

**AVALIAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MONITORAMENTO COM IMAGENS DIGITAIS PARA A CONSERVAÇÃO PREVENTIVA DE PINTURAS RUPESTRES**

***EVALUATION OF A MONITORING METHODOLOGY WITH DIGITAL IMAGES FOR THE PREVENTIVE CONSERVATION OF CAVE PAINTINGS***

Leandro Surya  
Mércia Carréra  
Sérgio Floquet

PAPER

Como citar este artigo:

SURYA, Leandro; CARRÉRA, Mércia; FLOQUET, Sérgio. Avaliação de uma metodologia de monitoramento com imagens digitais para a conservação preventiva de pinturas rupestre. In: *Cadernos do Lepaarq*, v. XV, n.30., p. 147-161, Jul-Dez. 2018.

ISSN 2316 8412



## Avaliação de uma metodologia de monitoramento com imagens digitais para a conservação preventiva de pinturas rupestres

Leandro Surya<sup>a</sup>

Mércia Carréra<sup>b</sup>

Sérgio Floquet<sup>c</sup>

**Resumo:** O intuito deste artigo é apresentar uma metodologia para o monitoramento de sítios arqueológicos visando à conservação preventiva de pinturas rupestres. Para tal, foram estudadas as metodologias de Processamento e Análise Digital de Imagens (PADI), que foram aplicadas ao contexto das pesquisas em Arqueologia. O monitoramento consistiu no registro fotográfico periódico (uma vez ao mês durante dois anos) de determinados conjuntos de pinturas de sete sítios arqueológicos localizados no Parque Nacional Serra da Capivara. As imagens obtidas foram comparadas por meio de seus histogramas. Um dos resultados foi uma métrica de medição por meio da contagem dos pixels das imagens. A metodologia de monitoramento, apesar de ainda estar nos seus primeiros testes, apresentou-se eficiente e promissora na identificação de alterações no suporte rochoso e nas pinturas rupestres.

**Abstract:** The aim of this article is to present a methodology for the monitoring of archaeological sites aiming at the preventive conservation of cave paintings. For this, the methodologies of processing and digital image analysis - PADI - were studied and applied to the context of the researches in Archeology. The monitoring consisted of the periodic photographic record (once a month for two years) of certain sets of paintings from seven archaeological sites located in the Serra da Capivara National Park. The images obtained were compared by means of histograms. One of the results was a measurement metric by counting the pixels of the images. The monitoring methodology, although still in its first tests, was efficient and promising in the identification of alterations in rocky support and rock paintings.

**Palavras Chave:**

Monitoramento de pinturas rupestres; Fotografia digital; Arqueologia; Conservação preventiva.

**Keywords:**

Monitoring of cave paintings; Digital photography; Archaeology; Preventive Conservation.

<sup>a</sup> Universidade Federal do Vale do São Francisco (Univasf), Brasil; Colegiado de Arqueologia, Doutor em Arqueologia, pesquisa financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil; via edital Universal. E-mail: leandro.surya@univasf.edu.br

<sup>b</sup> Faculdade Damas da Instrução Cristã (FADIC), Brasil; Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Doutora em Arqueologia.

<sup>c</sup> Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Brasil; Colegiado de Engenharia Civil, Doutor em Física.

## INTRODUÇÃO

Os registros rupestres, sem dúvida, representam uma das mais importantes evidências arqueológicas. O seu estudo possibilita conhecer diferentes aspectos do passado humano, tais como etnicidade, processos de migração, relações com fauna e flora, vida social e imaginário. Um grande número de publicações sobre pinturas rupestres explora tanto o seu potencial acadêmico quanto o artístico, onde duas linhas de pesquisa acadêmica podem ser identificadas. A primeira, com característica mais interpretativa, busca compreender os registros rupestres a partir da análise dos signos gráficos e suas inter-relações, observando as temáticas, as cenografias e as sobreposições, dentre outros. A referida linha é direcionada à classificação dos elementos gráficos presentes, sem necessariamente se ater aos significantes e significados. Um exemplo dessa linha interpretativa são os grandes esforços nas pesquisas em busca da identificação e estabelecimento de tradições como as do Nordeste, Agreste e São Francisco (GUIDON, 1984; PROUS, 1992; MARTIN, 1996; PESSIS, 1989, 2005). A segunda linha possui esforços voltados para a conservação dos registros rupestres, onde aspectos metodológicos e técnicos são direcionados para o combate a fatores naturais destrutivos – como galerias de cupins, vespas, abelhas e exus, deslocamentos rochosos; fatores químicos (GUILLAMET, 2000; BRINK, CAMPBELL, 2003; BEDNARIK, 2002; ROSENFELD 1988); e fatores antrópicos – como pichações, vandalismos, incêndios (LAMBERT, 1989; STRECKER, TABOADA TELLEZ, 1995; YATTES, BUTLIN, HOUSTON, 1999).

Na perspectiva de conservação das pinturas rupestres poucos trabalhos estão voltados para o monitoramento. Apesar de existirem propostas de conservação preventiva como, por exemplo, o caso do Parque Valcamônica, na Itália (VALECAMONICA, 2014), em termos de monitoramento, ainda se carece de modelos que realmente controlem o nível de alteração e, principalmente, tratem da conservação não apenas de maneira pontual, mas sim contínua. Na área do Parque Nacional Serra da Capivara (PARNA), destacam-se os esforços de Lage (2007, 1999, 1998a, 1998b), Lage, Guidon e Borges (2007), Lage et al. (2002), os quais abordam diferentes perspectivas de conservação de pinturas, em que predominam as ações interventivas. Ações de conservação preventiva baseadas no estabelecimento de parâmetros de medições de alterações das próprias pinturas rupestres ainda são raros em termos internacionais (ROGERIO-CANDELERIA, 2013, 2012, 2011).

Por conseguinte, o intuito desta pesquisa é propor e avaliar uma metodologia para o monitoramento de sítios arqueológicos visando à conservação preventiva de pinturas rupestres. É consenso entre pesquisadores que atuam na área do PARNA que a percepção visual de diferentes pinturas em diversos sítios arqueológicos teria se tornado opaca, sendo que elas apresentariam uma espécie de aceleração do desgaste em termos de cores. Como medir se essas perdas realmente ocorreram? Como avaliar a modificação e desgaste em uma mancha gráfica de um sítio arqueológico?

Neste sentido, dois problemas principais foram abordados: um envolvendo o uso de fotografias digitais como instrumento de avaliação de processos de alteração em pinturas rupestres (foco para este artigo) e outro analisando a influência da vegetação do entorno dos sítios arqueológicos em processos de alteração das pinturas.

Diversas publicações tratam do potencial de exploração do uso de ferramentas computacionais em estudos de pinturas rupestres (CLOGG, DIÁZ-ANDREU, LARKMAN, 2000; SANZ et al., 2013), dentre essas, algumas técnicas como *Edge detection e thresholding* foram trabalhadas. Porém, a ideia de utilizar os recursos da fotografia digital aplicado ao monitoramento e à conservação de pinturas rupestres ainda não foi explorada. Na metodologia proposta, utilizaremos os modelos já conhecidos principalmente nas áreas das engenharias e da computação, adaptados para a problemática própria da pesquisa arqueológica. Trata-se do Processamento e Análise Digital de Imagens (PADI), que consiste na utilização de operações matemáticas para alterar os valores dos *pixels* de imagens digitais, de modo a facilitar sua visualização e extrair dados quantita-

tivos. De acordo com Gomes (2001, p. 21), a utilização do PADI abre novas perspectivas para a caracterização de materiais, “pois permite fazer medidas impossíveis de serem realizadas manualmente e confere maior reprodutibilidade, confiabilidade e velocidade ao processo”. Além disso, permite o uso de técnicas de reconhecimento de padrões e inteligência artificial para automatizar procedimentos de classificação.

A Figura 1 apresenta de maneira esquemática as etapas que constituem o método apresentado. O PADI pode ser dividido em duas técnicas: o Processamento Digital de Imagens (PDI) e a Análise Digital de Imagens (ADI). O PDI trata do uso de operações matemáticas para alterar os valores dos *pixels* de uma imagem digital, de modo a facilitar sua visualização ou preparar a imagem para ser analisada pelo próprio computador. Já a ADI consiste na extração e tratamento de dados quantitativos de imagens digitais. Através da ADI, é possível realizar medições mais rápidas, precisas e acuradas, possibilitando ainda a realização de medidas impossíveis de serem executadas manualmente (GOMES, 2001). Comumente, o termo Processamento Digital de Imagens é usado referindo-se globalmente a ambas as técnicas, PDI e ADI.

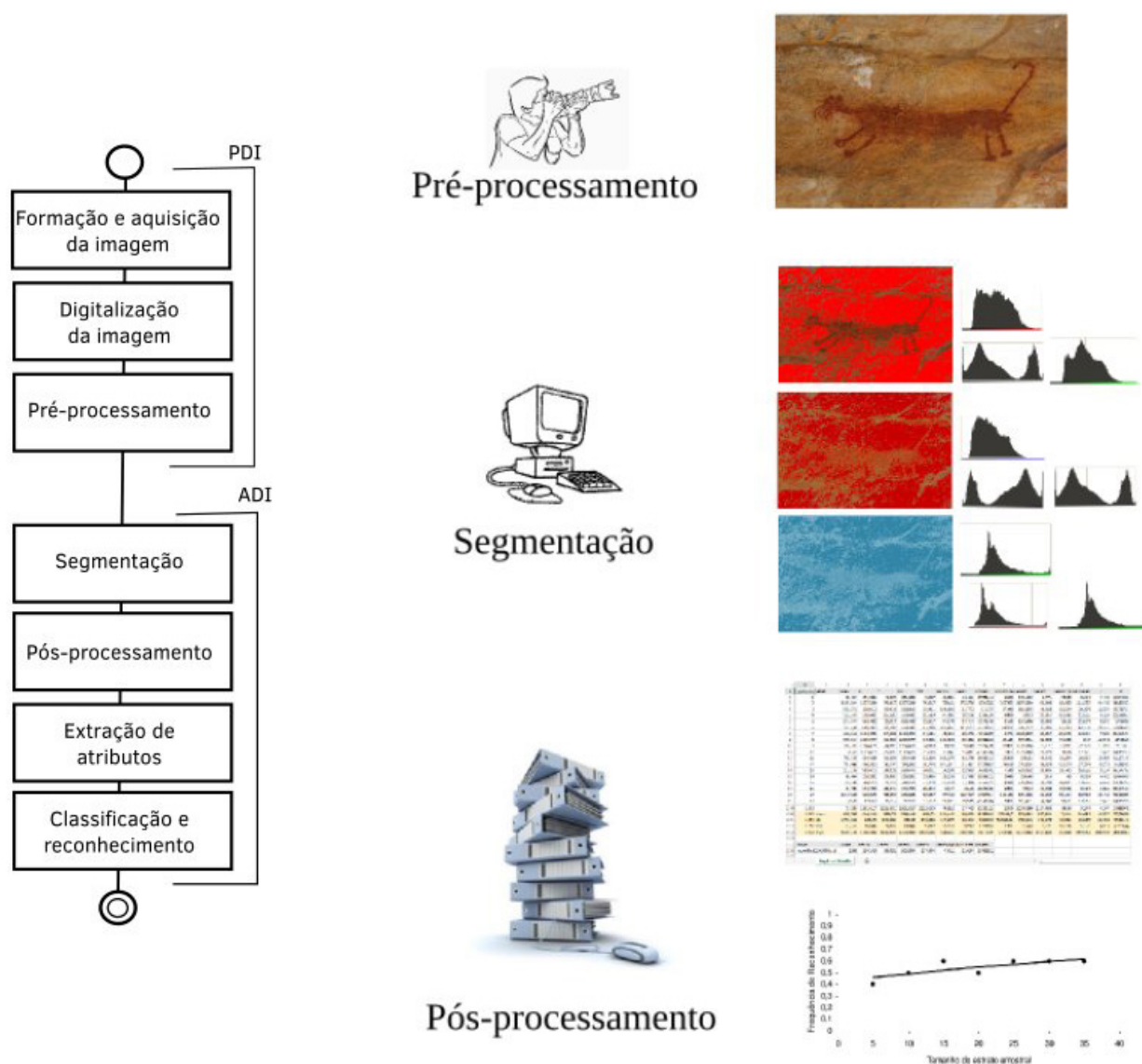


Figura 1: Etapas que constituem o método proposto de maneira esquemática. Fonte: O autor.

Portanto, o PADI será constituído pelas seguintes etapas: formação da imagem – relação entre a capacidade e qualidade do equipamento que captura a imagem (objetivas e luminosidade, verossimilhança de cores, por exemplo); e digitalização da imagem – momento de transformar efetivamente a imagem em sua representação numérica inicial. A partir dessa etapa, será possível realizar operações em cada *pixel* da imagem: pré-processamento – momento de adequar a qualidade dos *pixels* da imagem para que seja possível cumprir as análises desejadas; segmentação – processo em que a imagem digital é separada ou dividida em uma ou mais partes denominadas de segmentos (cada segmento deve ser capaz de permitir a diferenciação entre si de forma automática, por meio da similaridade e diferença dos *pixels*, e esse momento é considerado o mais crítico do PADI, pois quaisquer erros ou distorções presentes poderão até mesmo invalidar os resultados do processo); pós-processamento – é a fase em que as características definidas no momento anterior podem ser aumentadas, realçadas, suavizadas e corrigidas de distorções; extração de atributos – momento em que se transformam as características da imagem em dados quantitativos a serem utilizados na pesquisa; e, finalmente, o reconhecimento de padrões e classificação – objetivando realizar de forma automática a identificação e a classificação dos segmentos já destacados na imagem.

Para se compreender a potencialidade das imagens digitais, é preciso descrevê-las enquanto conceito – são imagens bidimensionais – empregando um código binário, de modo a permitir o seu processamento, transferência, impressão ou reprodução. Há dois tipos principais de imagem digital: imagens de rastreo (*raster*) e imagens vetoriais (*vetor*).

Neste projeto, foram trabalhadas imagens do tipo *raster*, que são imagens formadas por um conjunto de pontos definidos por valores numéricos, onde cada ponto representa um *pixel*. O *pixel* é a menor unidade de uma imagem digital, sendo composto por um conjunto de três pontos: vermelho (Red – R), verde (Green – G) e azul (Blue – B). Cada um desses pontos é capaz de exibir no sistema RGB com 256 tonalidades diferentes (equivalente a oito bits). Combinando-se tonalidades dos três pontos, pode-se exibir pouco mais de 16,7 milhões de cores diferentes. Portanto, o conjunto de *pixels* de uma imagem digital pode ser entendido como uma matriz representativa da quantidade de luz captada pelo sensor da máquina fotográfica digital.

A hipótese que sustenta essa metodologia é a de que, potencialmente, imagens digitais das pinturas rupestres, desde que fotografadas com o devido cuidado técnico necessário, podem conter dados matriciais que indiquem processos de alteração ou deterioração capazes de serem mensurados por meio do uso do PADI. Neste sentido, a coleta de dados – fotografia das pinturas rupestres – foi executada buscando uma padronização na captação das imagens. Isso implicou seleção e desenvolvimento de procedimentos técnicos para fotografar nos sítios arqueológicos. As imagens obtidas deveriam possuir uma verossimilhança nas cores, buscando uma maior proximidade da “realidade” em termos morfológicos, cromáticos, texturais e estruturais. A padronização foi necessária, pois a mesma imagem foi fotografada pelo menos uma vez por mês durante 24 meses (fase do experimento). Logo, aspectos como ângulo, distância focal, ISO, abertura do diafragma e velocidade de obtenção foram cuidadosamente observados e repetidos sempre que uma nova fotografia foi produzida.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia aplicada ocorreu nas seguintes etapas:

### ***a) escolha dos sítios de pintura dentro do conjunto existente na área do Parque Nacional Serra da Capivara.***

Foi escolhido um conjunto em um cânion conhecido pelo nome de Desfiladeiro da Capivara. Os sítios foram os seguintes: Toca Pequena da Areia – TA, Toca Nova da Estrada – TNE, Toca do Pajaú – TP, Toca da Entrada do Pajaú – TEP, Toca do Barro – TB e Toca do Paraguaio – TPO (Figura 2). A escolha dessas áreas se deu por conta da ocorrência de diversos

processos de degradação. Por exemplo, no TEP, a ação eólica constante causa o desprendimento de partículas de arenito, que servem de suporte para as pinturas, fragmentando-as (Lage: 2002).

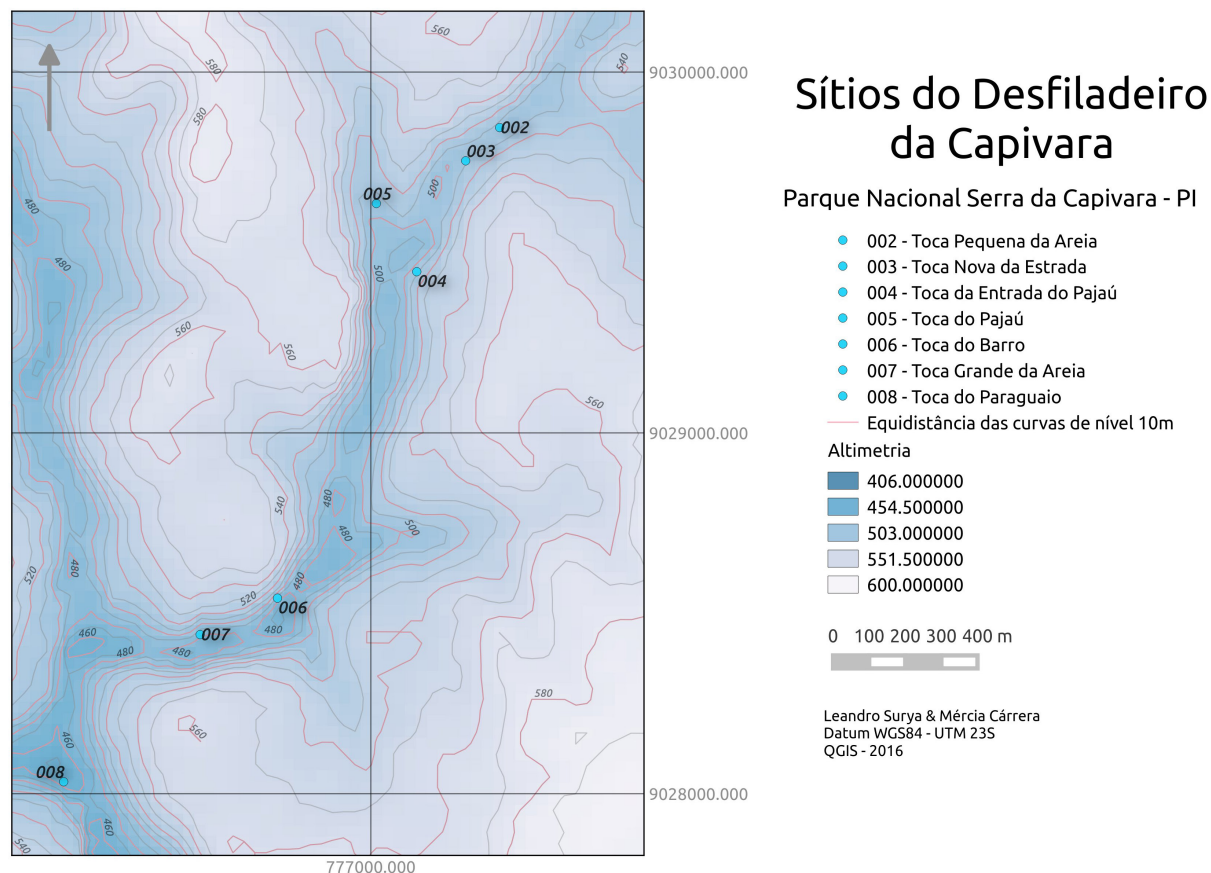


Figura 2: Distribuição dos sítios em estudo. Fonte: O autor.

**b) determinação do conjunto de pinturas a serem fotografadas.**

Nessa etapa, cada um dos sítios foi estudado individualmente. Considerando-se itens como tamanho, cor, tipo de suporte e distância em relação à superfície, delimitou-se cada conjunto de pinturas a serem monitoradas. O grau de intemperismo também foi levado em conta, pois partiu-se da premissa de que figuras já em processo de degradação poderiam expressar de maneira mais fácil um resultado no monitoramento.

**c) processo de aquisição de imagem.**

O levantamento fotográfico dos sítios de pintura rupestre ocorreu utilizando uma máquina DSLR Nikon D200 e uma objetiva Sigma 50mm 1:2.8 DG macro D. Utilizou-se para controle da luminosidade e correção do equilíbrio de cores o fotômetro Sekonic Litemaster Pro L-478DR e o Color Checker Passport X-rite. As dificuldades começaram a surgir nessa etapa com os diferentes planos de suporte rochoso para as pinturas em uma mesma área do sítio, o que poderia levar a distorções na captação da imagem. Também diferentes alturas das pinturas em relação ao solo levariam a outras formas de distorção, figuras muito altas tenderiam a ficar esticadas e figuras muito próximas ao solo tenderiam a ficar achatadas.

Para cada conjunto fotografado, eram produzidas duas imagens. A primeira apresentava a pintura em si e o Color Checker, e a outra apenas as pinturas rupestres. O Color Checker é uma ferramenta com função múltipla, serve como escala de medida (possui uma régua em milímetros) e como escala de cores, sendo utilizada internacionalmente como padrão para



diversos campos na indústria. Todavia, na Arqueologia, seu uso ainda é restrito e, potencialmente, poderá proporcionar melhorias nos estudos envolvendo pinturas rupestres. Durante o tratamento do arquivo digital da imagem, a utilização dessa ferramenta permitiu a correção do balanço de cores e proporcionou um registro fidedigno delas. Ao fotografar, buscou-se a maior precisão em relação ao ângulo do suporte rochoso e as lentes da objetiva, isto é, quanto mais paralelas ambas fossem, menor distorção ocorreria. Isso foi de extrema importância devido à característica do monitoramento em si, que exige um retorno periódico para cada uma das pinturas fotografadas. Nesse caso, quanto menor a diferença de enquadramento de uma tomada, menor a quantidade de erros ao comparar diversas fotografias produzidas ao longo do monitoramento. É preciso destacar que as imagens eram obtidas sempre no mesmo horário ao longo do dia, buscando uma aproximação das condições de temperatura e luminosidade.

#### **d) o processamento das fotografias obtidas.**

Para o processamento das fotografias, foram utilizadas, dentre outras ferramentas de *software* livre, o GIMP, ImageJ e a linguagem de programação R. Essa última foi escolhida por possibilitar a superação dos riscos de desenvolver aplicações pouco flexíveis às reais necessidades da pesquisa arqueológica. O ambiente R possui um conjunto de pacotes que facilitam a manipulação de dados, cálculo e visualização gráfica, além de um conjunto de funções para cálculos sobre quadros de dados, particularmente para matrizes. Ademais, o R dispõe de uma grande coleção de ferramentas para análise de diversos tipos de dados, facilidades gráficas para análise e visualização em tela ou impressa (BEASLEY, 2004; MONTEIRO, 2006; TORGO, 2006; LANDEIRO, 2011; PROJETO R, 2012; R TEAM, 2012; ITANO; SANTOS, s/d, WHEATLEY; GILINGS, 2002; RUGG, 2007; DRENNAN, 2009).

## **RESULTADOS E ANÁLISES**

Em cada sítio estudado, várias manchas gráficas foram fotografadas em detalhes. As medidas das áreas avaliadas foram sendo modificadas conforme se ajustavam às técnicas de fotografia e às análises posteriores feitas em laboratório. Por meio da experimentação, acabou-se por adotar uma pequena porção da imagem denominada de Unidade de Acompanhamento da Imagem (UAI), na qual a medida estabelecida foi de 25 mm x 25 mm. A determinação de quais áreas da imagem seriam utilizadas foi arbitrária e forneceu os dados para a geração de cinco tipos de histogramas que serviram de base de comparação entre as fotografias.

A UAI-TPO-3, fotografada em 07 de junho de 2015 no sítio TPO, é apresentada na Figura 3. Nela são destacados os resultados gráficos das transformações em quatro momentos diferentes, contando-se da esquerda para a direita, padronização do balanço das cores (a partir do perfil de cores da escala do Color Checker), aplicação do *plugin* DStretch, conversão para tons de cinza (oito bits) e segmentação.

Na Figura 4, expõe-se a mesma UAI-TPO-3, já com os histogramas apresentados, os quatro abaixo representam, da esquerda para a direita, a contagem dos *pixels* relacionados com vermelho (R), verde (G) e azul (B), e numa escala de tons de cinza. O histograma na parte inferior da Figura 4 apresenta a quantidade de *pixels* em tons de cinza em relação à distância na área representada pela UAI.



Figura 3: UAI-TPO-3 fotografada em 07 de junho de 2015. Fonte: O autor.

Em um momento posterior, 07 de dezembro de 2015, a mesma UAI-TPO-3 foi novamente fotografada, e os resultados obtidos podem ser observados, seguindo o mesmo padrão de leitura apresentado, nas Figuras 5 e 6. Um dos principais fenômenos percebidos é a padronização dos dados obtidos nas curvas dos histogramas gerados, as quais tendem a repetir o seu formato, o que caracteriza o método como válido. Permitindo, dessa maneira, iniciar uma série de questões a respeito das alterações nas pinturas rupestres a partir das medidas feitas com as fotografias digitais.

Uma dessas questões está relacionada à distância focal no momento de obtenção da fotografia, diferentes distâncias não modificam o formato do histograma que contém a UAI. Ao observar o histograma da quantidade de *pixels* em tons de cinza em relação à distância na área na UAI-TPO-3, percebe-se uma pequena diferença na porção relacionada entre 70 mm e 80 mm, causada pela distância focal diferente em cada uma das fotografias. Um caminho para suprimir essa variação é a normalização dos dados. Isso ocorre justamente devido à grande dificuldade de se fotografar repetidamente, em diferentes momentos do tempo, a mesma pintura rupestre. Posicionar a máquina fotográfica exatamente na mesma posição espacial é uma tarefa quase impossível, mas, a partir de uma série de operações de cálculos, a execução da metodologia não ficou impossibilitada.



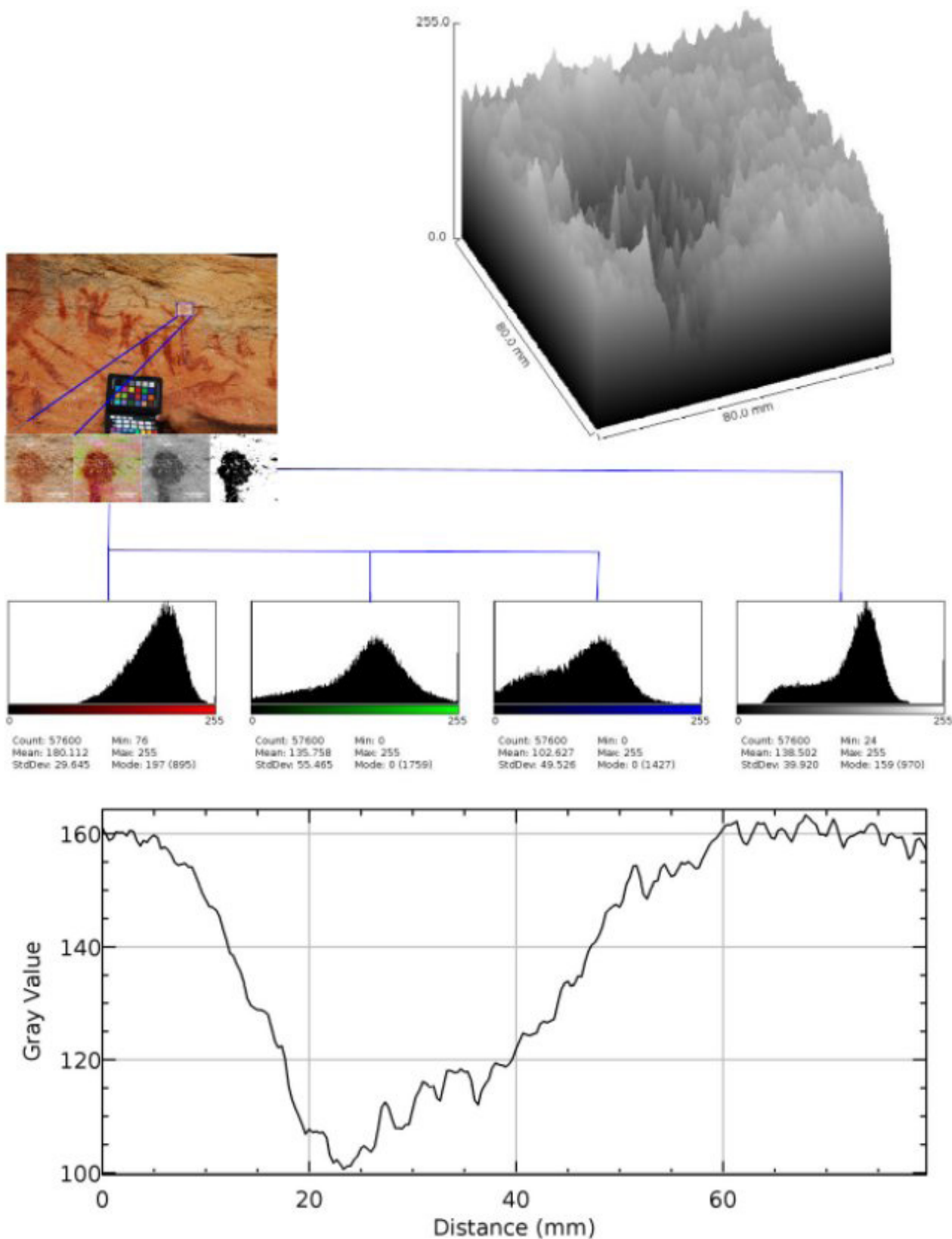


Figura 4: UAI-TPO-3 com os respectivos histogramas. Fonte: O autor.

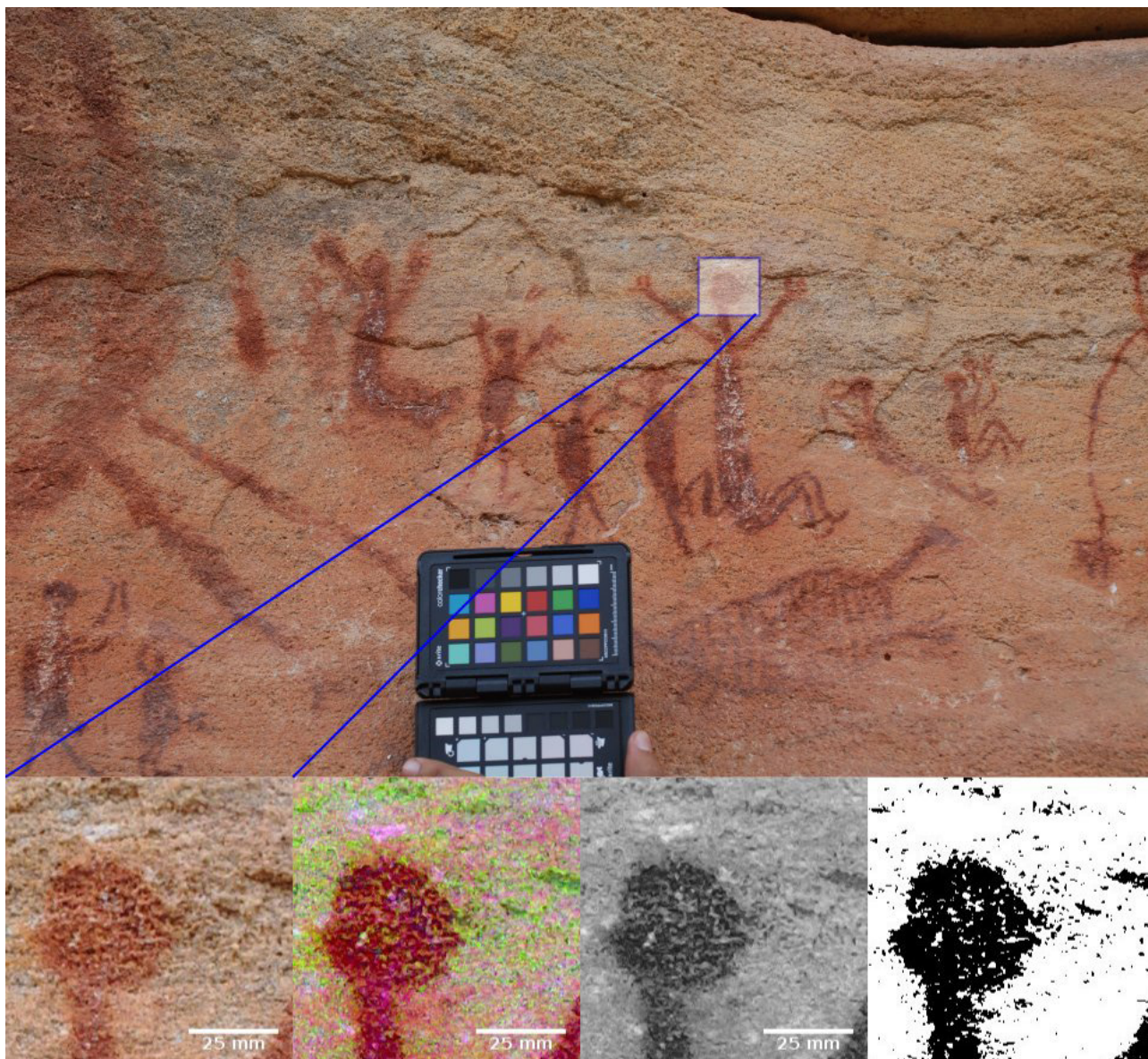


Figura 5: UAI-TPO-3 fotografada em 07 de dezembro de 2015. Fonte: O autor.

Durante todo o processo de monitoramento, nenhum tipo de alteração foi identificado na UAI-TPO-3, lembrando que foram pelo menos 24 imagens produzidas e analisadas. Além da UAI apresentada, diversas outras foram monitoradas nos sete sítios arqueológicos em estudo. A quantidade de dados coletados e avaliados foi suficiente para afirmar que o monitoramento é eficiente. Todavia, novos parâmetros estão sendo testados, buscando-se o aperfeiçoamento das técnicas e do método.

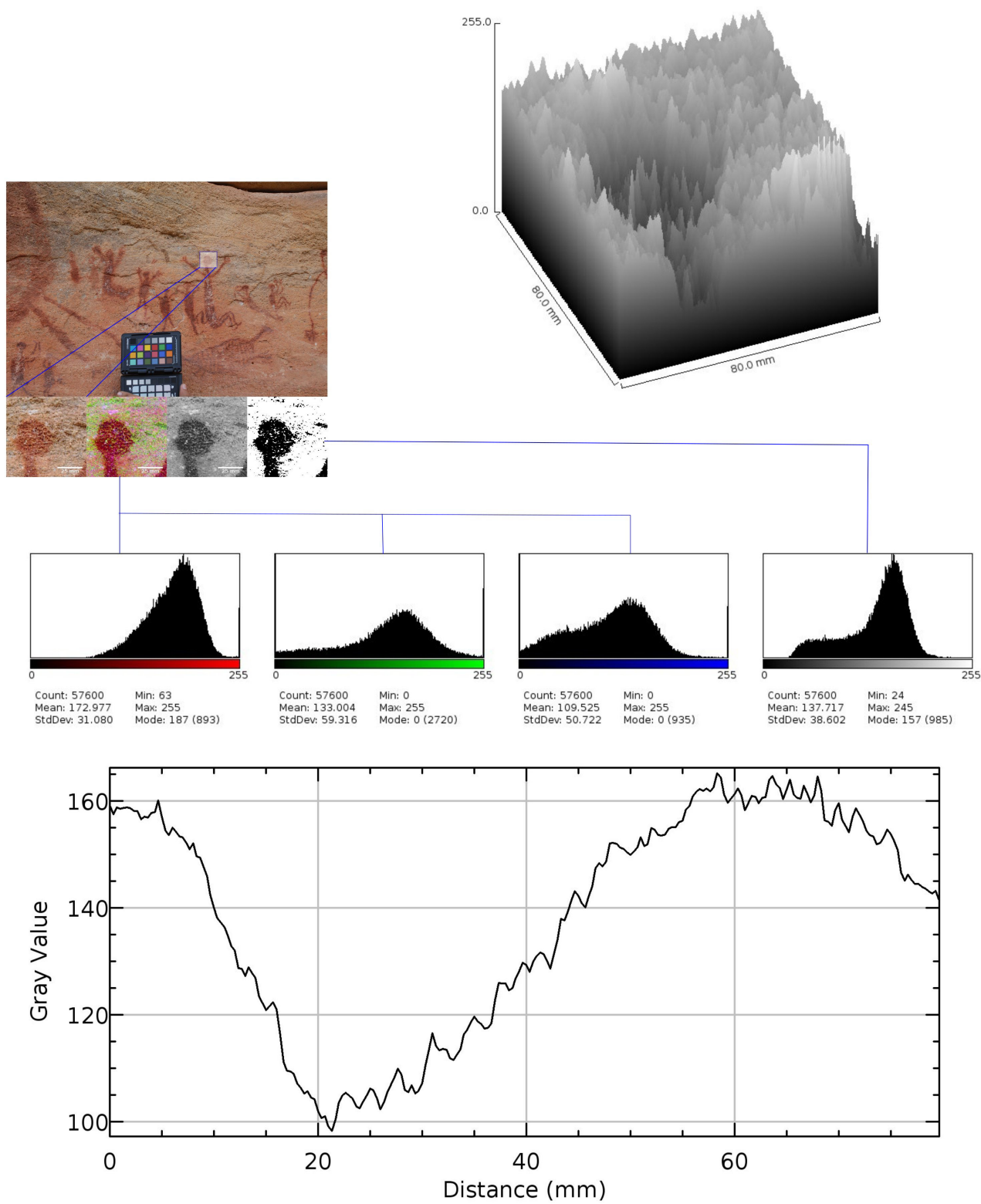


Figura 6: UAI-TPO-3 com os respectivos histogramas. Fonte: O autor.



## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A fotografia é, sem dúvida, uma ferramenta ainda pouco explorada em termos de monitoramento. No caso da Arqueologia, o seu potencial começa a ser utilizado, mas ainda de forma incipiente. Sem dúvida também, as técnicas para um registro adequado no monitoramento de pinturas rupestres avançaram nesta pesquisa. No entanto, ainda se faz necessário desenvolver outros elementos que possam auxiliar no monitoramento. A avaliação da metodologia trouxe como resultado a adoção de práticas de outras áreas como o uso do Color Checker para correção e captação de cores fidedignas, mostrando-se eficiente e potencializando as possibilidades para futuras pesquisas. Por exemplo, permitindo a catalogação e a codificação dos níveis de cor RGB das pinturas, potencializando assim análises de sua repetição em diferentes sítios arqueológicos.

Um dos desafios da pesquisa em sua continuidade é manter – ao longo do período de monitoramento – os mesmos cuidados na captação das imagens, pois, para garantir um resultado efetivo no momento de relacionar as diversas fotografias produzidas, a atenção com ângulo de tomadas, controle de iluminação e balanço de cores é essencial. Espera-se, portanto, com a continuidade das pesquisas, avançar o conhecimento no sentido de permitir desenvolver uma técnica de monitoramento que seja suficientemente simples de ser aplicada e possa ser utilizada em diversos ambientes em que existam sítios arqueológicos com pinturas rupestres pelo mundo.

Para isso, é preciso encarar diversos desafios, dentre os quais, destacam-se: testar melhores técnicas de segmentação de imagens e automatizar dos processos de análises.



## REFERÊNCIAS

- BEASLEY, Colin Robert. *Bioestatística usando o R*. Laboratório de Moluscos. Belém: Universidade Federal do Pará, 2004.
- BEDNARIK, Robert G. The survival of the Murujuga (Burrup) petroglyphs, *Rock Art Research* 19(1)(2002) 29-40.
- BRINK, Jack W., Campbell, Ian A. and Peterson, Arthur E. Experiments in rock art preservation at Writing-on-Stone Provincial park, Alberta, Canada. *International Newsletter on Rock Art (INORA)* 36 (2003) 17-23.
- CLOGG, Phil, DIÁZ-ANDREU, Margarita, LARKMAN, Brian. (2000) Digital Image Processing and the Recording of Rock Art. *Journal of Archaeological Science* (2000) 27, 837–843 doi:10.1006/jasc.1999.0522, available online at <http://www.idealibrary.com>
- DRENNAN, Robert. *Statistics for archaeologists*. Springer: London, 2009.
- ITANO, Fernando; SANTOS Soane Mota. *Tópicos de estatística utilizando o R*. Instituto de Matemática e Estatística da USP, s/d.
- GOMES, Otávio da Fonseca Martins. *Processamento e Análise de Imagens Aplicados à Caracterização Automática de Materiais*, Dissertação de Mestrado, PUC/Rio, Rio de Janeiro, 2001.
- GROHMANN, Carlos Henrique. *Introdução a análise digital de terreno com GRASS-SIG*. Instituto de Geociências, USP: São Paulo, 2008. Disponível em <http://www.igc.usp.br/pessoais/guano/grass.html>, consultado em 10/06/2014.
- GUILLAMET, Eudaud. Intervencions de conservació-restauració en pintura rupestre, *Cota Zero* 16 (2000) 111-9.
- KELLY, Roger. AND MCCARTHY, Daniel F. Effects of Fire on Rock Art. *American Indian Rock Art* 27 (2001) 169-176.
- LAMBERT, David. *Conserving Australian Rock Art: a manual for site managers*. Canberra: Aboriginal Studies Press, 1989.
- LANDEIRO, Victor Lemes. Introdução ao uso do programa R. INPA: Coordenação de pesquisa em Ecologia, 2011.
- LAGE, Maria da Conceição Soares Meneses. A conservação de sítios de arte rupestre. *Revista do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional*, v. 33, p. 95-107, 2007.
- LAGE, Maria da Conceição Soares Meneses. Dating of the Prehistoric Paintings of the Archaeological Area of the Serra da Capivara National Park. In: Matthias Stuecker; Paul Bahn. (Org.). *Dating and the earliest known Rock Art*. 1ª ed. Londres: Oxford, 1999, v. 1, p. 49-52.
- LAGE, Maria da Conceição Soares Meneses. (a). Preservação de sítios de arte rupestre do Parque Nacional Serra da Capivara - Piauí - Brésil. In: *Congresso Internacional de Arte Rupestre*, 1998, Vila Real - Portugal. Anais do Congresso Internacional de Arte Rupestre. Vila Real: Editora da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 1998. v. I. p. 58.
- LAGE, Maria da Conceição Soares Meneses. (b). Datações de Pinturas Rupestres da Área do PARNA Serra da Capivara. CLIO. Série Arqueológica (UFPE), Recife, v. 1, n.13, p. 203-213, 1998.
- LAGE, Maria da Conceição Soares Meneses; GUIDON, Niède ; BORGES, Jóina Freitas . Safeguard and conservation of the rock art at the Serra da Capivara National Park. *FUMDHAMENTOS*, v. 1, p. 47-56, 2007.
- LAGE, Maria da Conceição Soares Meneses; BORGES, Jóina Freitas ; ROCHA JÚNIOR, Simplício dos Santos . Sítios de Registros Rupestres: Monitoramento e Conservação. Mneme (Caicó. Online), RECIFE, v. 1, n.1, p. 01-24, 2005.
- LAGE, Maria da Conceição Soares Meneses ; PUCCIONI, Sívia ; FIGUEIREDO, Diva Maria ; ARRAES, Maria das Graças Medina ; FERREIRA, Marco Antônio Fonseca ; PÁDUA, Luís Evaldo de Moura ; CARVALHO, Eulália Maria Sousa ; MEDEIROS, Elizabeth . Intervention de Conservation sur un site: La Toca da Entrada do Pajau - Parc National de la Serra da Capivara (Piauí, Brésil). In: Régine Hocquette; Marcel Stefabnaggi; Pascal Bieret; Jacques Brunet. (Org.). *L'Art avant L'Histoire: La Conservation de l'Art Préhistorique*. 1ed. Paris: Ed. SFIIC, 2002, v. , p. 159-163.

- McCULLOCH Charles E., SEARLE, Shaley R. *Generalised, Linear and Mixed Models*. John Wiley and Sons Ltd, New York, 2001.
- MONTEIRO, Leandro Rabello. *Introdução à biometria utilizando R*. Laboratório de Ciências Ambientas CBB:UENF, 2006.
- PESSIS Anne-Marie. Apresentação gráfica e apresentação social na tradição Nordeste de Pintura rupestre do Brasil. In: *Revista Clio* número 5, serie arqueológica.recife, UFPE. 1989.
- PROJETO R. *What is R?* Consultado no site do Projeto R: <http://www.r-project.org/about.html> em 05/06/2012.
- PROUS, André. *O Brasil antes dos brasileiros, a pré-história do nosso país*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.
- R TEAM. *R data import/export*. ISBN 3-900051-10-0 . Development Core Team, 2012.
- RENFREW, Colin.; BAHN, Paul. *Archaeology: theories, methods and practice*. 4a ed. London: Thames and Hudson, 2004.
- RODGERS, Bradley. *The Archaeologist's Manual for Conservation: A Guide to Non-Toxic, Minimal Intervention Artifact Stabilization*. The Kluwer international series on computer supported cooperative work, 2004.
- ROGERIO-CANDELERA, M. A. Experiencias en la documentación de pintura rupestre utilizando técnicas de análisis de imagen: avances hacia el establecimiento de protocolos de documentación no invasivos. *Revista digital de arte rupestre*, nº6, 2013. Disponível em [http://www.cuadernosdearterupestre.es/servlet/s.SI?navegacion=n&sit=&r=ReP-29521-DETALLE\\_REPORTAJESABUELO](http://www.cuadernosdearterupestre.es/servlet/s.SI?navegacion=n&sit=&r=ReP-29521-DETALLE_REPORTAJESABUELO).
- ROGERIO-CANDELERA, Miguel Ángel, JURADO, Valme, LAIZ, L. SAIZ-JIMENEZ, C. (2011). Laboratory and in situ assays of digital image analysis based protocols for biodeteriorated rock and mural paintings recording. *Journal of Archaeological Science*, 38: 2571-2578.
- ROGERIO-CANDELERA, Miguel Ángel, MILLER, A.Z., DIONÍSIO, A., MACEDO, M.F., SAIZ -JIMENEZ, C. (2012). Técnicas no destructivas para la monitorización cuantitativa y cualitativa de procesos de biodeterioro en materiales pétreos. En M.I. Dias y J.L. Cardoso (eds.) *Actas do IX Congresso Ibérico de Arqueometria* (Lisboa, 2011). *Estudos Arqueologicos de Oeiras*, 19: 287-294.
- ROSENFELD, Andrée Jeanne. *Rock art conservation in Australia*. Special Australian Heritage Publication Series 2. Canberra: Australian Government Publishing Service. 2nd edition, 1988.
- ROSKAMS, Steve. *Excavation*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
- RUGG, Gordon. *Using Statistics*. Open University Press :Berkshire (England), 2007.
- SANZ, Inés Domingo, BONILLA, Valentín Villaverde de, MONTALVO, Esther López, LERNA, José Luis, CABRELLES, Miriam. Reflexiones sobre las técnicas de documentación digital del arte rupestre: la restitución bidimensional (2D) versus la tridimensional (3D). *Revista digital de arte rupestre*, nº6, 2013. Disponível em [http://www.cuadernosdearterupestre.es/servlet/s.SI?navegacion=n&sit=&r=ReP-29519-DETALLE\\_REPORTAJESABUELO](http://www.cuadernosdearterupestre.es/servlet/s.SI?navegacion=n&sit=&r=ReP-29519-DETALLE_REPORTAJESABUELO)
- SCHIFFER, Michael Brian. *Formation process of the archaeological record*. Salt Lake City: University of Utah, 1996.
- STRECKER, Matthias. and TABOADA TÉLLEZ Freddy. (eds.) *Administración y conservación de sitios de arte rupestre. Contribuciones al estudio del Arte Rupestre Sudamericano*. La Paz: Sociedad de Investigación del Arte Rupestre de Bolivia, 1995.
- SURYA, Leandro. *Investigação de um ambiente de tecnologias da informação e comunicação para a arqueologia brasileira*. Tese de doutorado. Universidade do Porto, 2011.
- VALECAMONICA. Monitoring and Good Practices for the Protection of the Heritage of UNESCO Site N. 94 "Rock Drawings in Valcamonica". Disponível em [www.vallecamonicaunesco.it/progetto-monitoraggio-tutela.php?lang=en](http://www.vallecamonicaunesco.it/progetto-monitoraggio-tutela.php?lang=en). Consultado em 12/06/2014.

YATES, T., BUTLIN, R. and HOUSTON, J. *Carved stone decay in Scotland. Assessment methodology handbook*. Edinburgh: Historic Scotland, 1999.

Recebido em: 19/01/2018

Aprovado em: 08/07/2018

Publicado em: 30/11/2018