

# ARQUEOLOGIA EM PORTUGAL

2017 – Estado da Questão



ASSOCIAÇÃO  
DOS ARQUEÓLOGOS  
PORTUGUESES

Coordenação editorial: José Morais Arnaud, Andrea Martins  
Design gráfico: Flatland Design

Produção: Greca – Artes Gráficas, Lda.  
Tiragem: 500 exemplares  
Depósito Legal: 433460/17  
ISBN: 978-972-9451-71-3

Associação dos Arqueólogos Portugueses  
Lisboa, 2017

O conteúdo dos artigos é da inteira responsabilidade dos autores. Sendo assim a Associação dos Arqueólogos Portugueses declina qualquer responsabilidade por eventuais equívocos ou questões de ordem ética e legal.

Desenho de capa:

Levantamento topográfico de Vila Nova de São Pedro (J. M. Arnaud e J. L. Gonçalves, 1990). O desenho foi retirado do artigo 48 (p. 591).

Patrocinador oficial

  
ASSOCIAÇÃO  
DOS ARQUEÓLOGOS  
PORTUGUESES

  
MUSEU  
ARQUEOLÓGICO  
DO CARMO

  
LISBOA  
UNIVERSIDADE  
DE LISBOA

  
LETRAS  
LISBOA

  
FACULDADE DE CIÊNCIAS  
SOCIAIS E HUMANAS  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

  
FUNDAÇÃO  
MILLENNIUM  
BCP

# UMA ABORDAGEM “MULTI-PROXY” APLICADA À CONSERVAÇÃO DO SÍTIO DE ARTE RUPESTRE DE COBRAGANÇA, MAÇÃO, PORTUGAL

Sara Garcês<sup>1</sup>, Hugo Gomes<sup>2</sup>, Vera Moleiro<sup>3</sup>, Hugo Pires<sup>4</sup>, Flávio Joaquim<sup>5</sup>, Anabela Pereira<sup>6</sup>, Luiz Oosterbeek<sup>7</sup>

## RESUMO

Este trabalho apresenta uma abordagem multidisciplinar à monitorização do estado de conservação do sítio de arte rupestre de Cobragança, em Mação, Portugal. Este apresenta um estado grave de conservação, compreendendo-se, hoje em dia, uma perda bastante acentuada do conjunto de gravuras devido a fatores naturais e, essencialmente, fogos florestais. Tendo como princípio a análise dos primeiros registos de campo nos anos 40 do século XX, inicia-se um processo de monitorização da alteração do estado de conservação do sítio. Através da combinação de vários métodos, é possível compreender o processo de degradação do sítio, proceder à reconstituição aproximada do acervo iconográfico e, a partir deste, valorizar o Património e desenvolver ações de proteção e divulgação sustentáveis.

**Palavras-chave:** Cobragança, Conservação, Arte rupestre, Documentação, 3D.

## ABSTRACT

This paper presents a multi-proxy conservation monitoring approach to Cobragança rock-art site, Mação, in central Portugal. It presents a serious state of conservation with the loss of several engravings mainly due to natural factors and forest fires. Starting with the analyses of the first field records made in 1940, a process of monitoring the alteration of the site begins. Through the combination of several methods, it is possible to understand the process of degradation of the site, to proceed to the accurate tracing and understanding of the iconographic set and, from this, to value this heritage and to develop actions of sustainable protection and dissemination.

**Keywords:** Cobragança, Conservations, Rock art, Documentation, 3D.

## 1. INTRODUÇÃO

A história da investigação da arte rupestre é muitas vezes caracterizada como sendo uma contínua procura por técnicas de documentação confiáveis e precisas (Clogg & Díaz-Andreu, 2000). Nas últi-

mas décadas, as técnicas informáticas digitais foram introduzidas no processo de documentação de arte rupestre, o que originou uma grande revolução. Novos sistemas de hardware e software, criados comumente para outras disciplinas, logo foram aplicados com sucesso na Arqueologia, e como a arte rupes-

1. Grupo Quaternário e Pré-História do Centro de Geociências (u. ID73 – FCT); Inst. Terra e Memória; saragarc.es.rockart@gmail.com

2. Grupo Quaternário e Pré-História do Centro de Geociências (u. ID73 – FCT); Inst. Terra e Memória; hugo.hugomes@gmail.com

3. Grupo Quaternário e Pré-História do Centro de Geociências (u. ID73 – FCT); Inst. Terra e Memória; vera\_moleiro@hotmail.com

4. Centro de Estudos de Arquitectura e Urbanismo – Faculdade de Arquitectura da Univ. do Porto; miqhapaqnan@gmail.com

5. Instituto Terra e Memória; flavio.joaquim83@gmail.com

6. Museu de Arte Pré-Histórica e do Sagrado do Vale do Tejo; Instituto Terra e Memória; belaborralheiro@gmail.com

7. Inst. Politécnico de Tomar; Grupo Quaternário e Pré-História do Centro de Geociências (u. ID73 – FCT); Inst. Terra e Memória; loost@ipt.pt

tre lida, essencialmente, com imagens, muitos dos processadores de software digital de imagens foram aplicados na documentação tanto de laboratório como de campo. Tornou-se possível aprimorar, tratar, retocar, medir, equilibrar e corrigir basicamente todos os aspetos que uma imagem de arte rupestre envolve. Um novo conjunto de novas metodologias de documentação tem sido aplicado a diferentes tipos de sítios de arte rupestre, independentemente da sua cronologia, localização ou técnica. Algumas preocupações são evidentes: o mais importante é evitar técnicas intrusivas ou metodologias destrutivas e, ao mesmo tempo, tornar possível a documentação precisa e autêntica, não só para fins científicos, mas também para monitorização da conservação dos painéis e para fins de divulgação. Muitos dos processos de documentação de arte rupestre hoje em dia, começam com a análise dos decalques antigos. Adições, retoques ou novas figuras são normalmente reconhecidas (González-Sainz and Ruiz, 2010).

Juntamente com esta nova gama de metodologias aplicadas à arte rupestre, o scanner de varrimento digital de fotogrametria 3D veio acrescentar um “background” de precisão e alta qualidade aos registos de arte rupestre. Apesar da documentação de alta precisão surgir como uma ferramenta revolucionária na arte rupestre, tanto as técnicas de 2D como as de 3D apresentam alguns problemas e ainda podem ser consideradas complementares uma da outra. Embora as técnicas de documentação em 2D apresentem problemas de distorção, precisão e estejam sujeitas a uma interpretação subjetiva pessoal por parte do observador (López-Montalvo & Domingo Sanz, 2005), o registo em 3D apresenta uma documentação mais precisa e adequada, mas pode ainda apresentar alguns problemas na reprodução de superfícies com problemas de conservação ou com muitas sobreposições.

## 2. O SÍTIO DE ARTE RUPESTRE DE COBRAGANÇA, MAÇÃO, PORTUGAL

O sítio de arte rupestre de Cobragança está localizado a cerca de 1.2 km da vila do Caratão na área municipal de Mação, Portugal central (Figura 1). Geologicamente, a área ocupa um dos pontos mais elevados, sobre o vale em que uma falha coloca em contacto a série silúrica a norte e a série ordovícica a sul. Este cabeço é o único formado por conglomerados de Lousa, unidade litoestratigráfica formada por de-

pósitos continentais, de idade Pliocénica, (Romão, 2006), pertencentes à Bacia Cenozóica do Baixo Tejo. Para melhor compreender o grau de degradação das gravuras, análises petrográficas foram realizadas na superfície rochosa. A rocha apresenta uma cor castanha-avermelhada, textura clástica, clastos angulosos a sub-rolados relativamente à sua dimensão. Quanto à sua natureza mineralógica, tanto os clastos como a matriz são essencialmente de quartzo, no entanto são também observáveis em menor quantidade feldspato potássico e plagioclase (Moleiro, 2015) (Figuras 1 e 2).

O sítio de arte rupestre de Cobragança foi descoberto em 1943 e fotografado na altura. Para realçar as gravuras, foi usado giz sobre as mesmas. Apenas 40 anos mais tarde (em 1983) as rochas foram fotografadas de novo e um decalque em 2D dos painéis foi realizado. Para o decalque foi utilizado plástico transparente posicionado diretamente sobre as superfícies rochosas e marcadores permanentes para a marcação das gravuras. Neste decalque, é possível observar que muitas gravuras que foram na altura documentadas, são hoje difíceis ou mesmo impossíveis de observar. Em 1998, os painéis foram de novo fotografados e já se registava um certo grau de erosão devido a fatores naturais, como a chuva e vento. Os painéis estavam quase completamente cobertos de líquenes quando um incêndio, em 2003, afetou gravemente os painéis com gravuras. Entre 2001 e 2012 registaram-se 381 ocorrências de incêndio no concelho de Mação. 2003 foi o ano mais grave tendo ardido 20456 hectares. O maior incêndio que teve início neste concelho ocorreu a 3 de agosto de 2003 consumindo 6100 hectares (Gráfico 1 e 2).

Está provado (mesmo que em diferentes contextos) que as altas temperaturas afetam gravemente a superfície das rochas com arte rupestre (Allison & Bristow, 1999; Hoerlé, 2006; Tratebas, Cernevy & Dorn, 2004; Meiklejohn, Hall & Davis, 2009). Deste modo, foram realizadas algumas intervenções relativas à conservação dos painéis. O objetivo era mitigar os efeitos da erosão térmica provocada pelo incêndio. Foi possível observar que as altas temperaturas a que as rochas estavam sujeitas, levaram a uma mudança significativa na cor dos painéis gravados e vários destacamentos na rocha ocorreram. Foi realizado um croqui dos painéis com as gravuras e um trabalho de conservação de consolidação da superfície gravada (Oosterbeek, Cura & Pereira, 2004). No entanto, a superfície gravada, já frágil de-

vido às consequências dos incêndios, foi exposta a problemas de conservação de ordem natural, como vento, chuva, variação de temperatura, líquenes, musgos, raízes de árvores e arbustos pequenos que começaram a crescer indiscriminadamente após o incêndio. Em 2008, algumas fotografias dos painéis foram realizadas, permitindo-nos observar a extrema variação de cor dos painéis aliados à extrema dificuldade de ver as gravuras. Outro decalque em 2D foi feito já registando o desaparecimento de algumas gravuras em comparação com o decalque de 1983. Novamente, o decalque foi feito usando plástico transparente posicionado diretamente sobre a superfície da rocha e marcador permanente para desenhar as gravuras.

As figuras apresentadas nos painéis podem ser interpretadas como uma forma de flor, uma figura retilínea, uma forma oval completamente preenchida com linhas de radiação (no painel 1) e uma figura ovalada com uma linha traçada no meio, dois círculos concêntricos com radiação lineares, duas figuras quadrangulares com apêndices (uma dela com uma covinha no centro), algumas figuras circulares com ou sem covinhas e alguns traços soltos juntamente com algumas covinhas (no painel 2) (Figura 3).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

A primeira abordagem para uma melhor captura digital do sítio de arte rupestre de Cobragança aconteceu em 2014 durante uma visita noturna aos painéis com gravuras. O material necessário para este exercício foi selecionado para garantir um bom registo fotográfico em formato digital, recorrendo a material técnico para leitura de valores de fotometria ambiente e calibração de cores. Em termos de equipamento, recorreu-se a uma câmara digital Canon 5D Mark II, uma objetiva Canon 50mm f/1.6, um fotômetro Sekonic Flashmaster L358, um Passport ColorChecker de amostra 24 cores com 125mm (altura) x 90mm (largura) x 9mm (espessura), peso de 80g com uma faixa de humidade máximo de 85%, não condensante e uma faixa de temperatura para uso normal da caixa: 32°–104° Fahrenheit / 0°–40° Celsius. Também foi usado um tripé da gama profissional Manfrotto e algumas luzes contínuas de tipo LED portáteis médias e pequenas com cobertura de campo de iluminação de 8 a 4m<sup>2</sup>. A técnica utilizada para a captura da imagem teve a intenção de mudar a percepção visual do olhar

sobre as gravuras de rocha e aplicar o conhecimento do campo da fotografia científica nas técnicas de iluminação no local. O uso de iluminação LED além de ser económico também é importante porque é uma luz contínua, com variações de temperatura de cores entre 4500K e 5300K. Foram colocadas num enquadramento previamente considerado tendo em conta a posição dos painéis com gravuras. O objetivo passou por distribuir a luz ao longo do ambiente envolvente e não nos próprios painéis. As imagens foram feitas de acordo com as seguintes configurações da câmara fotográfica: Modo Manual; Balanço Automático de Brancos, Diafragma de f/22; Iso: 400; Exposição de Luz 1/30”S; Formato de Ficheiro Digital: RAW, Lente: 50mm f/1.4 (Figura 4).

A segunda abordagem ao registo gráfico dos dois afloramentos com arte rupestre foi realizada em Fevereiro de 2016 através de uma nova técnica de registo desenvolvida e aplicada por Hugo Pires e designada por Modelo Residual Morfológico (MRM) (Pires *et al.*, 2015). Embora as suas aplicações não se restrinjam à arte rupestre gravada nem aos suportes pétreos, o MRM tem revelado grande capacidade de identificação de vestígios de arte rupestre, de difícil percepção ou mesmo ocultos, em diversos contextos arqueológicos (Caninas *et al.*, 2011; 2016) (Pires *et al.*, 2015) (Vilaça *et al.*, 2016).

Ao contrário das técnicas convencionais de registo, centradas na observação e inspeção direta das gravuras, o MRM é uma técnica de análise morfológica do micro-relevo que recorre apenas a réplicas digitais das superfícies gravadas.

Estas réplicas são formadas por extensas quantidades de pontos medidos através de tecnologias de digitalização tridimensional nas superfícies do objeto real. No presente caso optou-se pela aplicação de fotogrametria digital para a obtenção dos modelos digitais pela portabilidade e baixo custo que esta técnica apresenta. A utilização de uma estação total com medição remota de distância permitiu estabelecer um referencial orientado e escalado às dimensões reais.

Seguindo um processo fotogramétrico digital de orientação externa e interna de fiadas de fotogramas foi possível realizar o cálculo de nuvens de pontos das duas superfícies gravadas com uma resolução espacial média de 0,4mm/ponto. No total, foram processados mais de 30 milhões de pontos descrevendo detalhadamente a morfologia das superfícies gravadas. Os resíduos morfológicos de sulcos

gravados que persistam na superfície e que tenham expressam volumétrica superior à resolução espacial do registo adquirem assim a sua imagem digital prestando-se a ser analisados através de processos computacionais.

Através do algoritmo de segmentação desenvolvido para esta técnica, o relevo predominante é separado do residual e as diferenças obtidas representadas em escalas de cor onde os níveis de predominância e residualidade são ajustados à dimensão e expressão volumétrica dos vestígios. O resultado consiste num mapeamento micro-orográfico de elevado contraste que permite evidenciar características dificilmente percebidas através da observação direta das superfícies. A informação 3D foi finalmente convertida em imagens bidimensionais segundo planos ortográficos escalados passíveis de serem utilizados como suporte gráfico de decalques interpretativos por via digital (Figura 5).

#### 4. RESULTADOS

Os resultados da fotografia aplicada permitiram a visualização (no painel 2) de um conjunto de gravuras já conhecidas dos decalques anteriores e três gravuras que são de momento impossíveis de visualizar a olho nu (Figura 6: círculos verdes). Estas três novas figuras apresentam uma forma oval e circular. O exercício fotográfico relevou-se com o mais detalhado registo em fotografia digital do sítio de Cobragança até ao momento. No entanto, levantou algumas questões relativas à possibilidade de uma análise das rochas em 3D permitir, ou não, a visualização das gravuras reconhecidas através da fotografia noturna. O Modelo Morfológico Residual (MRM) confirma assim os resultados da aplicação fotográfica noturna. No painel número 2 de Cobragança foi possível observar não só gravuras reconhecidas nos primeiros decalques da rocha, como também gravuras completamente inéditas.

#### 5. CONCLUSÕES

Com este artigo, pretendemos apresentar uma abordagem de monitoração de conservação para o sítio de arte rupestre de Cobragança, Mação, no centro de Portugal, que apresenta graves problemas de conservação devido a um incêndio florestal e consequente erosão pelo vento e pela chuva. Esta abordagem de monitoração de conservação permitiu não só, pela

primeira vez, fazer uma reprodução em 3D perfeita e integral dos painéis com gravuras como, através desta, uma representação gráfica em 2D de ambos os painéis (Figura 7). Além disso, permitiu compreender o grau de dano causado pelo incêndio florestal, pois foi possível ver mais gravuras através da reprodução 3D e 2D que é possível ver a olho nu. Além disso, as novas gravuras que apareceram nas primeiras fotos que foram levadas aos painéis (na década de 40) e na aplicação de fotogrametria 3D, significam que com este levantamento preciso é possível analisar o grau de dano que está implicado na rocha independentemente da visualização, ou não, das gravuras. Também pode significar que agora é possível fazer uma reprodução precisa dos painéis para fins de registo e divulgação do património no caso de esses painéis desaparecerem no futuro. Com este trabalho, pretendemos avaliar as possibilidades que esta abordagem de conservação pode ter ao ser aplicada em futuras ações de conservação, desenvolvimento de produtos para disseminação do património e documentação precisa e realista da arte rupestre.

#### AGRADECIMENTOS

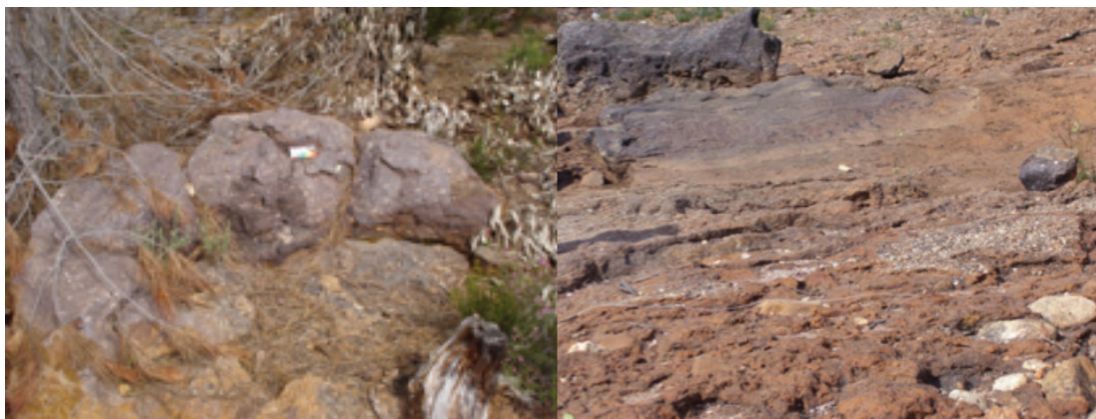
Os autores agradecem ao Museu de Arte Pré-Histórica e do Sagrado do Vale do Tejo e Instituto Terra e Memória pelo acesso ao material arquivado correspondente ao sítio de Cobragança, nomeadamente fotografia e decalques. Ao Departamento de Geologia da UTAD – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro pela disponibilidade de equipamento técnico utilizado na realização e observação das lâminas delgadas. Ao Instituto Politécnico de Tomar pelo acesso ao equipamento de fotografia. Agradecemos à Fundação para a Ciência e Tecnologia o apoio à pesquisa realizada, no âmbito do Centro de Geociências da Universidade de Coimbra (projeto estratégico UID/Multi/00073/2013).

## BIBLIOGRAFIA

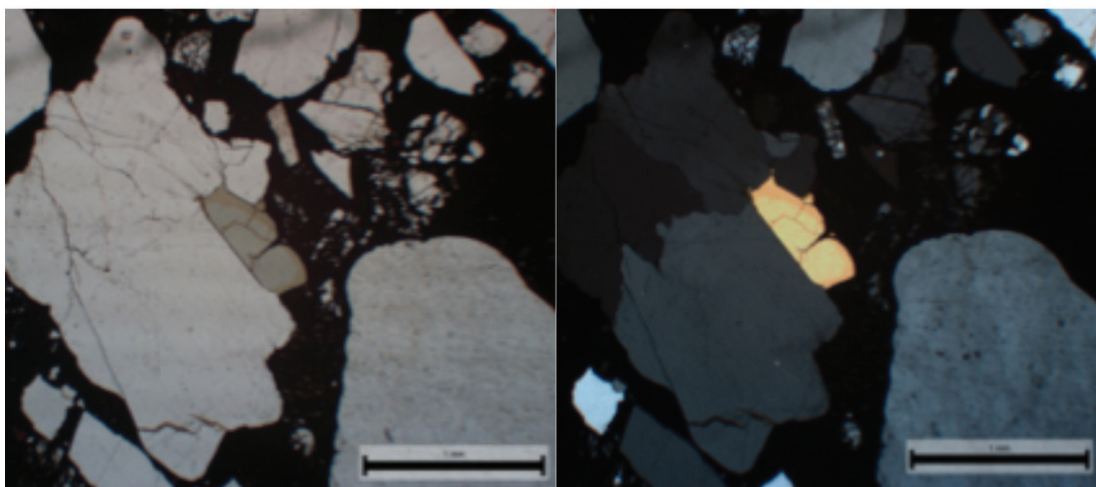
- CANINAS, João, PIRES, Hugo, HENRIQUES, Francisco, CHAMBINO, Mário (2016) – Rock art in Portugal's border area. *Rock Art Research*, 33 (1), pp. 79-88.
- CANINAS, João, HENRIQUES, Francisco, BAPTISTA, Álvaro, PIRES, Hugo (2016) Pedra das Cruzinhas. Notícia de um monólito gravado na fronteira entre os concelhos do Sabugal e Guarda. *Sabucal*, 3, pp. 33-54.
- CLOGG, Phil; DÍAZ-ANDREU, Margarita (2000) – Digital Image Processing and the Recording of Rock Art. *Journal of Archaeological Science*, 27, pp. 837-843.
- GÓNZALEZ-SAINZ, César; IDARRAGA, Ruiz (2010) – Una Nueva Visita a Santimamiñe. Precisiones en el conocimiento del conjunto parietal paleolítico. *Kobie*, Anejo 11, 180 p.
- HOERLÉ, Stéphane (2006) – Rock temperatures as an indicator of weathering processes affecting rock art. *Earth Surface Processes and Landforms*, 31 (3), pp. 383-389.
- LÓPEZ-MONTALVO, Esther; DOMINGO SANZ, Inés (2005) – Nuevas tecnologías y restitución bidimensional de los paneles levantinos: Primeros resultados y valoración crítica del método. *Actas del III Congreso del Neolítico en la Península Ibérica*, pp. 719-728.
- MEIKLEJOHN, K.I.; HALL K.; DAVIS J.K. (2009) – Weathering of rock art at two sites in the KwaZulu-Natal Drakensberg, southern Africa. *Journal of Archaeological Science*, 36 (4), pp. 973-979.
- MOLEIRO, Vera (2015) – *Antropização da Paisagem e Gestão das matérias-primas: estudo arqueopetrográfico de monumentos megalíticos do Alto Ribatejo, Portugal*. [Dissertação de Mestrado]. Instituto Politécnico de Tomar – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (Departamento de Geologia da UTAD – Departamento de Território, Arqueologia e Património do IPT).
- OOSTERBEEK, Luiz; CURA, Sara; PEREIRA, A. (2004) – Cobrança, Relatório de Emergência. *Techne*, 9, pp. 55-64.
- PIRES, Hugo; FONTE, João; GONÇALVES-SECO, Luís; CORREIA SANTOS, Maria João; SOUSA, Orlando (2015) – Morphological Residual Model – A tool for enhancing epigraphic readings of highly eroded surfaces. Information Technologies for Epigraphy and Cultural Heritage. *Proceedings of the first EAGLE, International Conference*. Sapienza University Editrice, Roma, Itália, pp. 133-144.
- ROMÃO, José (2006) – *Carta Geológica de Portugal. Folha 28-A, Mação*. Lisboa: INETI – Departamento de Geologia. 77 p.
- TRATEBAS, Alice; CERVENY, Nicole Villa; DORN, Ronald (2013) – The Effects of Fire on Rock Art: Microscopic Evidence Reveals the Importance of Weathering Rinds. *Physical Geography*, 25 (4), pp. 313-333.
- VILAÇA, Raquel; ROSA, J.M., BIZARRO, J., PIRES, Hugo; BAPTISTA, P. (In press) – Nova estela, nova história. Um referencial do Bronze Final na Cova da Beira (Telhado, Fundão, Portugal), Simpósio “*Imagens na Pedra na Pré-História e na Proto-História*”, Braga, 30 de Novembro de 2016.



Figura 1 – Localização do sítio de Cobrança em Mação, centro de Portugal.

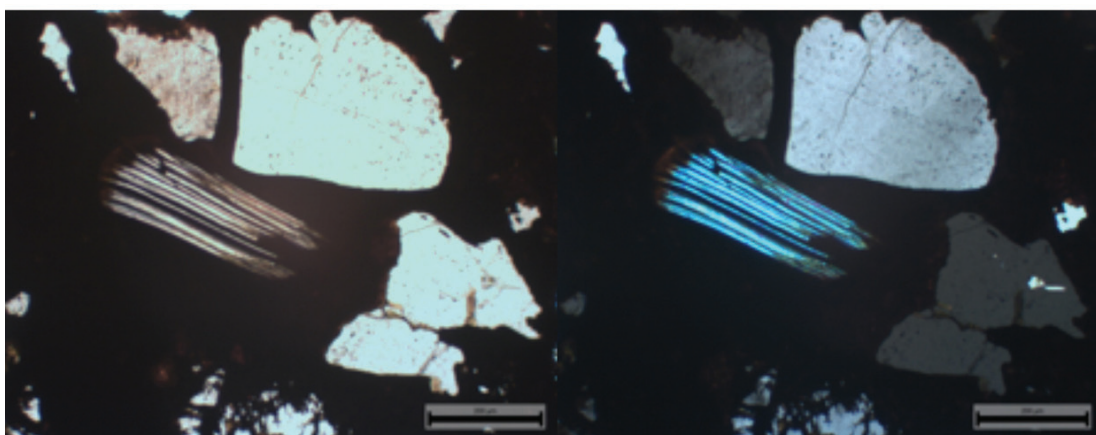


A



B

C

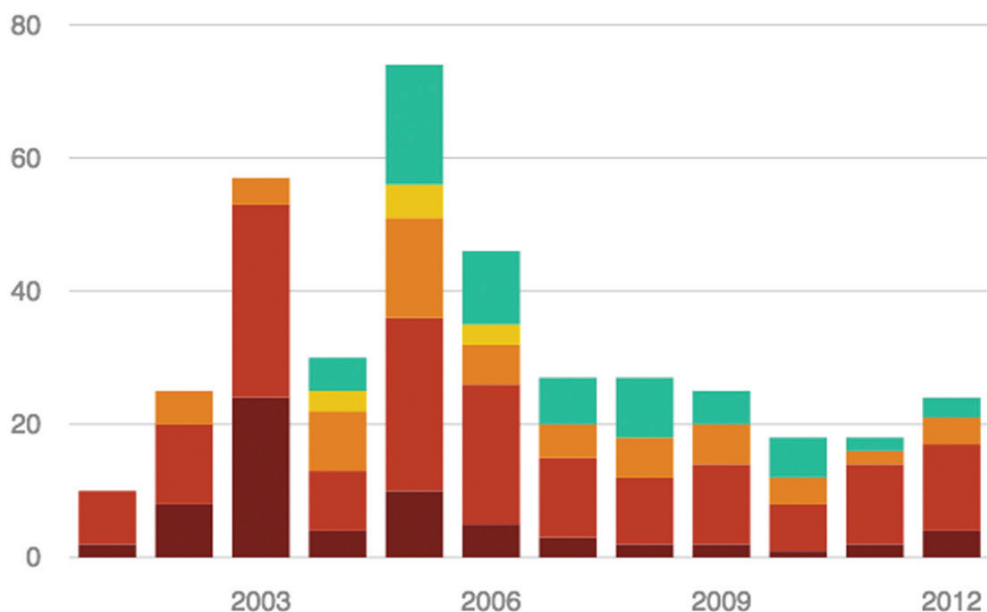


D

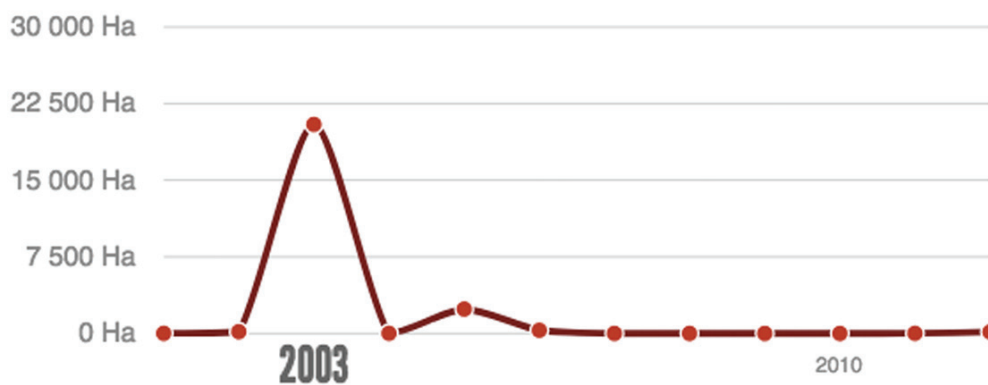
E

Figura 2 – A – Afloramento onde foi recolhida a amostra; Microtextura da rocha: B – C – Turmalina envolvida por quartzo (B - nicóis //; C - nicóis +); D – E – Moscovite com óxidos de ferro nas clivagens, quartzo e cimento ferruginoso (D - nicóis//; E - nicóis +) (Moleiro, 2015).

## TYPE OF FIRE BY YEAR



## BURNT AREA BY YEAR



### Individual occurrences

Size and color indicate amount of burnt area



<http://incendios.pt/en/por/santarem/macao>

Gráfico 1 e 2 – Dados sobre a intensidade dos fogos no concelho de Mação entre 2001 e 2012. Adaptado de: <http://incendios.pt/en/por/santarem/macao>

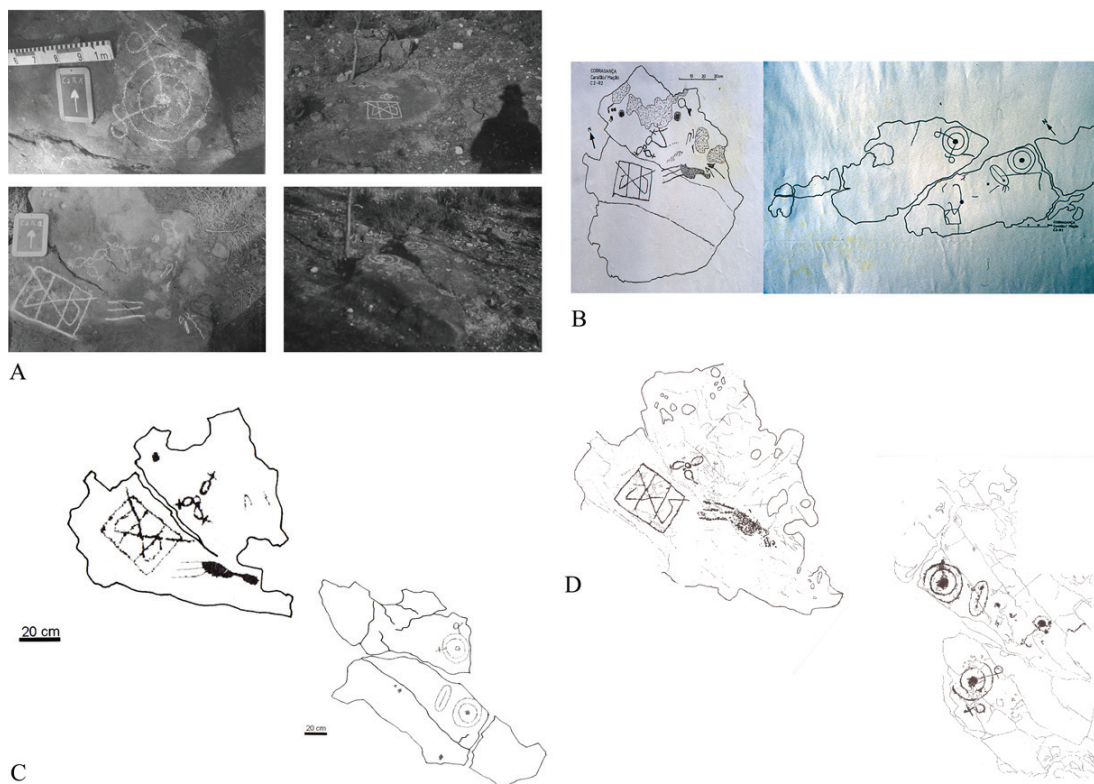


Figura 3 – A – Fotografia de Cobragança de 1943; B – Decalque em duas dimensões de 1984; C – Croqui dos painéis de arte rupestre durante o trabalho de conservação pós-incêndios em 2003; D – decalque em duas dimensões de 2008; Fonte: Instituto Terra e Memória, Mação.



Figura 4 – (1) Posição fixa de uma pequena lanterna LED; (2) Posição fixa de uma pequena lanterna LED; (3) Posição fixa de uma pequena lanterna LED; (4) Posição móvel de uma pequena lanterna LED; (5) Posição móvel de um LED de lanterna média; (6) Posição móvel de um LED de lanterna média; (7) Posição de movimento de um LED de lanterna média.

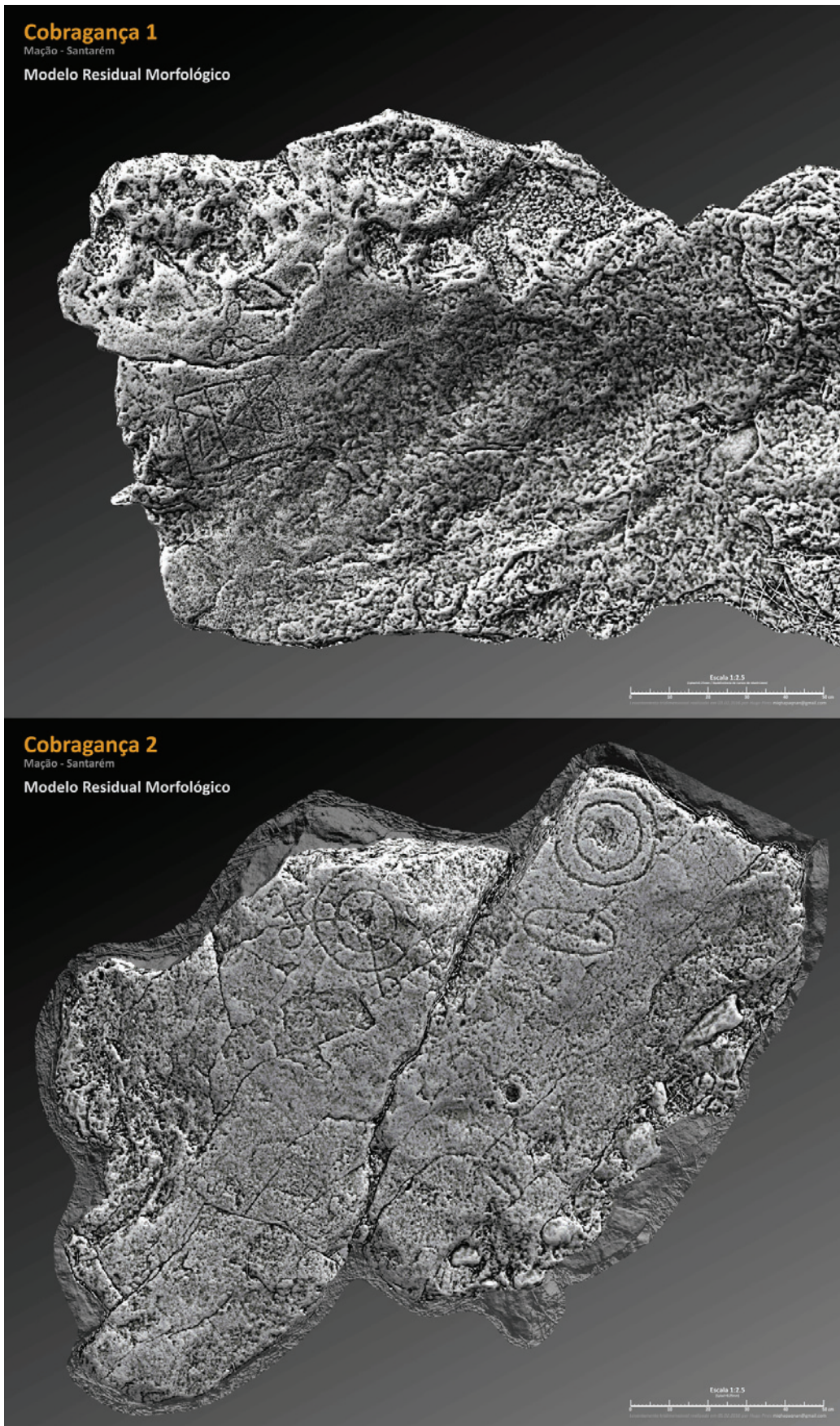


Figura 5 – Resultados obtidos através da aplicação do MRM aos modelos 3D dos dois painéis gravados de Cobragança, com representação do micro-relevo segundo uma escala de cinzento.



Figura 6 – A – (i) O resultado da técnica fotográfica usando 7 luzes portáteis LED fixas e móveis; B: O retangular vermelho mostra as gravuras já conhecidas, enquanto o retangular verde mostra três novas gravuras que são impossíveis de ver a olho nu.

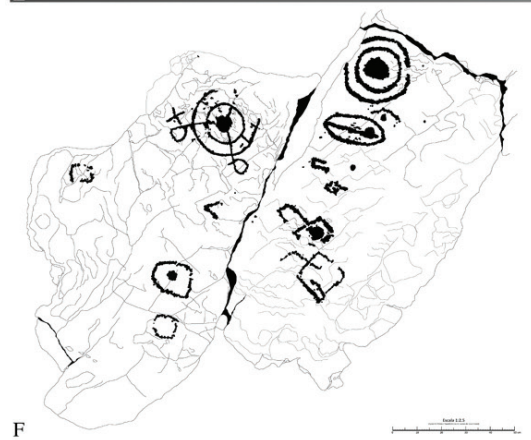
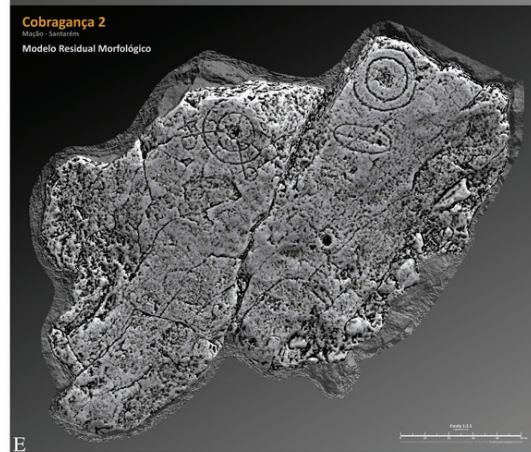
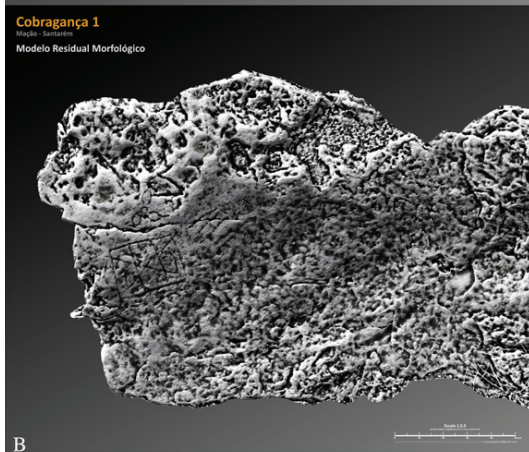
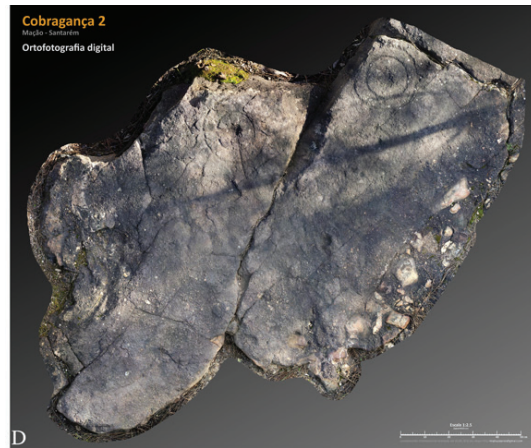


Figura 7 – A – Ortofoto da rocha 1 de Cobragança; B – Modelo Residual Morfológico da rocha 1 de Cobragança; C – Decalque 2D preciso da rocha 1 de Cobragança; D – Ortofoto da rocha 2 de Cobragança; E – Modelo Residual Morfológico da rocha 2 de Cobragança; F – Decalque 2D preciso da rocha 2 de Cobragança.



