

Fernandes, A. P. B. (2009) – Estabelecendo uma escala de prioridade de intervenção conservativa nos painéis de arte rupestre do Vale do Côa (Portugal). In *Congresso Internacional da IFRAO 2009, Piauí, Brasil*. IFRAO, p. 949-983

# ESTABELECENDO UMA ESCALA DE PRIORIDADE DE INTERVENÇÃO CONSERVATIVA NOS PAINÉIS DE ARTE RUPESTRE DO VALE DO CÔA (PORTUGAL)

António BATARDA\*

\*António Pedro Batarda Fernandes, School of Conservation Sciences, Bournemouth University,  
Christchurch House, Talbot Campus, Fern Barrow, Poole, Dorset BH12 5BB United Kingdom  
[afernandes@bournemouth.ac.uk](mailto:afernandes@bournemouth.ac.uk)  
+44 (0) 1202 965178

## Resumo

Os sítios de arte rupestre integrados no Parque Arqueológico do Vale do Côa (<http://www.ipa.min-cultura.pt/coa>) estão classificados como Monumento Nacional de acordo com a Lei Portuguesa além de terem sido inscritos na Lista do Património Mundial pela UNESCO. O objectivo da investigação recente que vimos desenvolvendo é o de criar uma escala de urgência de intervenção por forma a determinar quais os afloramentos gravados em pior estado de conservação. Num universo de mais de 1000 afloramentos com arte rupestre, é fundamental estabelecer quais são as prioridades em termos de intervenção de conservação de forma a aproveitar da melhor forma os recursos disponíveis



## INTRODUÇÃO

O Vale do Côa localiza-se no Norte interior de Portugal integrando a bacia hidrográfica do rio Douro, uma das mais importantes estruturas geomorfológicas nesta área da Península Ibérica (ver Figuras 1 e 2). O Côa é um rio geologicamente jovem (com cerca de 2 milhões de anos) e seu processo de encaixe aproveitou duas famílias regionais pré-existentes de falhas sísmicas com orientação de NE-SW e WNW-ESE para expor os afloramentos que foram posteriormente gravados (FERREIRA 1978, 1993; RIBEIRO 2001) (Figuras 3 e 4). O complexo de arte rupestre presente nos painéis verticais de xisto é um dos conjuntos mais impressionantes de arte rupestre ao ar livre do Paleolítico Superior no mundo inteiro, como demonstra a sua inscrição na lista de património mundial da UNESCO (1999) (Figura 5). Relatos sobre a descoberta e relevância da arte do Côa e batalha pela sua preservação podem ser encontrados em BAPTISTA e FERNANDES (2007) ou BAPTISTA (1999, 2009). No contexto mais vasto da arte rupestre Europeia, o Vale do Côa possui características distintivas que contribuem para defenir o seu grande valor. Na verdade, vários investigadores consideraram a descoberta do Côa uma revolução no nosso entendimento da arte rupestre do Paleolítico Superior. Até à descoberta do Côa, acreditava-se que as manifestações artísticas deste período se encontravam, exclusivamente, dentro de grutas, com algumas exceções que confirmariam a regra. Agora, os especialistas estão convencidos que os sítios de arte rupestre ao ar livre e em gruta seriam originalmente em igual número, embora a maioria dos primeiros não tenha sobrevivido até nossos dias tão bem como pinturas ou gravuras localizadas em gruta, devido à sua localização num ambiente de conservação mais inclemente (BAHN 1995; CLOTTES 1998; SACCHI 1995; ZILHÃO et al. 1997). Este facto também ajuda a explicar por que razão no Côa apenas gravuras subsistem hoje, à excepção de algumas pinturas localizadas em

abrigo naturais. Entre outras características relevantes, deve destacar-se o facto que o Vale do Côa tem a concentração mais elevada na Europa de arte rupestre ao ar livre Paleolítico Superior.

A maioria dos motivos gravados no Côa foi confiavelmente datada como tendo sido inscrita durante o Paleolítico Superior (AUBRY e SAMPAIO 2008). No entanto, imagens do Neolítico, Idade do Ferro, períodos histórico e contemporâneo foram também identificadas (BAPTISTA 1999). Os mais de 6000 motivos de arte rupestre de diferentes épocas conhecidos estão localizados em cerca de 1000 afloramentos de xisto (BAPTISTA e REIS 2008) dispersos ao longo das duas margens dos 17 quilómetros finais do Rio Côa e posicionando-se no sopé de colinas acentuadamente inclinadas (Figura 6). A localização topográfica dos afloramentos decisivamente influencia, como veremos, os mecanismos de intemperismo que põem em perigo a sobrevivência dos motivos de arte rupestre.

A conservação da arte rupestre localizada dentro de cavernas é uma área de estudo que tem beneficiado extensa investigação (ver, por exemplo, BRUNET 1995; BRUNET et al. 1995; BRUNET et al. 1987; GONZALEZ et al. 2008; VOUVÉ 1989). Da mesma forma, métodos para monitorar a evolução do intemperismo em cavernas com arte rupestre encontram-se também bem desenvolvidos (por exemplo, BRUNET e VIDAL 1993; MALAURENT et al. 2007; VOUVÉ et al. 1983). Infelizmente, o mesmo não se aplica à monitorização do intemperismo em afloramentos de arte rupestre localizados ao ar livre; nem é sua conservação, principalmente quando inscritos numa rocha como o xisto, uma área bem desenvolvida. Portanto, referências relativas a esta situação não abundam no âmbito dos estudos de arte rupestre, embora aquelas disponíveis nos alertam sobre os perigos de intervenções de conservação apressada e descuidadamente preparadas (BAKKEVIG 2004; BRINK et al.

2003; CERVENY 2005; DEVLET e DEVLET 2002).

Desde sua criação em 1996, o Parque Arqueológico do Vale do Côa (PAVC)<sup>1</sup> tem dedicado esforços para controlar as questões de origem humana que podem ameaçar a sobrevivência da arte rupestre. A filosofia de preservação que esteve na génese da criação do Parque pode ser consultada em ZILHÃO (1998). A estratégia estabelecida tentou controlar o que é controlável, ou seja, o impacto das actividades humanas sobre a arte rupestre e sua paisagem. Devido à sua rápida criação, o Parque foi estabelecido sem um plano de gestão global que regulamentasse a utilização económica do território. No entanto, um esquema de regulamentação provisório foi criado, o que se traduziu num controlo relativo do PAVC sobre os 200 kms quadrados contendo os sítios de arte rupestre. Assim, a visita à arte rupestre foi sujeita a um sistema rigoroso de controle (FERNANDES 2003).

A exploração económica da paisagem (extracção de materiais, agricultura, etc.) é controlada por normas legais cujo cumprimento é fiscalizado pelo PAVC. Todos os grandes projectos que possam afetar a paisagem e a arte rupestre (estradas, gasodutos, etc.) são objecto de consulta prévia com o Parque que também inspeciona o trabalho de construção. Em 2002, um plano de gestão estava pronto para aprovação que estabelece definitivamente (e reforça) as medidas de protecção temporárias fixada aquando da criação do Parque (CABRAL e COELHO 2002; PAU-PRETO e LUÍS 2003). Além disso, os sítios de arte rupestre têm um status adicional de protecção, pois todos eles foram listados como monumentos nacionais ao abrigo da Lei Portuguesa do Património (FERNANDES 2008a).

Desde 2000 o autor tem vindo a desenvolver, trabalhando para o Parque Arqueológico do

Vale do Côa (PAVC), um programa de conservação para a arte rupestre do Côa que estabeleceu as bases para as intervenções de monitorização e conservação a serem desenvolvidas (FERNANDES 2004). O principal foco deste programa incide nas causas naturais de deterioro da arte rupestre, já que a actividade humana se encontra enquadrada e controlada pelo plano de gestão do PAVC. Entre as acções já executadas, destacam-se intervenções-teste de conservação em afloramentos sem gravuras mas com dinâmicas de intemperismo em ação semelhantes às que afectam os afloramentos gravados. Estas experiências foram concebidas para testar a aplicabilidade e cura das técnicas e materiais de conservação que podem ser usadas futuramente para conferir estabilidade aos afloramentos e painéis de arte rupestre (FERNANDES 2008b).

Em 2006 coordenámos uma sessão, integrada num Congresso organizado pelo PAVC, destinada a avaliar as experiências de conservação que foram efectuadas nos anos anteriores (FERNANDES 2008b). Foi o consenso entre os especialistas convidados que as experiências foram propostas de intervenção de conservação pertinentes e confiáveis adaptadas às peculiaridades da arte rupestre do Côa. No entanto, também foi recomendado que neste momento deveria ser a próxima etapa no desenvolvimento do programa de conservação do PAVC, a criação dum método adequado para avaliar o estado de conservação de qualquer afloramento gravado estabelecendo assim uma escala de prioridade de intervenção conservativa.

Para criar a escala de urgência de intervenção de conservação será necessário estabelecer parâmetros para avaliar a condição física dos afloramentos de arte rupestre do Côa e ameaças susceptíveis de provocar seu desaparecimento. Esta avaliação será vital na escolha da amostra dos afloramentos de arte rupestre que serão avaliados por forma a criar a escala de urgência de intervenção num universo de mais de 1000 afloramentos gravados. O método que escolhemos para seleccionar os afloramentos de arte rupestre

<sup>1</sup> Organismo pertencente ao Ministério da Cultura português encarregue da gestão, protecção e sistema de visita pública dos sítios de arte rupestre do Vale do Côa.

consistiu numa amostra estruturada, que terá em conta as disparidades entre afloramentos que possam ser identificadas em cada parâmetro. Por exemplo, os sítios de arte rupestre do Vale do Côa estão localizados em três formações geológicas diferentes: Pinhão, Pinhão do Rio e Desejosa, cada um com características petrológicas diferentes (RIBEIRO 2001). Nas formações de Pinhão e Rio Pinhão, apenas três sítios de arte rupestre existem (Quinta da Barca, Penascosa e Ribeira da Volta) que aproximadamente representam menos de 10 % do total de afloramentos gravados do Vale do Côa.

Uma seleção de amostra aleatória significaria que seria estatisticamente muito provável que esses sítios seriam sub-representadas ou não representados de todo. Portanto, poderia ocorrer que as dinâmicas de intemperismo em ação nos afloramentos localizados nas formações de Pinhão e Rio Pinhão não seriam levadas em consideração ao estabelecer a escala de urgência. Além disso, o sítio com o maior número de afloramentos gravados no vale (Foz do Côa) possui quase 200 afloramentos de arte, em apenas um declive (Figura 7).

Embora este seja um sítio relevante, escolher aleatoriamente poderia resultar na sua sobre-representação na amostra. Outro problema que poderia surgir ao usar uma amostra aleatória consiste nas disparidades da orientação cardinal dos afloramentos. A revisão de literatura sobre o assunto (veja discussão abaixo) sugere que orientações diferentes podem determinar diferentes taxas de evolução nos processos de intemperismo.

O estudo preliminar que efectuamos revelou que apenas 8,5 % de todas as encostas de arte rupestre do Vale do Côa se encontram orientadas a Norte (ver abaixo). Novamente, a utilização duma amostra aleatória poderia resultar na sub-representação (ou mesmo nenhuma representação) de encostas orientadas a Norte.

## **IDENTIFICAÇÃO DOS PARAMETROS DE AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DOS AFLORAMENTOS DE ARTE RUPESTRE DO VALE DO CÔA.**

A lista seguinte tenta sistematizar todos os parâmetros que podem ser identificados e revisar, com a ajuda das referências bibliográficas disponíveis, como estes podem ser medidos. No quadro do projecto de investigação que estamos realizando o principal objectivo até agora tem sido identificar e compreender as variáveis que influenciam a condição dos afloramentos gravados.

### **Processos físicos de intemperismo em ação**

Em 1999, foi encomendado pelo Parque a José Delgado Rodrigues, um geólogo português com um vasto currículo na conservação de pedra um relatório sobre a conservação da arte rupestre do Vale do Côa (RODRIGUES 1999). Este relatório apresenta uma breve descrição do estado de conservação de alguns afloramentos e dos motivos que estes hospedam. Rodrigues assinala que, embora as suas observações foram realizadas em apenas três dos sítios de arte rupestre, a caracterização dos fenómenos de intemperismo identificados é válida para toda a zona do Parque, devido à “semelhança de litologia, de geomorfologia e de clima” de todas as áreas que possuem arte rupestre inscrita em afloramentos de xisto, (RODRIGUES, p.4). Ele também observa que:

*“A alteração física dos suportes parece predominante, já que abundantes vestígios de esfoliação das superfícies, desprendimento de fragmentos, abertura de diaclases e queda de blocos são facilmente perceptíveis”.* (RODRIGUES, 1999, p.5, ênfase do autor)  
Rodrigues acredita que os xistos regionais são bastante resistentes à alteração química (RODRIGUES 2003, p.429).

Devemos notar que, se a degradação de origem química é um processo razoavelmente bem compreendido, “o intemperismo engloba uma série de mecanismos, cuja eficácia relativa não é conhecida com precisão, mas que claramente variam significativamente em função das condições ambientais” (SUMMERFIELD 1991, p.144. tradução do autor). A lista seguinte é uma adaptação sintética de parte do relatório original de Rodrigues. Após a descrição das formas de degradação, por ele identificadas oferecemos nossos próprios comentários sobre o assunto.

**‘Alveolização’** – processo de degradação em que várias cavidades de dimensões variáveis aparecem na superfície da rocha. Salvo eventuais raras exceções, estes são processos ativos e zonas de risco elevado.

**Blocos desconectados** – para ser usado quando afloramentos possuem diferentes blocos separados por diaclases e/ou fraturas. Estes blocos, que podem ter dimensões diferentes, apresentam sinais de coesão deficiente ou deslocamentos relativos entre si. (Figura 8)

**Desintegração/Pulverização** – perda de coesão da pedra facilmente verificável através de esforços mecânicos de fraca intensidade. As áreas onde este fenómeno ocorre estão isentas de depósitos ou colonização, têm cores próximas da rocha intacta ou apresentam uma leve cobertura sedimentar.

**Queda de blocos** – a queda de blocos dos afloramentos deixa claros e abundantes vestígios, embora só verificáveis após a ocorrência do colapso. Normalmente, será um termo usado para caracterizar fenómenos já ocorridos. No entanto, pode também ser usado para descrever situações que no futuro possam resultar nesse tipo de situação. (Figura 9)

**Diaclase** - fratura que percorre os maciços e em que não há nenhum movimento significativo visível entre os dois lados da fratura. Para usar quando é evidente que corresponde a alguma das famílias regionais de fraturas que, com grande persistência e continuidade, afetam as áreas com gravuras. O espaço que ocorre entre os dois lados da fratura encontra-se muitas vezes preenchido com sedimentos que servem de base para a fixação de plantas de vária dimensão. (Figura 10)

**Esfoliação** - separação da rocha em várias fracturas paralelas, que seguem (e aproveitam) a orientação mais ou menos uniforme nas camadas estratigráficas de deposição geológica original.

**Fissuração** - um caso especial de fratura em que pelo menos uma das extremidades não atinge o contorno da superfície rochosa onde está localizada. Constituem um factor de fraqueza da rocha e, conseqüentemente, das gravuras.

**Fratura** - falha superficial que divide o objeto em partes distintas. Nos afloramentos gravados as fraturas podem apresentar diversas configurações e preenchimentos. (Figura 11). Algumas das diversas situações caracterizam-se abaixo:

**Fratura Aberta** - fratura em que movimento significativo está ocorrendo.

**Fratura em Erosão** - fratura na qual ocorre perda de material no seu contorno.

**Fratura com preenchimento** – fratura aberta onde ocorre a acumulação de detritos.

**Lacunação** – perda superficial ou profunda de materiais. Este termo deve ser utilizado como referência a superfícies onde o fenómeno se encontra activo junto a motivos gravados. A maioria das ocorrências é causada pelo próximo processo, deslocamento. (Figura 12)

**Deslocamento** - fragmentos sub-paralelos à superfície de espessura centimétrica em desagregação. Os elementos prestes a destacarem-se mostram coesão precária.

**Toppling** - avanço progressivo dos blocos situados na parte mais elevada do afloramento. Este fenómeno leva ao colapso dos blocos instáveis. Estas ocorrências podem ter repercussões relevantes para a estabilidade dos afloramentos. As grandes fraturas verticais ajudam muitas vezes ao desenvolvimento deste fenómeno. As forças que levam ao avanço dos blocos encontram-se nos ciclos de expansão e retração da rocha causados pela variação sazonal da temperatura ou pelas diferenças no volume de água que circula através dos afloramentos. O avanço dos blocos superiores pode, pelo menos em alguns casos, ser auxiliado pela presença de plantas como arbustos e árvores. (Figura 13)

Muitos dos mecanismos de intemperismo descritos por Rodrigues sobrepõem-se; alguns podem actuar conjuntamente enquanto outros são o resultado da ação anterior de outros. As dinâmicas de degradação resultantes de fraturas ativas, por exemplo, podem levar a que alguns elementos dos afloramentos avancem para uma situação de toppling. Os blocos em situação de toppling, por sua vez, podem constituir-se como blocos desconectados. Por outro lado, a lacunação é geralmente o resultado final de outros mecanismos, tais como exfoliação, deslocamento ou desintegração/pulverização. Apenas realizando uma cuidadosa análise caso a caso, será possível identificar corretamente não só quais os mecanismos presentes mas também o modo como a sua atividade interligada resulta no progressivo enfraquecimento de cada afloramento. Por exemplo, dois afloramentos podem apresentar fraturas ao nível superficial. No entanto, enquanto o primeiro possui apenas algumas fraturas de dimensões relativamente reduzidas, o segundo apresenta uma extensa rede de fraturas que cruzam o afloramento em diferentes direções.

#### ***Caracterização química e mineralógica***

Recolhemos amostras de rocha de três sítios de arte rupestre (Canada do Inferno, Penascosa e Ribeira de Piscos), colhidas em afloramentos não gravados mas localizados muito próximo daqueles que albergam motivos gravados. O objetivo é não só o de poder efectuar pormenorizadamente a caracterização mineralógica dos xistos da área, mas também verificar se não há variações significativas de minerais na composição dos diferentes afloramentos. Como demonstrado por WALDERHAUG e WALDERHAUG (1998, 120), minerais diferentes têm taxas de dissolução diferentes, sendo estimado que, por exemplo, um milímetro de quartzo demora 34 milhões de anos para se dissolver enquanto a mesma quantidade de calcite demora apenas 31 dias.

#### ***Resistência da rocha***

Cada rocha tem uma resistência diversa, de acordo com suas circunstâncias específicas. Uma das formas de medir resistência considera apenas a força intata, isto é sem considerar os efeitos de fraturas e diaclases. Isso pode ser medido usando um martelo de Schmidt (SUMMERFIELD 1991, p.165-6). Xisto, por exemplo, se classifica como uma rocha fraca no que se refere à sua força intata (SUMMERFIELD 1991, p.165). Por outro lado, a resistência total de um maciço rochoso pode ser estimada tendo em consideração a força intata juntamente com o espaçamento, a largura, a continuidade e o preenchimento das fraturas e diaclases que esse maciço apresenta. Isso é possível através da ponderação de cada variável “proporcionalmente à sua importância estimada” (SUMMERFIELD 1991, p.166; tradução do autor).

#### ***Sismicidade***

O Parque está situado numa região sísmicamente ativa. Por exemplo, com mais de 100 kms de comprimento, a falha sísmica Manteigas-Vilarica-Bragança de orientação SSW - NNE que percorre a área é um “acidente complexo, com fraturação paralela numa faixa de largura quilométrica (...) [e] a julgar pela deformação dos sedimentos relativamente recentes e pelos registos de sismicidade actual” (RIBEIRO 2001, p.6) sua atividade continua até ao presente. Em 2004, o Parque encomendou a instalação de uma estação sísmica ao Centro de Geofísica da Universidade de Lisboa. A estação, que funcionou por um período de 2 anos, foi instalada no sítio de arte rupestre da Canada do Inferno. Os dados reunidos confirmaram registos históricos sobre a actividade sísmica da região. É uma área moderadamente ativa em que, estatisticamente, terremotos de média intensidade acontecem duas ou três vezes cada século. Sismos de maior intensidade ocorrerão uma vez cada século (VELUDO et al. 2008).

### ***Acidez da água***

A água é um dos principais factores de degradação pétreo (SUMMERFIELD 1991, p.129), nomeadamente quando consideramos o seu pH e teor iónico. Rodrigues realizou um estudo destinado a verificar se a submersão dos afloramentos gravados implicaria sua destruição. Ele descobriu, ao realizar testes laboratoriais, que água altamente agressiva produziu níveis reduzidos de degradação química nas amostras de xisto testado (RODRIGUES 2003, p.428-9). Sendo que as amostras testadas tinham sido recentemente separadas dos maciços rochosos, sendo assim mais vulneráveis, Rodrigues acrescenta que os afloramentos gravados devem evidenciar níveis de degradação química ainda mais baixos, pois são menos sensíveis à dissolução. Se assim não fosse, a água da chuva, de características mais agressivas daquela que flui no Côa, teria, há muito tempo, promovido a dissolução dos afloramentos gravados de uma forma mais acelerada. Tendo em conta a idade proposta para as gravuras mais antigas do Côa (cerca de 25 000 anos), tal prova a resistência muito elevada dos afloramentos à dissolução química.

### ***Inundações***

Embora o clima quente e seco, com taxas de precipitação muito baixas, que caracteriza a região, (FERNANDES 2005; INMG 1991), inundações acontecem com frequência moderada. Estas inundações afetam áreas (e afloramentos gravados) na maioria dos sítios de arte rupestre localizados nas margens do Douro e Côa. Durante a construção da agora abandonada barragem do Côa, uma pequena barragem (uma ‘ensecadeira’) foi construída para remover a água do local onde a barragem principal seria implantada. Apesar de um túnel ter sido construído para assegurar o fluxo de água, a estrutura não está preparada para dar passagem a elevadas quantidades de precipitação. Isto significa que a montante do local de construção da barragem, as inundações sempre atingem o mesmo nível: 10 m acima do nível normal do Côa, ou seja, a mesma altura da ensecadeira. Assim, todos os afloramentos (gravados ou não) situados entre o nível normal do rio e a cota máxima de

inundação ficam submersos quando esses eventos ocorrem (ver Figuras 14 e 15).

### ***Inclinação***

Muita pesquisa foi realizada sobre a conexão entre a inclinação de uma vertente e deslizamentos de terra, queda de rocha e mesmo colapso total dum maciço rochoso (ver, por exemplo, BROOKS 2003; ERCANOGLU et al. 2004; EVANS et al. 2006; HUTCHINSON 2006; YALCIN e BULUT 2007). Obras gerais de geomorfologia classificam as encostas como “o elemento básico da superfície terrestre” (SUMMERFIELD 1991, p.163; tradução do autor). Este autor distingue os dois componentes fundamentais de uma encosta: rocha, material duro e consistente, que não enfraquece com saturação de água e solo, um depósito inconsistente, que é facilmente movimentável quando impregnado por água (SUMMERFIELD *ibid.*). No entanto, foi demonstrado que quando aumenta o ângulo de inclinação, a suscetibilidade de deslizamentos de terra ou queda de blocos rochosos também aumenta (YALCIN e BULUT 2007; HUTCHINSON 2006; SUMMERFIELD 1991, p.163-189). Entre os fatores que podem contribuir para tais ocorrências, temos “litologia, erosão glacial ou fluvial, factores meteorológicos e hidrogeológicos, neotectónicos e sismicidade” (HUTCHINSON 2006, p.621; tradução do autor).

No Vale do Côa, as encostas não são muito propensas a deslizamentos de terra devido à quantidade diminuta de solo que possuem. Por outro lado, a queda de rochas de tipo catastrófico descrita em algumas referências (EVANS et al. 2006; HUTCHINSON 2006) deve ser considerada como um evento raro já que evidências dessas ocorrências não são facilmente observáveis. No entanto, sendo que os afloramentos com arte rupestre estão localizados no sopé de colinas acentuadamente inclinadas, a dinâmica das vertentes desempenha um papel importante na sua instabilidade. A própria força de gravidade impele elementos de diferentes dimensões (de pequenas partículas de solo a

blocos mais pesados) pela encosta abaixo, o que pode resultar em graves danos para os afloramentos localizados a cotas inferiores. Para além disso, a própria colina aplica grande pressão aos afloramentos localizados em seu sopé. Como assinala RODRIGUES (1999, p.2), as encostas estão em um processo contínuo de tentar chegar a um perfil mais estável. Portanto, o desmantelamento progressivo dos afloramentos localizado em sua base é uma parte desse processo (Figuras 16 e 17). Os afloramentos ‘respondem’, numa tentativa de liberar a pressão que está sendo aplicada, ‘tomando novas formas’, o que resulta em grande parte dos fenómenos de intemperismo identificados no relatório de Rodrigues.

### **Orientação**

Estreitamente relacionado com o parâmetro anterior, a orientação das encostas foi identificada por alguns autores como um dos fatores que podem determinar a ocorrência de deslizamentos de terra ou queda de blocos rochosos. YALCIN e BULUT (2007, p.212-3) ou BLAND e ROLLS (1998, p. 102-111) descrevem os mecanismos relacionados com este factor que podem contribuir para eventos de colapso parcial ou total duma encosta, todos conectados com fenómenos meteorológicos tais como chuva, vento e radiação solar. Por outro lado, alguns autores investigaram o papel que a orientação das encostas desempenha na (diferente) evolução dos mecanismos de intemperismo (EGLI ET AL. 2006; HALL ET AL. 2005). Enquanto os primeiros chegaram à conclusão de que existe uma diferença marcada na estabilidade de encostas com orientações diversas (mais notória nas encostas Norte), os segundos concluíram que o desenvolvimento e evolução dos processos de Biodeterioração (principalmente colonização líquénica) varia conforme a diferente orientação das encostas.

A compreensão global dos factores meteorológicos é vital ao considerar a influência que a diferente orientação das encostas tem sobre os processos de

intemperismo. MEIKLEJOHN ET AL. (2009) realizaram um estudo exaustivo de monitorização das variáveis meteorológicas em dois abrigos com arte rupestre na África do Sul. Umidade e temperatura à superfície da rocha, além de temperatura do ar ou umidade relativa estavam entre as variáveis medidas. Mas outras variáveis devem ser consideradas. Por exemplo, sendo SW a direção predominante do vento nesta área de Portugal (IGM e VISA 2000, p.26), afloramentos de arte rupestre orientados a N estarão mais expostos à precipitação e ao vento do que outros com outras orientações. Por outro lado, uma vez que os ventos prevalecentes têm uma orientação de SW, afloramentos (e encostas) expostos a Norte correm mais risco de sofrer danos aquando da ocorrência de incêndios no mato. A exposição solar é também um factor a considerar. Sendo que o xisto sofre ciclos sazonais de expansão e retração (ver abaixo) afloramentos que recebem mais luz solar (principalmente os expostos a Sul) sofrerão ciclos de maior amplitude (logo mais stressantes) que aquelas localizados em encostas menos expostas à luz solar. Em contrapartida, poderá também ser aventada a hipótese de que encostas situadas em áreas mais expostas à luz solar, irão ‘secar’ mais rápido após a ocorrência de chuva que outros. Uma vez que circulação de água nas encostas é um dos factores que pode aumentar o risco de queda de blocos (YALCIN e BULUT 2007, p.213), uma mais rápida ‘secagem’ pode reduzir o risco associado com os ciclos de expansão e retração.

### **Comportamento de expansão e retração do xisto,**

É conhecido que o xisto, como qualquer outra rocha, experimenta ciclos de expansão e retração (RODRIGUES 1999). Este comportamento pode ser induzido pela ocorrência de episódios rápidos de umedecimento e secagem da superfície rochosa e/ou pela insolação. Este fenómeno desempenha um papel importante em alguns dos mecanismos de intemperismo que afectam a condição dos afloramentos

rochosos (BLAND e ROLLS 1998, p.101-111).

### ***Radiação solar***

A radiação solar determina a temperatura e umidade de uma superfície rochosa (BENNIE ET AL. 2008). Por outro lado, VILES (2005) demonstrou que ciclos de expansão e retração da rocha têm características diferentes conforme as diversas orientações das encostas onde se situam.

### ***Intemperismo de origem eólica***

O intemperismo motivado pela ação do vento pode também ser um problema. RODRIGUES e SARAIVA (1985) executaram um estudo inovador em que examinaram como o vento afeta a estabilidade do património construída, neste caso uma torre de Igreja. O vento tem dois efeitos principais de erosão da rocha, abrasão por partículas aerotransportadas e ação direta. Os autores assinalam que o primeiro caso, exceto em condições favoráveis muito raras, tem efeitos pouco danosos. No entanto, o segundo mecanismo pode ter um resultado mais negativo, quando forças de sucção actuam sobre as superfícies menos expostas de um monumento. Ou seja, o vento quando sopra sobre uma estrutura, irá gerar a aspiração de partículas de rocha localizadas em superfícies não directamente expostas.

### ***Outros processos de intemperismo***

Outros processos de intemperismo podem referir-se, como aqueles motivados por baixas temperaturas. Estes incluem congelamento-degelo, hidratação, crescimento de cristais e pressão hidráulica (BLAND e ROLLS 1998, p.85-94). A ação desses mecanismos só é plenamente alcançada em climas frios, o que não é o caso do Vale do Côa. No entanto, mesmo no clima ameno do Côa foram registadas temperaturas inferiores ao ponto de congelação, a primeira condição para a ação desses mecanismos (BLAND e ROLLS 1998, p.68).

### ***Biodeterioração***

Os organismos vivos contribuem para a deterioração da rocha através de dois

mecanismos diferentes: por pressão física e pela excreção de diferentes substâncias como ácidos orgânicos (BLAND e ROLLS 1998, p. 149). Portanto, esta categoria compreende todas as dinâmicas originada pelo comportamento de organismos vivos, geralmente referido como Biodeterioração (WARSCHEID e BRAAMS 2000), com excepção daquelas que possam ter origem na actividade humana. Esta categoria é dividida em quatro subcategorias: microrganismos, líquenes, plantas e animais (menores, tais como insectos, ou maiores, como mamíferos).

### ***Microrganismos***

Microrganismos contribuem para a deterioração química da rocha (BLAND e ROLLS 1998, p.152-156) e afetam a condição de superfícies de arte rupestre (BEDNARIK sd; WALDERHAUG e WALDERHAUG 1998). WATCHMAN (1996) identificou microrganismos fósseis (diatomáceas, isto é, fitoplâncton) em superfícies com arte rupestre do Vale do Côa. No entanto, o objectivo da sua investigação foi o de datar directamente as gravuras e não determinar se estes microrganismos promovem o deterioro das superfícies rochosas. RODRIGUES (1999) também refere a colonização microbiana de superfícies do Côa, não fazendo, no entanto, uma análise detalhada do assunto. GONZALEZ et al. (2008) analisaram o papel dos microrganismos na deterioração da arte rupestre. Infelizmente, o seu caso de estudo foram as pinturas pré-históricas da gruta de Altamira, um ambiente e tipo de arte rupestre que pouco tem a ver com as gravuras ao ar livre do Côa. Assim, tanto quanto sabemos, não foram realizados estudos específicos sobre a deterioração de origem microbiana em afloramentos de arte rupestre ao ar livre. HIRSCH et al. (1995) ou WARSCHEID e BRAAMS (2000) oferecem sínteses úteis sobre como a actividade microbiana contribui para a deterioração de muitos tipos diferentes de rocha, em configuração natural ou em ambiente construído, designadamente monumentos. No entanto, assinalam também que a investigação sobre o tópico apenas descreve os microrganismos identificados e o resultado dos seus impactos negativos para

superfícies de rocha enquanto pouco é conhecido sobre os mecanismos de deterioro e suas subsequentes taxas de evolução. Mesmo assim, crê-se que esses microrganismos preparam o terreno para o estabelecimento de organismos superiores, na medida em que aumentam a porosidade do substrato rochoso deixando-o mais exposto à colonização, por exemplo, líquénica (DE LOS RIOS ET AL. 2002).

#### *Líquenes*

O papel dos líquenes na biodeterioração rochosa é um campo do conhecimento relativamente bem estudado. Dos primeiros estudos (FRY 1927), a recentes revisões (CHEN ET AL. 2000; WILSON 2004) e terminando em análises mais pormenorizadas (ADAMO e VIOLANTE 2000; AGHAMIRI e SCHWARTZMAN 2002) encontramos bastantes referências sobre o assunto. Foi demonstrado que os líquenes, “sistemas simbióticos constituídos pela associação de um fungo (...) a uma alga eucariótica e/ou a uma cianobactéria” (ST. CLAIR e SEAWARD 2004, p.2), contribuem ativamente para a deterioração rochosa. A sua contribuição traduz-se em dois mecanismos de diferente índole: a) física, quando as hyphaes (as ‘raízes’) penetram o substrato rochoso ao mesmo tempo que o thalli (o ‘corpo’ do Líquen) se expande e contrai e b) química, devido às substâncias ‘corrosivas’ (ácido oxálico, por exemplo) que os líquenes produzem e depositam nas superfícies da rocha (CHEN ET AL. 2000). Embora haja um consenso geral sobre a ação de deterioro dos líquenes saxícolas, alguns autores salientam que eles constituirão também, paradoxalmente, uma camada protectora (CARTER e VILES 2005, p.275) escudando as superfícies rochosas do intemperismo provocado por agentes atmosféricos (MOTTERSHEAD e LUCAS 2000). No campo mais específico dos estudos de arte rupestre, várias análises foram realizadas examinando o papel dos líquenes na deterioração de superfícies com motivos gravados ou pintados. WALDERHAUG e

WALDERHAUG (1998), por exemplo, oferecem uma boa análise dedicada a um determinado país (Noruega). Já TRATEBAS (2004) analisa extensivamente o tema oferecendo críticas pertinentes sobre questões éticas e de exequibilidade na remoção de líquenes. Esta autora observa que a remoção de líquenes, por intermédio de métodos químicos ou mecânicos, de superfícies de arte rupestre (como defendido, no caso da Côa, por ROMÃO [1999]) pode ter consequências mais danosas para a condição específica dada superfície e motivos que hospeda, do que não limpar de todo (como defendido, novamente no caso do Côa, por VÄNSKÄ [2001]).

#### *Plantas*

As plantas podem constituir-se como graves ameaças à conservação de arte rupestre (MOTTERSHEAD et al. 2003), especialmente no caso dos afloramentos do Côa que oferecem muitas oportunidades para a fixação de raízes. Por exemplo, depois do preenchimento das caixas de diáclase com sedimentos, as plantas podem iniciar a colonização dessa área. Da mesma forma, as plantas podem estabelecer-se dentro das fraturas que separam seções da mesma rocha ou afloramento. Nesses casos, especialmente quando se tratam de plantas superiores (árvores ou arbustos), como o exemplo representado na Figura 18, a vegetação contribui para o enfraquecimento da rocha devido à pressão aplicada na rocha pelo crescimento da raiz (RODRIGUES 1999). Além disso, “uma raiz de uma planta é um micro-sistema complexo que emite e absorve substâncias como parte de seus processos vitais” (BLAND e ROLLS 1998, p.159). Estes processos “contribuem ativamente para os mecanismos de decaimento químico das rochas” (IBID). Outro aspecto a considerar é a ocorrência de incêndios no mato. Embora diferentes tipos de vegetação tenham características combustíveis distintas, afloramentos profusamente rodeados de plantas em crescimento fora de controle são mais suscetíveis aos efeitos negativos de

incêndios (DANDRIDGE 1999).

### *Animais*

O comportamento de diferentes animais pode representar ameaças graves para a conservação de qualquer painel ou afloramento de arte rupestre. LAMBERT (1989) e BEDNARIK (sd) assinalam as consequências perigosas que a actividade de insectos, aves e grandes mamíferos pode ter para painéis de arte rupestre. Danos feitos por insectos, tais como vespas ou térmitas foram relatados em vários locais da Austrália (CHALOUPIKA 1978; SULLIVAN 1978; WYLIE ET AL. 1987). No Côa, felizmente, não há nem vespas nem térmitas e as espécies existentes de vespa não constroem seus ninhos (a principal causa de danos para superfícies de arte rupestre) em afloramentos de xisto. No entanto, outras espécies de insetos podem ter um papel activo em biodeterioração de afloramentos de Vale do Côa. Temos observado que aranhas de diferentes espécies estabelecem colónias em áreas frágeis de afloramentos. As aves também podem danificar os painéis de arte rupestre ao construírem seus ninhos nos afloramentos gravados considerando nomeadamente seus dejectos, que têm características muito ácidas (Bednarik sd). Como ocorre com as vespas, nenhuma espécie de ave constrói seus ninhos nos afloramentos do Côa. No entanto, detectámos seus dejectos nas superfícies de arte rupestre do Côa. Danos resultantes da actividade animal de maiores dimensões, como porcos selvagens, búfalos, ursos ou cabras têm sido descritos em circunstâncias diferentes (BEDNARIK sd; CHALOUPIKA 1978; SULLIVAN 1978). Estes animais danificam as superfícies de arte rupestre de duas formas distintas. A primeira é pela sua fricção nas superfícies, o que pode motivar o desaparecimento de pinturas ou gravuras ou ainda a queda de partes de painéis pintados ou gravados. A segunda é pela raspagem das superfícies rochosas com seus chifres ou cornos. No entanto, no Côa, apenas os javalis e as ovelhas se constituem como os animais de grande porte que podem prejudicar a arte rupestre.

## UTILIZAÇÃO DOS PARAMETROS IDENTIFICADOS

Para criar a escala de urgência da intervenção precisamos desenvolver uma lista hierárquica para classificar a condição dos afloramentos analisados. Após realizar o exame minucioso do estado de conservação dos afloramentos, a cada um será dada uma pontuação diferente, a soma de todos os parâmetros identificados. Isso pode realizar-se baseando-nos noutras tentativas de estabelecer classificações semelhantes. RODRIGUES e GROSSI (2007), por exemplo, desenvolveram uma escala de compatibilidade para usar na conservação de alvenaria. Primeiramente esta escala analisa diversos itens de intervenções anteriores realizadas e das propostas de intervenção a implementar (composição química ou mineralógica, propriedades térmicas ou mecânicas dos materiais de conservação aplicados ou a aplicar e da estrutura a intervir). Posteriormente, também de acordo com a compatibilidade dos materiais utilizados, classificou-se as intervenções como mais ou menos conseguidas. Assim, em nosso projeto cada um dos parâmetros identificados irá ser utilizado, de acordo com sua ponderação relativa, num sistema de classificação que irá traduzir a condição global dos afloramentos de arte rupestre do Côa examinados. Para melhor resumir conclusões sobre os parâmetros que identificámos até agora e que serão úteis para avaliar a condição dos afloramentos examinados, criando a escala de urgência de intervenção de conservação, apresentamos a seguinte lista:

### *Intemperismo*

A identificação sistemática dos processos de intemperismo ativos em cada rocha desempenhará um papel fulcral na diferenciação da condição de cada um e, assim, na criação da escala de urgência de intervenção. Portanto, muito do sucesso do nosso projecto irá depender da correcta identificação e registo sistemático dos mecanismos de intemperismo físico caracterizados por RODRIGUES (1999) no ambiente específico do Vale do Côa.

**Caracterização química e mineralógica**

Se o estudo das características petrológicas das amostras que recolhemos demonstrar que existe grande variação na composição química dos minerais que constituem cada formação geológica e mesmo de sítio para sítio, poderemos então utiliza-las como um parametro para discernir entre afloramentos diferentes.

**Resistência da rocha**

Como observa RIBEIRO (2001), na sua caracterização geológica do território do Parque, os xistos existentes na região possuem resistência e dureza assinaláveis. Assim será relevante medir sua força intacta e sua resistência total para verificar se, efectivamente, são tão frágeis como a caracterização geral fornecida por SUMMERFIELD (1991) implicaria. Além disso, se diferenças significativas na força intacta forem ser identificadas entre as diversas formações e mesmo sítios, este seria outro parâmetro a ser usado na diferenciação de afloramentos. Por outro lado, o método para determinar a força maciça de rocha poderá igualmente ser de ajuda ao tentar avaliar o estado de conservação dos afloramentos.

**Sismicidade**

A ocorrência de sismos é sem dúvida um factor que pode contribuir para o enfraquecimento ou mesmo desaparecimento de afloramentos gravados. No entanto, o uso deste factor de risco como um parâmetro na distinção entre afloramentos parece impraticável. Terremotos são eventos aleatórios que podem acontecer em qualquer localização. Assim, os afloramentos gravados do vale do Côa estão todos expostos ao mesmo risco, sendo impossível identificar uma rocha mais sensíveis que outros às ocorrências tectónicas (VELUDO et al. 2008). Evidentemente, afloramentos em condições mais frágeis serão mais vulneráveis aos efeitos dos sismos, mas é (em si mesma) a condição dos afloramentos, que é o risco quantificável,

não a ocorrência de um tremor de terra que afeta de uma forma ‘igualmente’ aleatória toda a área onde existem os afloramentos gravados.

**Acidez da água**

Seria interessante confirmar os resultados obtidos por Rodrigues relativamente à acidez da precipitação na zona. Contudo, a forma como os afloramentos gravados estão expostos à ação da água da chuva é determinada pela orientação das vertentes onde se situam (ver Orientação abaixo). Assim, a utilização do pH da água como parametro de distinção entre afloramentos gravados será, em nossa opinião, sem interesse. É a presença e quantidade da água que circula pelas vertentes os factores que poderão ser úteis pelo que os discutiremos com mais detalhe na abordagem das categorias Inundação e Orientação.

**Inundação**

Além da pressão mecânica que os afloramentos experienciam durante submersão, outro fenómeno estressante toma a forma de episódios de umedecimento e secagem relativamente rápidos que podem ocorrer quando os níveis de água sobem e baixam significativamente várias vezes durante o ‘mesmo’ evento de cheia (BLAND e ROLLS 1998, p.101). FITZNER ET AL. (2004) descrevem dano semelhantes provocado a motivos de arte rupestre situados em uma área sazonalmente submersa pela subida e descida do nível de uma barragem na Coreia do Sul. Por conseguinte, a localização de afloramentos de arte rupestre numa área directamente afectada por inundações sazonais será um dos parâmetros de distinção entre diferentes os afloramentos.

**Inclinação**

Utilizando um Modelo Digital do Terreno (conhecido como MDT) conseguimos medir o ângulo de inclinação em todas as 47 encostas que possuem afloramentos de arte rupestre que serão considerados em nossa investigação (Figura 19). Os resultados, classificados segundo o índice de

Geographyfieldwork.com (2009) (ver Tabela 1), estão patentes na Figura 20. Também é possível, usando o mesmo MDT, sabendo com precisão suas coordenadas, localizar uma rocha gravada na sua vertente (ver Figura 21). Faremos uso do MDT para medir a inclinação das áreas mais precisas das encostas onde os afloramentos gravados que fazem parte da nossa amostra se localizam, distinguindo assim os diferentes níveis de risco a que estão expostos devido à sua posição topográfica.

TERMINOLOGIA	GRAUS de INCLINAÇÃO	INCLINAÇÃO (%)
<b>Plano</b>	0	0 - 0.5
<b>Quase Plano</b>	0.3 - 1.1	0.5 - 2
<b>Muito Suave</b>	1.1 - 3	2 - 5
<b>Suave</b>	3 - 5	5 - 9
<b>Moderado</b>	5 - 8.5	9 - 15
<b>Forte</b>	8.5 - 16.5	15 - 30
<b>Muito Forte</b>	16.5 - 24	30 - 45
<b>Extremo</b>	24 - 35	45 - 70
<b>Ravina Forte</b>	35 - 45	70 - 100
<b>Ravina Muto Forte</b>	> 45	> 100

**Tabela 1.** Índice de Inclinação. Adaptado de Slope Steepness Index.

(Fonte:

<http://geographyfieldwork.com/SlopeSteepnessIndex.htm>).

**Orientação**

No caso específico do Côa pensamos que a orientação pode ser usada como um parâmetro para diferenciar afloramentos. A análise da orientação das encostas de arte rupestre do Vale do Côa, recorrendo novamente ao MDT mencionado anteriormente (ver Figura 22; para um exemplo aplicado a uma vertente específica de arte rupestre, ver a Figura 23), classificados de acordo com a Tabela 2, revelou uma descoberta interessante. Os dados ilustrados na Figura 24 mostram uma distribuição desigual entre classes. Consideradas em conjunto, encostas orientadas a Norte e Oeste totalizam menos de 25%. Já as encostas orientadas a Sul perfazem quase um terço enquanto a classe Leste atinge quase metade.

TERMINOLOGIA	AZIMUTES
Raso	-1°
Norte	315°–360°; 0°–45
Leste	45°–135
Sul	135°–225°
Oeste	225°–315°

**Tabela 2.** Classificação da orientação numa encosta segundo YALCIN e BULUT (2007, p.213).

A análise microclimática é fundamental para discriminar os afloramentos localizados em encostas diferentemente orientadas. A única estação meteorológica instalada no Parque não inclui a medição da umidade e temperatura à superfície da rocha, nem a velocidade e direção do vento ou a radiação solar. Por conseguinte, os dados fornecidos por esta estação (localizada numa encosta exposta a Oeste) terão de ser reforçados pelos dados reunidos por três novas estações a instalar em vertentes Leste, Sul e Norte

preparadas para monitorar uma vasta gama de variáveis. Os dados resultantes serão também de grande importância na caracterização do clima global da região. Além disso, os dados de microclima serão instrumentais para caracterizar a forma que todas as variáveis incorporadas nesta categoria poderão afectar a condição de afloramentos diferentemente localizados.

**Expansão e retração do xisto**

A intensidade com que este fenómeno ocorrerá é determinada pela orientação da encostas que, como vimos, de sobremaneira influencia padrões de microclima. Assim, este fenómeno foi integrado na categoria de orientação.

**Exposição solar**

Foi possível calcular a radiação solar em nossa área de estudo com a ajuda do MDT mencionado anteriormente e identificar precisamente a quantidade de radiação de que uma rocha gravada específica suporta (Figura 25). No entanto, pelos mesmos motivos evocados para o item anterior, radiação solar será incorporada na categoria de orientação.

**Erosão eólica**

Como a velocidade média do vento para a região do baixo Côa é razoavelmente baixa – 11 km/h segundo IGM e VISA (2000, p.26) –, este fenómeno pode ser considerado um factor de risco negligenciável. No entanto, pelos motivos apresentados acima, a erosão eólica será incorporada na categoria de orientação.

**Outros processos de intemperismo**

A orientação será, devido à radiação solar, o factor determinante na formação de gelo. Assim, os mecanismos de intemperismo motivados por baixas temperaturas serão integrados na categoria de orientação. De qualquer modo, o número de dias por ano em que no Côa se registam temperaturas inferiores a 0°C é bastante reduzido. Além disso, é sabido que o xisto possui reage muito

favoravelmente (em comparação com outros tipos de rocha) à ação erosiva da geada (BLAND e ROLLS de 1998, p. 188). O intemperismo motivado pela acumulação de sais à superfícies da rocha só se encontra em ambientes desérticos. Portanto, no Côa tal processo não foi identificado. Mecanismos de intemperismo químico, como notado por RODRIGUES (1999), não são um grande motivo de preocupação no caso da Côa. Isto é devido, por um lado, ao relativamente 'benigno' valor do pH da água presente do Côa (RODRIGUES 2003, p.428-9) e, por outro, ao padrão regional de baixa pluviosidade.

### ***Biodeterioração***

#### *Microorganismos*

Nesta fase do conhecimento científico, será impossível verificar plenamente o modo como a presença de microrganismos afeta diferentes afloramentos. Estudar os efeitos negativos dos microrganismos que colonizam as superfícies de arte rupestre do Vale do Côa não faz parte da nossa área de especialização. No entanto, pode ser sugerido que a ação destes microrganismos não é dos mais significativos fenómenos de intemperismo que ocorrem.

#### *Líquenes*

Julgamos ser possível utilizar a colonização líquénica como um parâmetro para distinguir entre o estado de conservação de diferentes afloramentos. Como discutido anteriormente, os líquenes têm um papel considerável na biodeterioração das superfícies rochosas. Afloramentos que apresentem uma colonização mais extensiva terão um factor extra de risco para a sua conservação do que aqueles que não as possuam ou que, pelo menos, apresentam um estágio mais incipiente de desenvolvimento.

#### *Plantas*

A presença de vegetação pode ser usada para distinguir entre o estado de conservação diversa dos afloramentos de arte rupestres. Se o caso apresentado na Figura 18 é um dos mais extremos, constitui, no entanto, o exemplo perfeito não só de como pode

vegetação ameaçar a estabilidade dos afloramentos, mas também o papel que a existência de plantas pode ter no estabelecimento a escala de intervenção de trabalho de conservação.

#### *Animais*

Neste grupo é necessário fazer uma distinção entre pequenos e grandes animais. Da mesma forma em que foi estabelecido para líquenes (e plantas), se colónias de insectos forem observadas num determinado afloramento, isso será um parâmetro a ter em conta. Inversamente, animais maiores não serão considerados já que a sua actividade pode afectar aleatoriamente qualquer rocha (gravada ou não).

Até agora, foram estes os factores de degradação natural que identificamos. Outros agentes serão sem dúvida reconhecidos à medida que nossa investigação progride. Entre outros, planeamos examinar se o valor científico dos motivos de arte rupestre pode ser utilizado para diferenciar entre diferentes afloramentos. Por exemplo, se um afloramento possui um conjunto mais importante de motivos poder-se-á dizer que a sua conservação será mais prioritária do que outro com um conjunto menos significativo. Esta importância científica pode ser determinada tomando em consideração factores como datação, presença de cenas, representação de movimento, raridade de tema representado ou existência de contexto arqueológico directo.

O valor estético será uma questão mais espinhosa de abordar. No entanto, é um facto que os indivíduos passam juízos estéticos sobre a arte (rupestre). Por isso, acreditamos que a questão deve ser tratada pragmaticamente tentando definir uma escala de valor estético dos motivos gravados. Embora forçosamente subjectiva, parece-nos ser inevitável no estabelecimento de uma escala de urgência do trabalho de conservação.

## CONCLUSÃO

Como vimos, poucas intervenções de conservação (de cariz multidisciplinar) foram realizadas em sítios de arte rupestre ao ar livre. Se considerarmos sítios localizados em substrato xistoso, uma lista já de si diminuta ainda se torna mais exígua. O Vale do Côa afirmar-se-á assim como um laboratório ao ar livre onde intervenções pioneiras de conservação directa mas fiável nos afloramentos de xisto poderão ser desenvolvidas e testadas juntamente com métodos para caracterizar e monitorar sistematicamente a evolução dos processos de intemperismo. O desenvolvimento de um kit de ferramentas para avaliar e monitorar a condição de afloramentos gravados é essencial, antes de se realizarem grandes trabalhos de conservação na arte rupestre do Vale do Côa. Dentro de uma disciplina de estudos de arte rupestre onde os métodos para avaliar a condição de afloramentos gravados (ou pintados) ao ar livre são escassos, têm um carácter não sistemático e aplicação restrita, a criação de um método flexível para esse efeito, será um avanço significativo. Será, tanto quanto sabemos, o primeiro estudo abrangente a realizar na Europa sobre conservação, monitorização e avaliação do estado de conservação da arte rupestre ao ar livre localizada em afloramentos de xisto.

Escolhendo cuidadosamente (ao analisar sua aplicabilidade) os parâmetros para avaliar a condição dos afloramentos será essencial para estabelecer uma escala de urgência no trabalho de conservação. No entanto, o enorme número de variáveis presentes nos vários processos naturais que são susceptíveis de afectar a condição de afloramentos de arte rupestre do Vale do Côa é bastante considerável. Algumas serão simples medir, enquanto outras exigirão provavelmente novos e engenhosos métodos para avaliar os efeitos de sua ação. Por conseguinte, a nossa investigação basear-se-á em metodologias estabelecidas por diferentes disciplinas

científicas. Esta abordagem transdisciplinar significa que cada um dos parâmetros identificados não será objeto de uma análise muito exaustiva. Estamos preocupados em estabelecer como cada influencia a condição dos afloramentos gravados podendo, portanto, desempenhar um papel no estabelecimento de uma escala de urgência de intervenção no trabalho de conservação. Além disso, construir a escala de urgência de conservação não é um fim em si mesmo. Através do trabalho de campo, também se irá completar uma análise aprofundada e registo da condição de cada rocha gravada compreendida em nossa amostra. Um método viável e prático para o registo da condição dos afloramentos gravados, baseado nos parâmetros que discutimos, será pois criado. Se pretendemos que o património inestimável do Vale do Côa seja entregue nas melhores condições possíveis às gerações futuras, é essencial implementar de forma informada intervenções de conservação que aproveitem ao máximo os limitados recursos disponíveis.

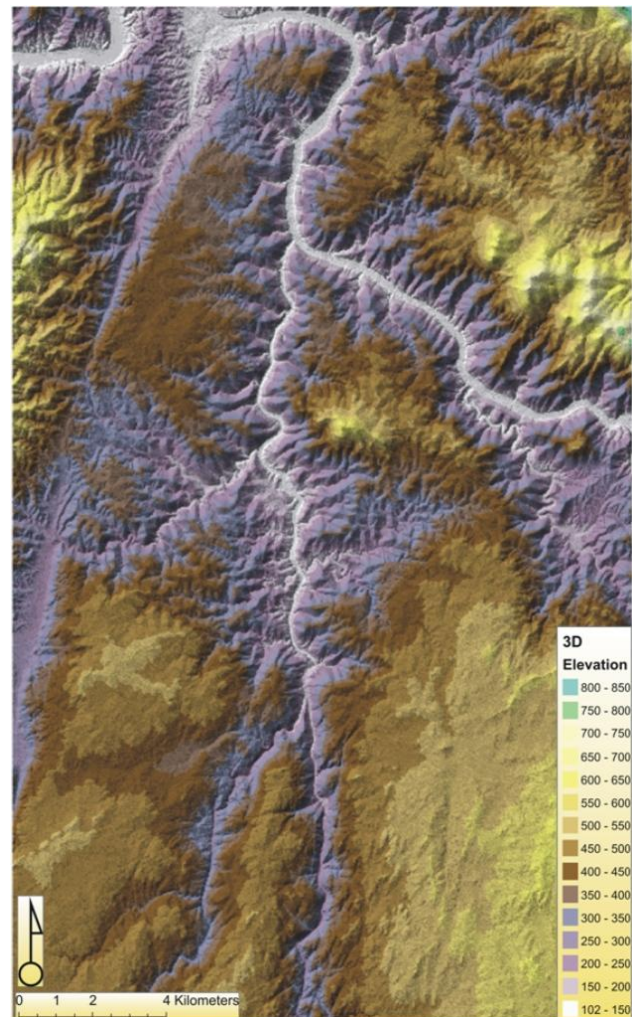
### Nota

Sendo que a Sessão do Global Rock Art em que apresentámos a comunicação que deu origem a este texto foi quase exclusivamente assistida e participada por colegas Sul-Americanos, tentamos escrevê-lo num Português o mais parecido possível com aquele que se fala e escreve no Brasil, pois a publicação em que este se insere destinar-se-á maioritariamente a um público com essas características. Os leitores terão a bondade de avaliar se fomos bem sucedidos ou não...



Figura 1. Localização do Vale do Côa na Europa.

Figura 2. Altitude na nossa área de estudo, os últimos 17 kms. do rio Côa e sua confluência com o Douro.



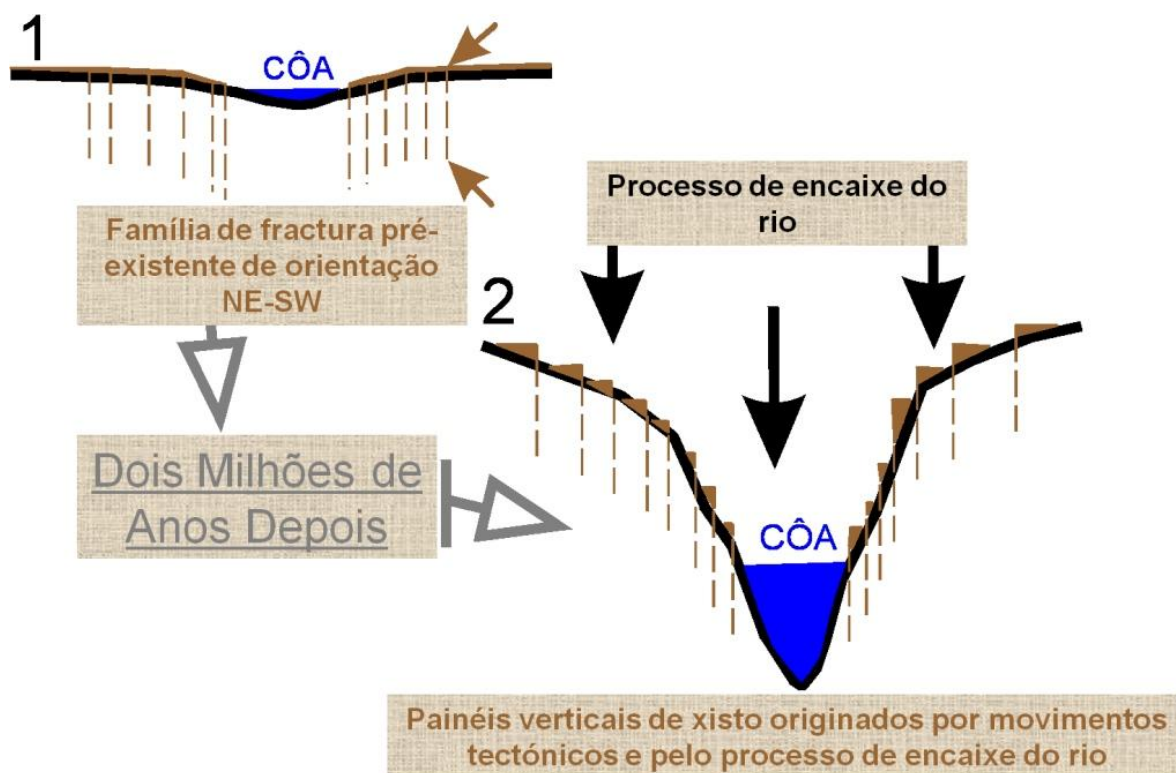


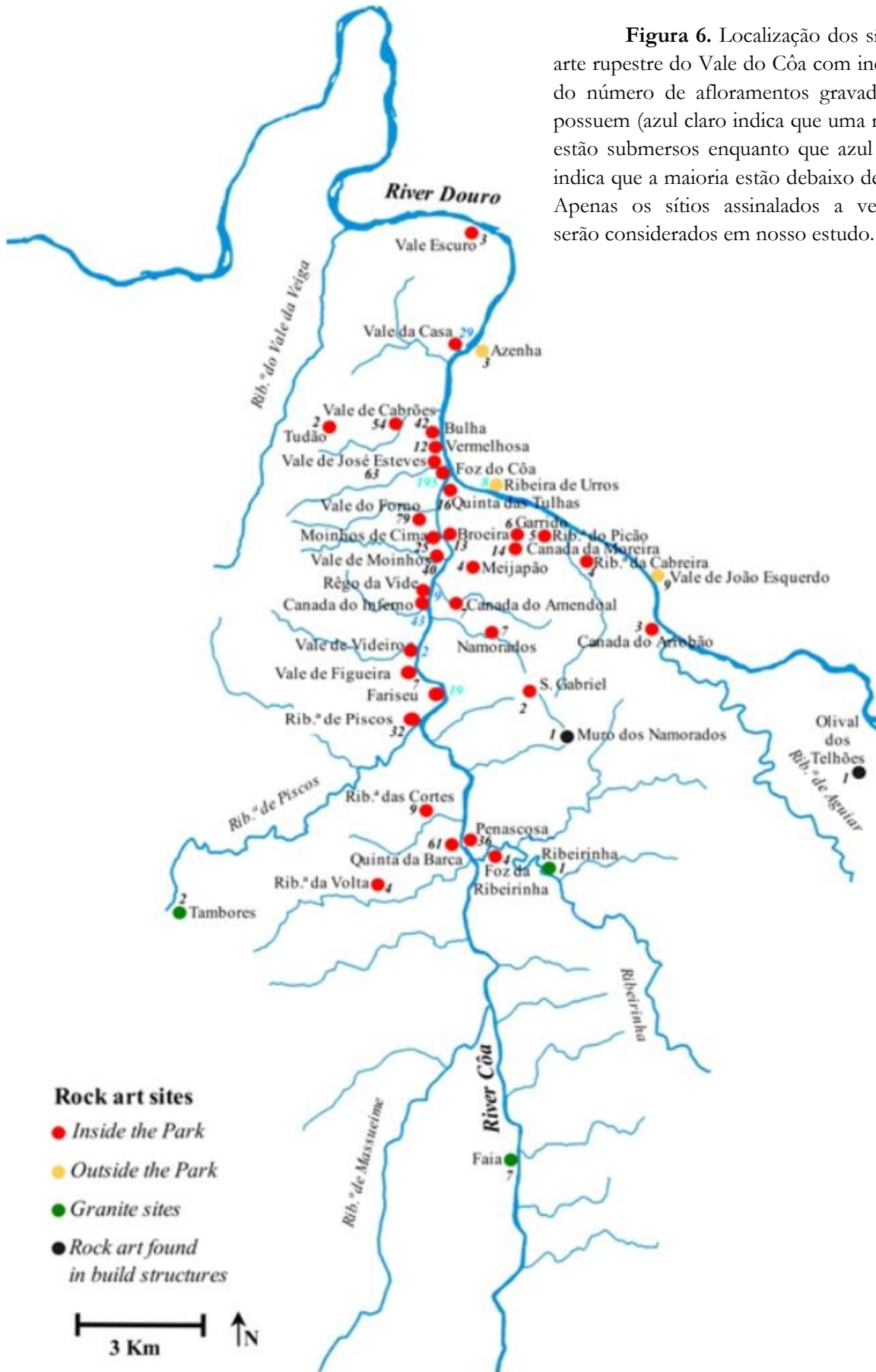
Figura 3. Ilustração esquemática do processo de encaixe do Côa.



Figura 4. O rio Côa já quase na sua foz, sendo observável o seu encaixe em forma de V, uma das características de cursos de água geologicamente jovens.



**Figura 5.** Motivo de cabra pirenaica com duas cabeças, numa tentativa de representar movimento (de facto, a invenção da animação), da rocha 3 da Quinta da Barca. Em nossa opinião, este motivo ilustra elelegantemente o valor da arte rupestre do Vale do Côa. (Fotografia: Baptista 1999, p. 116).



**Figura 6.** Localização dos sítios de arte rupestre do Vale do Côa com indicação do número de afloramentos gravados que possuem (azul claro indica que uma minoria estão submersos enquanto que azul escuro indica que a maioria estão debaixo de água). Apenas os sítios assinalados a vermelho serão considerados em nosso estudo.



**Figura 7.** Vista panorâmica do sítio de arte rupestre da Foz do Côa estando assinalados o total de superfícies de arte (quase 200) identificadas pelo arqueólogo que realiza a prospecção sistemática da área do PAVC. (Fotografia: Mário Reis).

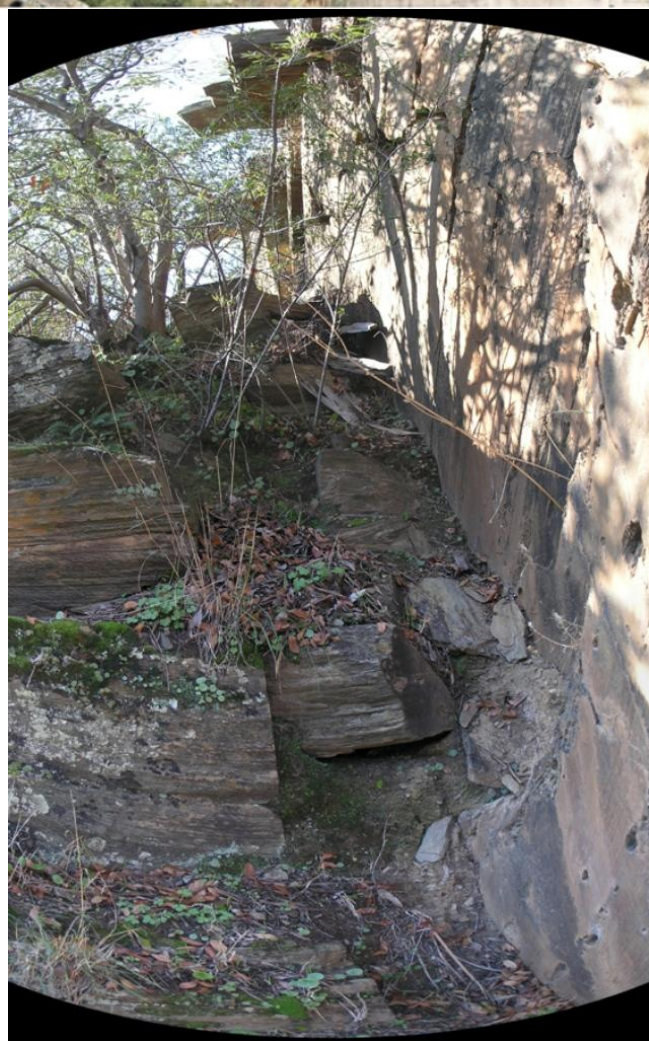


**Figura 8.** Rocha 1 da Canada do Inferno. Note-se o desconetado bloco central onde, na porção superior, as gravures existentes se concentram.



**Figura 9.** Encosta instável onde se verifica a queda de vários blocos, felizmente em áreas onde não existem afloramentos gravados.

970



**Figura 10.** Caixa de diaclase por trás do afloramento contendo a rocha 13 da Canada do Inferno. De notar o seu preenchimento com solo, vegetação e blocos pétreos caídos de afloramentos localizados acima.



**Figura 11.** O pior pesadelo para um conservador de arte rupestre ao ar livre, a rocha 24 da Ribeira de Piscos. Observam-se inúmeras fraturas que percorrem o afloramento em várias direções.



**Figura 12.** Lacunação na rocha 2 da Ribeira de Piscos, felizmente numa zona sem motivos gravados.



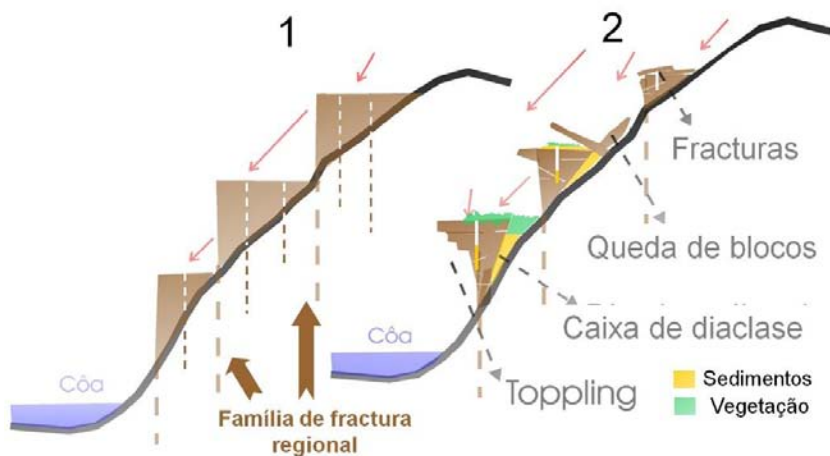
**Figura 13.** Toppling na rocha 14 da Canada do Inferno. De notar o avanço dos elementos desconetados da zona superior do afloramento. Uma gravura de um cavalo pode ser observada na parte inferior direita da Figura.



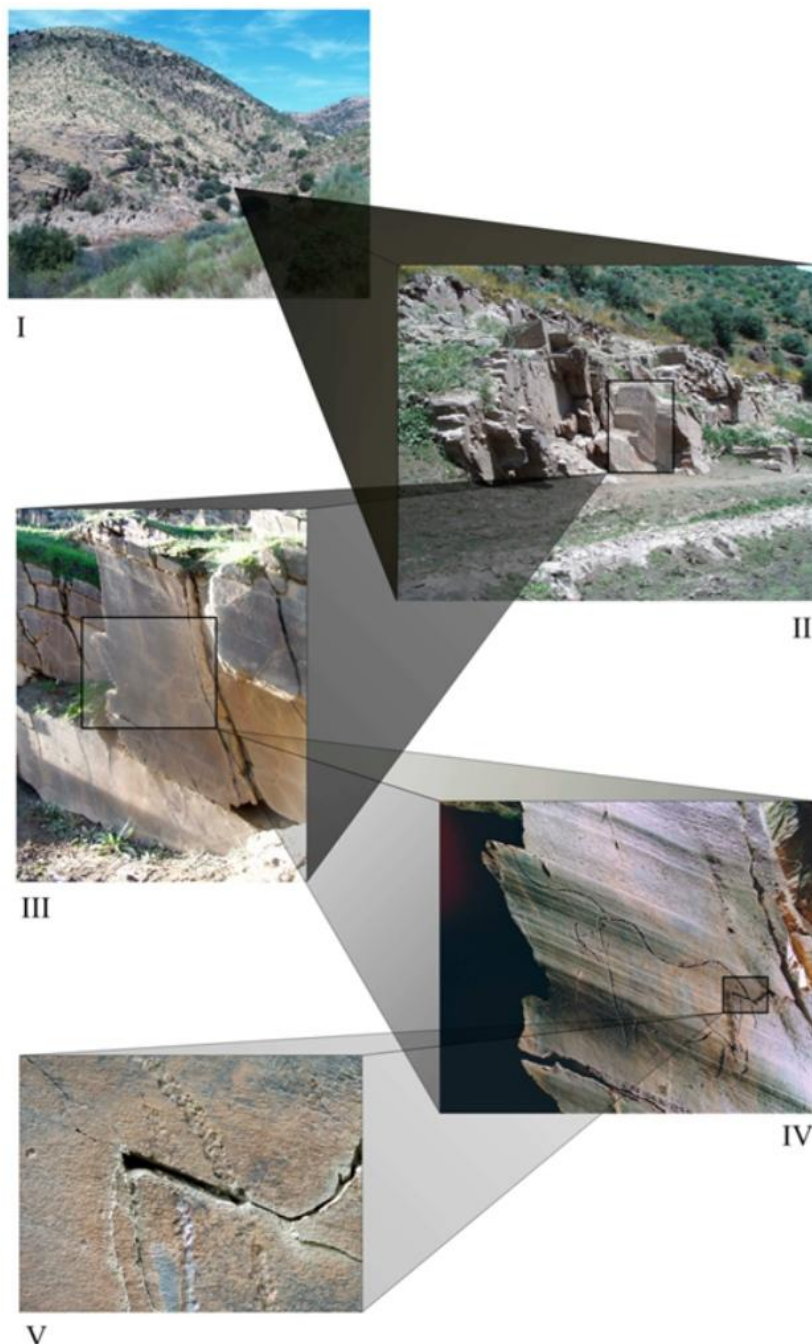
**Figura 14.** Nível normal (esquerda) e máximo de cheia do Côa.



**Figura 15.** Estado da rocha 1 da Ribeira de Piscos após a ocorrência duma cheia.



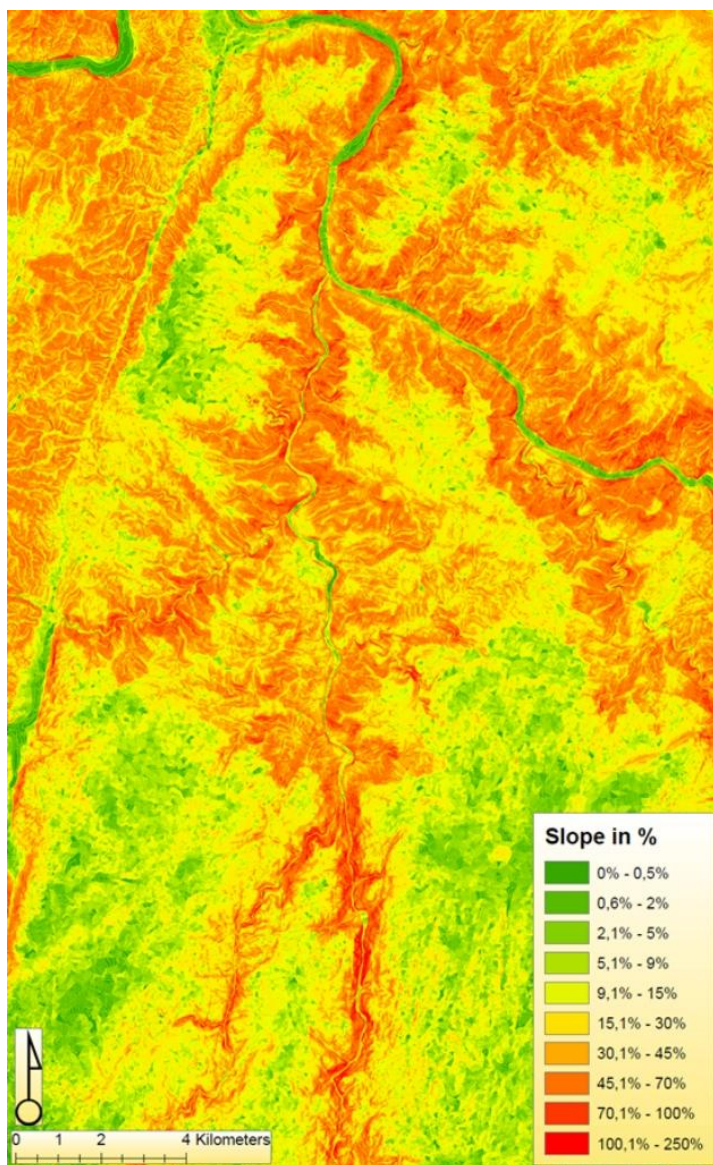
**Figura 16.** Ilustração esquemática da instabilidade mecânica das encostas motivada pela pressão gravitacional, por forças sísmicas e pelos ciclos de expansão e retração da rocha.



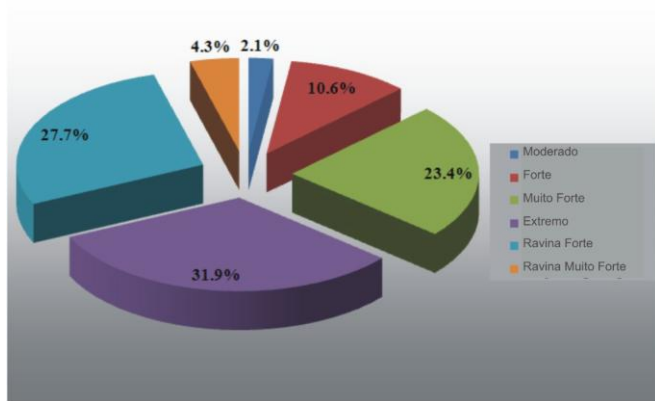
**Figura 17.** Localização da rocha 1 da Ribeira de Piscos. I – Escala macro local. II, III & IV – Diferentes escalas medio-locais. Diversas dinâmicas de intemperismo podem ser observadas: blocos desconetados, toppling, fraturas, vegetação, etc. (IV – Fotografia: Baptista 1999, p.120). V – Escala micro local: micro fraturas, exfoliação, ‘alveolização’.



**Figura 18.** Vista de conjunto do afloramento contendo a rocha 3 da Quinta da Barca.

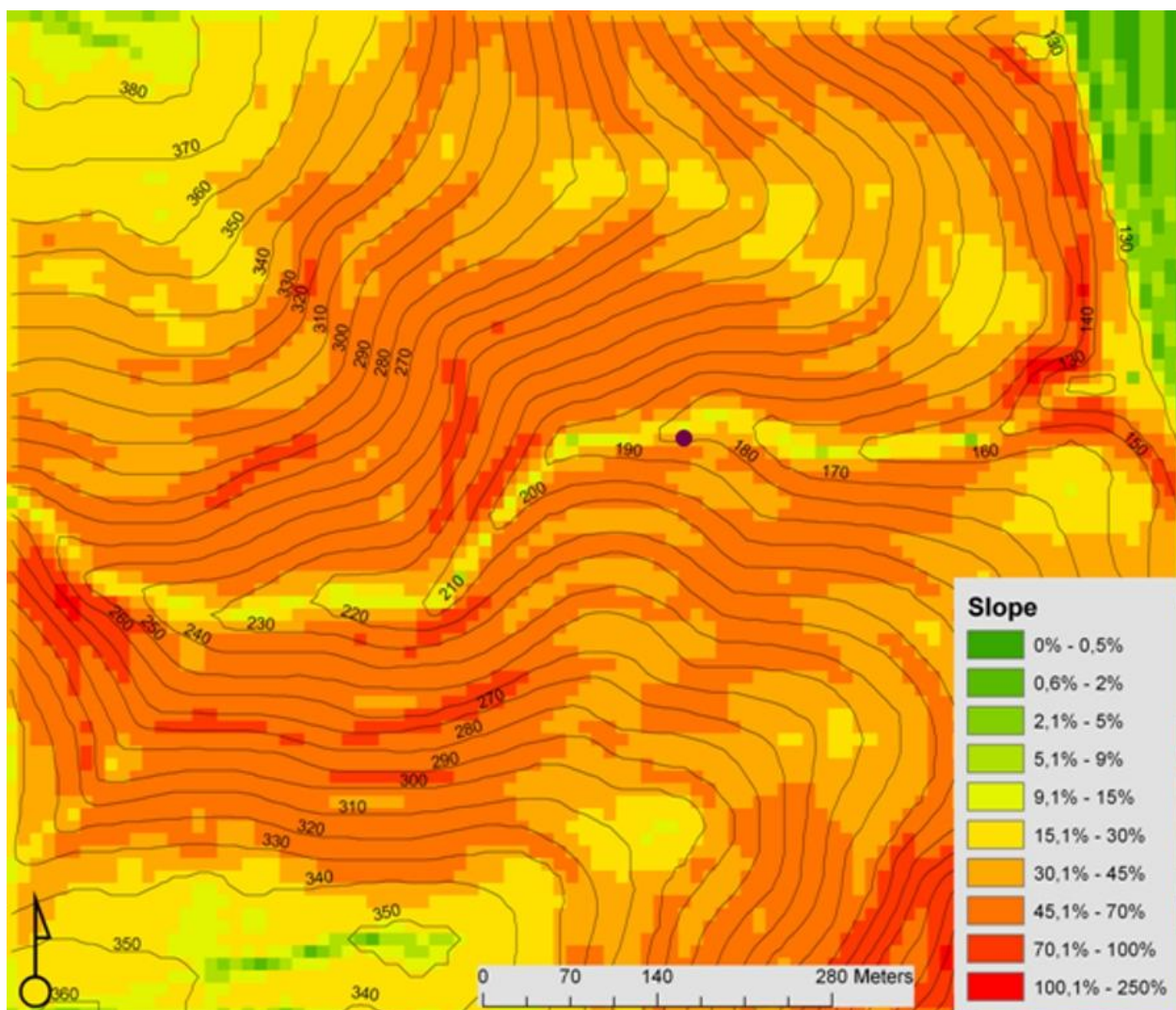


**Figura 19.** Inclinação das encostas em nossa área de estudo. Este mapa foi realizado no software ArcView 9 usando um DTM com uma resolução de 10 metros fornecido pelo Instituto Geográfico Português (IGEO - [www.igeo.pt](http://www.igeo.pt)).



**Figura 20.** Distribuição da inclinação das 47 encostas de arte rupestre do Vale do Côa por nós medidas, classificadas de acordo com o índice apresentado na Tabela 1.

976



**Figura 21.** Inclinação da encosta onde a rocha 14 do Vale de José Esteves (assinalada a roxo) se localiza.

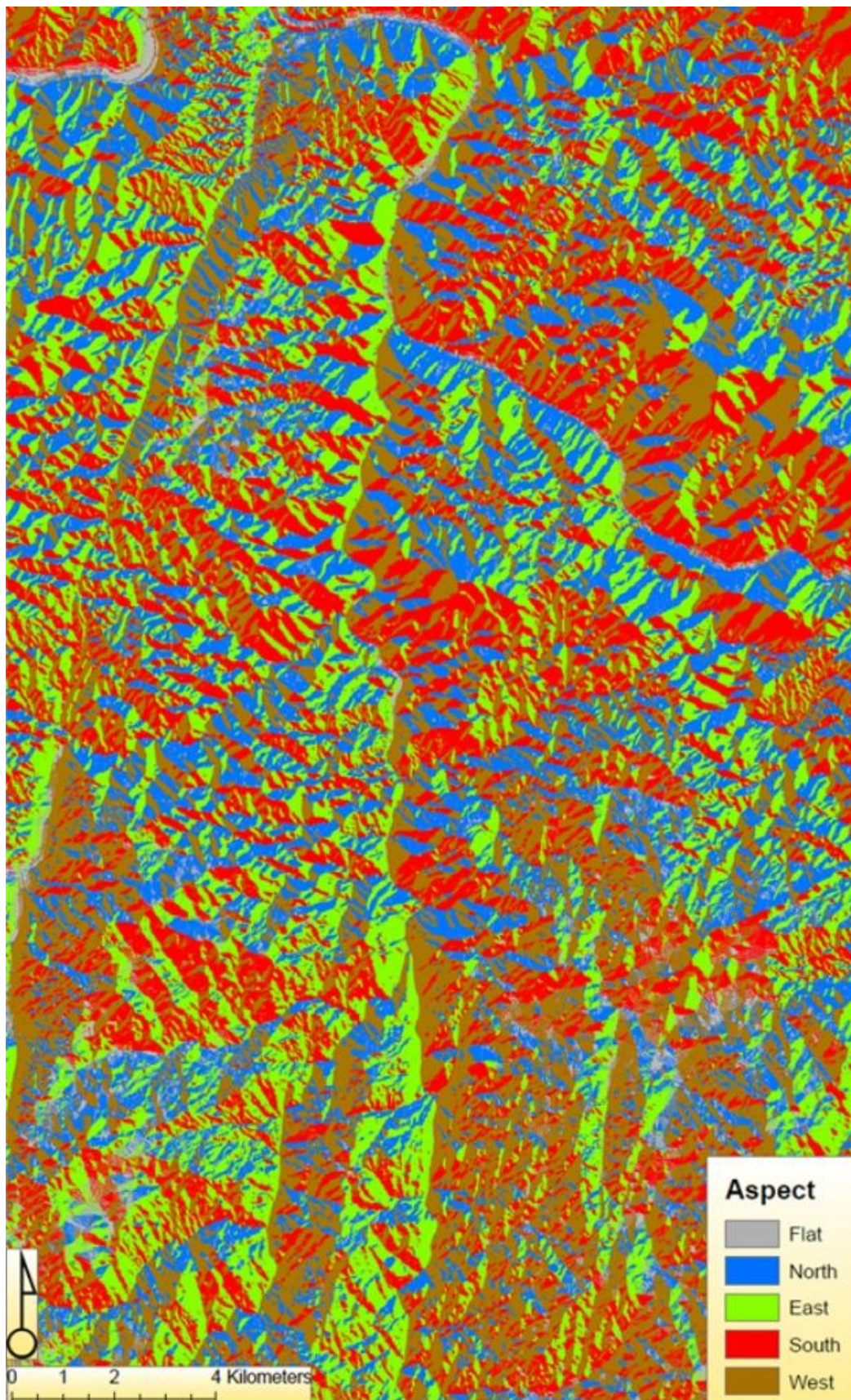
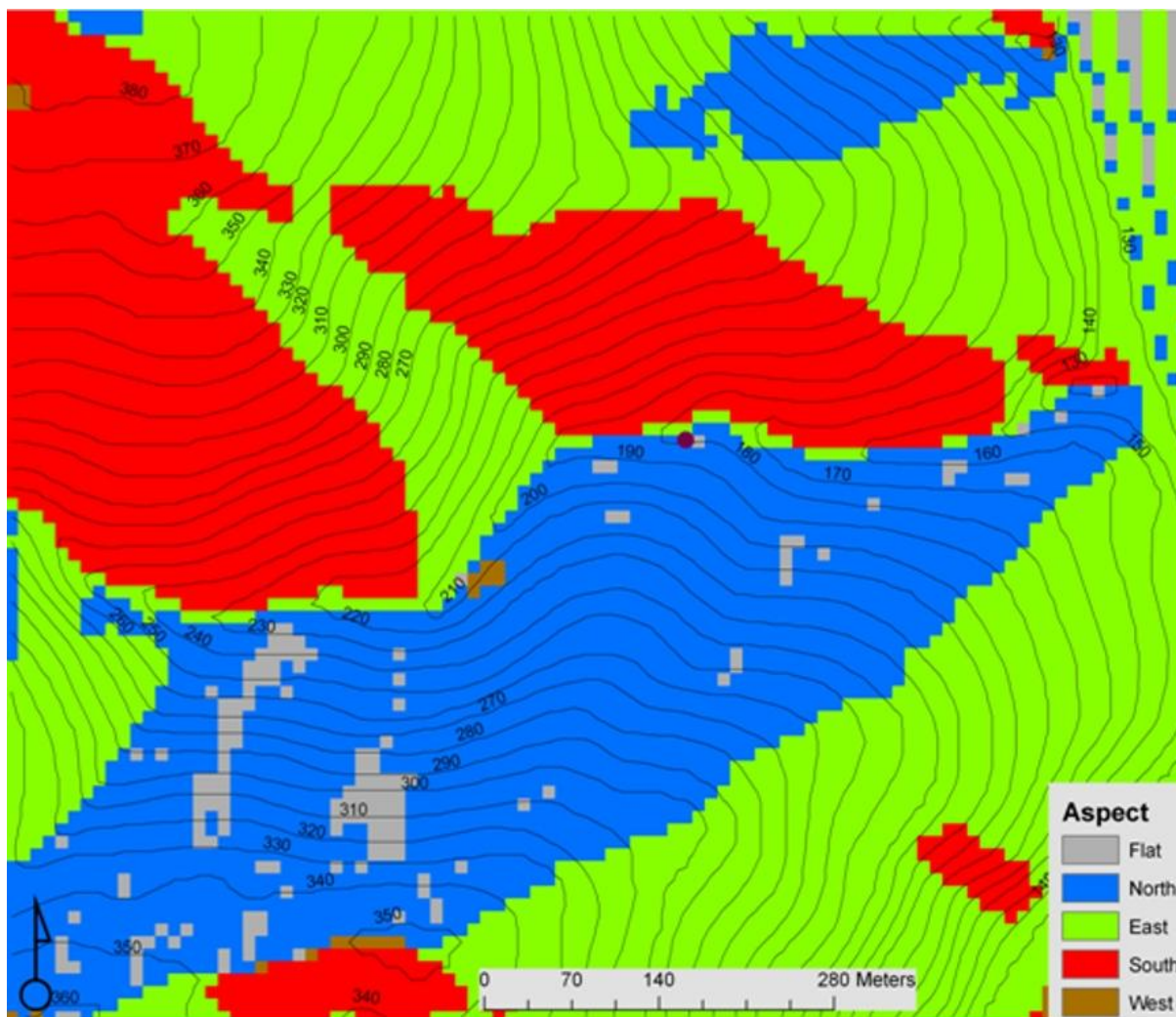
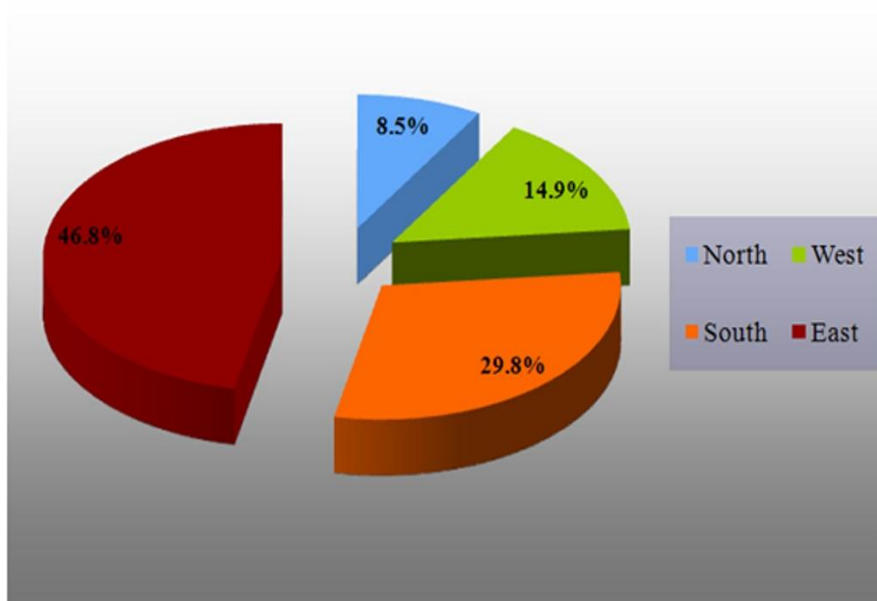


Figura 22. Orientação das encostas em nossa área de estudo. Este mapa foi realizado no software ArcView 9 usando um DTM com uma resolução de 10 metros fornecido pelo Instituto Geográfico Português (IGEO - [www.igeo.pt](http://www.igeo.pt)).



**Figura 23.** Orientação da encosta onde a rocha 14 do Vale de José Esteves (assinalada a roxo) se localiza.



**Figura 24.** Distribuição da orientação das 47 encostas de arte rupestre do Vale do Côa por nós medidas, classificadas de acordo com o índice apresentado na Tabela 2.

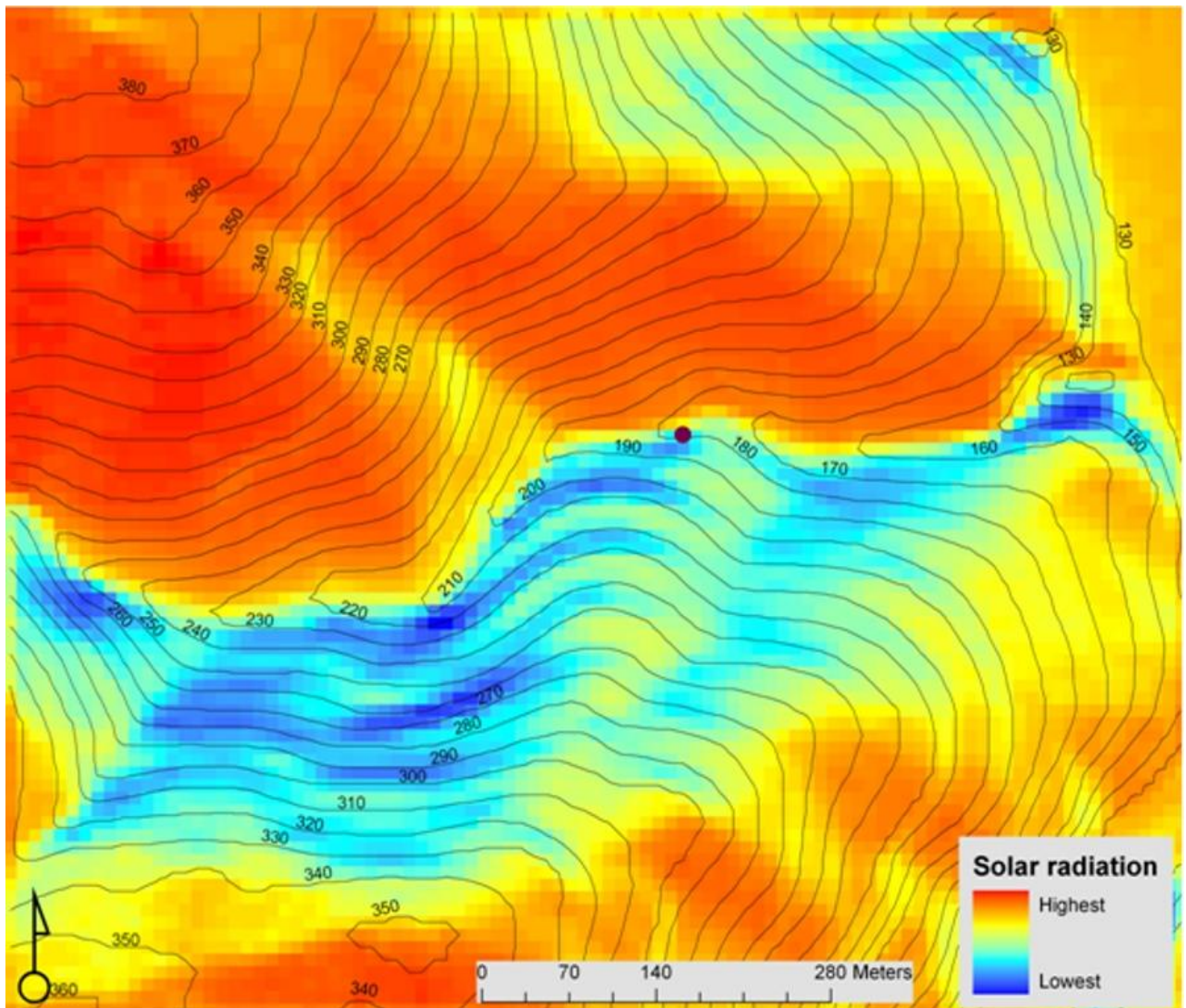


Figura 25. Radiação solar na encosta onde a rocha 14 do Vale de José Esteves (assinalada a roxo) se localiza.

## BIBLIOGRAFIA

- ADAMO, P.; VIOLANTE, P., 2000. Weathering of rocks and neogenesis of minerals associated with lichen activity. *Applied Clay Science*, 16 (5-6), 229-256.
- AGHAMIRI, R.; SCHWARTZMAN, D. W., 2002. Weathering rates of bedrock by lichens: A mini watershed study. *Chemical Geology*, 188 (3-4), 249-259.
- AUBRY, T.; SAMPAIO, J., 2008. Fariseu: new chronological evidence for open-air Palaeolithic art in the Côa Valley (Portugal). *Antiquity*, 82 (316).
- BAHN, P., 1995. Rock art without the caves. *Antiquity*, 69 (263), 231-237.
- BLAND, W.; ROLLS, D., 1998. *Weathering: An introduction to the scientific principles*. London: Arnold.
- BAPTISTA, A. M., 1999. *No tempo sem tempo: A arte dos caçadores paleolíticos do Vale do Côa. Com uma perspectiva dos ciclos rupestres pós-glaciares*. Vila Nova de Foz Côa: Parque Arqueológico do Vale do Côa; Centro Nacional de Arte Rupestre.
- BAPTISTA, A. M., 2009. *O paradigma perdido. O Vale do Côa e a Arte Paleolítica de ar livre em Portugal*. Vila Nova de Foz Côa: Edições Afrontamento/Parque Arqueológico do Vale do Côa.
- BAPTISTA, A. M.; FERNANDES, A. P. B., 2007. Rock art and the Côa Valley Archaeological Park: A case study in the preservation of Portugal's Prehistoric parietal heritage. In: PETTIT, P., BAHN, P., and RIPOLL, S. eds. *Palaeolithic cave art at Creswell Crags in European context*. Oxford: Oxford University Press, 263-279.
- BAPTISTA, A. M.; REIS, M., 2008. Prospecção da arte rupestre na Foz do Côa: Da iconografia do Paleolítico à do nosso tempo, com passagem pela II Idade do Ferro. In: SANTOS, A. T.; SAMPAIO, J. eds. *Pré-história: Gestos intemporais. (III Congresso de Arqueologia de Trás-os-Montes, Alto Douro e Beira Interior: Actas das sessões; Vol. 1)*. Porto: ACDR de Freixo de Numão, 62-95.
- BAKKEVIG, S., 2004. Rock art preservation: Improved and ecology-based methods can give weathered sites prolonged life. *Norwegian Archaeological Review*, 37 (2), 65-81.
- BEDNARIK, R. G., n. d. Biological weathering factors. *Auranet*. Disponível em : <http://mc2.vicnet.net.au/home/conserv/web/biolog.html> [Acesso em: 19 de Janeiro 2009].
- BENNIE, J., HUNTLEY, B., WILTSHIRE, A., HILL, M.; BAXTER, R., 2008. Slope, aspect and climate: Spatially and implicit models of topographic microclimate in chalk grassland. *Ecological Modelling*, 216, 47-59.
- BRINK, J., CAMPBELL, I.; PETERSON, A., 2003. Experiments in rock art preservation at Writing-on-Stone Provincial Park, Alberta, Canada. *International Newsletter on Rock Art*, 36, 17-22.
- BROOKS, S. M., 2003. Slopes and slope processes: Research over the past decade. *Progress in Physical Geography*, 27 (1), 130-141.
- BRUNET, J., 1995. Theories and practice of the conservation of our heritage of rock art. Concrete examples of interventions in natural climatic environment. In: THORN, A.; BRUNET, J. eds. *Preservation of rock art*. Melbourne: Australian Rock Art Research Association, 1-11.
- BRUNET, J., VIDAL, P.; VOUVÉ, J., 1987. *The conservation of rock art. Two studies. Illustrated glossary*. Paris: UNESCO.
- BRUNET, J.; VIDAL, P., 1993. Elimination de surcharges des tracés préhistoriques: Quelques exemples de la grotte du Cro de Granville à Rouffignac (France). In: *ICOM Committee for Conservation Triennial Meeting*. Paris: ICOM Committee for Conservation, 837-841.
- BRUNET, J., DANGAS, I.; VIDAL, P., 1995. Consolidating prehistoric rock art: The future today *International Newsletter on Rock Art*, 10, 17-20.
- CABRAL, J.; COELHO, C. (Eds.). 2002. *Proposta de criação do Parque Arqueológico do Vale do Côa*. Vila Nova de Foz Côa: IDAD; PAVC.
- CARTER, N. E. A.; VILES, H. A., 2005. Bioprotection explored: The story of a little known earth surface process. *Geomorphology*, 67 (3-4), 273-281.
- CERVENY, N. V., 2005. *A weathering-based perspective on rock art conservation*. Thesis (PhD). Arizona State University, Tempe.

- CHALOUPKA, G., 1978. Rock art deterioration and conservation in the "Top End" of the Northern Territory. In: PEARSON, C. ed. *Conservation of Rock Art. Proceedings of the International Workshop on the Conservation of Rock Art, Perth, September 1977*. Sidney: Institute for the Conservation of Cultural Material, 75-80.
- CHEN, J., BLUME, H. P.; BEYER, L., 2000. Weathering of rocks induced by lichen colonization - a review. *Catena*, 39 (2), 121-146.
- CLOTTE, J., 1998. The "Three Cs": Fresh avenues towards European Palaeolithic art. In: CHIPPINDALE, C.; TAÇON, P. eds. *The archaeology of rock art*. Cambridge: Cambridge University Press, 112-129.
- DANDRIDGE, D., 1999. Rock art, vegetation and fire. *La Pintura*, 25 (4), 4-5.
- DE LOS RIOS, A., WIERZCHOS, J.; ASCASO, C., 2002. Microhabitats and chemical microenvironments under saxicolous lichens growing on granite. *Microbial Ecology*, 43 (1), 181-188.
- DEVLET, E.; DEVLET, M., 2002. Heritage protection and rock art regions in Russia. In: CHALMIN, E. ed. *L'art avant l'histoire. La conservation de l'art préhistorique*. Paris: SFIIC, 87-94.
- EGLI, M., MIRABELLA, A., SARTORI, G., ZANELLI, R.; BISCHOF, S., 2006. Effect of North and South exposure on weathering rates and clay mineral formation in Alpine soils. *Catena*, 67 (3), 155-174.
- ERCANOGLU, M., GOKCEOGLU, C.; VAN ASCH, T. W. J., 2004. Landslide susceptibility zoning north of Yenice (NW Turkey) by multivariate statistical techniques. *Natural Hazards*, 32 (1), 1-23.
- EVANS, S. G., MUGNOZZA, G., STROM, A. L., HERMANN, R. L., ISCHUK, A.; VINNICHENKO, S., 2006. Landslides from massive rock slope failure and associated phenomena. In: EVANS, S. G., MUGNOZZA, G., STROM, A. L.; HERMANN, R. L. eds. *Landslides from Massive Rock Slope Failure. Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on Massive Rock Slope Failure: New Models for Hazard Assessment, Celano, Italy, 16-21 June 2002*. Dordrecht: Springer, 03-52.
- FERNANDES, A. P. B., 2004. O Programa de Conservação do Parque Arqueológico do Vale do Côa: Filosofia, objectivos e acções concretas. *Revista Portuguesa de Arqueologia*, 7 (1), 5-37.
- FERNANDES, A. P. B., 2005. Programa de conservação do Parque Arqueológico do Vale do Côa: Primeiros resultados da estação sismológica e da estação meteorológica em funcionamento no PAVC. *Côavisão*, 7, 159-166.
- FERNANDES, A. P. B., 2008a. O papel da classificação na inventariação e salvaguarda da arte rupestre e demais sítios arqueológicos do Vale do Côa. In: LIMA, A. C. P., BAPTISTA, A. M., COIXÃO, A., LUÍS, L.; RODRIGUES, M. eds. *Investigar e Valorizar o Património. Estudos Judaicos, Sítios Arqueológicos e Visitantes. Fórum Valorização e Promoção do Património Regional. Vol. II*. Porto: ACDR de Freixo de Numão, 64-69.
- FERNANDES, A. P. B. (Ed.). 2008b. *A arte da conservação: Técnicas e métodos de conservação em arte rupestre. Actas das Sessões do 3º Congresso de Arqueologia de Trás-os-Montes, Alto Douro e Beira Interior. Volume 2*. Porto: ACDR de Freixo de Numão.
- FERREIRA, A. B., 1978. *Planaltos e montanhas do Norte da Beira. Estudo de geomorfologia*. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos.
- FERREIRA, A. B., 1993. As rãs em Portugal. Significado geomorfológico e estratigráfico. In: CARVALHO, G. S., FERREIRA, A. B.; SENNA-MARTINEZ, J. C. eds. *O Quaternário em Portugal. Balanço e perspectivas*. Lisboa: Colibri, 7-15.
- FITZNER, B., HEINRICHS, K.; LA BOUCHARDIERE, D., 2004. The Bangudae Petroglyph in Ulsan, Korea: studies on weathering damage and risk prognosis. *Environmental Geology*, 46, 504-526.
- FRY, E. J., 1927. The mechanical action of crustaceous lichens on substrata of shale, schist, gneiss, limestone, and obsidian. *Annals of Botany* 41, 437-460.
- GONZALEZ, J. M., PORTILLO, M. C.; SAIZ-JIMENEZ, C., 2008. Bacterial diversity in the cave of Altamira. *Coalition*, 15, 2-6. Disponível em: <http://www.rtphc.csic.es/PDF/NL15.pdf> [Acesso em: 13 de Abril 2008].
- HALL, K., AROCENA, J. M., BOELHOUWERS, J.; LIPING, Z., 2005. The influence of aspect on the biological weathering of granites: observations from the Kunlun Mountains, China. *Geomorphology*, 67 (1-2), 171-188.
- HIRSCH, P., ECKHARDT, F. E. W.; PALMER Jr, R. J., 1995. Methods for the study of rock-inhabiting microorganisms - A mini review. *Journal of Microbiological Methods*, 23 (2), 143-167.

- HUTCHINSON, J. N., 2006. Massive rock slope failure: Perspectives and retrospectives on state-of-the-art. In: EVANS, S. G., MUGNOZZA, G., STROM, A. L.; HERMANN, R. L. eds. *Landslides from Massive Rock Slope Failure. Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on Massive Rock Slope Failure: New Models for Hazard Assessment, Celano, Italy, 16-21 June 2002*. Dordrecht: Springer, 619-662.
- IGM; VISA. 2000. *Estudo integrado de exploração, impacte ambiental e recuperação paisagística para o núcleo de pedreiras do Poio*. IGM; VISA.
- INMG. 1991. *Normais climatológicas da região de "Trás os Montes e Alto Douro e Beira Interior", correspondentes a 1951-1980*. Lisboa. Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica. (XLIX).
- LAMBERT, D., 1989. *Conserving Australian rock art: A manual for site managers*. Canberra: Aboriginal Studies Press.
- MALAURENT, P., BRUNET, J., LACANTER, D., CALTAGIRONE, J., GENESTE, J.; SIRE, M., 2007. Digital modelling and the preservation of cultural heritage: Application at Lascaux *International Newsletter on Rock Art*, 48 (15-19).
- MEIKLEJOHN, K. I., HALL, K.; DAVID, J. K., 2009. Weathering of rock art at two sites in the KwaZulu-Natal Drakensberg, southern Africa. *Journal of Archaeological Science*, 36, 973-979.
- MOTTERSHEAD, D.; LUCAS, G., 2000. The role of lichens in inhibiting erosion of a soluble rock. *Lichenologist*, 32, 601-609.
- MOTTERSHEAD, D. N., BAILY, B., COLLIER, P.; INKPEN, R. J., 2003. Identification and quantification of weathering by plant roots. *Building and Environment*, 38 (9-10), 1235-1241.
- PAU-PRETO, F.; LUÍS, L., 2003. Plano de ordenamento de parque arqueológico: uma nova figura de planeamento. *Planeamento: Revista de Urbanismo e Ordenamento do Território*, 1, 73-79.
- RIBEIRO, M. L., 2001. *Carta geológica simplificada do Parque Arqueológico do Vale do Côa. Esc. 1: 80 000. Notícia explicativa*. Vila Nova de Foz Côa: Parque Arqueológico do Vale do Côa.
- ROMÃO, P. M. S., 1999. *Colonização líquénica nas rochas xistosas do Parque Arqueológico do Vale do Côa*: Report done under a consultancy agreement with the Côa Valley Archaeological Park.
- RODRIGUES, J. D., 1999. *Conservação da arte rupestre do Parque Arqueológico do Vale do Côa*. Lisboa: LNEC.
- RODRIGUES, J. D., 2003. Histórias com água e pedras. Nem sempre mole, nem sempre duras. In: FERREIRA, M. P. V. ed. *A geologia de engenharia e os recursos geológicos*. Vol. II. Coimbra: Imprensa da Universidade, 419-436.
- RODRIGUES, J. D.; SARAIVA, J. A. G., 1985. *Experimental and theoretical approach to the study of the mechanism of wind erosion of stone in monuments*. Lisboa: LNEC Memória n° 654.
- RODRIGUES, J. D.; GROSSI, A., 2007. Indicators and ratings for the compatibility assessment of conservation actions. *Journal of Cultural Heritage*, 8, 32-43.
- SACCHI, D., 1995. Brèves remarques à propos du site d'art rupestre de Foz Côa (Portugal), de son importance et de son devenir. *Trabalhos de Antropologia e Etnologia*, 35 (4), 519-522.
- ST. CLAIR, L. L.; SEAWARD, M., 2004. Biodeterioration of rock substrata by lichens: Progress and problems. In: ST. CLAIR, L. L.; SEAWARD, M. eds. *Biodeterioration of stone surfaces: Lichens and biofilms as weathering agents of rocks and cultural heritage*. Dordrecht: Springer, 1-8.
- SULLIVAN, S., 1978. Conservation of Aboriginal art in New South Wales. In: PEARSON, C. ed. *Conservation of Rock Art. Proceedings of the International Workshop on the Conservation of Rock Art, Perth, September 1977*. Sidney: Institute for the Conservation of Cultural Material, 71-74.
- SUMMERFIELD, M., 1991. *Global geomorphology: An introduction to the study of landforms*. Harlow: Longman.
- TRATEBAS, A. M., 2004. Biodeterioration of prehistoric rock art and issues in site preservation. In: ST. CLAIR, L.; SEAWARD, M. eds. *Biodeterioration of Stone Surfaces: Lichens and Biofilms as Weathering Agents of Rocks and Cultural Heritage*. Dordrecht: Springer, 195-228.
- VANSKA, H., 2001. *An evaluation of the role of lichens in the biodeterioration of rock surfaces with ancient petroglyphs (engravings) in the Côa Valley Archaeological Park in Portugal. Preliminary Report No. 1 from the visit to the Côa Valley Archaeological Park during the Field Seminar of the RockCare Project in Foz Côa (Portugal)*. Goteburg, Sweden: RockCare.

VELUDO, I., MATIAS, L., and COSTA, P. T., 2008. Monitorização sísmica do território do Parque Arqueológico do Vale do Côa. In: FERNANDES, A. P. B. ed. *A arte da conservação: Técnicas e métodos de conservação em arte rupestre. Actas das Sessões do 3º Congresso de Arqueologia de Trás-os-Montes, Alto Douro e Beira Interior. Volume 2*. Porto: ACDR de Freixo de Numão, 12-28.

VILES, H. A., 2005. Microclimate and weathering in the central Namib Desert, Namibia. *Geomorphology*, 67 (1-2), 189-209.

VOUVÉ, J., 1989. Essai sur le techniques conjuguées en Geosciences appliquées a la sauvegarde de grottes ornées. *Studies in Conservation*, 34 (1), 27-37.

VOUVÉ, J., BRUNET, J., VIDAL, P., and MARSAL, J., 1983. Les oeuvres rupestres de Lascaux (Montignac, France): Maintien des conditions de conservation. *Studies in Conservation*, 28 (3), 107-116.

WALDERHAUG, O., and WALDERHAUG, E. M., 1998. Weathering of Norwegian rock art – a critical review. *Norwegian Archaeological Review*, 31, 119-139.

WATCHMAN, A., 1996. A review of the theory and assumptions in the AMS dating of the Foz Côa petroglyphs, Portugal. *Rock Art Research*, 13 (1), 21-30.

WARSCHEID, T., and BRAAMS, J., 2000. Biodeterioration of stone: a review. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 46 (4), 343-368.

WILSON, M. J., 2004. Weathering of rocks by lichens with special reference to stonework: A review. In: MITCHELL, D. J., and SEARLE, D. E. eds. *Stone Deterioration in Polluted Urban Environments*. Enfield: Science Publishers, 51-60.

WYLIE, F. R., WALSH, G. L., and YULE, R. A., 1987. Insect damage to aboriginal relics at burial and rock-art sites near Carnarvon in central Queensland. *Journal of the Australian Entomological Society*, 26, 335-345.

YALCIN, A., and BULUT, F., 2007. Landslide susceptibility mapping using GIS and digital photogrammetric techniques: A case study from Ardesen (NE-Turkey). *Natural Hazards*, 41 (1), 201-226.

ZILHÃO, J., 1998. The rock art of the Côa Valley, Portugal: Significance, conservation and management. *Conservation and Management of Archaeological Sites*, 2 (4), 193-206.

ZILHÃO, J., AUBRY, T., CARVALHO, A. F., BAPTISTA, A. M., GOMES, M. V., and MEIRELES, J., 1997. The rock art of the Côa Valley (Portugal) and its archaeological context: First results of current research. *Journal of European Archaeology*, 5 (1), 7-49