

Aplicação da ferramenta de aprimoramento de imagens DStretch® em sítios rupestres: uma releitura do sítio Bom Nome IV (Pão de Açúcar, AL)

Carolina Guedes
Universidade de São Paulo
cmguedes@gmail.com

1 Introdução

Nos últimos dez anos, os métodos tradicionais de registro dos sítios rupestres, como as fotografias, os calques sobre plástico *polyane*, os desenhos sobre as leituras e observações realizadas em campo, vêm se valendo das ferramentas digitais de pós-produção de imagens¹. Essas ferramentas proporcionam "inúmeras vantagens, como inventários de pinturas mais comprehensíveis, calques mais precisos e objetivos e ajuda com estudos de sobreposição, enquanto que evitando o contato direto com os pigmentos"².

Além de auxiliarem no registro dos sítios rupestres, as diversas ferramentas digitais e softwares de pós-processamento de imagens, como o *Adobe Photoshop*[®] ou o software livre *ImageJ*[®], ajudam na identificação e no aprimoramento de pinturas e gravuras pouco visíveis nos sítios, se colocando como ferramentas importantes no auxílio à leitura dos grafismos rupestres. A partir da manipulação sobre os matizes e as tonalidades das pinturas, as imagens digitais são aprimoradas.

Desde 2005, uma importante ferramenta auxilia, de maneira inovadora, a leitura das pinturas rupestres. Trata-se da ferramenta de aprimoramento de imagens *DStretch*[®]. Desenvolvido por Jon Harman, esse *plug-in*, criado para rodar na plataforma do *ImageJ*[®], foi elaborado especialmente para os trabalhos nos sítios.

A proposta dessa ferramenta é aprimorar as imagens extremamente vestigiais, quase imperceptíveis ao olho humano, com a reordenação das tonalidades das pinturas. De acordo com Harman, "suas técnicas de aprimoramento de imagens podem destacar pictografias extremamente vestigiais, quase invisíveis aos olhos"³.

1. Agradeço ao Paulo Zanettini, à Zanettini Arqueologia e ao IPHAN/AL.

2. Jean-Loïc Le Quellec, Frédérique Duquesnoy e Claudia Defrasne. "Digital image enhancement with DStretch®: Is complexity always necessary for efficiency?". *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 2-2 (2015), pp. 55-67.

3. Jon Harman. "Using decorrelation stretch to enhance rock art images". In: *American Rock Art Research Association Annual Meeting*. sn. (maio 2005), p. 1.

A ferramenta *DStretch*[®] trabalha com a chamada decorrelação de bandas (em inglês, *decorrelation stretch*). Amplamente utilizada no sensoriamento remoto, a decorrelação é uma técnica de realce que minimiza a perda do espectro ótico do objeto observado, aprimorando qualquer imagem, principalmente aquelas imperceptíveis ao olho humano⁴.

O referido *plug-in* trabalha, precisamente, com essa técnica. Por meio de um algoritmo de aprimoramento de imagens – que manipula as intensidades dos matizes e das tonalidades das fotografias digitais, pela geração de colorações artificiais – intensifica e decifra os mais fracos vestígios de pigmentos nos sítios rupestres.

Na prática, ela modifica as combinações de cores de uma imagem original e cria novas combinações artificiais, para decifrar aquilo que dificilmente poderia ser compreendido, mesmo com a utilização das ferramentas tradicionais de pós-produção de imagens.

A figura abaixo (figura 1) apresenta dois exemplos de pós-produção sobre uma imagem original. Trata-se de uma pintura estruturada, com círculos simples e concêntricos, presente no sítio Bom Nome IV.

A imagem à esquerda (figura 1A) apresenta o resultado final, após o tratamento no *Adobe Photoshop*[®]. Nela, foram manipulados os ajustes de brilho/contraste, níveis, curvas, exposição, matiz/saturação, equilíbrio de cores e misturador de canais. Ainda que, em relação à imagem original, no centro (figura 1B), fique perceptível uma pequena melhora, a leitura se mostra difícil.

Já, na imagem à direita (figura 1C), o resultado foi obtido com a ferramenta *DStretch*[®] -. Nela, é possível visualizar com grande nitidez o grafismo pintado. Percebe-se, também, a total alteração dos matizes e tonalidades da imagem, importantes para ressaltar os pigmentos vestigiais da imagem original.



Figura 1. Exemplos de pós-produção. (A) *Adobe Photoshop*[®]; (B) Imagem original, como vista no sítio e (C) *DStretch*[®] CRGB.

O algoritmo trabalha sobre o histograma de matizes dos pigmentos, “aplicando uma operação estatística (...) utilizando a covariância do histograma para decorrelacionar as cores”⁵. Ou seja, ele modifica as cores, para destacar os pigmentos originais.

Na imagem abaixo (figura 2), podemos ver a transformação do histograma de matizes de cada imagem, após a aplicação do sistema de variação de cores CRGB da ferramenta *DStretch*[®]. Pode-se perceber que a variação de matizes da imagem original (figura 2A) se concentra, principalmente, na

⁴ Orlando dos Santos Watrin e Mário Valério Filho. “Transformação por Componentes Principais e por Decorrelação de bandas aplicadas à caracterização de feições da paisagem do Nordeste Paraense”. *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 8 (1996), pp. 435-436.

⁵ Jean-Loic Le Quellec et al. “Digital image enhancement”, *op. cit.*, 181.

faixa que vai de 0 a 90, concentração do pigmento vermelho.

Já, na imagem manipulada no *DStretch®* (figura 2B), o histograma de matizes mostra uma dispersão completa, entre todos os níveis de coloração. É essa decorrelação que possibilita a visibilidade do pigmento vestigial.

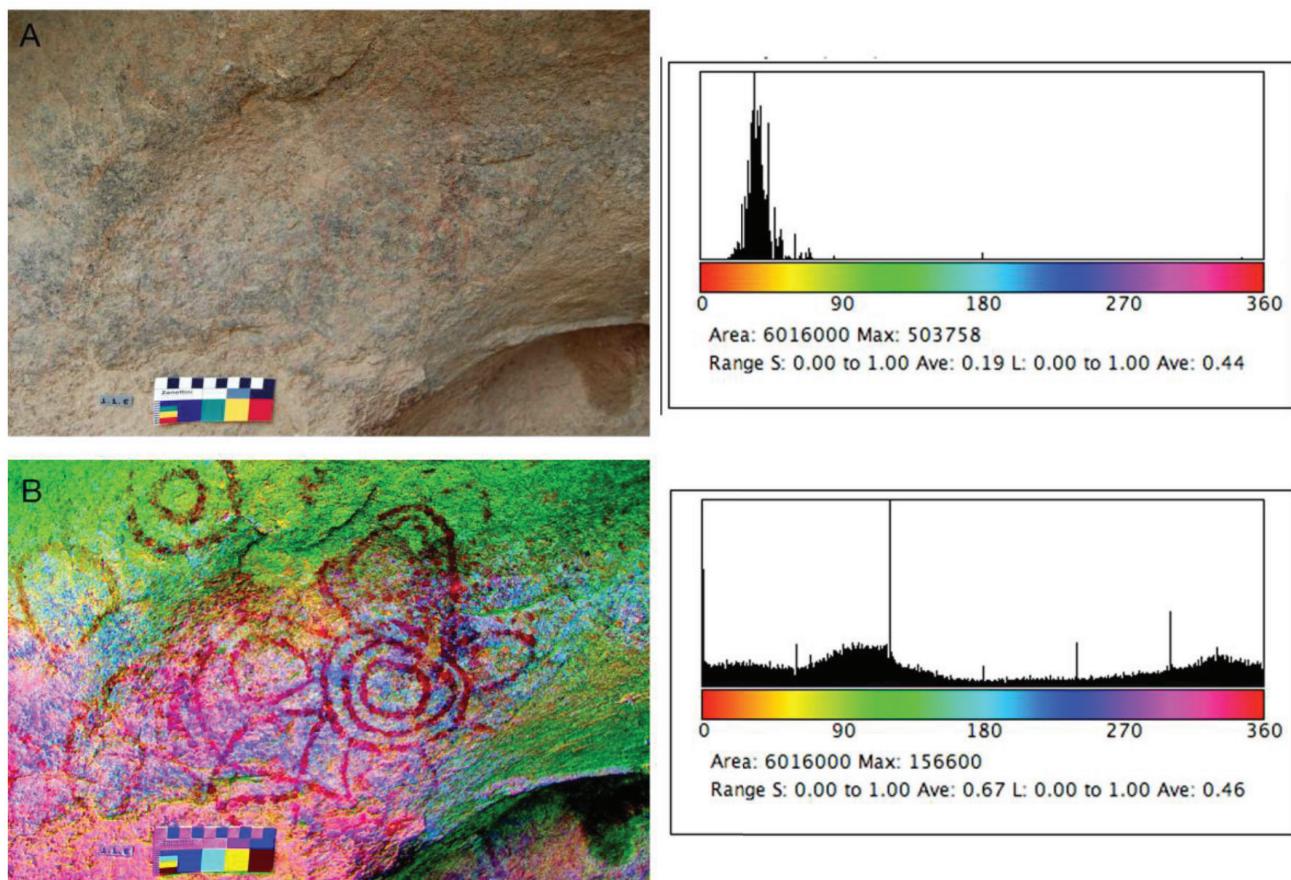


Figura 2. Histograma de matizes. (A) Imagem original, variação baixa de matizes (0-90); (B) Imagem após manipulação no sistema CRGB do *DStretch®*, variação alta de matizes (0-360).

2 O sítio rupestre Bom Nome IV, no sertão alagoano

O sítio rupestre Bom Nome IV está localizado no sertão alagoano, no município de Pão de Açúcar, região do centro-oeste do estado de Alagoas, sendo limitado, em sua parte meridional, pelo rio São Francisco e pelo estado de Sergipe⁶. Faz parte de um conjunto de nove sítios rupestres dispersos por aproximadamente 15km², bordeados pelo afluente do São Francisco, o Rio Ribeira do Capiá, ao sul, e pelo Riacho Grande, ao norte.

⁶ Carolina Machado Guedes. "Estudos de Arte Rupestre no Sertão Alagoano: o sítio Cosmezinho (CZ)". *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 25 (2015), pp. 215-230.



Figura 3. Mapa de Alagoas, com a localização do município de Pão de Açúcar, e detalhe dos sítios da região, com destaque para o sítio Bom Nome IV (georreferenciamento por Garmin BaseCamp).

Inserido em região de caatinga, o município de Pão de Açúcar faz parte, de acordo com Zanettini⁷, da “unidade geoambiental da Depressão Sertaneja, (...) que representa a paisagem típica do semiárido nordestino, caracterizada por uma superfície de pediplanação (...), relevo predominantemente suave-onulado, cortado por vales estreitos, com vertentes dissecadas. Elevações residuais, cristas e/ou outeiros pontuam a linha do horizonte”.

⁷ Relatório não publicado: Zanettini Arqueologia. *Programa de mapeamento, cadastro e conservação dos sítios de arte rupestre do Baixo São Francisco – Etapa 1. Pão-de-Açúcar*. Relatório Final apresentado a 17ª superintendência Regional do IPHAN, 2009, p. 7.



Figura 4. Aspecto da paisagem típica dessa região.

O sítio é formado por um matacão de 3,30 m de altura, com uma área abrigada de 1,34 m de altura; local no qual se localiza o principal painel de pinturas rupestres. Sua cobertura, em formato côncavo, fornece um abrigo eficiente, no tocante à preservação das pinturas contra os intemperismos físicos, não impedindo, porém, a ação de intemperismos biológicos.

Possuindo uma característica natural peculiar, esse suporte rochoso se destaca na paisagem. Com abertura para norte, o painel, composto por variados grafismos não figurativos pintados, utiliza o comprimento do espaço parietal, ou seja, a área utilizada do suporte rochoso, para a organização das pinturas,

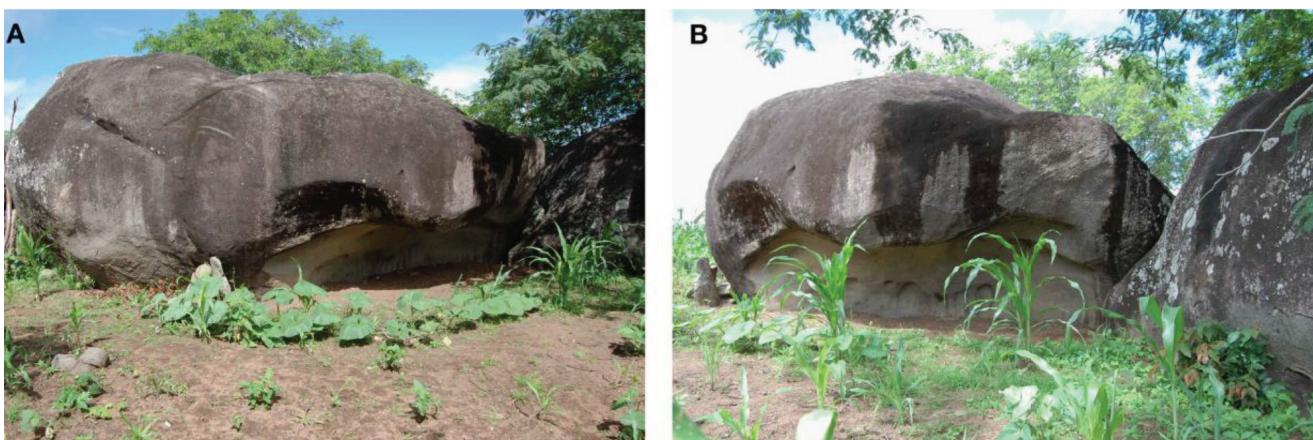


Figura 5. (A) Vista lateral do matacão; (B) Vista frontal do matacão. O painel com os registros rupestres se localiza no interior da área abrigada.

3 O registro do sítio rupestre Bom Nome IV: uma leitura diretamente na fonte

As observações realizadas, em campo, no ano de 2009⁸, pela equipe de arqueólogos, identificou um total cinco grafismos rupestres, todos pintados. Trata-se de pinturas complexas, no que se refere à sua estruturação gráfica; como por exemplo, associações de círculos com variadas declinações de forma, além de associações de pequenas formas geométricas, como quadrados, retângulos e trapézios, zigue-zagues associados e zigue-zagues paralelos (figura 6).

Como é comum na região, o pigmento vermelho domina a paleta de cores.



Figura 6. Plano diretor vetorizado, leitura realizada em 2009.

Em um primeiro momento, esse painel foi identificado como tendo sido disposto de forma linear e as articulações entre as unidades se apresentaram por sua proximidade. O que relacionaria um grafismo pintado ao outro seria somente a vaga relação espacial entre eles.

Portanto, nessas primeiras pesquisas, realizadas em 2009, foi identificada uma organização bastante simples do dispositivo parietal, como acima mencionado, a partir de uma disposição linear dos grafismos, com ausência de associações diretas entre as pinturas presentes. Algo que contrastava com a complexidade das próprias unidades pintadas.

Como se pode observar, no plano diretor apresentado acima (figura 6), os grafismos foram organizados por combinações de formas simples, como bastonetes, zigue-zagues, formas circulares concêntricas e tracejadas, que, por sua vez, geraram unidades gráficas com um considerável grau de complexidade. Esse grau de complexidade é avaliado em oposição, por exemplo, a unidades simples, como traços, círculos ou pontos isolados.

Ainda que a equipe tenha realizado uma leitura sistemática do painel *in loco*, avaliando o estado de conservação das pinturas, as leituras realizadas, em campo, foram limitadas pela pouca visibilidade das mesmas, apresentando desgastes e descolorações geradas pela alta presença de animais na área, que utilizavam o local como abrigo. Portanto, no que se refere ao estado de conservação dos grafismos, foi observada uma alta deterioração, em função de bioturbações, fazendo com que a observação das pinturas no sítio fosse bastante prejudicada.

⁸ Pesquisa realizada no âmbito do projeto "Programa de mapeamento, cadastro e conservação dos sítios de arte rupestre do Baixo São Francisco, Etapa 1" – Zanettini Arqueologia

Essa realidade, encontrada no momento das pesquisas, pode ser observada nas imagens abaixo, (figuras 7 e 8). Elas oferecem uma compreensão bastante aproximada do estado de conservação dos grafismos rupestres do local. O que se percebe são traços pouco nítidos, que proporcionam uma difícil leitura.

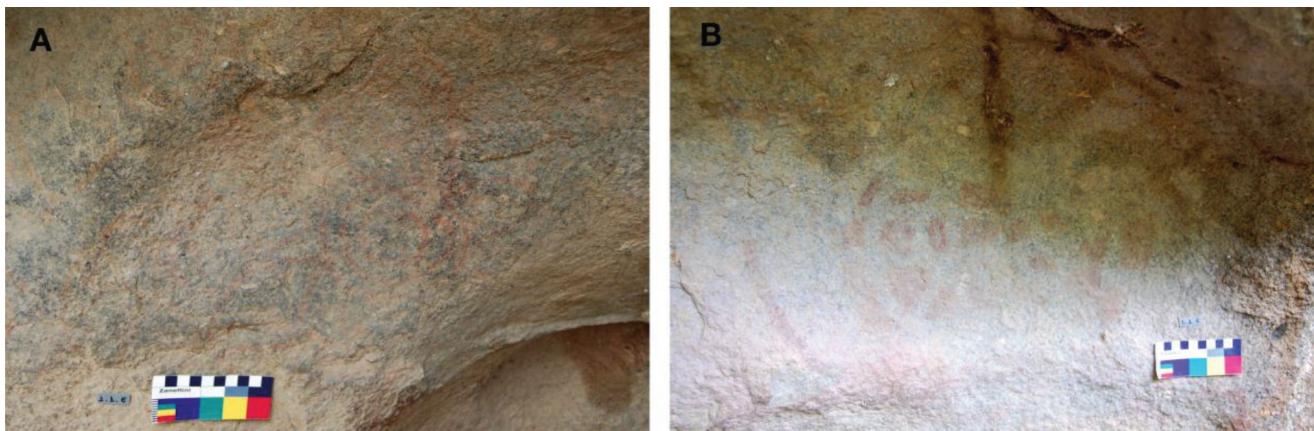


Figura 7. (A) e (B) Grafismos pintados, como observados no sítio.

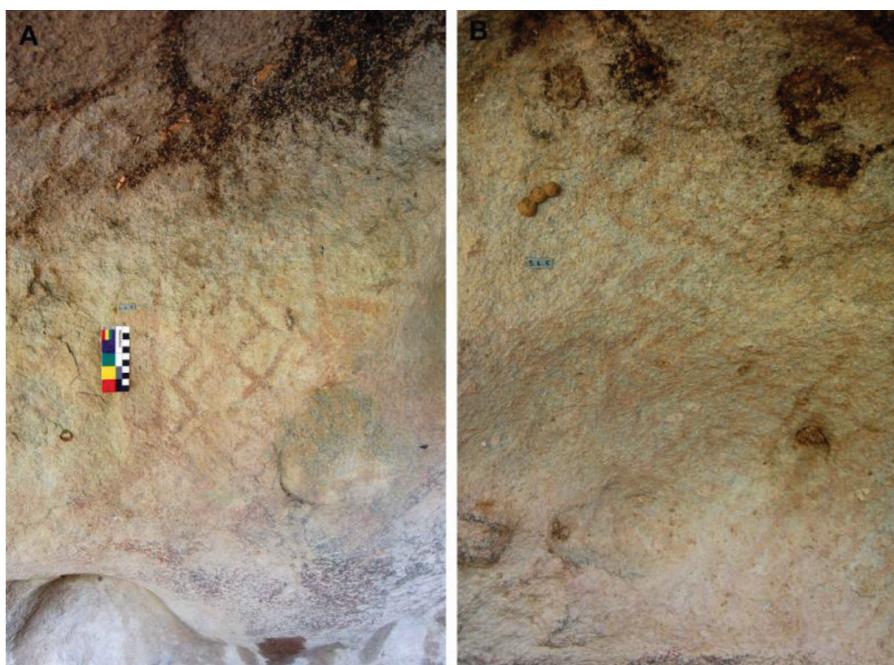


Figura 8. (A) e (B) Grafismos pintados, como observados no sítio.

A baixa visibilidade dos grafismos pintados motivou a utilização da ferramenta de aprimoramento de imagens *DStretch*®, para uma releitura desse painel. No primeiro momento, a proposta foi usar essa ferramenta apenas para avaliar a leitura realizada *in situ*, podendo ser adicionado ou modificado algum detalhe não anteriormente percebido nos grafismos. No entanto, foram gerados dados não esperados.

Além um maior detalhamento dos grafismos identificados na pesquisa anterior, a ferramenta possibilitou a identificação de grafismos inéditos, mudando a compreensão sobre a composição do

próprio painel como um todo.

Esse resultados são apresentados a seguir.

4 Aplicação da ferramenta DStretch®: o processamento das imagens

A ferramenta de aprimoramento de imagens *DStretch®* permite a manipulação, pelo pesquisador, dos diferentes sistemas de coloração presentes nas fotografias dos grafismos rupestres; sendo o principal deles o RGB – vermelho, verde e azul, (*red, green, blue*). Nesse *plug-in*, do software *ImageJ®*, o desenvolvedor Jon Harman criou novos sistemas de coloração; como o YDS e LDS, que aprimoram o pigmento amarelo; o YBR e o LRE, que agem sobre o pigmento vermelho; e o YBK, que aprimora os pigmentos pretos e azuis⁹.

Esses sistemas correlacionam distintos grupos de cores, com a finalidade de aumentar as correspondências entre as tonalidades das imagens e proporcionar, dessa forma, uma melhor leitura dos registros rupestres de difícil visualização em condições originais. Essa ferramenta também possibilita ao pesquisador uma liberdade na combinação ideal desses sistemas de tons, com as opções YXX e LXX¹⁰.

A figura abaixo (figura 9) apresenta as diversas opções existentes para a manipulação de imagens do *DStretch®*, sendo que o primeiro quadro (A) permite a escolha de algoritmos preestabelecidos, ou seja, uma manipulação automática das imagens. Os demais (B, C e D) permitem ao usuário uma manipulação livre, a partir dos recursos da ferramenta.

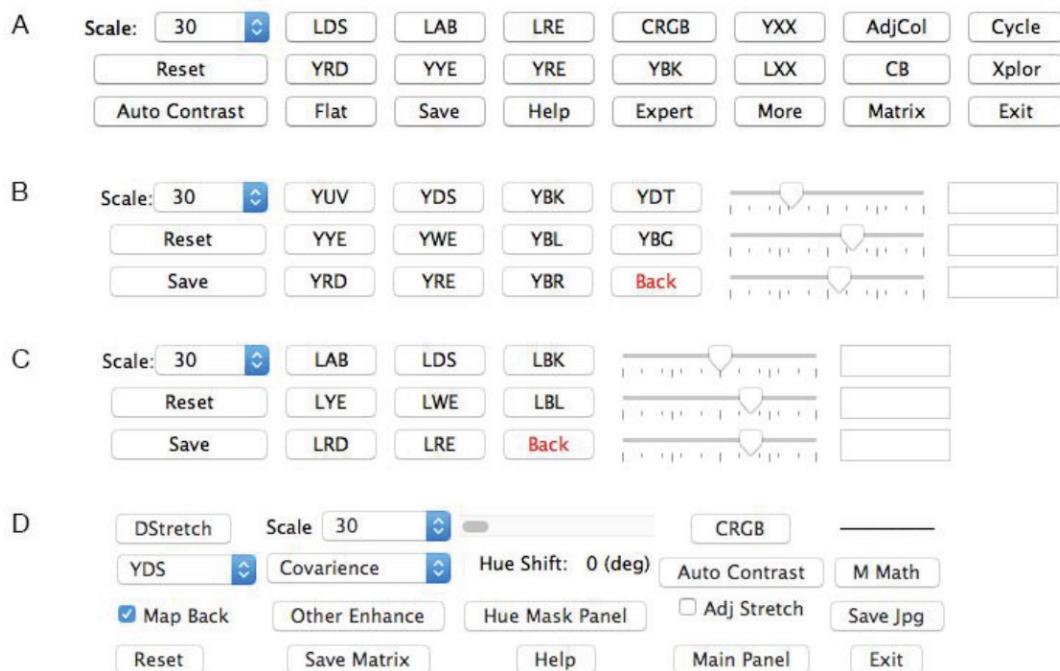


Figura 9. Painéis de comando do DStretch®. (A) Painel principal com comandos preestabelecidos; (B) Comandos dos sistemas YXX; (C) Comandos dos sistemas LXX e (D) Comandos avançados.

9 Jon Harman. "Using decorrelation stretch", *op. cit.*

10 *Idem*.

Como cada imagem apresenta um histórico próprio de tonalidades, dependendo de sua distribuição de cores, Harman criou uma variedade de sistemas que considera um amplo repertório de coloração; porém apoiando-se no fato de que os principais pigmentos identificados, nos diversos sítios rupestres espalhados pelas diversas regiões do mundo, são o vermelho (mais comum), seguido pelo preto, branco e as demais tonalidades¹¹.

Isso significa que, com o amplo controle, por parte do pesquisador, de um variado sistema de integração de cores artificialmente gerados, cada imagem pode ser manipulada, individualmente, até chegar a um resultado ideal aos olhos do pesquisador.

Assim, foi realizado o tratamento das imagens em duas etapas. Num primeiro momento, foi trabalhado o painel completo e, em seguida, cada grafismo foi trabalhado separadamente.

Esse primeiro tratamento gerou importantes dados, como a observação de grafismos inéditos. A liberdade de manipulação sobre os controles da ferramenta permitiu que fossem identificados cinco novos grafismos, como mostram as imagens abaixo (figuras 10 e 11).

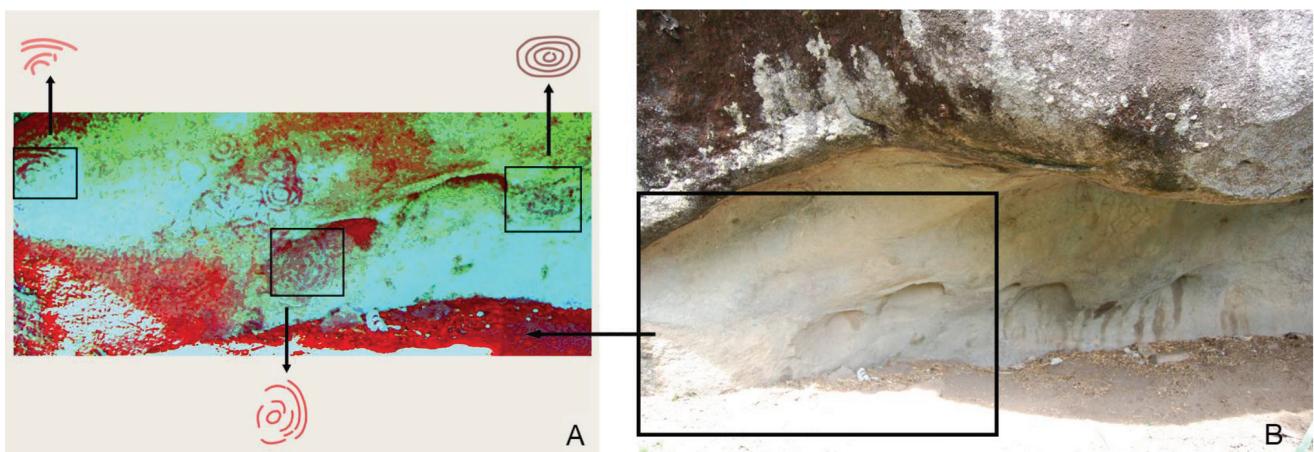


Figura 10. Detalhe do painel. (A) Painel após tratamento no DStretch® (YXX); (B) Painel, como observado no sítio.

¹¹ *Idem.*

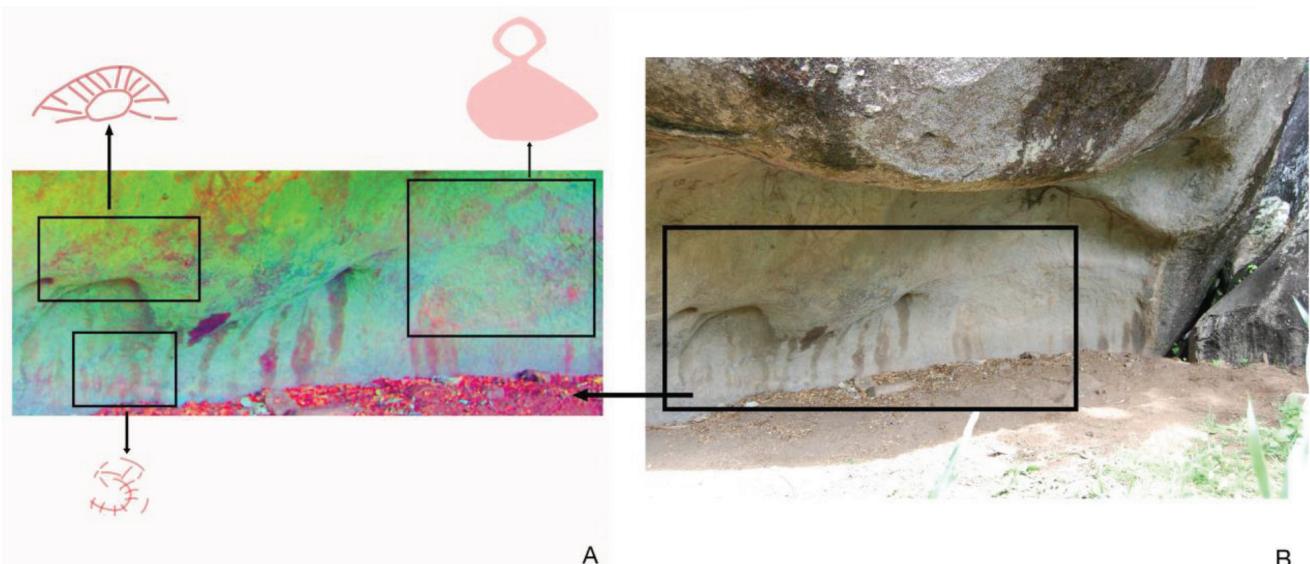


Figura 11. Detalhe do painel. (A) Painel após tratamento no DStretch® (YXX); (B) Painel, como observado no sítio.

Trata-se de pinturas não figurativas, circulares e semicirculares, concêntricas e raiadas. O sexto grafismo, apresentado na figura 11^a, é uma releitura de um grafismo já existente (conferir plano diretor apresentado na figura 6, acima), ao qual foi adicionada uma nova porção, em sua parte inferior.

5 Uma releitura dos grafismos rupestres

Além da identificação de cinco novas pinturas, a ferramenta de aprimoramento de imagens permitiu a releitura dos grafismos identificados nas pesquisas de 2009. As imagens obtidas podem ser observadas com uma facilidade muito maior, após o tratamento.

O primeiro grafismo, apresentado na figura abaixo (figura 12), foi tratado com o sistema de tonalidades YRD, selecionado pela sua eficácia no tratamento de colorações vermelhas. Ainda que, em campo, esse grafismo tenha sido bem identificado, a imagem tratada permite sua percepção com maior complexidade. O número de círculos puros e concêntricos que compõem esse verdadeiro motivo rupestre aumentou consideravelmente.

Essa primeira manipulação foi realizada utilizando somente as configurações preestabelecidas do programa. Nenhuma manipulação adicional foi necessária.

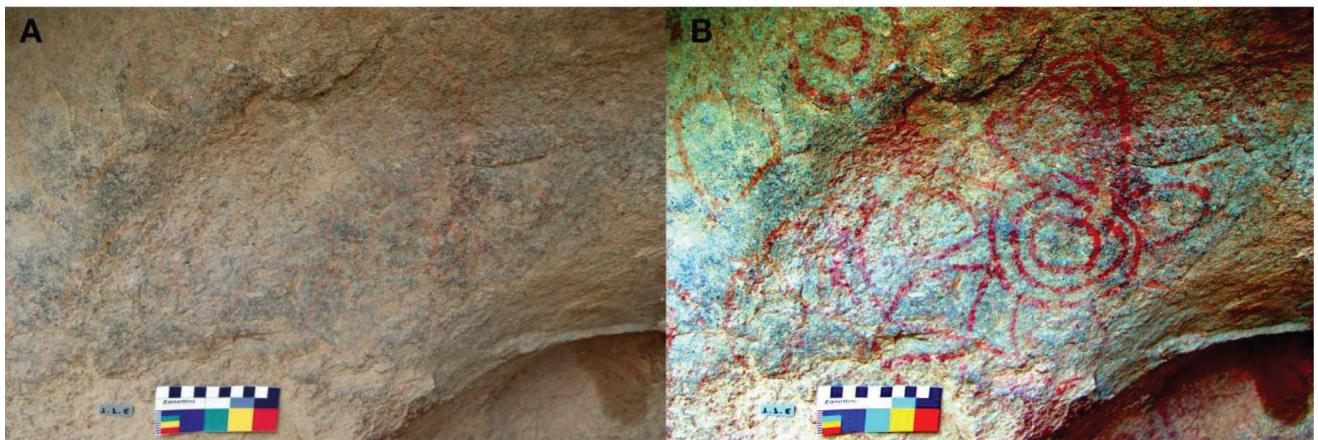


Figura 12. Pintura não figurativa. (A) Grafismo, como observado no sítio; (B) Grafismo, após tratamento no DStretch® (YRD).

O segundo grafismo, apresentado na figura 13, abaixo, foi tratado com a ferramenta de manipulação livre LXX. Considerando o mau estado de conservação do grafismo, houve necessidade de maior intervenção, na busca de uma melhor visualização.

Essa nova leitura identificou continuidades nas extremidades da pintura, que antes não foram percebidas. Nota-se que, abaixo da escala de cores, os traços continuam formando um padrão, a partir de uma organização de retângulos congruentes. Na outra extremidade, pode ser observada uma terminação desse grafismo, sobreposta ao volume circular natural da rocha.

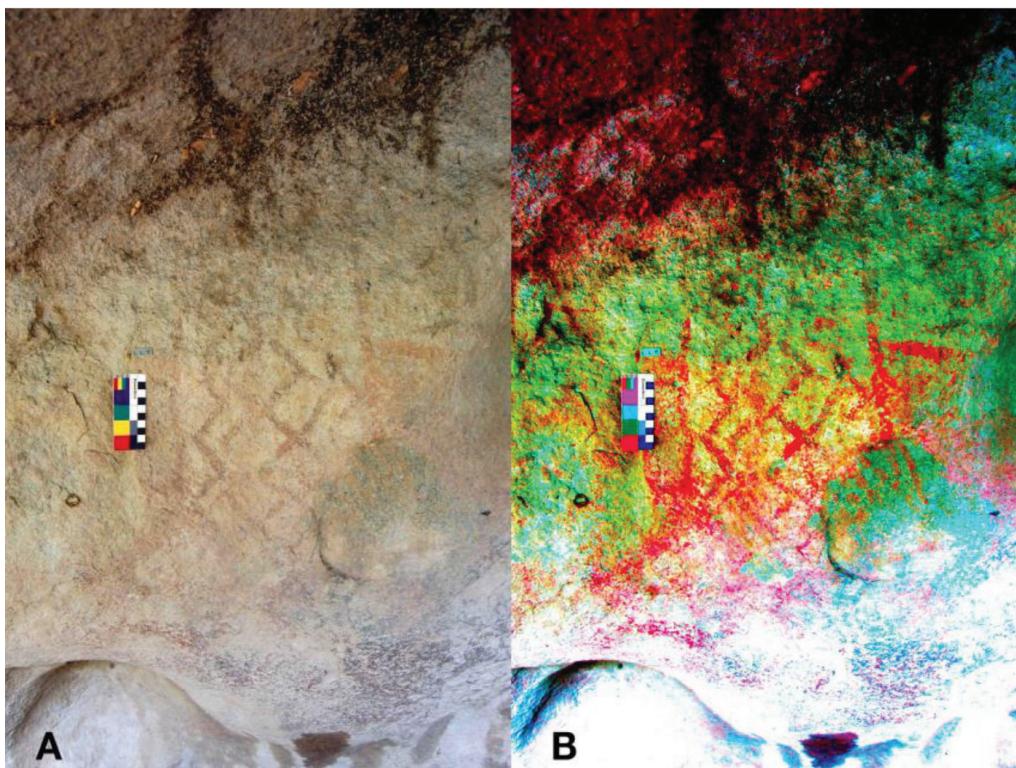


Figura 13. Pintura não figurativa. (A) Grafismo, como observado no sítio; (B) Grafismo, após tratamento no DStretch® (LXX).

Na releitura do terceiro grafismo, apresentado na figura abaixo (figura 14), pode-se perceber, com maior nitidez, que o padrão de zigue-zagues apresenta uma maior quantidade de segmentos. Enquanto, nas pesquisas realizadas em 2009, foram identificados apenas três segmentos paralelos de zigue-zagues e alguns outros elementos mais vestigiais, foi possível ver, após a utilização do DStretch®, uma quantidade maior de elementos gráficos.

Bem como na figura precedente, para a leitura desse grafismo, foi utilizada uma ferramenta de manipulação livre, neste caso o YXX. A complexa estrutura dessa pintura, aliada a sua baixa visibilidade no sítio, demandou maior controle sobre sua manipulação.

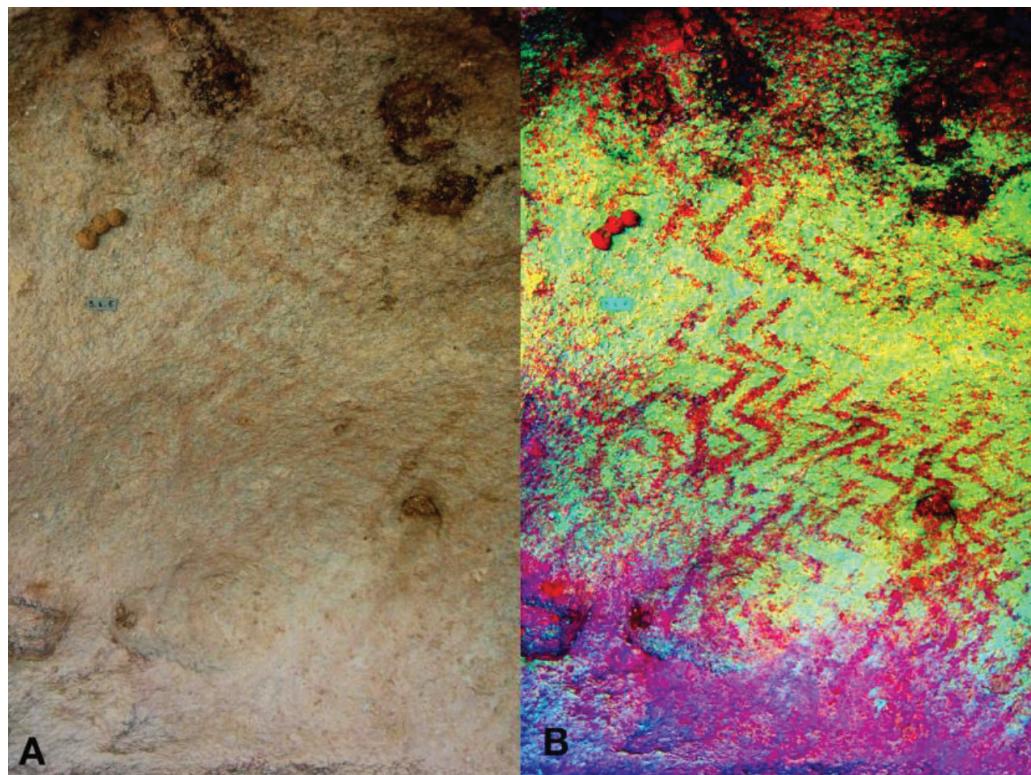


Figura 14. Pintura não figurativa. (A) Grafismo, como observado no sítio; (B) Grafismo, após tratamento no DStretch® (YXX).

Por fim, para a releitura do último grafismo, apresentado na figura abaixo (figura 15), foi utilizado o sistema YDR, também selecionado pela sua eficácia no tratamento dos pigmentos vermelhos.

Esse grafismo foi o que melhor se conservou em campo. Por esse motivo, sua leitura *in loco* foi mais fácil. Ainda que, no tratamento das imagens, haja maior nitidez, as alterações, na leitura original desse grafismo, foram quase mínimas.

Novos traçados externos, que completam o antigo, foram adicionados. Além disso, dois outros traços curvos foram identificados; no entanto, eles não parecem completar a pintura, como os anteriormente mencionados.

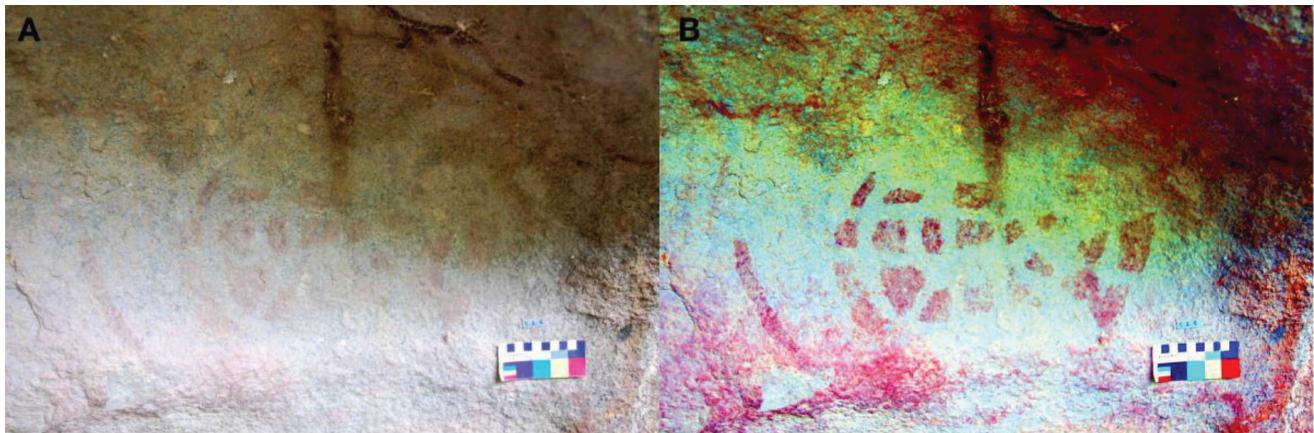


Figura 15. Pintura não figurativa. (A) Grafismo, como observado no sítio; (B) Grafismo, após tratamento no DStretch® (YDR).

6 Confronto dos dados

O processamento dos dados, com o uso da ferramenta de aprimoramento de imagens *DStretch[®]*, mostrou um painel rupestre muito mais complexo. Fato relacionado não somente à estruturação particular de cada grafismo – que em todos os casos receberam releituras, alterando de modo significativo a sua forma final, ainda que com a manutenção da mesma base formal – mas também no que se refere ao tratamento simbólico do espaço parietal.

Se, antes, as análises consideravam uma organização simples, com ocupação linear do espaço parietal e ausência completa de qualquer associação entre os grafismos, como sobreposições por exemplo, agora pode-se perceber que a construção simbólica desse espaço é muito mais complexa.

Na figura 16, abaixo, estão apresentados os dois momentos distintos dessa leitura. A parte superior (16A) mostra o plano diretor realizado, em campo, em 2009. Ainda que os grafismos registrados, já nesse momento, apresentassem uma alta complexidade, sua organização era, como dito acima, simples e linear.

A nova leitura (16B) mostra diferenças marcantes. Novos grafismos foram adicionados, apresentando relações diretas entre eles, como a já mencionada sobreposição. A leitura sobre os grafismos antigos mostra detalhamentos maiores, sendo que um deles apresenta uma considerável mudança, não somente no que se trata do seu tamanho, mas com sua forma final mostrando uma pintura totalmente diferente da previamente identificada.

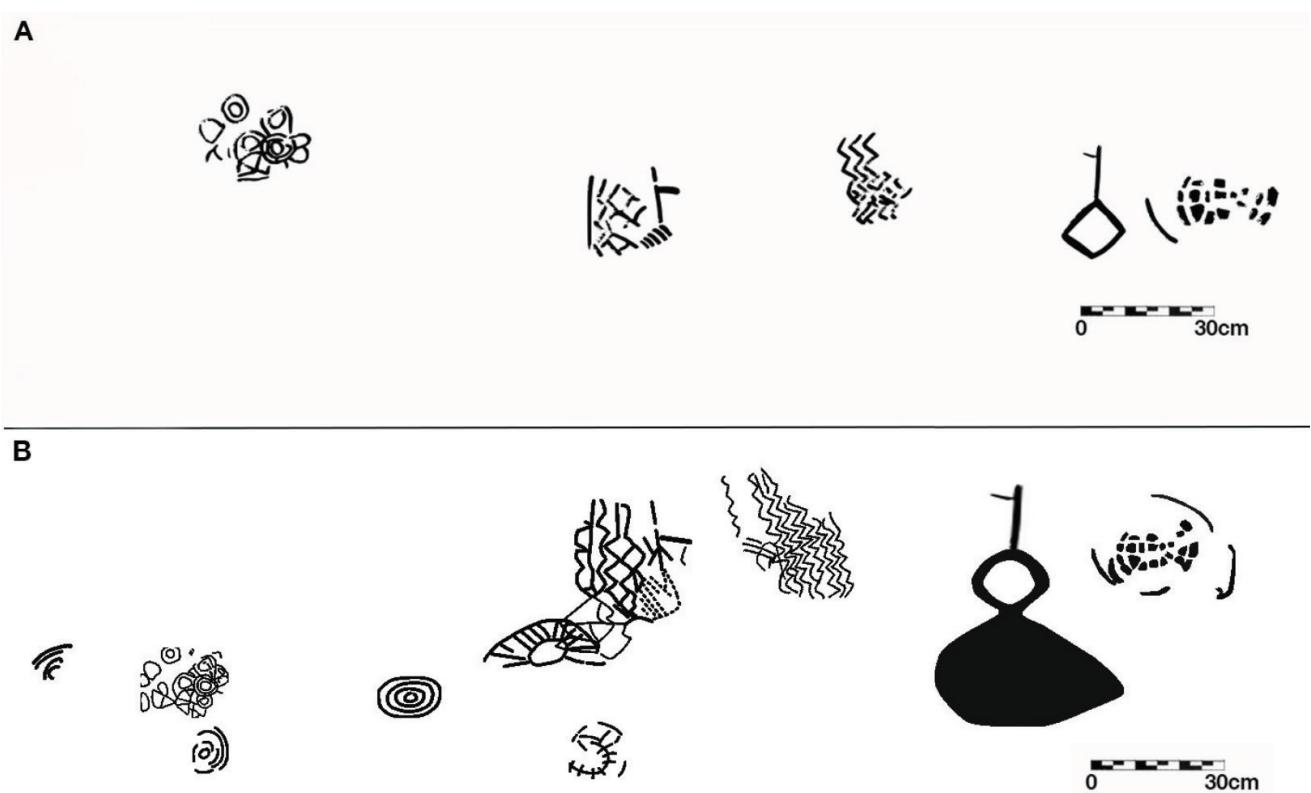


Figura 16. (A) Leitura do painel, no sítio, realizada em 2009; (B) Releitura do painel, após utilização da ferramenta de aprimoramento de imagem.

Na figura abaixo (figura 17), a reconstrução virtual do dispositivo parietal, em seu suporte rochoso, deixa mais clara a compreensão em torno da ocupação desse espaço. Ele foi praticamente todo ocupado. Tanto os espaços superiores, próximos ao teto, quanto os inferiores, próximos ao solo, apresentam pinturas.

A relação espacial entre os grafismos é mais estreita, fazendo com que esse conjunto gráfico se apresente de forma mais coesa, o que indica uma relação estruturada entre os diversos motivos rupestres.



Figura 17. Dispositivo completo, após releitura dos grafismos.

7 Considerações finais

Para minimizar o grau de subjetividade na manipulação das imagens originais; situação recorrente nos trabalhos sobre fontes materiais de natureza simbólica, a análise aqui apresentada seguiu os requisitos propostos por Le Quellec *et al.*, quais sejam: 1) sempre apresentar a fotografia original, juntamente com a modificada; 2) nunca adicionar novos pixels em uma fotografia, sem que isso seja demonstrado e 3) sempre documentar o procedimento adotado¹².

Minimizando o grau de subjetividade, surgem importantes resultados, na leitura dos pigmentos vestigiais. Em termos práticos, os resultados aqui obtidos demonstram a eficácia dessa ferramenta de aprimoramento de imagens rupestres.

Do ponto de vista do procedimento metodológico, a ferramenta *DStretch*® facilitou a observação dos grafismos, possibilitando a releitura e, portanto, uma reavaliação do aspecto formal das pinturas rupestres registradas no ano de 2009. Além disso, proporcionou a identificação de grafismos inéditos, imperceptíveis ao olho humano, em função do estado de conservação apresentado pelo sítio, no momento das pesquisas.

Essas observações proporcionaram uma nova compreensão sobre a organização simbólica materializada no dispositivo parietal presente no sítio rupestre Bom Nome IV. Uma organização muito mais complexa, quando comparada àquela identificada em 2009, que materializa um tipo de comportamento e exprime um mundo imaterial e simbólico do grupo responsável por essa manifestação gráfica.

¹² Jean-Loïc Le Quellec *et al.*. "Digital image enhancement", *op. cit.*, p. 11.