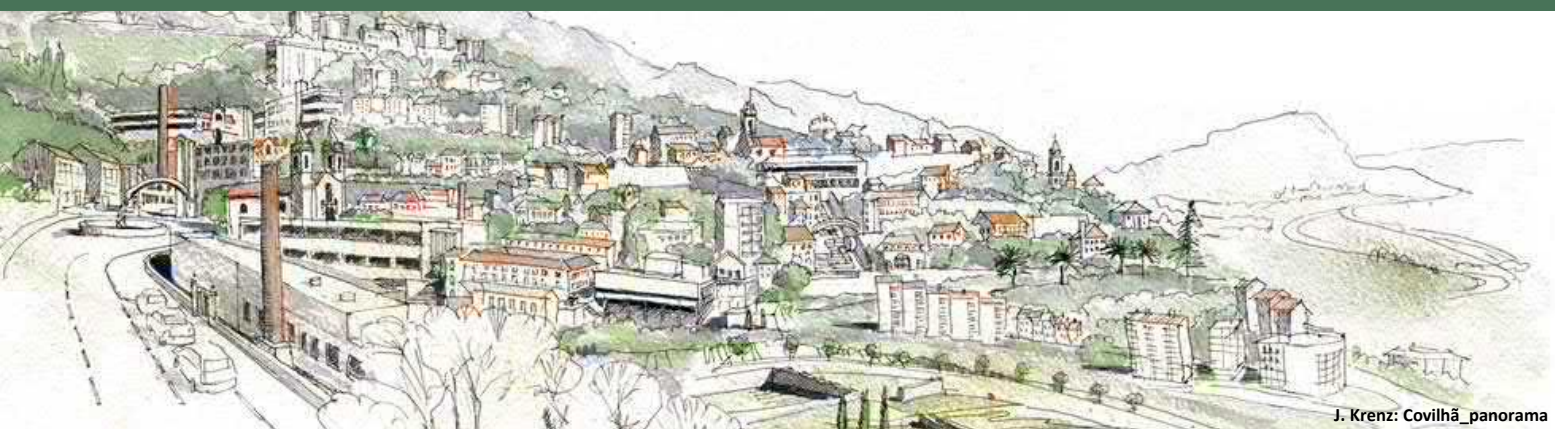


# Seminário Internacional de Geotecnia Ambiental

25, 26 e 27 de novembro de 2019 | UBI | Covilhã | PORTUGAL



**Soluções Geotécnicas para Problemas Ambientais  
Inter-Regionais Portugal-Espanha**

# Comunicações

## FICHA TÉCNICA

### Título

SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE GEOTECNIA AMBIENTAL  
SOLUÇÕES GEOTÉCNICAS PARA PROBLEMAS AMBIENTAIS INTER-REGIONAIS PORTUGAL-ESPANHA

### Autores

Os autores das comunicações

### Coordenação

Victor Manuel Pissarra Cavaleiro  
António José Roque  
Isabel Maria da Conceição Fonseca Gonçalves Falorca  
Maria Emília da Silva Baltazar

### Créditos

Ilustração na capa: Jacek T. Krenz  
Impressão e acabamento: Tipografia da Universidade da Beira Interior  
Fotografias: Pedro Gabriel de Faria Lapa Barbosa de Almeida

### Editor

Universidade da Beira Interior. Serviços Gráficos.

Print	ISBN: 978-989-654-673-1
PDF	ISBN: 978-989-654-674-8
ePUB	ISBN: 978-989-654-675-5
CD	ISBN: 978-989-654-676-2

### Atribuição de Número de Registo Depósito Legal (DL)

**N. DL: 470707/20**

**Nome fornecedor:** TIPOGRAFIA DA UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR

**Título:** SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE GEOTECNIA AMBIENTAL Soluções Geotécnicas para Problemas Ambientais Inter-Regionais Portugal-Espanha

**Autor(s):** - Victor Manuel Pissarra Cavaleiro - António José Roque - Isabel Maria da Conceição Fonseca Gonçalves Falorca - Maria Emília da Silva Baltazar

**Tipo:** Monografia

**Editor:** Universidade da Beira Interior

**Local de Publicação:** Covilhã

**Data prevista de publicação (mês/ano):** 06/2020

**Nº de Edição:** 1ª edição

**Nota edição:** capa mole

**Estado:** Atribuído

**Atribuído em:** 2020-06-09

**Criado a:** 2020-06-09

**Tiragem:** 50

### Identificador digital persistente do documento

**doi:** 10.25768/20.02.01.01

ligação ao documento: <https://doi.org/10.25768/20.02.01.01>

A propriedade intelectual dos conteúdos pertence aos seus autores e os direitos de edição e publicação à Tipografia da UBI. As comunicações são da responsabilidade exclusiva dos seus autores.

Covilhã, 06/2020  
[www.ubi.pt](http://www.ubi.pt)

# SESSÃO DE ABERTURA



SESIÓN DE APERTURA

A 26 de novembro, o Anfiteatro 8.1 da Faculdade de Engenharia da Universidade da Beira Interior (FE-UBI) recebeu o SIGAUBI2019: Soluções Geotécnicas para Problemas Ambientais Inter-Regionais Portugal-Espanha. Depois da credenciação dos participantes, convidados e órgãos de comunicação social, coube ao Presidente da Comissão Organizadora, Prof. Victor Manuel Pissarra Cavaleiro, a abertura oficial do Seminário Internacional de Geotecnia Ambiental.



Na sessão de abertura foram proferidas intervenções de individualidades cuja prestigiosa presença demonstra o apoio à comunidade geotécnica portuguesa e espanhola.

## **MESA DA SESSÃO DE ABERTURA**

VICE-REITOR UBI José Páscoa

VEREADOR CM COVILHÃ Jorge Gomes

DIRETORA DSRHG-DGEG Carla Lourenço

1º SECRETÁRIO EXECUTIVO CIM-BSE António Luís Ruas

PRESIDENTE LNEC Carlos Pina

PRESIDENTE SPG Manuel de Matos Fernandes

PRESIDENTE COMISSÃO ORGANIZADORA SIGAUBI2019 Victor Cavaleiro

## SESSÃO 1 • PEDREIRAS

IDENTIFICACIÓN DE LA COMPOSICIÓN MINERAL MEDIANTE TELEDETECCIÓN. APLICACIONES EM MINERÍA <i>Barrios, Mercedes Suárez</i> .....	3
PEDREIRAS DA ZONA DOS MÁRMORES: 2000 ANOS DE EXPLORAÇÃO... E AGORA? <i>Lopes, Luís</i> .....	27
PROYECTO INTERMIN: CATÁLOGO MUNDIAL DE COMPETENCIAS PROFESIONALES PARA EL SECTOR DE MATERIAS PRIMAS <i>Regueiro y González-Barros, Manuel</i> .....	57
FRATURAÇÃO NA EXTRAÇÃO DE ROCHAS ORNAMENTAIS: CARATERIZAÇÃO E MODELAÇÃO <i>Sousa, Luís</i> .....	77
BUENAS PRÁCTICAS PARA LA INTEGRACIÓN DEL PAISAJE EN LOS PROYECTOS <i>García Sánchez-Colomer, Manuel</i> .....	91

## SESSÃO 2 • MINAS

A RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE ANTIGAS ÁREAS MINEIRAS EM PORTUGAL <i>Carvalho, Edgar; Diamantino, Catarina</i> .....	107
IMPORTÂNCIA DAS REGIÕES MINEIRAS: RESULTADOS DOS PROJETOS EUROPEUS REMIX, MIREU E E.THROUGH <i>Ribeiro, Alexandra</i> .....	129
LA RECUPERACIÓN AMBIENTAL DE ÁREAS MINERAS DE LA FAJA PIRÍTICA IBÉRICA EN ESPAÑA <i>Carvajal Gómez, Domingo</i> .....	139
USO DE BIOMATERIAIS PARA REMEDIAÇÃO DE SOLOS CONTAMINADOS <i>Nunes, João</i> .....	169
TÉCNICAS DE PROSPEÇÃO E PESQUISA DE DEPÓSITOS LITINÍFEROS NA PENÍNSULA IBÉRICA <i>Vieira, Romeu</i> .....	181

## SESSÃO 3 • IMPACTES AMBIENTAIS DE OBRAS GEOTÉCNICAS

A INFLUÊNCIA DAS OBRAS GEOTÉCNICAS NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO CONTEXTO DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS <i>Chambel, António</i> .....	205
GEOTECNIA NA LINHA DO DOURO – IMPACTES AMBIENTAIS <i>Pires, Pedro; Rodrigues, Eva</i> .....	219
IMPACTOS AMBIENTALES Y ACTIVIDADES ANTROPICAS <i>Martínez Graña, Antonio</i> .....	227
CONTRIBUIÇÃO DAS SOLUÇÕES SUBTERRÂNEAS DOS CIRCUITOS HIDROELÉTRICOS NA REDUÇÃO DOS IMPACTES AMBIENTAIS <i>Plasencia, Nadir</i> .....	251
ACIDENTES EM BARRAGENS <i>Sayão, Alberto</i> .....	271



# ÍNDICE

## INDICE

### SESSÃO 4 • VALORIZAÇÃO GEOAMBIENTAL

APROVEITAMENTO DE SUBPRODUTOS DA INDÚSTRIA EXTRATIVA E TRANSFORMADORA DE ROCHAS ORNAMENTAIS CARBONATADAS <i>Martins, Ruben</i> .....	295
METACAULINO E GEOPOLÍMEROS: DE RESÍDUO A RECURSO <i>Rocha, Fernando</i> .....	313
DISEÑO Y MODELIZACIÓN DE TERRENOS PARA AUMENTAR Y MEJORAR LA BIODIVERSIDAD <i>Pérez Domínguez, Víctor</i> .....	327
APLICAÇÕES DE SIG PARA VALORIZAÇÃO GEOAMBIENTAL <i>Santos, Rui</i> .....	335
GEOTERMIA NOS AÇORES: DA GEOELECTRICIDADE AO GEOCOZIDO! <i>Nunes, João Carlos</i> .....	343

### SESSÃO TÉCNICA ESPECIAL

MITIGAÇÃO DE INSTABILIDADES EM MINAS A CÉU ABERTO <i>Nunes, Anna Laura</i> .....	367
REUTILIZAÇÃO DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA E FINOS DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL <i>Boscov, Maria Eugênia</i> .....	411
ESTUDIOS SOBRE UTILIZACIÓN DE RESIDUOS EN TERRAPLENES DE CARRETERAS <i>Pardo de Santayana, Fernando</i> .....	427

### PÓSTERES

DESCONTAMINAÇÃO DE TERRENOS COM RECURSO A SOLUÇÕES DE MISTURA SOLO COM CIMENTO <i>Pinto, Alexandre; Tomásio, Rui</i> .....	493
CARTOGRAFIA DA SUSCETIBILIDADE À OCORRÊNCIA DE INSTABILIDADES EM VERTENTE À ESCALA REGIONAL: UM CASO DE ESTUDO NAS ENCOSTAS DO LIMITE NORTE DO CONCELHO DE ALMADA <i>Marques, Fernando; Queiroz, Sónia; Gouveia, Luís; Vasconcelos, Manuel</i> .....	497
DETEÇÃO DE PLANOS DE FRATURAÇÃO ATRAVÉS DE GEORADAR NUMA PEDREIRA DE GRANITO <i>Neves, Samuel; Mirão, José; Lopes, Luís; Alves, Tiago; Lisci, Carla; Pardal, Eduardo; Martins, Ruben</i> .....	503
APLICAÇÃO DE SIG NA LOCALIZAÇÃO DE ÁREAS PARA INFILTRAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUAIS TRATADAS NA SUB-REGIÃO BEIRAS E SERRA DA ESTRELA <i>Silva, Flora; Albuquerque, António; Cavaleiro, Victor</i> .....	507
SISTEMA DE MONITORIZAÇÃO E DE AQUISIÇÃO DE TEMPERATURAS NO SOLO NUM SISTEMA GEOTÉRMICO SUPERFICIAL <i>Aljundi, Kamar; Figueiredo, António; Lapa, José; Vieira, Ana; Miranda, Luís</i> .....	513
SISTEMA DE CAPTAÇÃO/REJEIÇÃO DE CALOR GEOTÉRMICO DO OMBRIA RESORT <i>Madureira, Pedro; Sousa, Nuno; Cerdeira, Rita; Correia, Cláudio</i> .....	519

### AGRADECIMENTOS

# bio PALESTRANTES



MERCEDES  
SUÁREZ  
BARRIOS

Catedrática de Cristalografía y Mineralogía en el Departamento de Geología de la Universidad de Salamanca (España). Licenciada en Ciencias Geológicas (1987) y Doctora en Geología (1992) por la Universidad de Salamanca. Premio nacional de investigación otorgado por la Real Academia de Doctores de España en 1993.

Ha realizado estancias de investigación en la Université d'Orléans (Francia), Institute des Sciences du Sol (Versailles, Francia) y El Departamento de Cristalografía Y Mineralogía de la Universidad Complutense de Madrid (España). Es especialista en mineralogía y propiedades físico-químicas de minerales arcillosos, es autora o coautora de 60 artículos en revistas internacionales del Citation Index y de otros tantos en revistas españolas. Ha sido investigadora responsable de proyectos de investigación y contratos con empresas públicas y privadas, destacando los proyectos internacionales para experimentación en el European Synchrotron Radiation Facility de Grenoble.



LUÍS LOPES

Professor Auxiliar do Departamento de Geociências da Universidade de Évora. Licenciado em Geologia (1988), Mestre em Geologia Dinâmica Interna (1995) e Doutor em Geologia (2004). Foi Diretor do Departamento de Geociências (2015-2019). Atualmente é Membro integrado do Instituto de Ciências da Terra (antes Centro de Geofísica de Évora), Direção da Associação Cluster Portugal Mineral Resources (antes Associação Valorpedra) e Diretor da Licenciatura em Engenharia Geológica.

Autor e coautor de mais de 140 publicações (artigos, resumos estendidos, livro); supervisão de 17 dissertações de mestrado, participação em 35 júris de doutoramento e de mestrado; mais de 200 prestação de serviços; 40 conferências como orador convidado. Participante em seis projetos de investigação financiados em curso.



MANUEL  
REGUEIRO Y  
GONZÁLEZ-  
BARROS

Jefe del Área de Relaciones Externas y Comunicación del Instituto Geológico y Minero de España. Licenciado en Ciencias Geológicas (UCM 1979) y Master en Liderazgo y Dirección Pública (UIMP 2015). Ha sido Profesor Asociado del Departamento de Cristalografía y Mineralogía de la UCM, donde ahora es colaborador honorífico. Ha sido en dos ocasiones Presidente de la Federación Europea de Geólogos, ha sido vocal, Secretario General y Vicepresidente 1º del Ilustre Colegio Oficial de Geólogos del que ha sido elegido Presidente en 2016 y fue miembro fundador y Secretario de la ONG Geólogos del Mundo. En 2017 ha sido elegido Vicepresidente de la Unión Profesional.

Autor o co-autor de 14 libros, más de 105 artículos en revistas especializadas nacionales y extranjeras (recursos minerales, riesgos geológicos, patrimonio geológico o gestión de los colegios profesionales), ha presentado más de 160 ponencias en congresos y seminarios. Miembro de los comités editoriales del Boletín Geológico y Minero del IGME (Editor Adjunto), de la revista Environment, Development and Sustainability (Holanda), de la edición española del National Geographic y del Boletín de Geología de la Universidad Industrial de Santander (Colombia). Fue fundador y editor de los primeros 10 números de la revista European Geologist (<http://eurogeologists.eu/journal/>).



LUÍS SOUSA

Docente no Departamento de Geologia da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, onde obteve o grau de doutor em Geologia (2001).

Desenvolve a sua atividade científica na área dos recursos geológicos, com ênfase nas rochas ornamentais, nomeadamente: prospeção, extração, caracterização físico-mecânica e meteorização. Tem 30 publicações em revistas internacionais.



MANUEL  
GARCÍA  
SÁNCHEZ-  
COLOMER

Doctor en Ciencias Biológicas. Jefe del Área de Ingeniería Ambiental del CEDEX-Centro de Estudios y Experimentación de Infraestructuras (Ministerio de Fomento), trabajando en evaluación ambiental de planes, programas y proyectos.

Durante 5 años ha compatibilizado su trabajo como funcionario con la docencia como Profesor Asociado del Departamento de Ecología de la Universidad de Alcalá.

En 2018 publicó en la serie de Monografías del CEDEX un manual titulado "Buenas prácticas para la integración del paisaje en los proyectos", elaborado en el marco de un grupo de trabajo formado por técnicos del Ministerio para la Transición Ecológica. Actualmente centra su actividad en el estudio de los impactos de las carreteras sobre los polinizadores, en áreas rurales y en zonas urbanas.

**SESSÃO 1.2 • PEDREIRAS****PEDREIRAS DA ZONA DOS MÁRMORES: 2000 ANOS DE EXPLORAÇÃO... E AGORA?  
MARBLER QUARRIES: 2000 YEARS OF EXPLORATION... NOW WHAT?**

Lopes, Luís; *Departamento de Geociências e Instituto de Ciências da Terra, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora, Évora, Portugal*

**RESUMO ALARGADO****As pedreiras de mármore do Anticlinal de Estremoz**

A exceção dos mármore explorados no anticlinal de Estremoz, quer pelas qualidades técnicas, quer por razões estéticas, levou a que de forma praticamente ininterrupta fossem explorados desde a Antiguidade Clássica até aos nossos dias (Lopes e Martins, 2014; Moreira e Lopes, 2019).

Se há dois mil anos os efeitos na paisagem seriam praticamente nulos, hoje em dia tal não acontece. Nas últimas décadas a atividade extrativa tem aumentado de forma exponencial e os efeitos embora evidentes e até reconfiguradores da paisagem não são forçosamente negativos. A paisagem industrial, enquanto obra humana também tem o seu encanto e a experiência diz-nos que, nas zonas onde a intervenção cessou, em poucas décadas a Natureza regenera quase integralmente a paisagem potenciando novos habitats imediatamente ocupados pelos seres vivos que aí encontram condições excecionais para se estabelecerem. Os indicadores quantificados por Germano (2013) revelaram que nesses espaços não só o número de espécies é superior, relativamente ao contexto regional, como ainda os efetivos por espécie ocorrem em maior número. Há mesmo casos de espécies que só se encontram nas escombrelas e pedreiras abandonadas (Germano et al., 2014).

A partir da década de setenta do século passado assistiu-se a um aumento exponencial da exploração de mármore no Anticlinal de Estremoz. No início as pedreiras estruturadas e pensadas para operarem por décadas eram relativamente poucas e já se encontravam em laboração desde o início do Séc. XX. Por esta altura, e essencialmente por uma procura externa, potenciou-se na região uma oportunidade que estava ao alcance dos mais aventureiros. Assim, em pequenos grupos ou individualmente, vários foram os homens que tentaram o “negócio das pedras” em troca do trabalho assalariado que tinham na agricultura. Com a chegada da Revolução dos Cravos, em 25 de Abril de 1974, ainda foram mais os que tentaram “abrir pedreiras”, tendo-se mesmo formado algumas cooperativas. Com mais ou menos “sorte” muitos conseguiram impor-se e são hoje empresários de sucesso. Neste processo, o conhecimento geológico de base, que seria determinante para minimizar o fator “sorte”, nunca foi considerado apesar de já haver uma cartografia especificamente orientada para esse fim (Gonçalves, 1972). Por algum motivo, “fortunas” e “falências” faziam parte das conversas locais... “fulano teve tanta sorte e agora não tem nada...”

Os guias de prospeção eram essencialmente empíricos, e por isso algo falíveis, ainda que fundamentados por constrangimentos geológicos válidos. É muito interessante entender como o léxico próprio da linguagem comum tem equivalência nas denominações e conceitos mais técnico/científicos. Ao geólogo ou engenheiro geólogo/de minas que queira trabalhar na região exige-se que entenda esta linguagem que muito o ajudará a dimensionar a sua exploração.

Infelizmente nos dias de hoje, ainda que raramente, continuam a existir opções de exploração completamente erradas que seriam facilmente evitadas com um acompanhamento geológico elementar.

De qualquer modo, com a melhoria de condição económica, as empresas recém-criadas puderam investir capital em equipamentos e infraestruturas que potenciaram o referido aumento exponencial da exploração de mármore. Verifica-se agora que nem sempre houve cuidado na preparação dos terrenos para se edificarem instalações sociais ou montar gruas, por exemplo. Passados 30 ou mais anos a atuação dos agentes erosivos nas fundações destas estruturas fixas potenciou situações de instabilidade/risco eminente de colapso. Assim, esta análise/avaliação, ainda que pelos piores motivos, veio na altura certa no sentido de que mais acidentes poderiam ocorrer num futuro próximo. O PIPSR (plano de intervenção em pedreiras em situação de risco) implementado no último ano no seguimento do colapso da “estrada de Borba”

permitiu um despertar da atenção para a avaliação de risco que não seria feita de forma tão exigente quanto o foi agora. No terreno sente-se uma maior responsabilização quer dos empresários quer dos trabalhadores e, apesar de tudo ainda que com alguma falta de sincronia, também as entidades licenciadoras e fiscalizadoras estão empenhadas no sucesso da exploração eficiente, responsável e acima de tudo, segura de um recurso estrategicamente relevante para a região e para o País.

Nas últimas décadas, por um lado, novos e mais eficientes métodos de corte e desmonte associados à maior capacidade dos equipamentos de carga e, por outro o reconhecimento da qualidade e procura internacional forçaram, num curto período de tempo, muitas pedreiras a atingir profundidades jamais imaginadas, quem sabe, até pelos seus proprietários.

Mas as reservas de mármore estão muito longe de se esgotarem, sabemos isso pelos meritórios e atempados estudos levados a cabo nas últimas décadas, principalmente pelo SFM/IGM/LNEG; CEVALOR; ASSIMAGRA; Universidade de Évora e outras, e ainda promovidos pelas empresas locais. Podemos seguramente dizer que não existe outro local em Portugal onde se tenham desenvolvido tantos estudos de ordenamento, levantamentos cartográficos de pormenor e sondagens profundas com recuperação de testemunho, como os que foram feitos no "Triângulo do Mármore" (Estremoz – Borba – Vila Viçosa). Assim, partindo desse enorme potencial de conhecimento e know-how à disposição, urge pensar o "mármore" numa visão integrada e global para que continue a ser foco de desenvolvimento nacional mas sobretudo local.

Os paradigmas da exploração em poço, em espaços confinados e condenados a fim anunciado, tem de mudar, estão a mudar!

## REFERÊNCIAS

- Germano, D. L. C. (2013). *Análise da evolução da recuperação ecológica em pedreiras de mármore inativas no anticlinal de Estremoz: Avifauna, Flora e Vegetação*. Dissertação de Mestrado em Qualidade e Gestão do Ambiente (especialidade em Ecologia e Gestão Ambiental). Universidade de Évora, Évora. 169 p.
- Germano, D. L. C., Lopes, L., Gomes, C. P., Santos, A. P. e Martins, R. (2014). O impacte das pedreiras inativas na fauna, flora e vegetação da zona dos mármore: problema ou benefício? *Callipole: Revista de Cultura*, 21, pp. 161-183.
- Gonçalves, F. (1972). Observações sobre o anticlinório de Estremoz. Alguns aspectos geológico-económicos dos mármore. *Estudos, Notas e Trabalhos do S. F. M.*, XXII (1-2), Porto, pp. 121-132.
- Lopes, L. e Martins, R. (2014). Global Heritage Stone: Estremoz Marbles, Portugal. Pereira, D., Marker, B. R., Kramar, S., Cooper, B. J., & Schouenborg, B. E. (Eds.). *Global Heritage Stone: towards international recognition of building and ornamental stones*. Geological Society of London, Special Publications, 407, pp. 57-74, <https://doi.org/10.1144/SP407.10>
- Lopes, L. (2020). Anticlinal de Estremoz: Geologia, Ordenamento do Território e Produção de Rochas Ornamentais após 2000 de exploração. *Boletim de Minas, DGEG*, Lisboa, in press.
- Moreira, N., Lopes, L. (2019). Caracterização dos Mármore de Estremoz no contexto dos Mármore da Antiguidade Clássica da Zona de Ossa-Morena. Serrão, V., Soares, C. e Carneiro, A. (Eds.). *Mármore: 2000 Anos de História. Vol. I Da Antiguidade à Idade Moderna*. Lisboa: Theya. ISBN 978-989-99164-3-2, pp. 13-54.

## ANEXO

(slides da Comunicação)