

## **Extração automática de paletas de cores em obras de arte utilizando algoritmo k-means: uma análise computacional de "O Grito" de Edvard Munch**

Vitor Amadeu Souza<sup>1</sup>; 0009-00-02-1857-6799

1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ.  
[vitor.amadeu@foa.org.br](mailto:vitor.amadeu@foa.org.br)

**Resumo:** Este trabalho apresenta uma metodologia computacional para extração automática de paletas de cores dominantes em obras de arte, utilizando o algoritmo de agrupamento K-Means aplicado à obra "O Grito" (1893) de Edvard Munch. A análise quantitativa das cores revelou cinco grupos cromáticos principais: darkslategray (23,59%), black (22,61%), dimgray (20,09%), chocolate (18,24%) e peru (15,47%). O método proposto combina técnicas de processamento de imagens digitais, aprendizado de máquina não supervisionado e análise colorimétrica para identificar e quantificar as cores dominantes em representações artísticas. Os resultados demonstram a eficácia do K-Means na segmentação cromática de imagens complexas, fornecendo uma ferramenta objetiva para análise de composição pictórica em obras de arte. A metodologia desenvolvida contribui para os campos de visão computacional aplicada às artes, análise digital de patrimônio cultural e estudos quantitativos em história da arte.

**Palavras-chave:** Processamento de imagens. K-Means. Análise de cores. Arte digital. Visão computacional.

## INTRODUÇÃO

A análise cromática de obras de arte representa um campo interdisciplinar que combina conhecimentos de história da arte, psicologia da percepção e ciência da computação. Tradicionalmente, estudos sobre paletas de cores em pinturas dependiam de análises subjetivas realizadas por especialistas em arte, limitando a reprodutibilidade e a precisão quantitativa dos resultados (Fairchild, 2013). O desenvolvimento de técnicas computacionais para processamento de imagens digitais tem revolucionado este campo, permitindo análises objetivas e estatisticamente robustas das características cromáticas presentes em obras artísticas (Gonzalez; Woods, 2018).

O expressionismo, movimento artístico do qual Edvard Munch foi precursor, caracterizou-se pelo uso intenso e simbólico das cores como meio de transmissão de emoções e estados psicológicos (Gordon, 1991). A obra "O Grito" (1893), uma das mais reconhecidas pinturas da história da arte ocidental, exemplifica essa abordagem expressiva através de sua paleta cromática contrastante e emotivamente carregada (Prideaux, 2005). A análise computacional desta obra oferece uma oportunidade para validar metodologias de extração automática de cores em contextos artísticos complexos.

O algoritmo K-Means, desenvolvido originalmente por MacQueen (1967), representa uma das técnicas mais eficazes de agrupamento não supervisionado em ciência de dados. Sua aplicação em processamento de imagens para segmentação cromática tem demonstrado resultados consistentes em diversos contextos, desde análise de imagens médicas até classificação de objetos em visão computacional (Hartigan; Wong, 1979; Arthur; Vassilvitskii, 2006). Estudos recentes têm explorado a aplicação do K-Means especificamente para análise de obras de arte, demonstrando sua capacidade de identificar padrões cromáticos significativos em pinturas de diferentes períodos históricos (Tsamoura; Pitas, 2009; Montagner *et al.*, 2018).

A digitalização de acervos artísticos e o desenvolvimento de bibliotecas computacionais especializadas em processamento de imagens, como OpenCV e scikit-learn, têm facilitado a implementação de metodologias automatizadas para análise cromática (Bradski, 2000; Pedregosa *et al.*, 2011). Essas ferramentas permitem a extração precisa de informações

colorimétricas, proporcionando base quantitativa para estudos comparativos entre diferentes obras e períodos artísticos.

O presente estudo tem como objetivo desenvolver e validar uma metodologia computacional para extração automática de paletas de cores dominantes em obras de arte, utilizando o algoritmo K-Means aplicado à análise de "O Grito" de Edvard Munch. Especificamente, busca-se: (a) implementar um pipeline automatizado de processamento de imagens para análise cromática; (b) quantificar as proporções das cores dominantes na obra selecionada; (c) avaliar a eficácia do método proposto na identificação de padrões cromáticos significativos; e (d) discutir as implicações dos resultados para estudos futuros em análise digital de arte.

## MÉTODOS

A metodologia adotada neste trabalho iniciou-se com a aquisição e o pré-processamento da imagem digital da obra "O Grito", obtida na plataforma Wikimedia Commons por meio da biblioteca Python Requests, com uso de headers HTTP personalizados para garantir compatibilidade com servidores web. A imagem foi decodificada utilizando a biblioteca OpenCV (Bradski, 2000) e convertida do espaço de cores BGR (Blue-Green-Red) para RGB (Red-Green-Blue), assegurando a consistência com os padrões empregados em análises científicas de processamento de imagens. Para otimizar o desempenho computacional do algoritmo K-Means, a imagem foi redimensionada para uma resolução de 200x200 pixels, procedimento recorrente em estudos de agrupamento cromático (Celebi *et al.*, 2013), uma vez que mantém as características essenciais da distribuição de cores ao mesmo tempo em que reduz significativamente a complexidade computacional do processo.

O algoritmo K-Means foi implementado com a biblioteca scikit-learn (Pedregosa *et al.*, 2011), configurado com número de clusters  $k=5$ , parâmetro `random_state=42` para reprodutibilidade e `n_init=10` para inicializações múltiplas. A escolha de cinco clusters baseou-se em estudos prévios que apontam que esse valor fornece um equilíbrio adequado entre simplicidade interpretativa e representatividade cromática em análises de obras artísticas (Tsamoura; Pitas, 2009). Os pixels da imagem foram reorganizados em uma matriz unidimensional de vetores RGB, convertidos para o tipo `float32` a fim de assegurar

compatibilidade com o processo de otimização do algoritmo, permitindo que os centros de clusters representassem de maneira precisa as cores dominantes da obra e suas proporções relativas.

Na etapa de análise colorimétrica e nomenclatura, adotou-se um sistema de mapeamento das cores identificadas para denominações padronizadas CSS (Cascading Style Sheets Level 4). O procedimento utilizou a distância euclidiana no espaço RGB como métrica de similaridade, de modo a associar valores numéricos RGB a nomenclaturas cromáticas reconhecidas universalmente. Além disso, foi calculada a luminância de cada cor segundo a fórmula estabelecida pelo padrão ITU-R BT.709 (ITU, 2015), definida como  $L = 0.2126R + 0.7152G + 0.0722B$ , em que R, G e B representam os componentes vermelho, verde e azul normalizados. Esse cálculo permitiu determinar automaticamente a cor do texto (branco ou preto) que ofereceria melhor contraste sobre cada cor de fundo nas visualizações geradas.

A visualização dos resultados ocorreu em duas modalidades: gráficos de pizza, que representam as proporções cromáticas da obra, e paletas lineares, que exibem as cores predominantes acompanhadas de suas denominações textuais. As proporções foram calculadas em termos percentuais, com duas casas decimais, e organizadas em ordem decrescente para destacar as cores dominantes. Essa abordagem, combinando visualização gráfica e dados quantitativos, possibilita análises comparativas entre diferentes obras e a realização de estudos longitudinais sobre tendências cromáticas em produções artísticas.

O código-fonte está disponível para download através do link: <https://github.com/vitor-souza-ime/ogrito>.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise computacional da obra O Grito revelou cinco grupos cromáticos principais, ordenados por proporção de ocorrência na imagem: darkslategray (23,59%), black (22,61%), dimgray (20,09%), chocolate (18,24%) e peru (15,47%). Esta distribuição evidencia o predomínio de tons escuros e terrosos na composição, característica consistente com a estética expressionista da obra. A cor dominante, darkslategray (RGB: 69, 71, 56), representa aproximadamente um quarto da paleta total e corresponde aos tons esverdeados presentes principalmente na vegetação e em elementos arquitetônicos, refletindo a técnica

de Munch de utilizar cores não naturalísticas para intensificar o impacto emocional da obra (Stang, 1979). O segundo grupo cromático, black (RGB: 26, 36, 29), com 22,61% de representatividade, manifesta-se nas áreas de sombra intensa e nos contornos expressivos da figura central, corroborando análises artísticas prévias que identificam o uso do contraste dramático como elemento central da composição munchiana (Eggum, 1984). A Figura 1 apresenta os resultados observados ao testar o programa.

Figura 1 - Resultados ao testar o programa



Fonte: O autor.

A distribuição relativamente equilibrada entre as cinco cores dominantes, variando de 15,47% a 23,59%, indica uma paleta cromática diversificada, característica das obras expressionistas que buscam complexidade visual através da variação tonal (Dube, 1983), contrastando com obras de períodos anteriores, onde frequentemente se observa maior concentração em poucas cores dominantes. Os tons dimgray (20,09%) e chocolate (18,24%) representam gradações intermediárias que conferem profundidade visual à composição: o dimgray corresponde aos tons acinzentados presentes em estruturas rochosas e elementos arquitetônicos, enquanto o chocolate aparece nas áreas de transição entre luz e sombra, particularmente no céu dramaticamente colorido da obra. A cor peru (15,47%), com

tonalidade mais clara (RGB: 196, 142, 85), representa os tons alaranjados e amarelados do céu e de áreas iluminadas, contribuindo para o contraste térmico e criando a tensão visual característica do expressionismo nórdico.

## CONCLUSÕES

Este estudo demonstrou a viabilidade da aplicação do algoritmo K-Means para extração automática de paletas de cores em obras de arte, especificamente validada através da análise de "O Grito" de Edvard Munch. A metodologia desenvolvida proporcionou quantificação objetiva e precisa da distribuição cromática, identificando cinco grupos dominantes que correspondem às características expressionistas da obra analisada.

Os resultados obtidos (darkslategray 23,59%, black 22,61%, dimgray 20,09%, chocolate 18,24%, peru 15,47%) confirmam o predomínio de tons escuros e terrosos característicos do expressionismo nórdico, validando observações qualitativas prévias através de análise quantitativa. A distribuição relativamente equilibrada entre as cores dominantes reflete a complexidade compositiva da obra e sua sofisticação técnica.

A implementação computacional apresentada oferece contribuições para múltiplas áreas de conhecimento: em visão computacional, demonstra a aplicabilidade do K-Means para segmentação cromática complexa; em humanidades digitais, fornece ferramental objetivo para análise de patrimônio artístico; em história da arte, proporciona métodos quantitativos complementares às análises tradicionais qualitativas.

As perspectivas futuras incluem a expansão da metodologia para análises comparativas entre diferentes obras e períodos artísticos, desenvolvimento de métricas específicas para avaliação de similaridades cromáticas entre pinturas, e integração com técnicas de aprendizado profundo para análise mais sofisticada de padrões visuais em arte.

A automatização da análise cromática representa um avanço para a democratização dos estudos em história da arte, permitindo análises objetivas e reprodutíveis que complementam e enriquecem as interpretações tradicionais humanísticas. O método proposto estabelece fundamentos para futuras pesquisas interdisciplinares que combinem rigor científico com sensibilidade artística.



## REFERÊNCIAS

ARTHUR, David; VASSILVITSKII, Sergei. k-means++: The advantages of careful seeding. Stanford, 2006.

TSAMOURA, Efthymia; PITAS, Ioannis. Automatic color based reassembly of fragmented images and paintings. IEEE Transactions on Image Processing, v. 19, n. 3, p. 680-690, 2009.

BRADSKI, G. The OpenCV Library. Dr. Dobb's Journal of Software Tools, Redwood City, v. 25, n. 11, p. 120-125, 2000.

CELEBI, M. E.; KINGRAVI, H. A.; VELA, P. A. A comparative study of efficient initialization methods for the k-means clustering algorithm. Expert Systems with Applications, Oxford, v. 40, n. 1, p. 200-210, 2013.

DUBE, W. D. The expressionists. London: Thames and Hudson, 1983.

EGGUM, A. Edvard Munch: paintings, sketches, and studies. New York: Clarkson N. Potter, 1984.

FAIRCHILD, M. D. Color appearance models. 3rd ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2013.

GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. Digital image processing. 4th ed. New York: Pearson, 2018.

HARTIGAN, J. A.; WONG, M. A. Algorithm AS 136: a k-means clustering algorithm. Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics), London, v. 28, n. 1, p. 100-108, 1979.

GORDON, Donald E. Expressionism: art and idea. Yale University Press, 1991.

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION. Recommendation ITU-R BT.709-6: parameter values for the HDTV standards for production and international programme exchange. Geneva: ITU, 2015.

MACQUEEN, J. Multivariate observations. In: Proceedings of the 5th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability. 1967. p. 281-297.

MONTAGNER, Cristina et al. Supporting history of art with colorimetry: The paintings of Amadeo de Souza-Cardoso. Color Research & Application, v. 43, n. 3, p. 304-310, 2018.

PEDREGOSA, F. et al. Scikit-learn: machine learning in Python. Journal of Machine Learning Research, Cambridge, v. 12, p. 2825-2830, 2011.

PRIDEAUX, S. Edvard Munch: behind the scream. New Haven: Yale University Press, 2005.



**23 a 25**  
**de outubro**

👉 Submissões abertas até 07/09

STANG, R. Edvard Munch: the man and his art. New York: Abbeville Press, 1979.