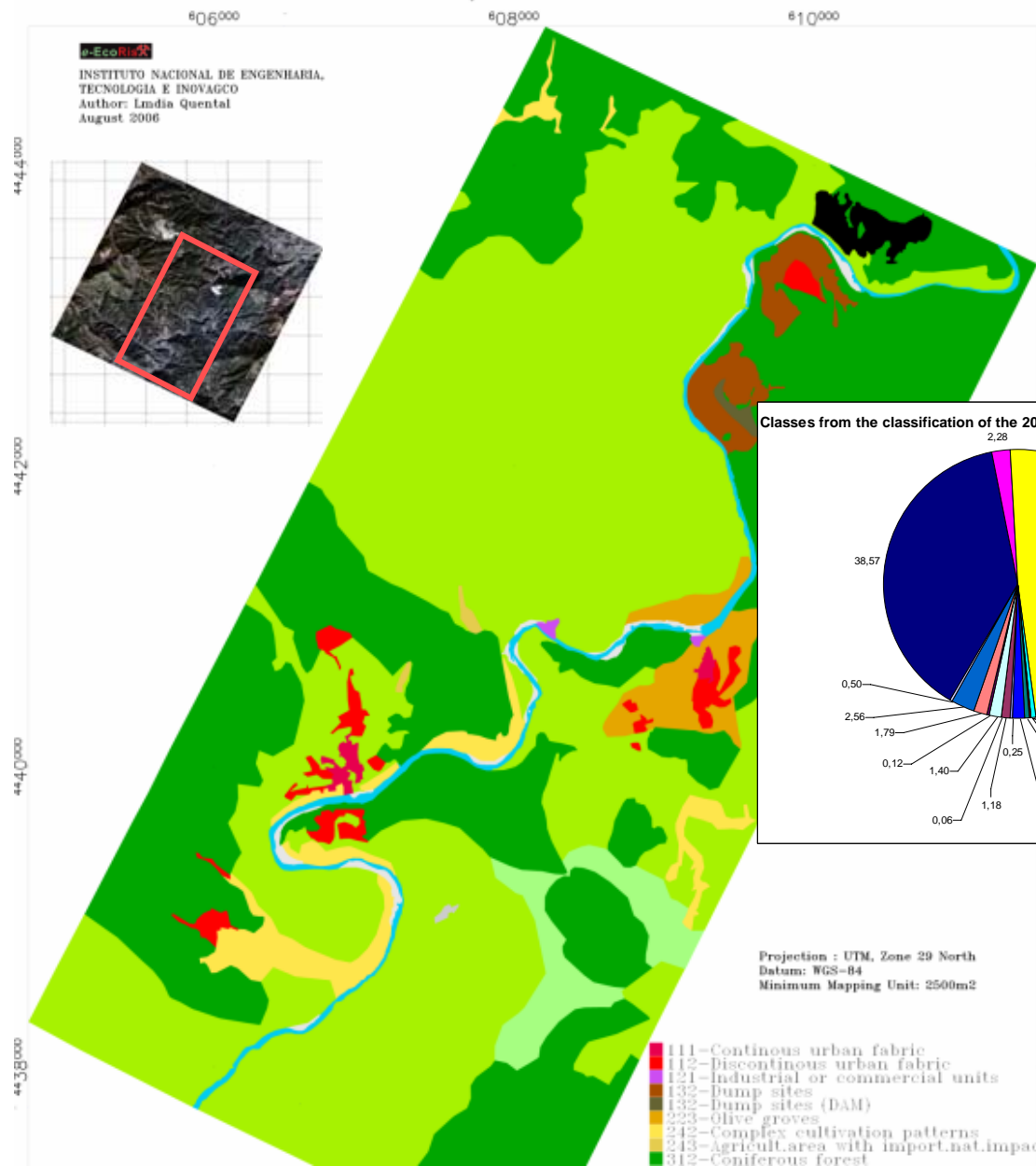


[Landsat TM5](#)
[204-32-92](#)
[Origem: ROT](#)

Fornecimento de informação sinóptica na área, a diferentes escalas em função da imagem

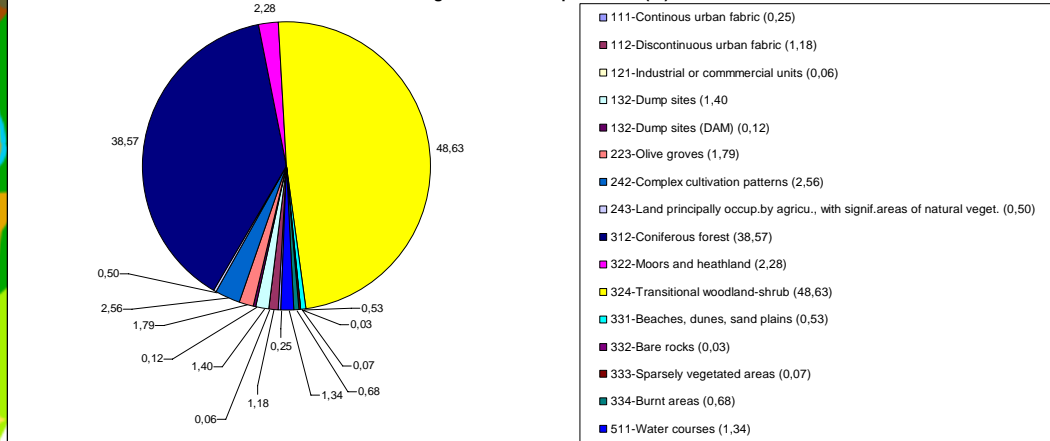


LAND COVER MAP AFTER QUICKBIRDTM IMAGE (DIGITAL GLOBE 2004)
PANASQUEIRA MINING AREA



GERAÇÃO DE UM MAPA DE OCUPAÇÃO DE SOLO PARA CARACTERIZAR A ÁREA EM TERMOS SOCIAIS E AMBIENTAIS SOB A AMEAÇA DE UM DERRAME

Classes from the classification of the 2004 Quickbird image for the Panasqueira area (%)



Projection : UTM, Zone 29 North
Datum: WGS-84
Minimum Mapping Unit: 2500m2

ACTUALIZAÇÃO E MUDANÇA DE ESCALA DO MAPA CORINE LANDCOVER 2000



Visualizações 3-D



BARRAGEM

PILHA DE
SULFURETOS

Zezere River tailings
DEM from IGEOE
View from NNW-SSE

e-EcoRisk

INETI DIGITAL GLOBE



Visualizações 3-D





Visualizações 3-D



Downstream of Zezere River
Dornelas do Zezere village
DEM from IGEOE
WSW-ENE direction



IST-1999-10337

PROJECTO MINEO <http://www2.brgm.fr/mineo/>

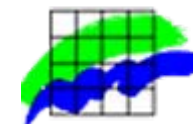
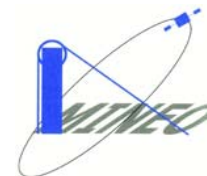
2000-2003

Objectivo geral

Desenvolvimento de métodos e ferramentas para avaliar e monitorizar o impacto ambiental resultante da actividade mineira pela integração de dados de OT avançados (hiperespectrais) e outros dados ambientais relevantes

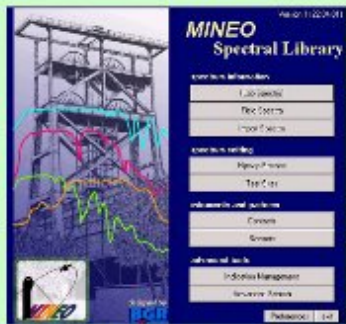
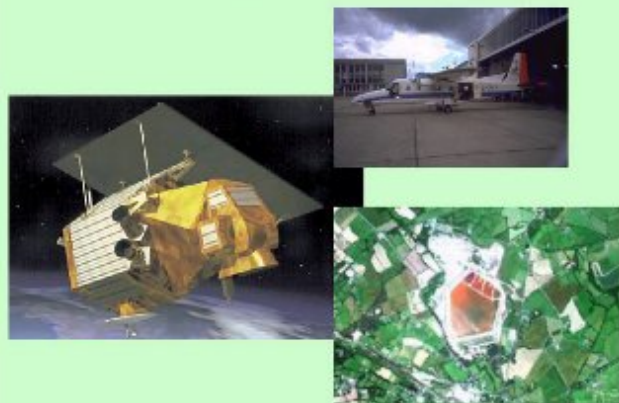


Contribuir para uma gestão ambiental realista, sustentável e coerente favorecendo uma estratégia de monitorização com a aquisição regular deste tipo de imagens





The MINEO concept



Spectral database for contaminated areas

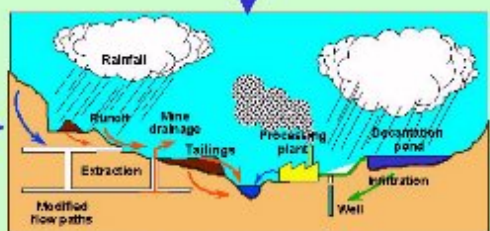
Spaceborne or airborne hyperspectral data acquisition



Contamination maps
Change detection maps



Relevant environmental data



Pollution dissemination modelling



Dissemination strategy via INFEO

Aplicação genérica a seis sítios teste

PORTUGAL
Mina de S.Domingos

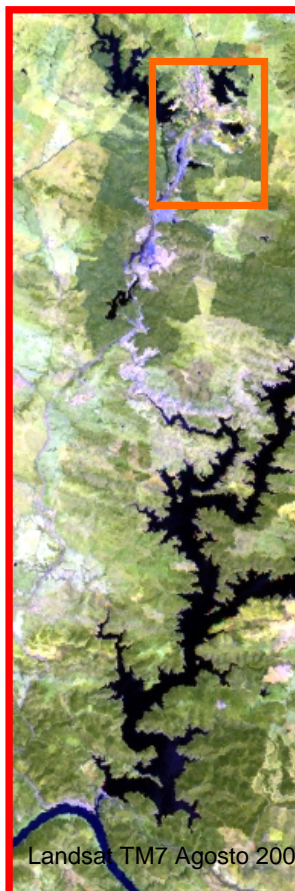
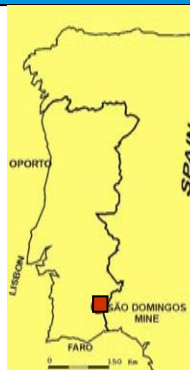


⇒ Depósito de Sulfuretos Maciços Polimetálicos (Cu, mas também Pb e Zn), incluído na Faixa Piritosa Ibérica

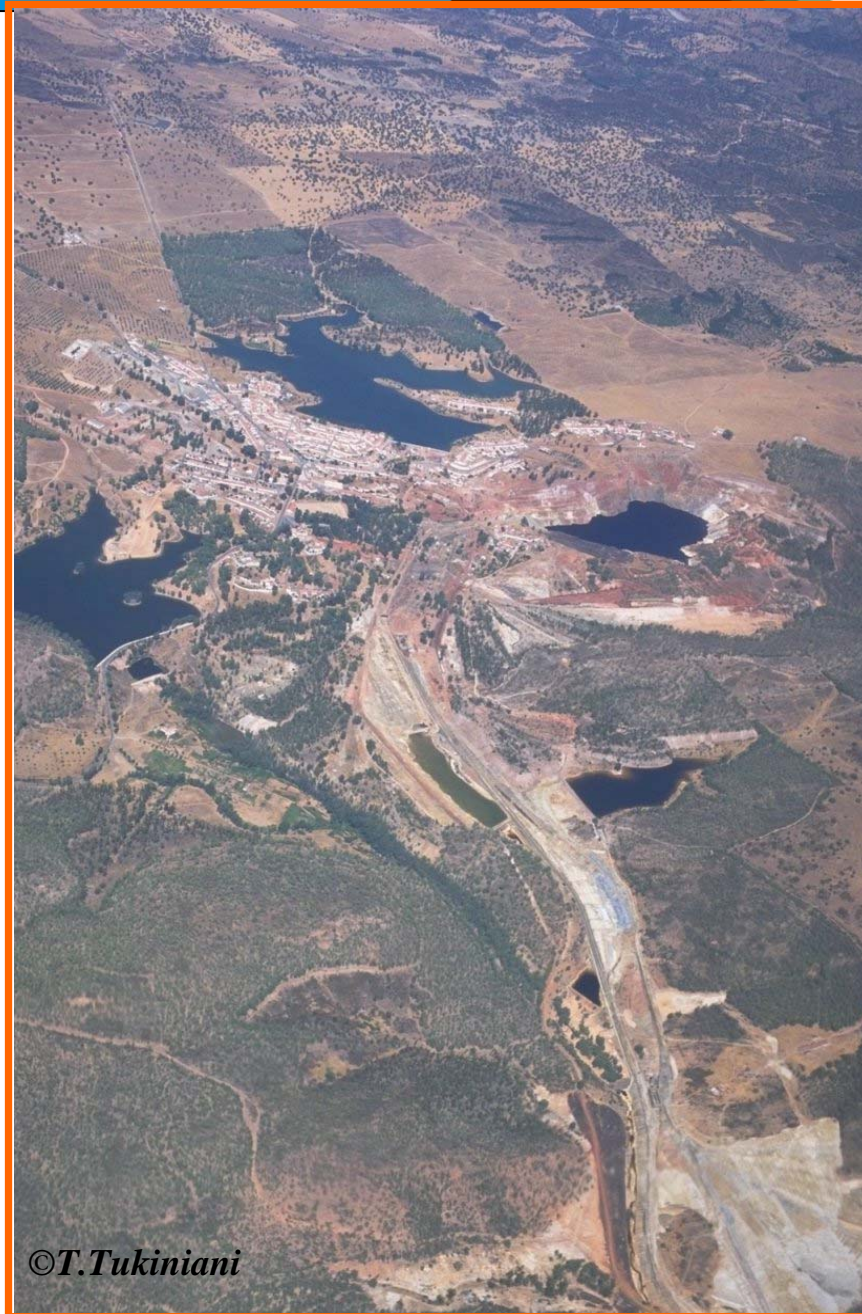
⇒ Exploração a longo termo com primórdios pré-romanos e romanos no gossan (Cu, Ag e Au)

⇒ Em tempos recentes para Cu e S, secundariamente Pb, Zn e Au, a céu aberto e exploração subterrânea, durante 109 anos até 1966

⇒ Produção de minério superior a 25 Mt (Carvalho, 1979, Barriga e Carvalho, 1997)



Landsat TM7 Agosto 2000



©T.Tukiniani



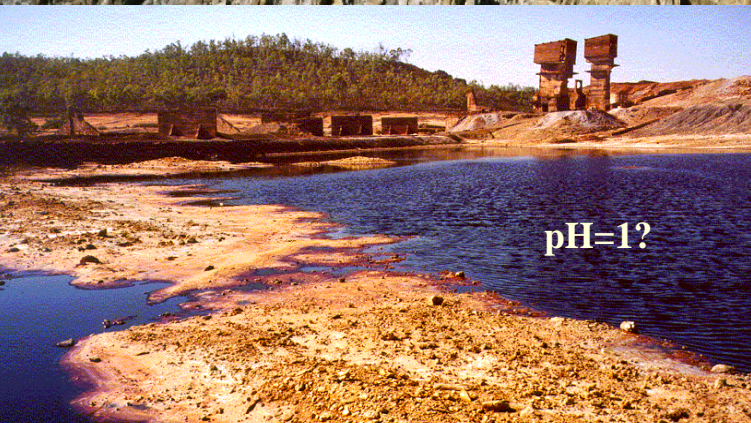
***Escórias e escombreiras
resultantes estão
estimadas em alguns
milhões de toneladas***



***Drenagem ácida mineira (DAM)
significativa durante a exploração e
actual
(associada a alguns tipos de materiais
mineiros)***

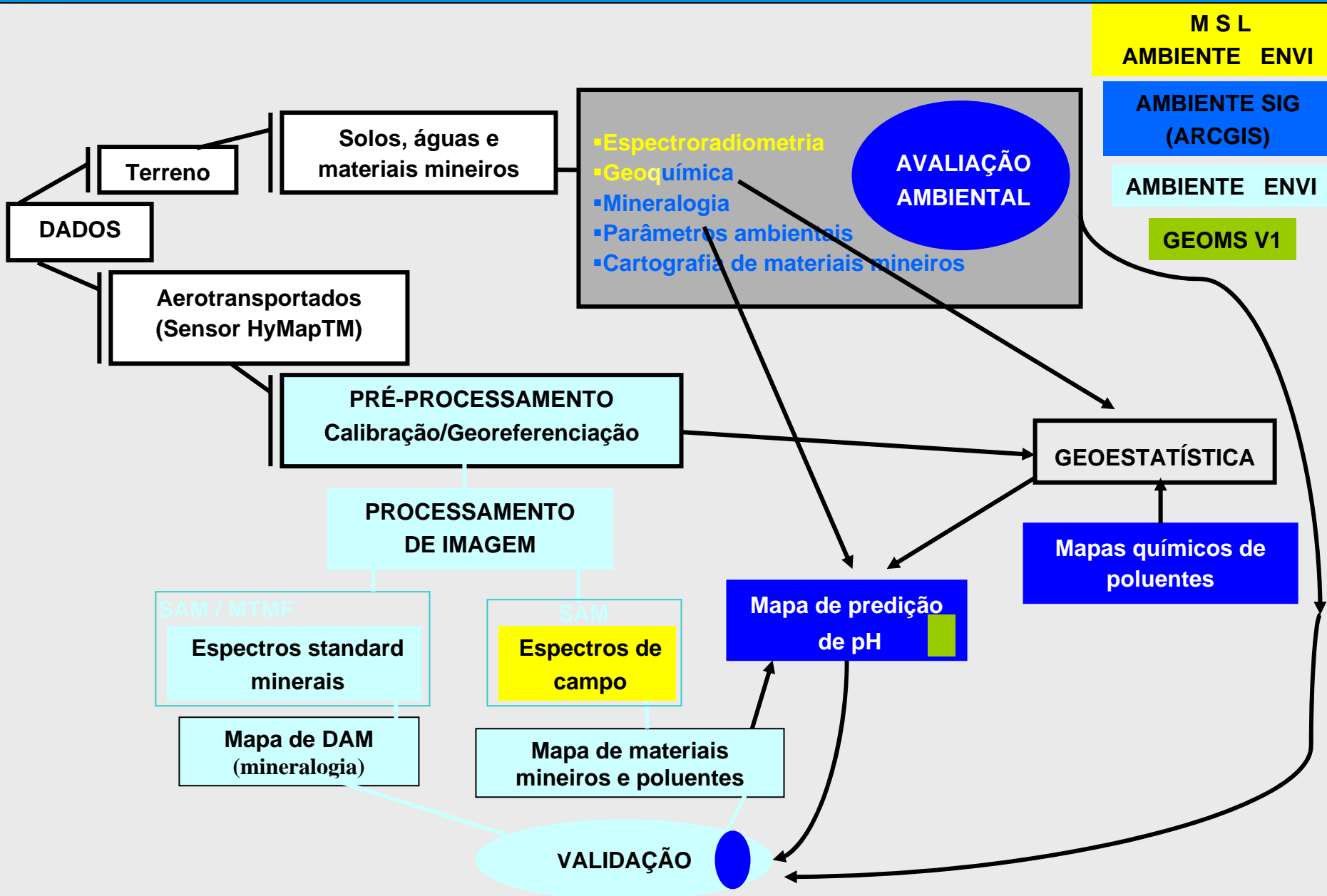


*Canais para
evaporação das
águas ácidas
durante o
período de
actividade*



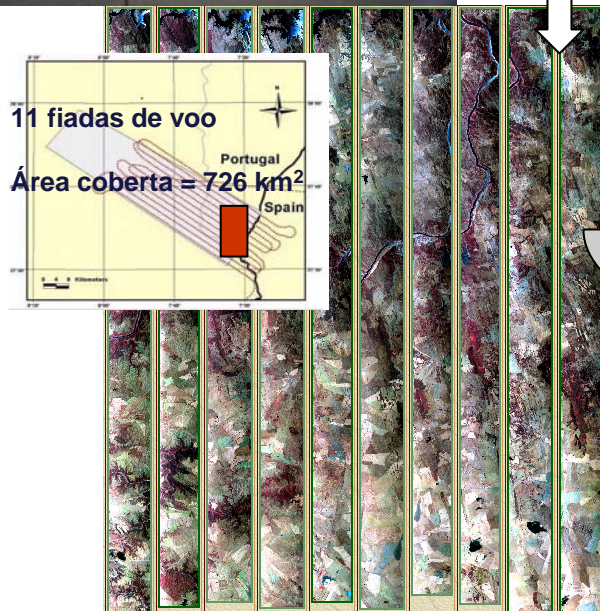
pH=1?

*Desenvolvimento de várias estruturas
mineiras para exploração,
processamento e transporte de minério
facilitou a dispersão de materiais
mineiros e poluentes associados*

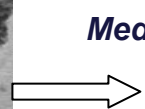
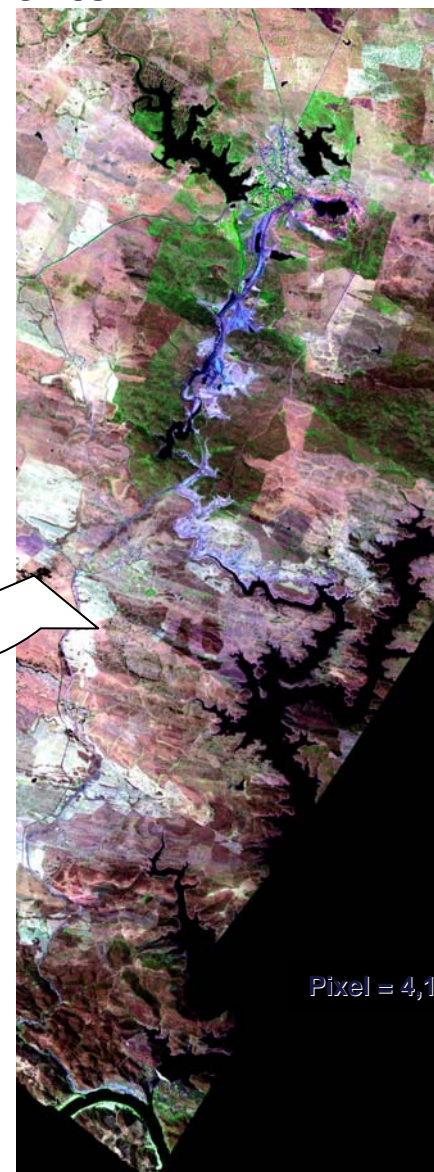




Aquisição de dados aerotransportados e pré-processamento



**Calibração
georeferenciação
mosaico**

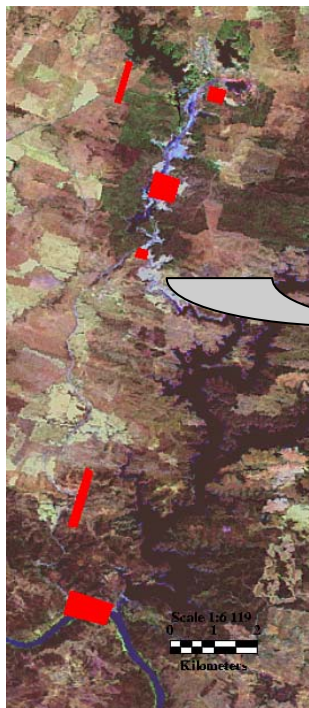


Medições GPS

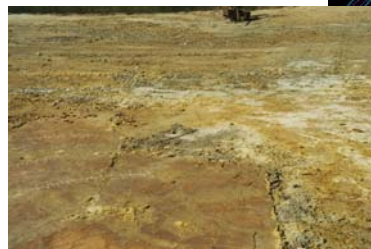
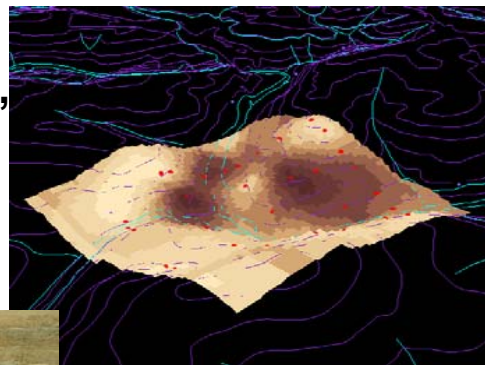
**MODELO DIGITAL
DE TERRENO (BGS)**



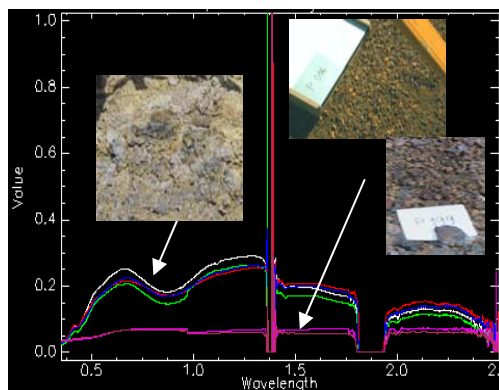
Aquisição de dados de terreno e tratamento



**TELHEIRO -
Fe, S, Cd, As,
Sb, Pb, Ag,
Au, Hg**



**ACP e
interpolação
geoestatística
para
interpretação de
padrões
geoquímicos e
anomalias
relacionadas
com problemas
ambientais**



materiais mineiros

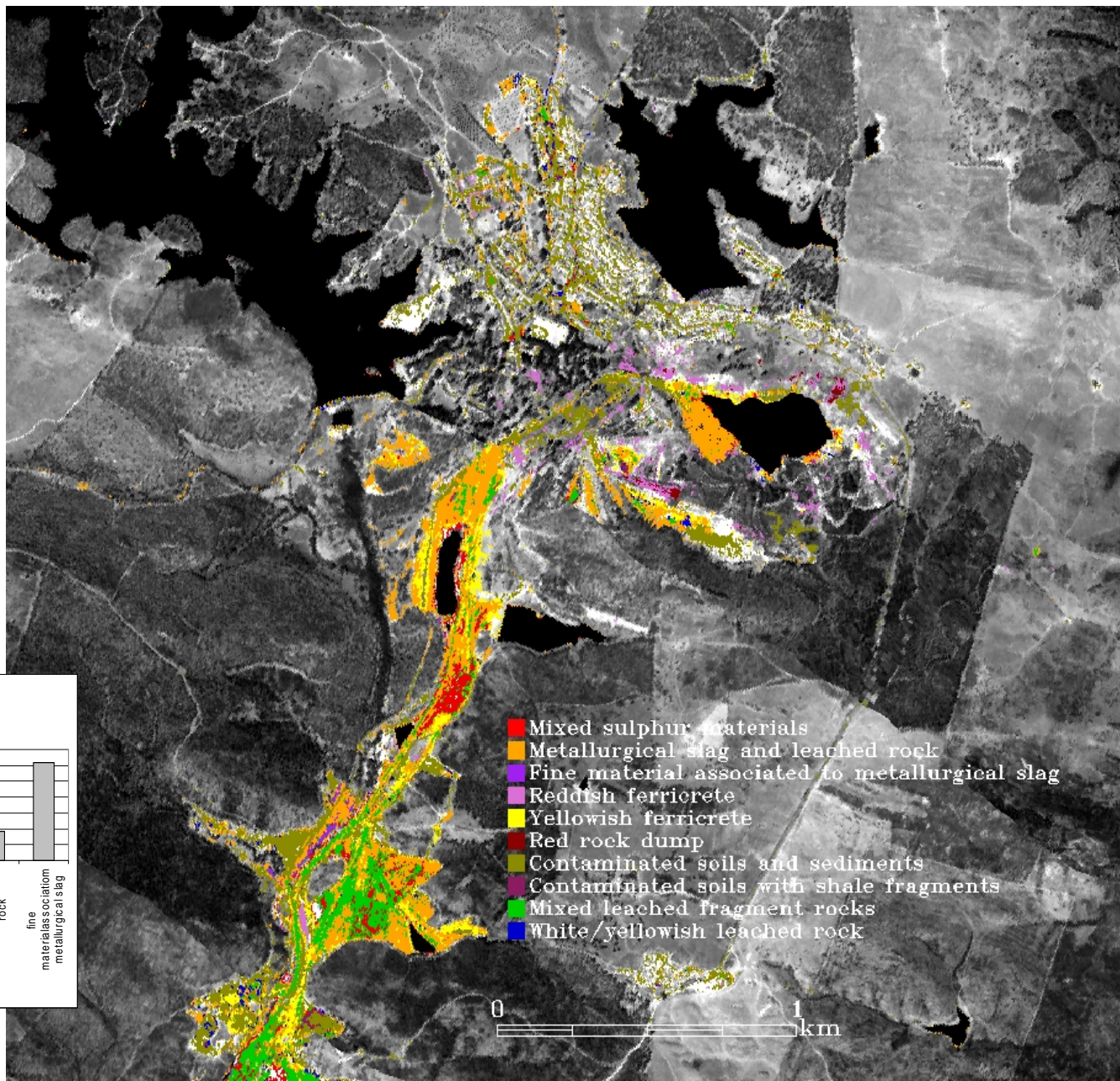




CARTOGRAFIA DE MATERIAIS MINEIROS E POLUENTES

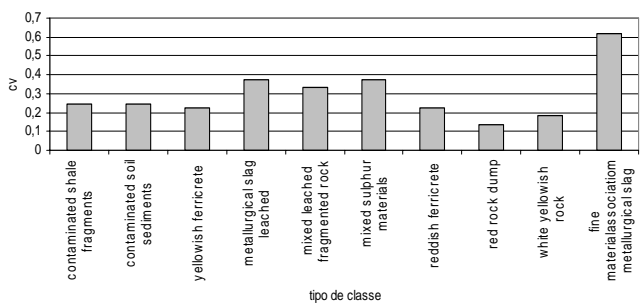
com medições
espectroradiométricas
de campo

Quental et al. (2003)



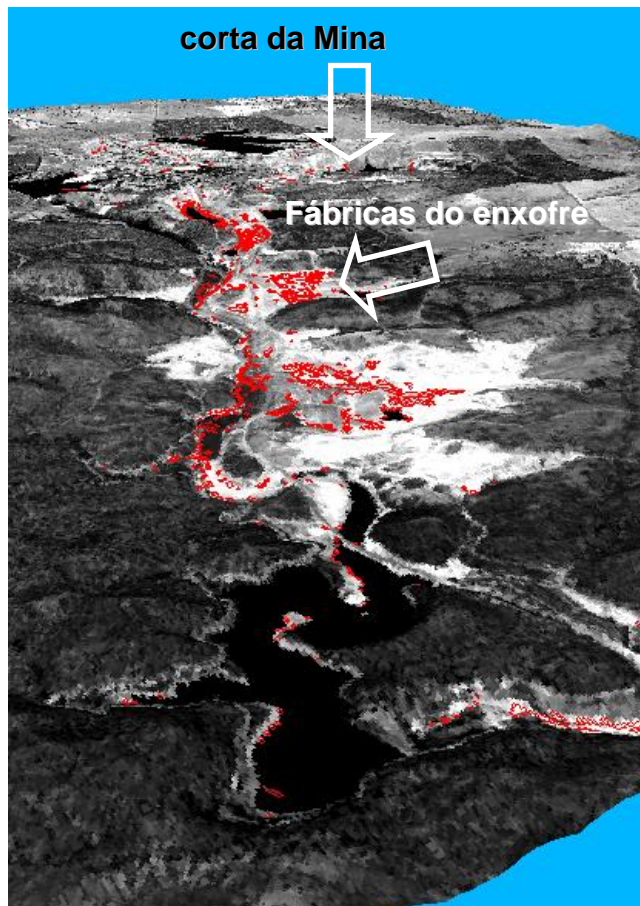
- Mixed sulphur materials
- Metallurgical slag and leached rock
- Fine material associated to metallurgical slag
- Reddish ferricrete
- Yellowish ferricrete
- Red rock dump
- Contaminated soils and sediments
- Contaminated soils with shale fragments
- Mixed leached fragment rocks
- White/yellowish leached rock

coeficiente de variação por classe

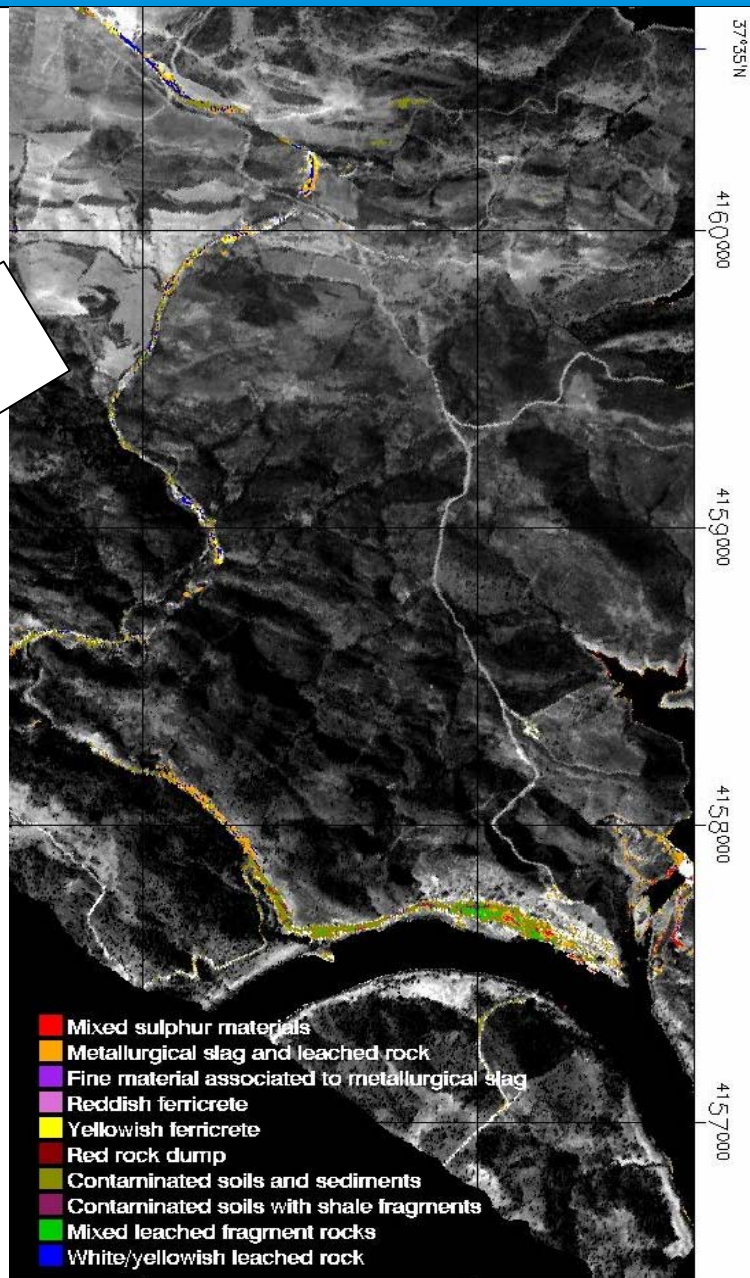




Hierarquização de classes em função do potencial para gerar acidez



3-D
com sobreposição
dos materiais
mistos de enxofre
a vermelho,
assinalando as
áreas de materiais
potencialmente
geradores de
acidez



37°35'N
4160000
4159000
4158000
4157000

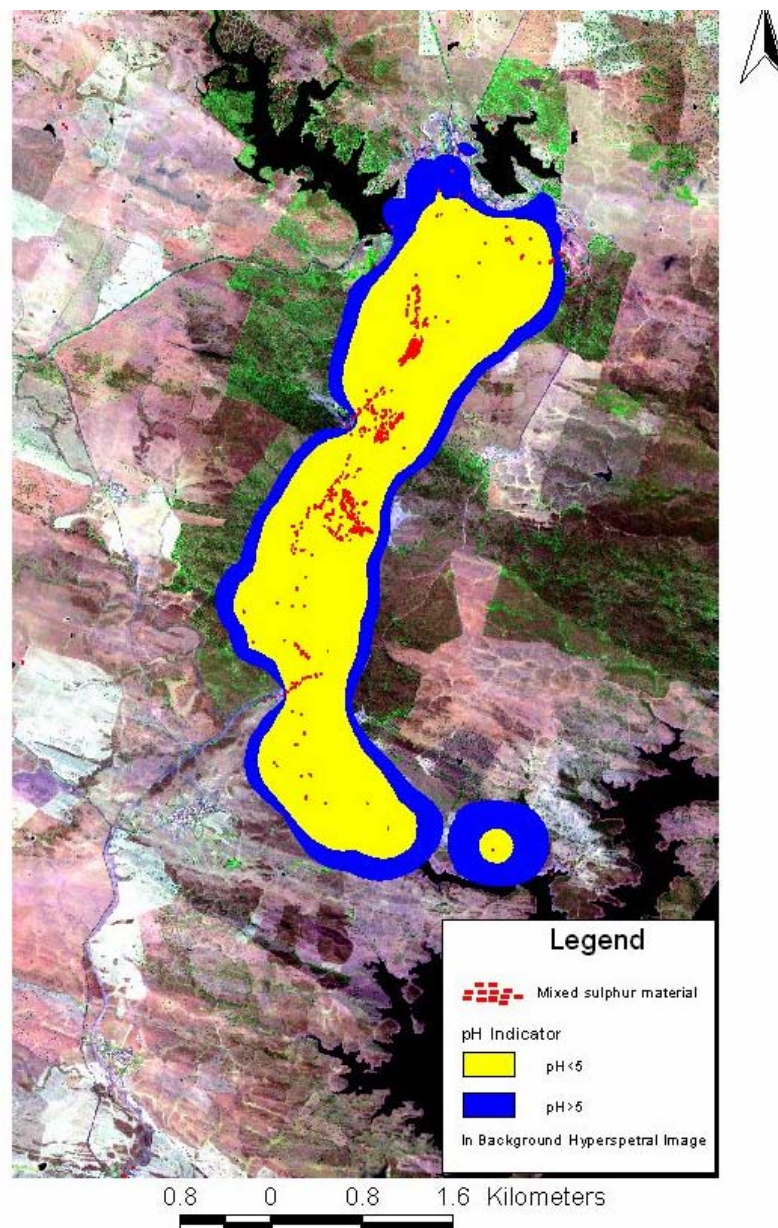
629000 630000



MAPA DE PREDIÇÃO DE PH

utilizando metodologia
geoestatística (Collocate co-kriging)
e resultados da classificação da
imagem hiperespectral de materiais
mineiros e poluentes

Batista et al. (2003)





Mapa de poluentes químicos

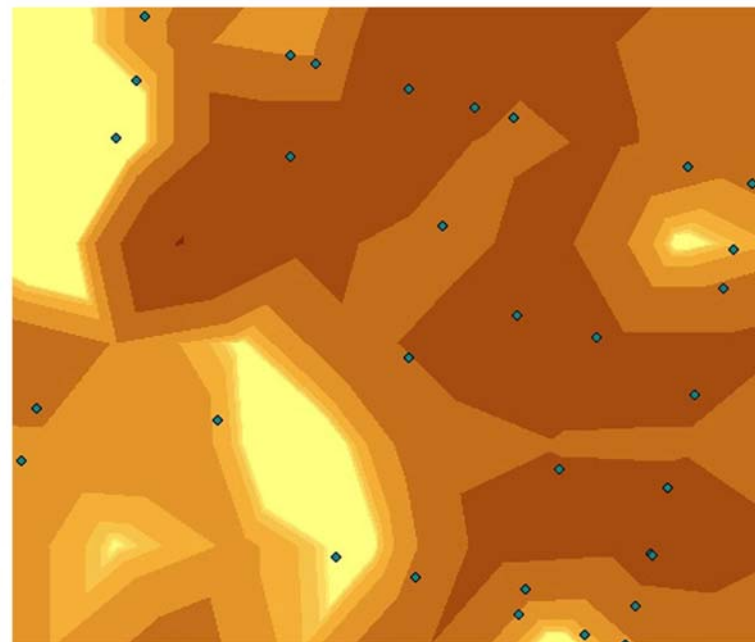
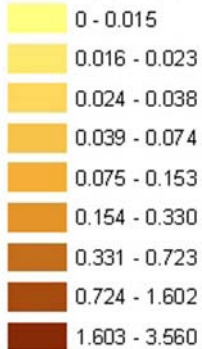
(Dados geoquímicos e dados hiperespectrais)

Tavares (2003)

LEGEND
S prediction map
Method: ordinary cokriging

◆ TEL samples

FILLED CONTOURS

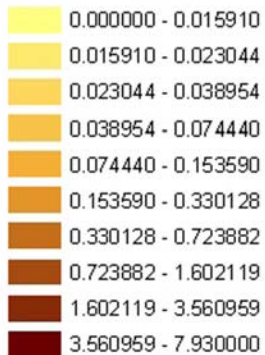


LEGEND

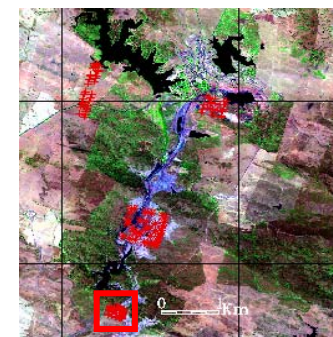
S prediction map
Method: ordinary kriging

◆ TEL samples

FILLED CONTOURS



Telheiro





CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ambos os projectos, e_EcoRisk e MINEO, evidenciaram a importância da componente de OT na análise de riscos tecnológicos associada aos SIG's

- constituição de *geodatabases* locais
- modelação com objectivos específicos
- interface directa de SIG com software de OT



RISCOS TECNOLÓGICOS ASSOCIADOS À EXTRAÇÃO MINEIRA /SIGS: ANÁLISE VIA DETECÇÃO REMOTA



OBRIGADA PELA
VOSSA ATENÇÃO





Referências e informação adicional

- Barriga e Carvalho (1997). Geology and VMS deposits of the Iberian Pyrite Belt. SEG, Neves Corvo field conference.
- Batista, MJ (2000). Environmental state in the Portuguese test site: S. Domingos Mine: Past and Present.
(http://www.brgm.fr/mineo/SiteReport/IGM_test_site.pdf)
- Batista, M. J. Brito, M. G. Abreu, M. M. Sousa, A. J. Quental L. & Vairinho M. (2003). Avaliação por modelação em SIG da contaminação mineira por drenagem ácida em S. Domingos (Faixa Piritosa, Alentejo). *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, Vol. Especial. V, CD-ROM, pp. M6-M10
- Batista, MJ (2000). S. Domingos Mine: Past and Present. IGM report for MINEO project www.brgm.fr/mineo.
- Carvalho, D. (1979). Geologia, metalogenia e metodologia da investigação de sulfuretos polimetálicos do sul de Portugal. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, t. 65, pp. 169-191.
- Quental, L., Abreu, M. M., Oliveira, V., Sousa, P., Batista, M. J., Brito, G., Vairinho, M., Sousa, J., e Martins, L.. *Imagens Hiperspectrais Para Avaliação E Monitorização Ambiental Em Áreas Mineiras: Resultados Preliminares Do Projecto Mineo Na Mina De São Domingos, Alentejo*. In *Actas do Congresso Internacional sobre Património Geológico e Mineiro*. Museu do Instituto Geológico e Mineiro. Brandão, J. (ed.) 2002 Lisboa, ISBN 972 98469-8-7. pp 583-595. (http://www.brgm.fr/mineo/Publications/CPGM_Quental.pdf)
- Quental, A., Bourguignon, A. J., Sousa, M. J., Batista, M. G., Brito, T., Tavares, M. M., Abreu, M., Vairinho & F. Cottard (2002). MINEO Southern environment test site. Contamination / impact mapping and modelling – Final report for European Commission. 131p.
(http://www.brgm.fr/mineo/SiteReport/IGM_FinalReport.pdf, http://www.igm.pt/departam/metálicos/projectos/mineo_finalreport.pdf)
- Quental, L., Brito, M. G., Sousa, A. J., Abreu, M. M., Batista, M. J., Oliveira, V., Vairinho, M. & Tavares, T. (2003). Utilização de imagens hiperspectrais na avaliação da contaminação mineira em S. Domingos, Faixa Piritosa, Alentejo. *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, Vol. Especial V, CD-ROM, pp. M33-M3
- Quental, L., Brito, M. G., Sousa, A. J., Abreu, M. M., Vairinho, M. (2003). Contamination Mapping Using Hyperspectral Data (HyMap) at S. Domingos Mine, Iberian Pyrite Belt, Southeast Portugal, 3rd EARSel Workshop on Imaging Spectroscopy, DLR, Munich, Germany.
- Quental, L. (2006). Deliverables of the e-EcoRisk Project for the European Commission: Digital version and ARCGIS: D32211-Image acquisition and processing 12p., D32221-Digital Elevation Models, 8p., D32231-Image Analysis And Interpretation, 22p.
- Tavares, T. (2003) Comportamento geoquímico de elementos maiores e elementos traço na área envolvente da Mina de S. Domingos. Tese de mestrado IST.