

## **Avaliação quantitativa do patrimônio arquitetônico do Vale do Paraíba com base em entropia Shannon e contraste Michelson**

Vitor Amadeu Souza<sup>1</sup>; 0009-0002-1857-6799

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

**Resumo:** Este estudo apresenta uma análise quantitativa das características visuais de três fazendas históricas do Vale do Paraíba: São Fernando, Florença e das Palmas, participantes do Festival Vale do Café 2025, utilizando técnicas de processamento digital de imagens. A metodologia empregou métricas de entropia Shannon e contraste Michelson para caracterizar a complexidade visual e definição arquitetônica das propriedades. Os resultados demonstraram que a Fazenda Florença apresentou a maior complexidade visual (entropia média de 7,63 bits), enquanto a Fazenda São Fernando exibiu o maior contraste arquitetônico (0,98). A pesquisa contribui para o desenvolvimento de metodologias objetivas de análise do patrimônio cultural, fornecendo ferramentas quantitativas para estudos de preservação e caracterização arquitetônica. Os dados obtidos evidenciam a diversidade estilística das construções coloniais brasileiras e oferecem subsídios técnicos para políticas de conservação patrimonial.

**Palavras-chave:** Patrimônio arquitetônico. Processamento de imagens. Entropia Shannon. Análise quantitativa. Fazendas históricas.

## INTRODUÇÃO

O patrimônio arquitetônico brasileiro, particularmente as fazendas cafeeiras do Vale do Paraíba, representa um importante testemunho da história econômica e social do país durante os séculos XVIII e XIX. A preservação e caracterização destes monumentos históricos têm se beneficiado crescentemente de técnicas digitais de análise, que permitem quantificar aspectos visuais e estruturais de forma objetiva e reprodutível (Benincasa, 2003).

A entropia de Shannon, originalmente desenvolvida na teoria da informação (Shannon, 1948), tem encontrado aplicações diversas na análise de imagens digitais, fornecendo uma medida quantitativa da complexidade e diversidade informacional presente em representações visuais (Gonzalez; Woods, 2018). Paralelamente, métricas de contraste, como o índice de Michelson, oferecem indicadores objetivos da definição e clareza visual de elementos arquitetônicos (Peli, 1990). A combinação dessas métricas permite uma caracterização multidimensional das propriedades visuais do patrimônio construído, contribuindo para estudos comparativos e análises diacrônicas (Remondino; Campana, 2014).

O Festival Vale do Café, realizado anualmente na região fluminense, constitui um importante evento de valorização do patrimônio cafeeiro, reunindo fazendas históricas que testemunharam o apogeu da economia cafeeira brasileira (Marquese, 2004). As fazendas São Fernando, Florença e das Palmas, participantes da edição de 2025, representam exemplares significativos da arquitetura rural colonial, cada uma com características específicas que refletem diferentes períodos e influências estilísticas (Silva; Lemos, 1984). A análise quantitativa dessas propriedades oferece oportunidade para aplicação de metodologias digitais na caracterização do patrimônio histórico regional.

A necessidade de desenvolvimento de ferramentas objetivas para análise do patrimônio cultural tem sido amplamente reconhecida na literatura especializada (Remondino; Stylianidis, 2016). A integração de técnicas de processamento digital de imagens com estudos patrimoniais permite não apenas a documentação precisa das características arquitetônicas, mas também a identificação de padrões e tendências que podem informar estratégias de conservação e restauro (Murphy *et al.*, 2013). Neste contexto, o presente



estudo visa contribuir para o desenvolvimento de metodologias quantitativas aplicadas à análise do patrimônio arquitetônico brasileiro, utilizando como objeto de investigação três fazendas históricas representativas do Vale do Paraíba. A Figura 1 apresenta os detalhes arquitetônicos das imagens analisadas.

Figura 1 - Fazenda São Fernando, Florença e das Palmas



Fonte: Festival Vale do Café, 2025.

## MÉTODOS

As imagens analisadas foram obtidas através de requisições HTTP utilizando a biblioteca requests do Python, com headers apropriados para garantir a autenticidade das requisições e evitar bloqueios automatizados. O processamento das imagens foi realizado utilizando a Python Imaging Library (PIL) para manipulação básica e NumPy para operações matriciais avançadas.

Para cada imagem, foram calculadas duas métricas principais: entropia Shannon e contraste Michelson. A entropia Shannon foi computada separadamente para cada canal de cor RGB, utilizando histogramas de 256 níveis normalizados. A entropia de um canal de cor foi definida como  $H(X) = -\sum p(x) \log_2 p(x)$ , onde  $p(x)$  representa a probabilidade de ocorrência de cada valor de intensidade luminosa. Esta métrica fornece uma medida da complexidade informacional presente em cada canal cromático, com valores mais elevados indicando maior diversidade tonal e, conseqüentemente, maior complexidade visual (Cover; Thomas, 2006).

O contraste foi avaliado através de duas abordagens complementares: desvio padrão dos valores de luminância e índice de Michelson. Para o cálculo do contraste por desvio padrão,

as imagens foram inicialmente convertidas para escala de cinza através da média aritmética dos três canais RGB, seguindo a fórmula  $Y = (R + G + B)/3$ . O desvio padrão foi então calculado sobre a matriz resultante, fornecendo uma medida da dispersão dos valores de luminância. O contraste Michelson foi calculado como  $CM = (L_{max} - L_{min}) / (L_{max} + L_{min})$ , onde  $L_{max}$  e  $L_{min}$  correspondem, respectivamente, aos percentis 95 e 5 da distribuição de luminância, evitando assim a influência de valores extremos potencialmente atípicos (Michelson, 1927).

A análise estatística foi conduzida utilizando a biblioteca SciPy, especificamente a função `entropy` do módulo `scipy.stats` para cálculo da entropia Shannon. A visualização dos resultados foi implementada através da biblioteca Matplotlib, gerando histogramas de distribuição de intensidades para cada canal RGB de cada fazenda analisada em uma figura única com três subplots dispostos horizontalmente, permitindo comparação visual direta entre as propriedades. Os histogramas foram configurados com 256 níveis cobrindo o intervalo completo de intensidades (0-255), com cada canal RGB representado por cores correspondentes (vermelho, verde e azul) e legendas apropriadas. O processamento foi realizado em ambiente Python 3.8, garantindo a reprodutibilidade dos resultados através da documentação completa dos parâmetros utilizados.

O código-fonte está disponível para download através do link: [https://github.com/vitor-souza-ime/shannon\\_michelson](https://github.com/vitor-souza-ime/shannon_michelson).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise quantitativa das três fazendas históricas revelou padrões distintos em suas características visuais, refletindo diferenças arquitetônicas e de conservação. A Fazenda São Fernando apresentou entropia média de 7,36 bits, com valores individuais de 7,28, 7,42 e 7,38 bits para os canais vermelho, verde e azul, respectivamente. Esta fazenda exibiu o maior contraste entre as analisadas, com desvio padrão de luminância de 71,84 e índice de Michelson de 0,98. Estes valores elevados de contraste sugerem uma arquitetura com elementos bem definidos, característica típica das construções coloniais com suas varandas amplas e jogos pronunciados de luz e sombra (Vasconcellos, 1979).

A Fazenda Florença demonstrou a maior complexidade visual do conjunto, com entropia média de 7,63 bits, resultado da combinação de valores de 7,75, 7,65 e 7,49 bits nos canais RGB. Este resultado indica maior diversidade tonal e riqueza de detalhes arquitetônicos, possivelmente relacionada à sua transformação em empreendimento hoteleiro e consequente manutenção mais intensiva (Choay, 2001). O contraste moderado observado (desvio padrão de 64,02 e Michelson de 0,75) reflete uma harmonia visual equilibrada, típica de edificações que sofreram adaptações cuidadosas para novos usos.

A Fazenda das Palmas apresentou entropia média de 7,59 bits, com distribuição de 7,59, 7,72 e 7,48 bits nos canais vermelho, verde e azul. O contraste intermediário (desvio padrão de 62,80 e Michelson de 0,88) sugere características arquitetônicas bem preservadas, mantendo elementos originais da construção colonial. A análise comparativa revela que esta propriedade mantém um equilíbrio entre complexidade visual e definição arquitetônica, indicativo de conservação adequada das características históricas originais.

Os histogramas de distribuição RGB revelaram padrões específicos para cada fazenda, conforme demonstrado na Figura 1. A Fazenda São Fernando mostrou um perfil característico com distribuição concentrada no início do espectro (valores baixos de intensidade), evidenciado por um pico massivo próximo ao valor zero, particularmente pronunciado no canal azul, que alcançou frequências superiores a 300.000 pixels.

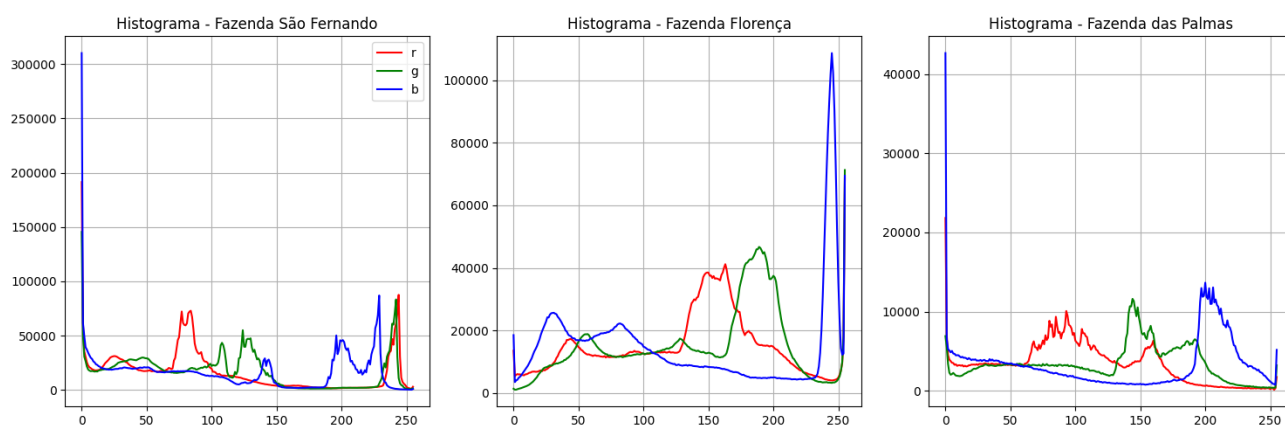
A Fazenda Florença exibiu um padrão de distribuição mais complexo e equilibrado, com o histograma revelando múltiplos picos bem definidos ao longo do espectro de intensidades. O canal azul apresentou frequências máximas de aproximadamente 110.000 pixels na região próxima ao valor 225, indicando presença significativa de elementos claros. Os canais verde e vermelho demonstraram distribuições bimodais, com picos primários nas intensidades médias (30-80) e secundários nas intensidades altas (120-220), sugerindo maior variedade cromática e complexidade de materiais construtivos, consistente com sua função atual como empreendimento hoteleiro que mantém características históricas com adaptações modernas.

A Fazenda das Palmas apresentou um perfil intermediário, com distribuição inicial concentrada semelhante à Fazenda São Fernando, mas com picos secundários mais



pronunciados. O canal azul dominou a distribuição com frequências próximas a 45.000 pixels nos valores baixos, enquanto os canais verde e vermelho apresentaram distribuições mais suaves e extensas, com o canal verde mostrando um pico característico na faixa de 120-175 e frequências máximas de aproximadamente 12.000 pixels, indicando presença moderada de vegetação ou elementos naturais na composição da imagem. A Figura 2 apresenta o histograma das três fazendas.

Figura 2 - Histograma das três fazendas



Fonte: O autor.

A correlação entre entropia e características arquitetônicas específicas merece análise detalhada. Valores elevados de entropia, como observados na Fazenda Florença, podem indicar tanto riqueza de detalhes ornamentais quanto heterogeneidade de materiais e estados de conservação (Drap *et al.*, 2007). A menor entropia da Fazenda São Fernando pode refletir maior homogeneidade cromática da fachada, possivelmente resultado de intervenções de conservação mais uniformes ou características originais decorativas. A análise dos histogramas confirma esta interpretação, mostrando que a diversidade informacional está diretamente relacionada à distribuição espectral das intensidades luminosas nas imagens das fachadas.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos contribuem para o desenvolvimento de metodologias padronizadas de análise patrimonial, oferecendo ferramentas complementares aos métodos tradicionais de avaliação arquitetônica. A objetividade das métricas computacionais permite comparações

sistemáticas entre diferentes propriedades e períodos históricos, facilitando a identificação de padrões regionais e evolutivos na arquitetura colonial brasileira. Adicionalmente, a reprodutibilidade dos métodos garante consistência nos estudos, aspecto fundamental para o desenvolvimento de políticas de conservação baseadas em evidências científicas.

A pesquisa evidencia ainda o potencial das técnicas de processamento digital de imagens na documentação e caracterização do patrimônio cultural. A capacidade de quantificar aspectos visuais complexos através de algoritmos computacionais abre possibilidades para análises em larga escala, permitindo o processamento de grandes acervos documentais de forma eficiente e padronizada. Esta abordagem se alinha com tendências contemporâneas de digitalização do patrimônio cultural e desenvolvimento de repositórios digitais para preservação da memória arquitetônica.

## REFERÊNCIAS

BENINCASA, V. Velhas fazendas: arquitetura e cotidiano nos campos de Araraquara 1830-1930. EdUFSCar, 2003.

CHOAY, F. A alegoria do patrimônio. Tradução de Luciano Vieira Machado. São Paulo: Estação Liberdade/UNESP, 2001.

COVER, T. M.; THOMAS, J. A. Elements of information theory. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 2006.

DRAP, P.; GRUSSENMEYER, P.; HARTMANN-VIRNICH, A.; GRÜN, A. Photogrammetry and archaeological knowledge: toward a 3D information system dedicated to medieval archaeology: a case study of shawbak castle in jordan. Disponível em: [https://www.isprs.org/proceedings/XXXVI/5-W47/pdf/drap\\_etal.pdf](https://www.isprs.org/proceedings/XXXVI/5-W47/pdf/drap_etal.pdf). Acesso em: 14 ago. 2025.

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

MARQUESE, R. B. Feitores do corpo, missionários da mente: senhores, letrados e o controle dos escravos nas Américas, 1660-1860. São Paulo: Companhia das Letras, 2004.

MICHELSON, A. A. Studies in optics. Chicago: University of Chicago Press, 1927.

MURPHY, M.; MCGOVERN, E.; PAVIA, S. Historic Building Information Modelling—Adding intelligence to laser and image based surveys of European classical architecture. ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing, v. 76, p. 89-102, 2013.

PELI, E. Contrast in complex images. Journal of the Optical Society of America A, v. 7, n. 10, p. 2032-2040, 1990.

REMONDINO, F.; CAMPANA, S. 3D recording and modelling in archaeology and cultural heritage: theory and best practices. Oxford: Archaeopress, 2014.

SHANNON, C. E. A mathematical theory of communication. The Bell system technical journal, v. 27, n. 3, p. 379-423, 1948.

SILVA, Geraldo Gomes; LEMOS, Carlos Alberto Cerqueira. Arquitetura do ferro no Brasil. 1984.

REMONDINO, Fabio; STYLIANIDIS, Efstrations. 3D recording, documentation and management of cultural heritage. Dunbeath, UK: Whittles Publishing, 2016.

VASCONCELLOS, S. Arquitetura no Brasil: sistemas construtivos. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1979.

FESTIVAL VALE DO CAFÉ. Imagem das Fazendas Históricas, 2025. Disponível em: <https://festivalvaledocafe.com.br/fazendas/>. Acesso em: 17 ago. 2025.