

Quando a inteligência artificial encontra a arqueologia: a análise da Corveta Camaquã

When artificial intelligence meets archaeology: the analysis of the Corvette Camaquã

Caio Cezar Pereira Demilio ¹

Marcelo Rolim Manfrini ²

Rodrigo de Oliveira Torres ³

 DOI: 10.59306/memorare.v12e22025e27237

Resumo: Este artigo examina o uso de ferramentas de inteligência artificial na arqueologia, com ênfase no reconhecimento de imagens para auxiliar na identificação de artefatos históricos. O estudo concentra-se no acervo da Corveta Camaquã, navio da Marinha do Brasil naufragado em 1944. Embora a maioria tenha sido facilmente identificada, algumas suscitaram dúvidas quanto à procedência e à função. Para esses casos, testaram-se recursos de visão computacional, em especial o Google Lens, que sugeriu correspondências a partir de bancos de dados visuais. Os resultados indicam que tais ferramentas não substituem a análise especializada, mas podem fornecer pistas relevantes, sobretudo em objetos com marcas industriais ou padrões estilísticos específicos. O estudo demonstra que a integração entre arqueologia tradicional, feita de modo analógico, e inteligência artificial pode ampliar horizontes de análise, oferecendo novas possibilidades de investigação em acervos históricos e contextos subaquáticos. Ao mesmo tempo, ressalta as limitações metodológicas e a necessidade de validação crítica dos resultados, situando a inteligência artificial como ferramenta complementar e promissora na prática arqueológica.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Arqueologia Subaquática. Corveta Camaquã.

Abstract: This article examines the use of artificial intelligence tools in archaeology, with an emphasis on image recognition to assist in the identification of historical artifacts. The study focuses on the collection from the Corvette *Camaquã*, a Brazilian Navy vessel that sank in 1944. While most items were easily identified, some raised doubts regarding their provenance and function. For these cases, computer vision resources, particularly Google Lens, were tested, which suggested matches from visual databases. The results

¹ Possui graduação em Arqueologia, Bacharelado pela Universidade Federal do Rio Grande - FURG. Atuou como arqueólogo pleno - Documento Antropologia e Arqueologia. Mestre em Arqueologia pelo PPGArq do Museu Nacional/UFRJ. Atualmente é arqueólogo pesquisador da Divisão de Arqueologia Subaquática - Diretoria de Patrimônio Histórico e Documentação da Marinha - DPHDM. Desenvolve pesquisa na área de Arqueologia Computacional aplicada a Arqueologia Subaquática. e-mail: demilio@marinha.mil.br

² Tem experiência na área de Arqueologia, História e Museologia, com ênfase em Arqueologia Histórica. Bacharel e Licenciado em História pela Universidade de São Paulo. Mestre em Arqueologia pela Universidade de São Paulo. Trabalhou por diversos anos na área de Arqueologia Preventiva. Atualmente trabalha na Diretoria de Patrimônio Histórico e Documentação da Marinha, na Divisão de Arqueologia Subaquática. E-mail: marcelo.manfrini@marinha.mil.br

³ Doutor em Arqueologia Náutica e Subaquática pela Texas A&M University, com pós-doutorado pela Universidade Federal da Bahia; mestre em Memória Social e Patrimônio Cultural pela Universidade Federal de Pelotas; e graduado em Oceanografia pela Universidade Federal do Rio Grande. Atuou como professor assistente e pesquisador no Instituto de Arqueologia Náutica (INA) e no ShipLab da Texas A&M University. Possui certificações em Conservação de Recursos Arqueológicos, Preservação Histórica e é instrutor de mergulho em águas abertas (PADI). Atualmente é professor no CURE-Udelar, onde coordena atividades de Arqueologia Marítima e Subaquática no PDU Centro de Investigações do Patrimônio Costeiro. E-mail: rodrigo.torres@cure.edu.uy

indicate that such tools do not replace specialized analysis but can provide relevant clues, especially in objects with industrial marks or specific stylistic patterns. The study demonstrates that the integration of traditional, analog-based archaeology with artificial intelligence can broaden analytical horizons, offering new possibilities for research in historical collections and underwater contexts. At the same time, it highlights methodological limitations and the need for critical validation of results, situating artificial intelligence as a complementary and promising tool in archaeological practice.

Keywords: Artificial Intelligence. Underwater Archaeology. Corvette *Camaquã*.

1 Introdução

A análise de material arqueológico, como metais e louças, frequentemente enfrenta desafios devido ao estado fragmentado e desgastado dos objetos. A identificação de fabricantes, padrões decorativos e a funcionalidade das peças, demanda um processo de pesquisa meticuloso e moroso. Esse processo é baseado em comparações visuais, geralmente de fragmentos de marcas ou selos, além da busca por contextos similares em acervos e publicações especializadas. Tradicionalmente, esse trabalho é realizado de forma manual, exigindo conhecimento prévio e acesso a coleções de referência, o que pode limitar a eficiência e a precisão das identificações.

Nesse contexto, o uso de tecnologias de reconhecimento de imagens e a criação de bancos de dados digitais com fotografias de peças e selos de fabricantes surgem como promessas para aperfeiçoar as análises. A possibilidade de comparar automaticamente fragmentos com um grande acervo de imagens, incluindo selos de fabricantes, padrões decorativos e formas conhecidas, pode acelerar a identificação, reduzindo a subjetividade e ampliando as possibilidades de correspondência.

Este artigo explora o potencial dessas tecnologias na análise de material arqueológico, destacando que o reconhecimento automatizado de imagens pode auxiliar na identificação e obtenção de informações sobre as peças estudadas. Enquanto estudo de caso, abordaremos exemplos do sítio arqueológico subaquático da Corveta Camaquã, onde o @Google Lens foi usado para reconhecer padrões, facilitando a vinculação a fabricantes e contextos históricos específicos.

Através dessa discussão, busca-se demonstrar como a integração entre Arqueologia e Inteligência Artificial (IA) pode auxiliar o estudo de coleções arqueológicas, tornando análises, antes complexas e demoradas, mais ágeis e acessíveis. Antes de partirmos para a aplicação é necessário entendermos duas coisas: a primeira é a relação do ser humano com as tecnologias digitais e qual é a relação entre a Arqueologia e tais tecnologias.

2 Homo Digitalis

Esse tópico foi pensado para contextualizar a relação do ser humano com as tecnologias recentes e busca explicitar, de maneira simplificada, como essas vêm alterando a ideia de humanidade e a definição de ‘humano’. Ele descreve, de maneira rápida as discussões sobre o que é ‘ser’ humano e faz a ponte com a Arqueologia Computacional.

A definição de ‘humano’ é discutida em diferentes perspectivas: filosófica/ontológica, classificatória/biológica e no âmbito das Humanidades Digitais (HD), todas refletindo sobre identidade, condição e propriedades do ser (Moreira, 2010; Kronfeldner, 2018). Para Kronfeldner (2018), o ‘humano’ envolve dimensões sociais, morais e biológicas, sendo o *Homo sapiens*, ao mesmo tempo espécie e grupo moral.

As ciências humanas (Humanidades) podem ser compreendidas como o campo que reflete sobre a forma como os seres humanos registram e interpretam sua própria experiência, abordando a ‘Condição Humana’ em toda a sua complexidade, subjetividade e ambiguidade (Bingemer, 2021; Jeffrey, 2020). Nesse contexto, a noção de ‘Natureza Humana’ envolve tanto aspectos descritivos, que explicam a espécie *Homo sapiens* em suas características biológicas e sociais, quanto aspectos normativos que fundamentam direitos, deveres e normas de convivência na vida coletiva (Kronfeldner, 2018).

Esse debate, antes centrado em perspectivas biológicas, sociológicas e filosóficas, ganha novos contornos quando se inserem as tecnologias digitais. Como observa Lira (2021), a interação entre humanos e máquinas está no cerne da chamada ‘crise das humanidades’ (ver: Cooper e Marx, 2013; André, 2015 p. 62; Turin, 2018 p.27-42; Chun e Elkins, 2023), na medida em que interfaces cérebro-máquina ou IAs desafiam a própria noção de humano e sociedade. Entretanto, o digital não deve ser concebido como realidade autônoma: todo ‘artefato digital’ traduz o real em linguagem numérica, incorporando dimensões sociais, culturais e interpretativas (Burdick et al., 2020). Nesse sentido, algoritmos e bancos de dados refletem pressupostos e filtros humanos, revelando que o digital permanece indissociável ao analógico. Como sintetiza Birkle e Däwes, (2019, p. 119), o digital é “fundamentalmente sobre o analógico, ou seja, o humano”.

Essa perspectiva, próxima de Heidegger e da noção de *dasein*, entende o ser como inseparável do mundo (Stein, 2005). Assim, a definição do humano é complexa e multifacetada: biológica (*Homo sapiens*), social/moral (membro da humanidade com direitos), experiencial (em sua ambiguidade) e agora tensionada pela hegemonia tecnológica.

É nesse ponto de tensão gerado pela hegemonia tecnológica, que a Arqueologia Computacional encontra sua relevância. Ao mesmo tempo em que ferramentas de IA podem ampliar horizontes interpretativos, elas não substituem o papel do arqueólogo.

3 Arqueologia Computacional: histórico e reflexões.

Para entendermos os usos dessas tecnologias na identificação e interpretação de materiais arqueológicos, precisamos relembrar a trajetória da Arqueologia Computacional. A aplicação de métodos computacionais na arqueologia não é um fenômeno recente, mas o campo das Humanidades Digitais, que engloba a Arqueologia Computacional e vem ganhando destaque nas duas últimas décadas (Harris et al., 2024).

Com isso podemos observar uma nova forma de pensar e trabalhar. As Humanidades voltaram a dar ênfase em análises computacionais e aplicação de tecnologias digitais (Schriebman, Siemens e Unsworth, 2004; Berry, 2011). Teríamos aqui uma nova revolução no pensamento arqueológico? Como isso afeta a produção científica e as interpretações materiais? Essas são algumas das perguntas que devemos fazer ao analisarmos o contexto atual.

O campo das Humanidades Digitais atua na interseção entre as metodologias computacionais aplicadas e os materiais produzidos pelas Humanidades, tendo sido desenvolvido para melhor trabalhar questões, abordagens e análises de dados de natureza humanística (Drucker, 2021). O conceito acima inicialmente era conhecido como ‘computação aplicada às humanidades’, ou seja, não era um campo teórico, mas a aplicação de ferramentas e métodos que atuavam como auxiliares.

As primeiras aplicações referem-se à digitalização de dados, criação de arquivos textuais e criação de bases de dados. Ao longo do tempo, a ideia inicial evoluiu e englobou métodos de interpretação de dados, como: análises estatísticas baseadas em processamento computacional, mecanismos de busca e recuperação, modelagem de tópicos e visualização de dados (Berry, 2019). Cabe destacar que foi com os avanços nas análises estatísticas e no processamento de dados, que as Humanidades Digitais se consolidaram como peça importante na reinterpretação crítica das fontes, formulação de novas abordagens epistemológicas e ampliação das possibilidades analíticas nos estudos referentes às experiências humanas (Harris, et al 2024).

Para estabelecermos um contexto teórico-metodológico que seja didático, optamos pela seguinte definição de arqueologia: “o estudo do passado humano, antigo e recente, por meio de vestígios materiais” (tradução nossa) (Saa, 2023). Portanto, a ‘arqueologia digital’ descreve os métodos e a teoria derivados da aplicação de métodos computacionais aos

estudos arqueológicos, sendo o termo Arqueologia Computacional comumente aplicado a sistemas baseados em computadores que “adaptam inovações tecnológicas existentes para finalidades arqueológicas específicas” (Aycock 2021; ver Grosman 2016).

Mara (2022) demonstra que o uso de métodos matemáticos e estatísticos na Arqueologia ocorreu de forma precoce, posicionando a disciplina na vanguarda das Humanidades Digitais (Binford 1965; Clarke 1973). Desde a década de 1970, métodos digitais têm sido usados nas pesquisas arqueológicas, como, por exemplo: mapeamento de sítios através da aplicação de SIG (Sistemas de Informação Geográfica); a reconstrução de sítios e artefatos antigos em 2D ou 3D; a classificação e tipologização de diferentes artefatos por meio de modelos estatísticos não supervisionados ou semi-supervisionados; e a digitalização e arquivamento de acervos museológicos e/ou coleções privadas (Papaioannou, Karabassi e Theoharis 2002; Rasheed e Nordin 2015; Khunti 2018; Tuno et al. 2022; Natarajan et al. 2023).

Destaca-se que nesse período (1960/1970), auge das ‘ciências duras’ aplicadas à Arqueologia, houve o aumento no desenvolvimento de estratégias que buscam automatizar e otimizar os processos de classificação dos materiais arqueológicos, explorando o crescente poder dos computadores. Um bom exemplo é o registro e a classificação automatizada dos remanescentes de Terra Sigillata (Van Helden, et al., 2022), em que a Arch-I-Scan Project está desenvolvendo uma ferramenta de IA para a identificação automatizada de tipos de cerâmica.

A discussão em voga é que tais aplicações poderiam eliminar ou atenuar as limitações relativas à execução de um registro consistente dos volumosos conjuntos cerâmicos, dando maior credibilidade e ampliando as possibilidades interpretativas referentes a pacotes de dados desse tipo. Seguindo essa premissa, os conjuntos de dados deixariam de ser mutuamente excludentes e análises comparativas intra e intersítios seriam mais viáveis e mais precisas (Van Helden, et al., 2022)

Aproveitando as capacidades de processamento e armazenamento de dados oferecidos pelos computadores, diversas estratégias de registro automatizado têm sido desenvolvidas na Arqueologia (ver: Bell e Croson, 1998; Di Ludovico et al., 2013; Durham et al., 1995; Gibson, 1996; Huffer e Graham, 2018; Kampel e Sablatnig, 2001; 2002; 2006; Kampel et al., 2006; Karasik e Smilansky, 2011; Makridis e Daras, 2012; Li-Ying e Ke-Gang, 2010; Lucena et al., 2014; Ma et al., 2000; Piccoli et al., 2015; Smith et al., 2010; Wang et al., 2017). Muitas dessas aplicam tecnologias provenientes do campo da IA (ver Barceló (2004) e Baxter (2014), que discorrem sobre o tema).

A aplicação de IA na Arqueologia, como o reconhecimento automatizado de imagens situa-se em um debate mais amplo que envolve fundamentos técnicos, reflexões éticas e

epistemológicas. Do ponto de vista técnico, os trabalhos de Russell e Norvig (2020), por exemplo, oferecem a base conceitual para compreender como algoritmos de aprendizado de máquina e visão computacional são estruturados e aplicados a problemas de classificação e recuperação de informação.

Conforme adverte Bostrom (2014; 2017), o uso de sistemas autônomos exige cautela, pois a dependência excessiva de ‘tecnologias opacas’ pode gerar riscos de interpretação enviesada e perda de controle humano. Nesse sentido, Floridi (2005; 2011) contribui com uma perspectiva filosófica ao destacar que a informação constitui um ambiente ontológico em si mesmo, de modo que a transformação de vestígios materiais em dados digitais implica uma reconfiguração da memória coletiva e dos modos de construção do conhecimento histórico.

Do ponto de vista epistemológico, a aplicação de IA na arqueologia subaquática não é apenas um recurso instrumental para acelerar identificações, ela opera como ‘tecnologia de memória’, isto é, como um dispositivo que co-constitui aquilo que pode ser lembrado, encontrado e interpretado.

Na ‘era digital’, memória não é um conteúdo interno a sujeitos, que depois é depositado em arquivos, mas um processo distribuído entre corpos, mídias e infraestruturas de dados; são ‘memórias mediadas’, cuja forma depende dos dispositivos que as armazenam e articulam (Van Dijck, 2004; 2007). A IA de reconhecimento de imagens, como o Google Lens funciona como um indexador dinâmico de um imenso arquivo visual distribuído, produzindo conexões entre a imagem imputada pelos pesquisadores e outras imagens ‘semelhantes’.

Esse ‘arquivo vivo’ não é neutro: sua estrutura, algoritmos de similaridade e critérios de relevância determinam quais analogias emergem e quais possibilidades interpretativas são apagadas.

Assmann (2011) e Erll (2011) sustentam que a ‘memória cultural’ resulta da articulação entre suportes materiais, práticas sociais e instituições que selecionam o que merece ser lembrado. Diante dessa premissa, quando a arqueologia subaquática passa a depender de serviços corporativos de IA para produzir ‘pistas visuais’, ela desloca parte dessa seleção para infraestruturas globais privadas, que operam segundo lógicas comerciais, técnicas e políticas próprias.

No estudo da Camaquã, isso significa que a memória visual do navio (aqui apenas os objetos retirados do contexto do afundamento) é reenquadrada por um regime de visibilidade que extrapola o campo arqueológico e o insere em um ecossistema mais amplo de imagens digitais. Esse tipo de suporte técnico é chamado de ‘retenção terciária’: dispositivos exteriores

nos quais a experiência se cristaliza e que, por sua vez, reconfiguram a nossa própria capacidade de lembrar e projetar o tempo (Stiegler, 1998; 2018).

A IA aplicada às imagens dos objetos da Camaquã atua como uma ‘prótese’ de atenção e de memória, ela destaca padrões, sugere semelhanças e organiza o arquivo visual de maneira que nenhum arqueólogo conseguiria replicar apenas com a memória biográfica. Ao mesmo tempo, essa automação do reconhecimento torna menos transparente o processo pelos quais certas hipóteses interpretativas se impõem e outras são descartadas. Assim, o uso de IA em Arqueologia deve ser compreendido como avanço técnico, bem como um processo que impacta a forma como a sociedade preserva, acessa e interpreta o passado, ou seja, ela participa ativamente da constituição do horizonte de memória no qual esse trabalho se desenrola.

4 Otimizando a identificação: visão computacional para aprimorar e acelerar o reconhecimento de materiais arqueológicos

Embora as fontes citadas no tópico anterior não mencionem explicitamente o @Google Lens, elas descrevem projetos e ferramentas de IA que funcionam de maneira semelhante, utilizando o reconhecimento de imagem para a classificação e identificação de materiais arqueológicos a partir de fotografias, muitas vezes, tiradas com dispositivos móveis com câmeras simples (exemplo: smartphones). Esses sistemas são desenvolvidos para aprimorar os processos arqueológicos e auxiliar na interpretação dos dados.

Estamos diante de algo que há pouco tempo era inimaginável, pois todos os processos de classificação e identificação de materiais arqueológicos dependiam diretamente de consultas a catálogos analógicos (Gualandi et al., 2021) ou do auxílio de especialistas, o que dificultava o acesso e a extroversão da informação.

No que diz respeito à classificação e identificação de materiais arqueológicos baseados em visão computacional temos alguns exemplos:

1. Cerâmica (Louça de mesa Romana – Terra Sigillata): este estudo está dentro do Arch-I-Scan Project, projeto que está desenvolvendo uma ferramenta de IA baseada em machine learning para a identificação automatizada de tipos de cerâmica (composição, formas e tamanhos), com foco na louça de mesa romana Terra Sigillata (Van Helden et al., 2022). O principal objetivo é fazer com que o classificador de IA identifique fragmentos a partir de fotos tiradas com smartphones.

A ideia é trabalhar a ferramenta não só como um facilitador, mas explorar seu papel didático e educativo. Qualquer pessoa com um telefone seja um arqueólogo em campo, um

estudante, ou um cidadão, que por curiosidade ou por encontrar um artefato cultural, possa tirar uma foto e identificar a peça ou o fragmento.

2. ArchAIDE Project: Este projeto desenvolveu um aplicativo baseado em IA para reconhecer cerâmica arqueológica a partir de imagens capturadas no local, utilizando redes neurais profundas (Deep Neural Networks - DNNs). O sistema permite que os arqueólogos tirem uma foto de um fragmento de cerâmica com um dispositivo móvel, e o classificador retorna cinco sugestões de correspondência de suas coleções comparativas digitais. As classificações podem ser baseadas na forma (geometria do perfil) ou nas decorações (cores e padrões), sendo as decorações geralmente mais confiáveis para diagnóstico (Gualandi et al. 2021).

O projeto desenvolveu duas ferramentas complementares de aprendizado de máquina para propor identificações a partir de imagens capturadas em campo, com o objetivo de melhorar e racionalizar esse processo, sem abrir mão de pontos decisórios essenciais para a obtenção de resultados confiáveis.

Para superar a escassez de dados reais estabelecidos como parâmetros, tanto o Arch-I-Scan quanto o ArchAIDE usam uma combinação de fotos de artefatos reais e modelos 3D simulados de cerâmica para treinar os algoritmos de IA (Van Helden et al., 2022; Gualandi et al., 2021; Núñez Jareño et al. 2021). O PyPotteryLens, conforme descrito por Carderelli (2024), automatiza a digitalização de desenhos de cerâmica de publicações para gerar conjuntos de dados para treinamento, ampliando a base de dados e dando robustez ao sistema.

Outro ponto que levamos em consideração é o fator precisão. Modelos de redes neurais convolucionais (Convolutional Neural Network – CNNs) se mostraram capazes de atribuir tipos a imagens digitais de cerâmica decorada com uma precisão comparável, e às vezes superior, à de arqueólogos especialistas (Pawlowicz & Downum, 2021 p. 12). Cabe destacar que aplicações desse tipo, nem sempre apresentaram resultados satisfatórios, algumas tentativas de usar CNNs para classificação de materiais arqueológicos (mais especificamente cerâmicas decoradas), foram classificadas como insatisfatórias: pesquisa realizada na França empregou uma abordagem mais antiga de CNNs para distinguir de 4 a 6 classes de motivos decorativos de um conjunto cerâmico medieval francês, com imagens derivadas de varreduras 3D, os resultados alcançaram precisão abaixo do esperado (Debrouetelle et al., 2015).

Com a evolução dos modelos e arquiteturas CNNs (Chetouani et al., 2018, 2020) alcançaram acurácias de classificação em torno de 95%. Eles não apresentam dados de acurácia humana, mas dada a simplicidade e consistência dos motivos decorativos usados, é

provável que sejam igualmente elevados. A justificativa para o uso de CNNs não foi necessariamente a melhora da acurácia, mas a criação de um sistema automatizado para classificar o grande volume de fragmentos cerâmicos provenientes de suas escavações (Chetouani et al., 2020).

O projeto ArchAIDE (Anichini et al., 2020, 2021; Itkin et al., 2019) explorou a aplicação de CNNs tanto no reconhecimento de cerâmicas decoradas (Majóllica) quanto na análise de características morfológicas da Terra Sigillata, utilizando imagens bidimensionais. No caso da Majóllica, a melhor acurácia ‘Top-1’ alcançada foi de 55,2%, considerando um subconjunto de 49 tipos dentro de um universo total de 84. Já para a Terra Sigillata, a classificação baseada em forma apresentou resultados ainda mais modestos, com acurácias ‘Top-1’ oscilando entre 14,5% e 30,5%, sendo a maior parte dos valores agrupada em torno de 25%.

Paralelamente, experimentos preliminares voltados à classificação da Tusayan White Ware (TWW) com o uso de CNNs (Pawlowicz et al., 2017; Pawlowicz e Downum, 2018) revelaram-se suficientemente encorajadores para fundamentar a continuidade e o aprofundamento dessa linha de investigação. Assim, Pawlowicz e Downum (2021), apresentaram uma avaliação preliminar da classificação de cerâmicas decoradas com base em imagens utilizando modelos de CNNs. De acordo com os autores, a classificação de cerâmicas decoradas a partir de imagens, e aqui podemos estender aos demais materiais arqueológicos, mediada por modelos de CNNs, é viável.

Os resultados apresentados demonstram que, quando devidamente treinado, um computador pode atribuir tipos a imagens digitais de exemplares de cerâmica decorada Tusayan White Ware (TWW) com habilidade comparável à de um arqueólogo experiente (Pawlowicz e Downum 2021).

É seguindo as premissas aqui expostas, associadas à expansão da Arqueologia Computacional, principalmente no que se refere à identificação e ao processamento de imagens com o uso de CNNs, que revisitamos os materiais oriundos do naufrágio da Corveta Camaquã, aplicando as funcionalidades disponíveis no @Google Lens.

Mas por que o @Google Lens? Pelo fato de ser um sistema de reconhecimento de imagens baseado em CNNs desenvolvido pelo Google, de livre acesso, que utiliza técnicas de visão computacional, aprendizado de máquina e redes neurais profundas (deep learning) para interpretar o conteúdo visual capturado pela câmera de um dispositivo móvel (smartphone), computador ou presente em imagens armazenadas. (LeCun et al., 2010; Van Heden et al., 2022).

Além disso, conforme definições presentes no site do @Google Lens, estão incluídas entre suas funcionalidades técnicas: a) Comparar objetos em uma imagem com outras imagens e ranqueá-las com base na similaridade e relevância com relação ao objeto original na foto. b) utilizar sinais auxiliares como texto presente na imagem, idioma, metadados do local onde a imagem está hospedada, para determinar relevância nos resultados. c) gerar múltiplos resultados possíveis para uma imagem analisada, classificando probabilidades para cada resultado. Se houver confiança suficiente, pode retornar um único resultado mais provável.

Diante desse contexto os algoritmos funcionam como extensões da ‘cadeia de inscrição’. Latour (1986; 2000) trouxe a perspectiva de que o conhecimento científico depende de ‘cadeias de inscrições’ capazes de estabilizar fenômenos e torná-los comparáveis à distância. A arqueologia subaquática sempre operou por meio de inscrições: cartas náuticas, croquis de mergulho, fotografias de sonar, modelos 3D, entre outros.

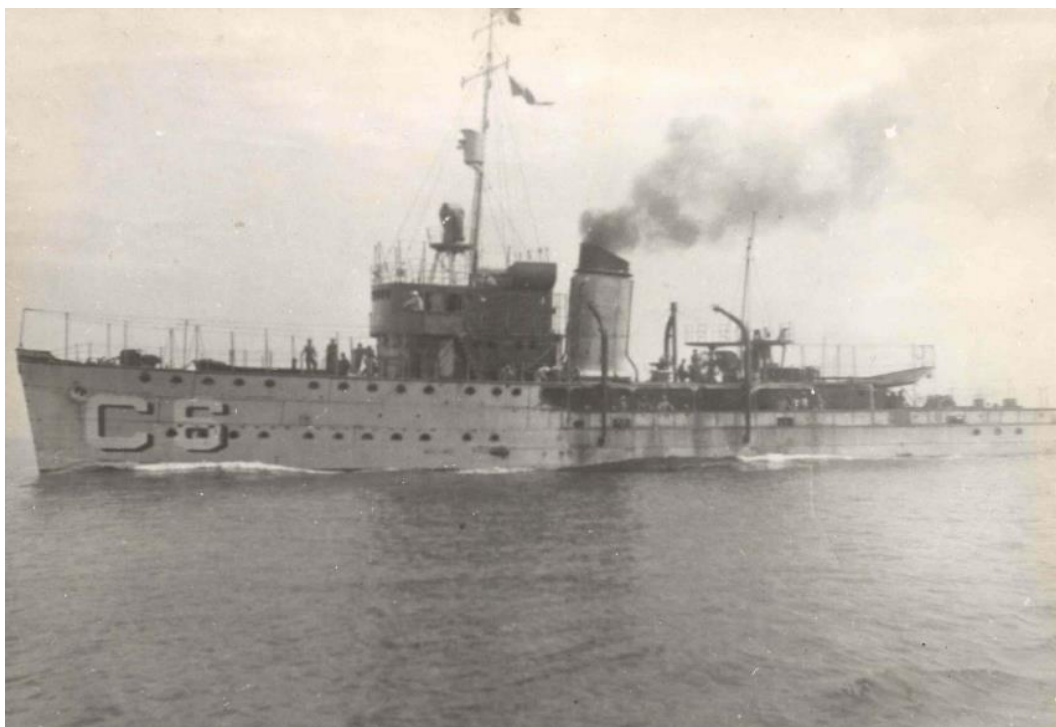
O que a IA introduz, no caso da Camaquã, é um novo tipo de inscrição: ‘a similaridade calculada’. Quando o @Google Lens retorna conjuntos de imagens ‘parecidas’, ele gera uma inscrição estatística, vetores em um espaço de características, que não é diretamente visível, mas governa o que vemos na interface (as ‘melhores correspondências’, as ‘imagens relacionadas’). Essa camada algorítmica passa a mediar o olhar arqueológico antes mesmo de interpretar as formas ou a disposição dos objetos: o arqueólogo é confrontado com um conjunto de analogias produzidas pela máquina.

Sendo assim, a IA deixa de ser apenas uma ferramenta auxiliar e redistribui a agência na cadeia de referência. Parte do trabalho cognitivo de comparação e classificação é delegado ao algoritmo de modo que as categorias utilizadas são retroalimentadas por um processo de classificação que escapa ao nosso controle fino. A epistemologia arqueológica passa, portanto, a depender da crítica dessas inscrições algorítmicas, e não apenas dos dados brutos.

5 O uso de reconhecimento de imagens em benefício da análise da Corveta *Camaquã*

A Corveta Camaquã foi construída pelo Arsenal da Marinha da Ilha das Cobras como parte de uma série de seis navios-mineiros varredores. Sua quilha foi batida em 22 de outubro de 1938, sendo lançada ao mar em 16 de setembro de 1939 e incorporada à Esquadra Brasileira em 6 de junho de 1940. Projetada pelo Capitão de Mar e Guerra Júlio Régis Bittencourt, a Camaquã possuía 552 toneladas de deslocamento, 57 metros de comprimento e, durante a Segunda Guerra Mundial, foi equipada com armamento antissubmarino, incluindo canhões, metralhadoras e cargas de profundidade.

Figura 1: Fotografia da Corveta Camaquã, durante seus anos de serviço.



Fonte: Acervo da Diretoria de Patrimônio Histórico e Documentação da Marinha

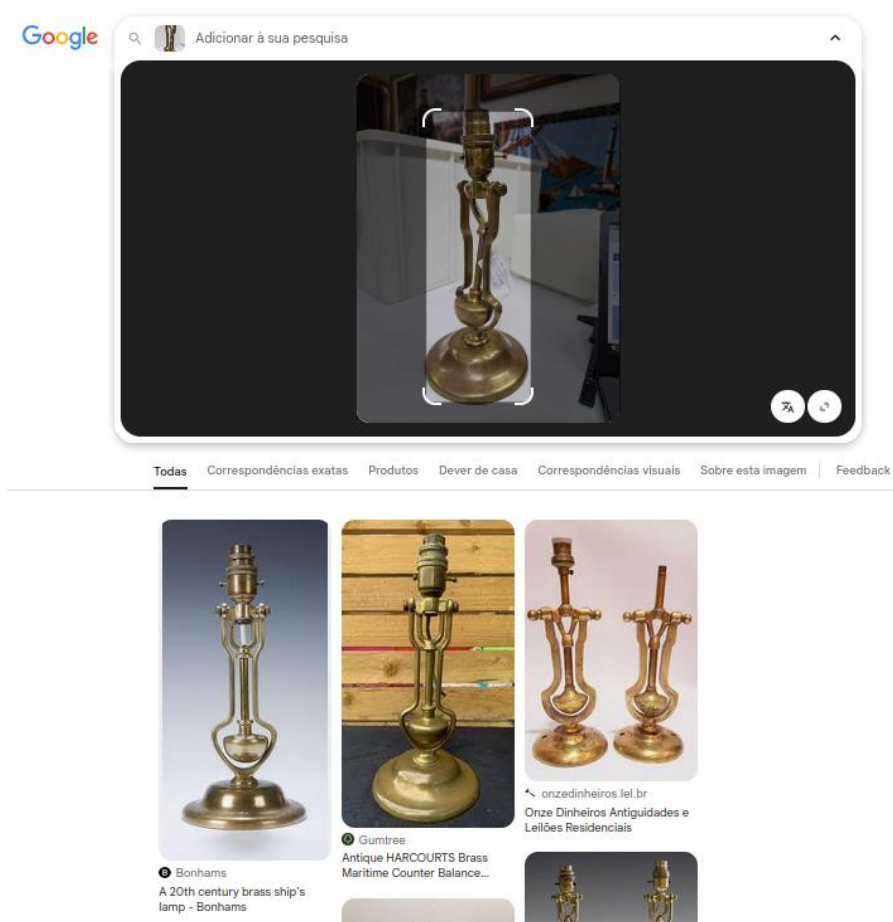
Durante o conflito, integrou a Força Naval do Nordeste, realizando missões de escolta em que percorreu mais de 58.700 milhas náuticas e protegeu cerca de 700 navios. No entanto, em 21 de julho de 1944, ao retornar ao Porto de Recife, foi surpreendida por uma série de vagalhões violentos que provocaram sua adernagem e, em seguida, o emborcamento.

O acidente resultou na morte de 33 tripulantes, incluindo seu comandante, o Capitão de Corveta Gastão Monteiro Moutinho. A tragédia foi atribuída às severas condições do mar e à instabilidade da embarcação, agravada pela distribuição de peso e aglomeração da tripulação no convés. Os sobreviventes foram resgatados pelos caça-submarinos Jutal e Graúna, que integravam o mesmo comboio. O naufrágio foi considerado imprevisível e marcou o fim da trajetória da Camaquã na Marinha do Brasil.

O acervo relacionado à embarcação reúne um total de 84 peças, das quais 83 são confeccionadas em metal, evidenciando a predominância desse material nos objetos preservados. Em linhas gerais, os itens apresentam um bom estado de conservação, o que contribuiu para a condução das análises. Apesar disso, algumas peças levantaram questionamentos quanto à sua procedência, como ocorreu com uma luminária naval e com um suporte de lamparina. Uma delas, em particular, chamava atenção por exibir uma marca estilizada, composta pelas iniciais 'GWC' ou 'GMC', a depender do ângulo de observação.

Essa marca, desconhecida pelos pesquisadores, não foi identificada mesmo após buscas extensas em catálogos e registros, o que reforçou a dificuldade do trabalho, já que não havia conhecimento prévio sobre esse selo específico. Diante do impasse, optou-se por recorrer ao @Google Lens, com o objetivo de verificar se o programa, apoiado em técnicas de visão computacional, aprendizado de máquina e *deep learning*, poderia fornecer resultados satisfatórios.

Figura 2: Busca pela luminária no Google Lens



Fonte: Busca feita pelos autores no Google Lens

O uso da ferramenta trouxe avanços imediatos: a peça pôde ser localizada em catálogos especializados e em sites de leilão, revelando sua origem. Tratava-se de um produto fabricado pela empresa britânica William McGeoch & Co. A companhia, fundada em 1832 em Glasgow por William McGeoch, iniciou suas atividades como uma fundição de latão. Já no início do século XX, havia alcançado uma estrutura sólida, contando com sede própria, showroom de três andares, armazéns, filiais em Londres e Newcastle, além de uma fábrica em Birmingham.

Seu catálogo era vasto, abrangendo desde luminárias artísticas utilizadas em navios célebres, como o RMS Titanic e o HMHS Britannic, até sofisticadas luzes de navegação à prova

d'água. Com o passar dos anos, a marca McGeoch ampliou sua produção e passou a incluir também painéis elétricos marítimos, com a fábrica de Birmingham ganhando notoriedade pelo trabalho de seus escritórios de design.

Entre os marcos da empresa, destaca-se o fornecimento de peças para o SS City of Paris, entre 1889 e 1893, além de equipamentos elétricos destinados a navios de renome, como o RMS Lusitania e o RMS Mauretania, ambos construídos em Clydebank. Em 1999, a tradição da marca foi incorporada à McGeoch Technology, que adquiriu a William White Switchgear, agregando o conhecimento especializado na produção de painéis de distribuição elétrica voltados, sobretudo, para navios de guerra.

A descoberta da presença de uma peça estrutural inglesa em um navio construído no Arsenal da Marinha do Brasil causou surpresa. Afinal, todos os demais componentes metálicos com o selo da Camaquã ou da própria Marinha do Brasil eram de origem nacional, fabricados por empresas como a Fracalanza ou pela AEC (Abramo Eberle & Cia). Essa discrepância despertou nossa atenção e abriu espaço para novas hipóteses.

Figura 3: Selo da Martin Hall & Co



Fonte: Fotografia dos autores (2025).

Figura 4: Selo da Fracalanza, junto do selo estilizado da MB (Marinha do Brasil)



Fonte: Fotografia dos autores (2025).

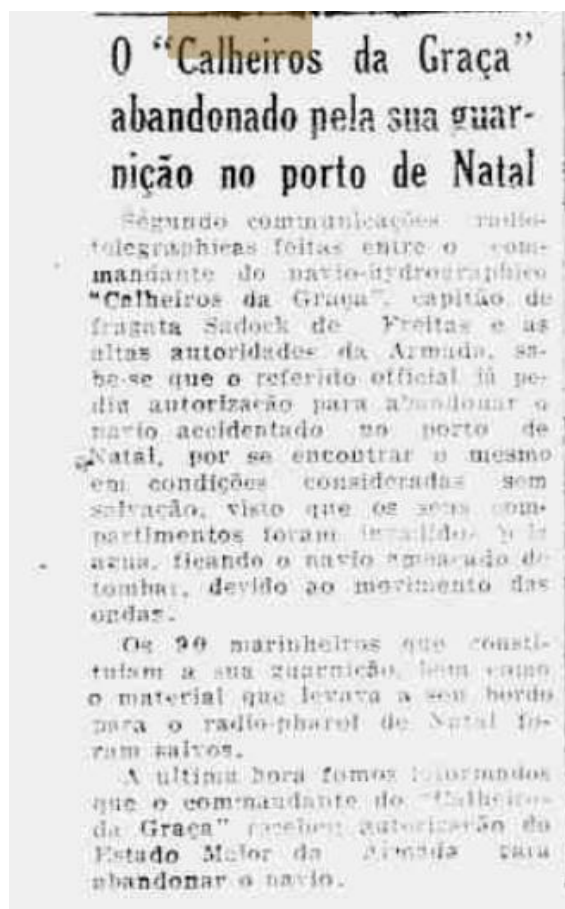
Na sequência, observou-se que o acervo também continha artigos de mesa com o símbolo da Companhia Nacional de Navegação Costeira (CNNC), importante empresa de navegação mercante brasileira. A CNNC, conhecida popularmente como ‘Costeira’, foi fundada em 1882 por imigrantes portugueses sob a denominação inicial de Lage & Irmãos. Estabelecida no Rio de Janeiro, iniciou suas operações em 1891 e manteve atividades até 1965. Ficou notabilizada por sua frota de navios ‘Itas’, cujo nome, de origem tupi, sempre se iniciava pelo prefixo ‘Ita’. Em determinado período, em data não precisamente registrada, a empresa operou em parceria com o Lloyd Brasileiro, utilizando essa frota característica, até ser incorporada definitivamente por ele em 1965.

Antes da Segunda Guerra Mundial, parte desses navios foi incorporada à Marinha de Guerra, entre eles o Itaúba (posteriormente NAux Vital de Oliveira), o Itapema (NHi/NAux José Bonifácio) e o Itajubá (Navio Hidrográfico Calheiros da Graça). Todos foram construídos na Ailsa Shipbuilding Co. Ltd., localizada em Troon, na Escócia. Esse fato ajuda a explicar a presença de algumas peças importadas, como travessas e utensílios da Martin Hall & Co., que traziam tanto o selo da fabricante britânica quanto o da CNNC.

Com base nessas informações, ganha força a hipótese de que a luminária da McGeoch tenha vindo de um navio mercante, possivelmente do Itajubá/Calheiros da Graça. Isso porque o Itapema/José Bonifácio continuou em operação até 1963, enquanto o Itaúba/Vital de

Oliveira foi tragicamente torpedeado apenas dois dias antes do naufrágio da Camaquã, o que torna improvável a ligação com esses dois casos. Já o NHi Calheiros da Graça, após encalhar próximo a Natal (RN), foi desativado em 1936, quatro anos antes da construção da Camaquã. Registros jornalísticos da época relatam que o conteúdo de bordo do Calheiros da Graça foi retirado após o acidente, reforçando ainda mais essa interpretação.

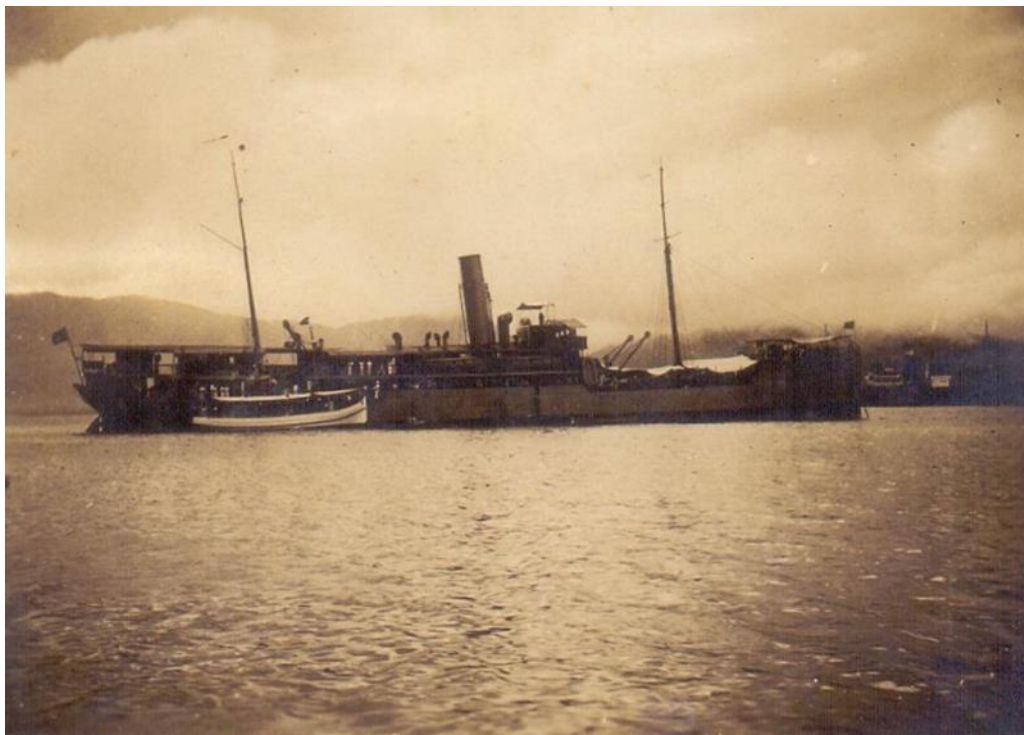
Figura 5: Notícia do encalhe do Calheiros da Graça, no Jornal A Offensiva, de 23 de agosto de 1936



Fonte: Hemeroteca da Biblioteca Nacional (1936)⁴

⁴ https://hemeroteca-pdf.bn.gov.br/178586/per178586_1936_00266.pdf

Figura 6: Fotografia do NHi Calheiros da Graça, durante seus anos de serviço



Fonte: Acervo da Diretoria de Patrimônio Histórico e Documentação da Marinha

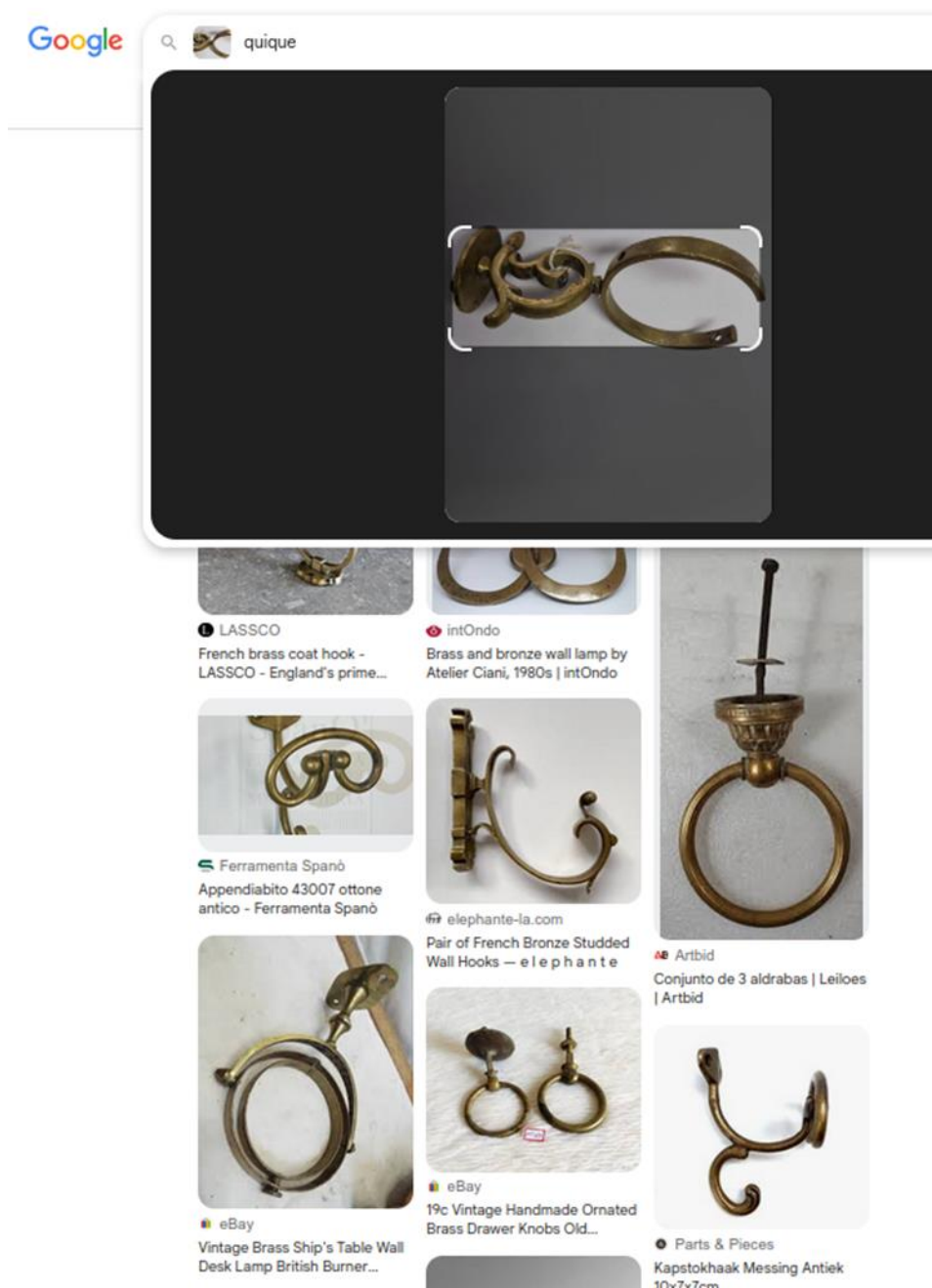
Ressaltamos aqui a história da Martin Hall & Co, pois a história da empresa traz aspectos interessantes à análise do material arqueológico da Corveta. A empresa teve origem em 1820, em Sheffield, sob o nome Wilkinson & Roberts. Em 1836, Henry Wilkinson desligou-se da sociedade, e em 1846 John Roberts se associou a Ebenezer Hall, dando origem à Roberts & Hall. Posteriormente, em 1854, com a entrada de Richard Martin (da Martin Brothers & Naylor) e Joshua Hall, surgiu a Martin, Hall & Co., que se consolidou como uma Ltda em 1866.

Sua fábrica, conhecida como Shrewsbury Works, operava em Sheffield, e a empresa chegou a manter showrooms em Londres, Sydney, Birmingham e Glasgow. Após a Primeira Guerra Mundial, houve uma breve associação com a Gladwin Ltd., mas a trajetória chegou ao fim em meados da década de 1930, com fontes divergindo entre o encerramento em 1936 e a venda à Frank Cobb & Co. em 1931/32. De toda forma, a extinção da marca ocorreu antes da construção da Camaquã, o que contribui para a suposição de que a origem das peças encontradas no naufrágio tinha sido incorporadas de outro navio.

O uso do reconhecimento de imagem pelo @Google Lens ainda foi utilizado em outros dois casos: uma peça de latão cuja funcionalidade era incerta e uma sopeira que estava acondicionada com uma tampa de procedência questionável. Com o auxílio do reconhecimento por imagem, verificou-se que a peça de latão era um suporte de lâmpada de querosene naval. Ainda que não tenha sido localizada uma peça idêntica, tampouco

identificada com precisão a marca gravada 'G & K', as semelhanças com itens britânicos da mesma tipologia reforçam a hipótese de que se tratava de um remanescente ligado à CNNC.

Figura 7: Busca pelo suporte de lâmpada no Google Lens

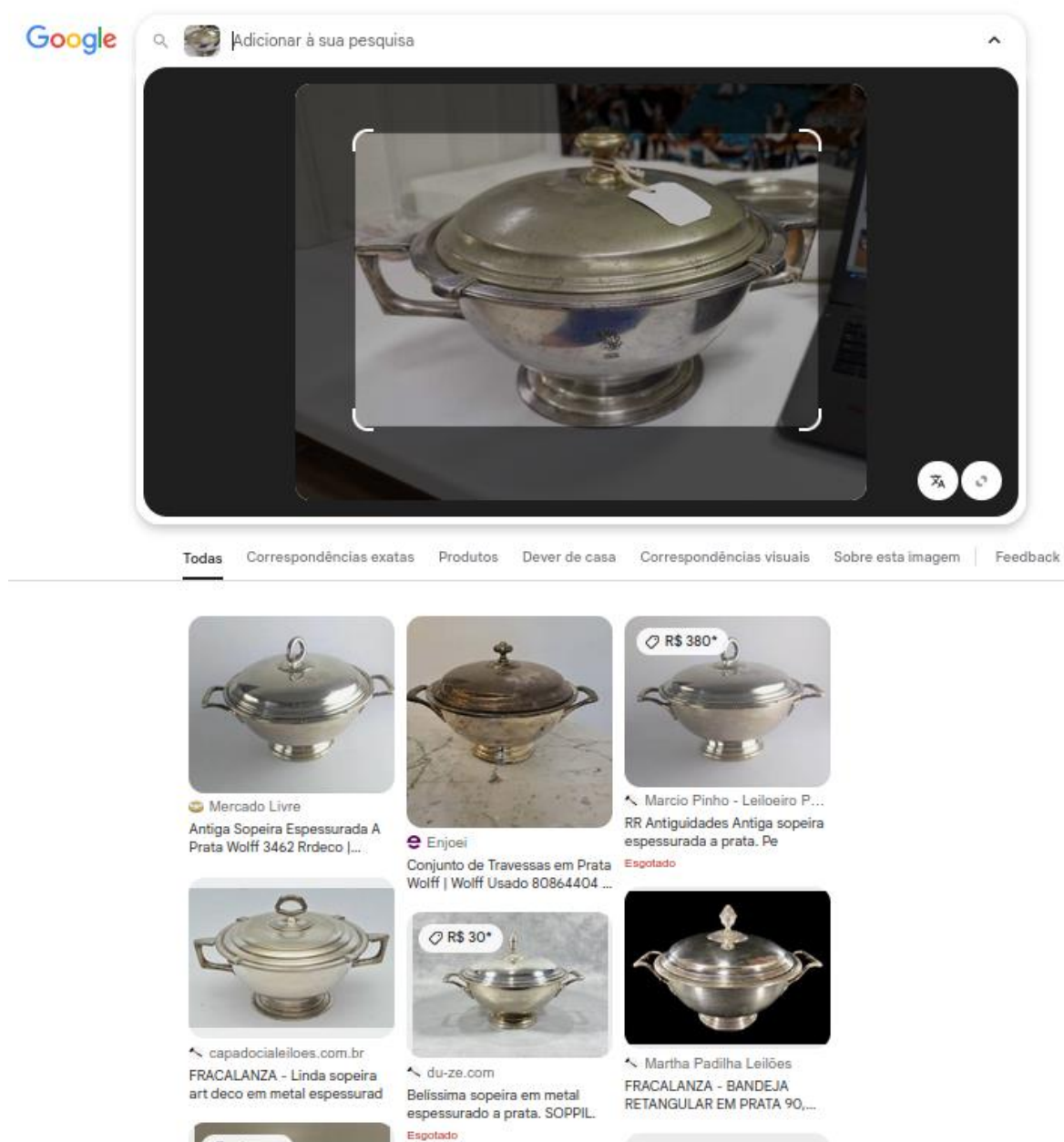


Fonte: Busca feita pelos autores no Google Lens

Isso nos leva à análise da sopeira. À primeira vista, os dois elementos pareciam formar um conjunto original. Contudo, ao observar os detalhes com maior atenção, observamos que a tampa apresentava um estilo decorativo distinto da base, esta última concebida em estilo Art Déco. Além disso, a base possuía selo da Fracalanza, era fabricada em alpaca com banho de

prata, enquanto a tampa não apresentava o mesmo revestimento nem qualquer marcação. Por meio da comparação com catálogos e registros de leilão, foi possível identificar o conjunto original, no qual a tampa seguia fielmente o estilo Art Déco da base. Assim, a tecnologia permitiu corrigir um equívoco de associação que vinha sendo perpetuado desde a coleta da peça, em 1998.

Figura 8: Busca pela sopeira/terrina no Google Lens



Fonte: Busca feita pelos autores no Google Lens

Dessa forma, o @Google Lens demonstrou ser uma ferramenta usável e assertiva, tanto por otimizar o processo de análise quanto por revelar informações que dificilmente seriam

obtidas com os métodos analógicos. Graças a ele, foi possível levantar hipóteses bem fundamentadas sobre a origem de diferentes peças, além de situar cronologicamente os vestígios presentes no acervo.

É importante ressaltar, entretanto, que tais pesquisas foram realizadas apenas com o suporte da internet, o que naturalmente introduz limitações. O reconhecimento de imagens, ao abranger a totalidade da rede, acaba trazendo também ruídos, informações irrelevantes ou vagas. A construção de um banco de dados específico, voltado para o contexto histórico e arqueológico, certamente tornaria essas investigações mais ágeis, confiáveis e precisas, representando um avanço para a área.

6 Considerações finais

Antes de partirmos para descrição dos benefícios práticos do uso do @Google Lens temos que refletir sobre a interação ‘humano-máquina’ (Nicolelis, 2020) e quais implicações isso traz à memória e aos estudos patrimoniais. A relação entre memória, história e esquecimento é intrinsecamente narrativa: interpretar o passado é sempre configurar eventos em enredos que articulam causas, responsabilidades e significados (Ricoeur, 2004). Esse processo narrativo envolve seleção e destaque de certos traços em detrimento de outros, uma forma de ‘esquecimento organizado’.

As respostas fornecidas pela IA não são neutras, elas funcionam como ‘pré-figurações narrativas’. Ao sugerir que a peça ‘se parece’ com um repertório específico de peças/imagens, a IA favorece certos enredos, por exemplo, narrativas das classes dominantes, oficialidade, determinados regimes de memória da Marinha e torna menos visíveis outros como a dimensão trabalhista e social das classes subalternas (praças).

A ‘identidade narrativa’ (Ricoeur, 1992) da Camaquã, isto é, o modo como articulamos sua história, os agentes envolvidos, as causas do naufrágio e seus legados, passa a ser co-construída por humanos e algoritmos. Isso coloca um problema epistemológico claro: que responsabilidades assumimos ao incorporar sugestões algorítmicas na cadeia de interpretação? Como distinguir entre pistas efetivamente heurísticas e projeções automáticas de um banco de dados treinado com vieses geopolíticos, iconográficos ou linguísticos específicos?

Deixando de lado as perguntas acima, vamos retomar os questionamentos postos no tópico 3:

a) Teríamos aqui uma nova revolução no pensamento arqueológico? Trabalhos recentes em Arqueologia Computacional e IA sugerem cautela em falar de ‘revolução plena’. Graham et

al (2020), argumentam que, em muitos casos, estamos ainda diante de formas de machine learning e de modelagem computacional que automatizam tarefas clássicas (classificação, simulação), sem constituir, por si só, uma ‘inteligência’ arqueológica autônoma. Outros trabalhos mostram que a chegada do machine learning ao campo tem sido incremental, concentrada na detecção de feições e sítios a partir de grandes volumes de dados (Bickler, 2021).

Com relação aos estudos de memória, podemos dizer que a IA introduz uma ‘inflexão qualitativa’, ou seja, ela altera a maneira como memória digital, mediações técnicas e práticas científicas se articulam. Trata-se menos de uma ‘quarta revolução’ súbita e mais da consolidação de um regime algorítmico de produção de conhecimento, no qual a arqueologia passa a negociar com entidades dotadas de ‘agência algorítmica’ (Huggett, 2021; Gattiglia, 2022).

Em termos estritos podemos dizer que estamos diante de um rearranjo paradigmático em curso, cuja radicalidade dependerá de como a comunidade arqueológica institucionalizará padrões de uso, crítica e documentação dessas ferramentas.

b) Como isso afeta a produção científica e as interpretações materiais? A partir do estudo de caso, é possível identificar ao menos três efeitos epistemológicos, sendo:

1 - Escala e visibilidade, onde algoritmos ampliam o escopo de comparação, tornando visíveis padrões que seriam inalcançáveis apenas com inspeção humana (Bickler, 2021). Isso pode gerar novas hipóteses sobre tipologias, reparos estruturais ou danos observados, mas também introduz o risco de ‘ver demais’, isto é, de sobreinterpretar coincidências estatísticas como evidências históricas robustas.

2 - Redistribuições da agência interpretativa, ao passo de podermos falar de ‘agência algorítmica’ quando decisões relevantes são, na prática, delegadas a modelos que operam com relativa autonomia (Huggett, 2021). No caso da Camaquã, a escolha de quais imagens comparar, quais similaridades aceitar e como incorporá-las à argumentação científica passou a depender de uma negociação contínua entre o julgamento dos autores e as sugestões da IA.

3 - Reconfiguração da memória cultural do naufrágio, a Camaquã, através da análise de suas peças, deixa de ser somente um ‘objeto arqueológico’ e se torna um nó em redes de memória digital, onde circula em meio a fotografias amadoras, relatos em blogs, publicações em redes sociais e bancos de dados, por exemplo. Isso transforma a interpretação acadêmica, e a forma como a corveta entra em narrativas públicas sobre a Segunda Guerra Mundial e a Marinha brasileira.

Cabe destacar que a ideia principal do artigo além de mostrar se o @Google Lens ‘funciona’ ou ‘não funciona’ para identificar elementos do naufrágio é discutir, mesmo que de maneira breve, como sua utilização explicita um novo regime de memória e de mediação técnica que desafia os modelos clássicos de evidência, comparação e autoria na arqueologia.

À luz desse debate podemos caracterizar a IA como interface epistemológica entre arquivos visuais globais e práticas arqueológicas locais, observando como ela produz ganhos heurísticos e assimetrias de poder: dependência de plataformas corporativas, opacidade de modelos, hierarquias de visibilidade de certos objetos em detrimento de outros. Para além disso, buscamos propor a noção de ‘co-interpretação algoritmo-humana’(ver a discussão organizada pela Cátedra Oscar Sala do Instituto de Estudos avançados da Universidade de São Paulo – IEA-USP, disponível em: <https://www.iea.usp.br/midiateca/video/videos-2022/natureza-da-interacao-humanoalgoritmo-conceitos-aspectos-teoricos-e-estudos-de-caso>), em que a IA não é tratada como oráculo infalível, tampouco como ferramenta neutra, mas como um parceiro epistêmico cuja participação precisa ser descrita, documentada e criticada em cada etapa do trabalho.

Excetuando as conclusões e proposições no campo teórico, podemos dizer que o principal benefício da IA na classificação e identificação dos materiais foi a otimização do tempo e dos recursos, pois o que antes era repetitivo, demorado e, muitas vezes, custoso, exigindo grande conhecimento para a classificação inicial de artefatos é passível de ser automatizado. Essa automação propicia que os arqueólogos foquem em análises mais complexas, ou seja, são liberados para investigar questões sociais, em vez de passar um tempo excessivo na classificação manual.

Outro fator de relevância é a capacidade de estudos de larga escala, haja vista a capacidade de registrar conjuntos de dados maiores e mais completos de forma consistente, tornando viáveis análises que antes eram consideradas inviáveis devido a limitações de custo e tempo. No nosso caso, permitiu-nos olhar para o conjunto material e perguntarmos sobre a parcialidade na coleta do material, pois em sua maioria, são utensílios usados para alimentação e remetem à oficialidade, deixando de lado os demais militares. Além disso, as informações obtidas possibilitaram levantar suposições sobre a origem das peças e reflexões sobre a reutilização de itens de mobiliário e cozinha em navios.

Outrossim, as classificações automatizadas fornecem uma análise objetiva e consistente, mitigando a variabilidade e a subjetividade, inerentes às avaliações humanas. Isso é importante para a replicabilidade e a validade científica das pesquisas. As ferramentas de IA possibilitam análises que revelam padrões de design sutis, distribuição geográfica e temporal

de elementos decorativos, e relações entre artefatos de diferentes locais ou períodos. Ademais, como observado na avaliação das pratarias e demais utensílios, o uso do @Google Lens demonstrou ser capaz de corresponder a fragmentos com designs similares e pode até levar a uma diferenciação mais precisa dos tipos de prataria e, em alguns casos, a uma substituição das tipologias tradicionais por comparações diretas de artefatos.

Apesar dos avanços observados, ainda persistem desafios, entre os quais se destaca a escassez de grandes conjuntos de dados arqueológicos rotulados, indispensáveis para o treinamento robusto dos modelos. O conjunto material analisado do naufrágio da Camaquã é pequeno (84 peças), o que facilitou o uso da ferramenta, ainda mais que o número de peças com selos, ou que suscitaram dúvidas de funcionalidade e procedência, era menor ainda.

No entanto, há casos em que a variabilidade praticamente ilimitada na forma e nos tipos de materiais dos fragmentos, por exemplo, demandará grandes volumes de dados para assegurar resultados consistentes. Soma-se a isso a complexidade inerente a determinados modelos de deep learning, cuja natureza de ‘caixa-preta’ dificulta a interpretação do processo decisório da máquina, embora iniciativas recentes de Explainable AI (XAI) tenham buscado mitigar tais limitações (Chen et al. 2019; Selvaraju et al. 2019; Sun et al. 2020).

Em síntese, as ferramentas de identificação de imagem impulsionadas pela IA não têm como propósito substituir o arqueólogo, mas redefinir o seu papel: de executor manual de classificações para validador especializado e analista interpretativo. Ao automatizar e acelerar tarefas de classificação e identificação, essas tecnologias liberam os pesquisadores para questões de maior complexidade, favorecendo a exploração de contextos culturais, a análise de dinâmicas sociais e a reconstrução de narrativas históricas mais amplas, entre outras perspectivas.

A validação crítica, sustentada pela experiência humana, continua a ser indispensável para filtrar ambiguidades e atribuir sentido aos vestígios materiais. Portanto, se a tecnologia reconfigura nossa forma de ser e de conhecer, cabe ao arqueólogo atuar como mediador e validador humano nesse mundo digital, garantindo que a interpretação do passado não seja reduzida à automatização dos algoritmos. Nesse sentido, inaugura-se uma nova etapa para a pesquisa arqueológica, caracterizada pela integração entre métodos tradicionais (analógicos) e soluções digitais avançadas, que, além de facilitarem a pesquisa, podem funcionar como vetor didático e educativo, auxiliando na gestão e extroversão do conhecimento.

Referências

- ABICHINI, F.; BANTERLE, F.; BUXEDA I. G., J.; CALLIERI, M.; DERSHOWITZ, N.; DUBBINI, N.; DIAZ, D. L.; EVANS, T.; GATTIGLIA, G.; GREEN, K.; GUALANDI, M. L.; HERVAS, M. A.; ITKIN, B.; MADRID I FERNANDEZ, M.; GASCÓN, E. M.; REMMY, M.; RICHARDS, J.; SCOPIGNO, R.; VILA, L.; WOLF, L.; WRIGHT, H.; ZALLOCCO, M. Developing the ArchAIDE Application: A digital workflow for identifying, organizing and sharing archaeological pottery using automated image recognition. *Internet Archaeology*, v. 52, 2020.
- ANDRÉ, J. M. A crise das Humanidades e as novas Humanidades. In: *BIBLOS. Revista da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra*. v. 1, 2015. p. 58-78. DOI: http://dx.doi.org/10.14195/0870-4112_3-1_3
- ANICHINI, F.; DERSHOWITZ, N.; DUBBINI, N.; GATTIGLIA, G.; ITKIN, B.; WOLF, L. The automatic recognition of ceramics from only one photo: The ArchAIDE app. *Journal of Archaeological Science: Reports*, v. 36, 2021.
- ASSMANN, A. *Espaços da recordação: formas e transformações da memória cultural*. Campinas: Editora da Unicamp, 2011^a
- ASSMANN, A. *Cultural memory and Western civilization: functions, media, archives*. Cambridge: Cambridge University Press, 2011b. Disponível em: <https://archive.org/details/culturalmemorywe0000assm/page/n1/mode/1up?>
- AYCOCK, J. The coming tsunami of digital artefacts. *Antiquity*, v. 95, p. 1584–1589, 2021.
- BARCELÓ, J. A. Beyond classification: automatic learning in archaeology and cultural studies. *Intelligenza Artificiale*, v. 1, p. 29–33, 2004.
- BAXTER, M. Neural networks in archaeology, 2014. Disponível em: https://www.academia.edu/8434624/Neural_networks_in_archaeology.
- BELL, S.; CROSON, C. *Artificial neural networks as a tool for archaeological data analysis*. *Archaeometry*, v. 40, n. 1, p. 139–151, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.1998.tb00829.x>.
- BERRY, D. M. The computational turn: thinking about the Digital Humanities. *Culture Machine*, v. 12, p. 1–22, 2011.
- BERRY, D. M. What are Digital Humanities? *The British Academy Blog*, 2019. Disponível em: https://sussex.figshare.com/articles/journal_contribution/What_are_the_digital_humanities_/23466659.
- BICKLER, S. H. Machine learning arrives in archaeology. *Advances in Archaeological Practice*, v. 9, n. 2, p. 186-191, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1017/aap.2021.6>
- BINFORD, L. R. Archaeological systems and the study of culture process. *American Antiquity*, v. 31, p. 203–210, 1965.
- BINGEMER, M. C. L. Teologia: uma ciência humana? In: DINIZ, J. C. V.; SCHØLLHAMMER, K. E. (orgs.). *Humanidades em questão: abordagens e discussões*. Rio de Janeiro: Ed. PUC-Rio, 2021. p. 181–194.

BIRKLE, C.; DÄWES, B. "Old media don't go away, they mutate": an interview with Jeffrey Schnapp. *Amerikastudien/American Studies*, v. 64, n. 1, p. 111–125, jan. 2019.

BOSTROM, N. *Superintelligence: paths, dangers, strategies*. Oxford: Oxford University Press, 2014.

BOSTROM, N. *Who can you trust: how technology brought us together and why it might drive us apart*. Londres: Penguin, 2017.

BURDICK, A.; DRUCKER, J.; LUNENFELD, P.; PRESNER, T.; SCHNAPP, J. Um breve guia para as Humanidades Digitais. *TECCOGS – Revista Digital de Tecnologias Cognitivas*, n. 21, p. 69–98, jan./jun. 2020.

CARDARELLI, L. PypotteryLens: An open-source deep learning framework for automated digitisation of archaeological pottery documentation. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, p. e00452, 2025.

CHEN, L. C.; PAPANDREOU, G.; SCHROFF, F.; ADAM, H. Rethinking atrous convolution for semantic image segmentation. *arXiv preprint*, arXiv:1706.05587, 2017. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1706.05587>. Acesso em: 02 dez. 2025.

CHETOUANI, A.; DEBROUTELLE, T.; TREUILLET, S.; EXBRAYAT, M.; JESSET, S. Classification of ceramic shards based on convolutional neural network. In: *IEEE International Conference on Image Processing*. Athens, Greece, 2018.

CHETOUANI, A.; TREUILLET, S.; EXBRAYAT, M.; JESSET, S. Classification of engraved pottery sherds mixing deep-learning features by compact bilinear pooling. *Pattern Recognition Letters*, v. 131, p. 1–7, 2020.

CHUN, J.; ELKINS, K. The crisis of artificial intelligence: A new digital humanities curriculum for human-centred AI. *International Journal of Humanities and Arts Computing*, v. 17, n. 2, p. 147–167, 2023.

CLARKE, D. Archaeology: the loss of innocence. *Antiquity*, v. 47, p. 6–18, 1973.

COOPER, M. G.; MARX, J. Crisis, Crisis, Crisis: Big Media and the Humanities Workforce. *differences*, v. 24, n. 3, p. 127–159, 2013.

DEBROUTELLE, T.; JANVIER, R.; CHETOUANI, A.; TREUILLET, S.; EXBRAYAT, M.; MARTIN, L.; JESSET, S. Automatic pattern recognition on archaeological ceramic by 2D and 3D image analysis: a feasibility study. In: *2015 International Conference on Image Processing Theory, Tools and Applications (IPTA)*. Orleans, 2015. p. 224–228.

DI LUDOVICO, A.; CAMIZ, S.; PIERI, G. Comparative use of mathematical models in an investigation on Mesopotamian cylinder seals. In: CONTRERAS, F.; FARJAS, M.; MELERO, F. J. (eds.). *CAA2010 Fusion of Cultures: Proceedings of the 38th Annual Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*. Granada, Spain, April 2010. Oxford: Archaeopress, 2013. p. 495–498.

DRUCKER, J. *The Digital Humanities Coursebook: An introduction to digital methods for research and scholarship*. New York: Routledge, 2021.

- DURHAM, P.; LEWIS, P.; SHENNAN, S. Artefact matching and retrieval using the Generalised Hough Transform. In: WILCOCK, J.; LOCKYEAR, K. (eds.). *CAA 93: Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 1993*. Oxford: Tempus Reparatum, 1995. p. 25–30.
- ERLL, A. Memory in culture. *Houndmills*; New York: Palgrave Macmillan, 2011.
- ERLL, A.; NÜNNING, A. (org.). *Cultural memory studies: an international and interdisciplinary handbook*. Berlin; New York: De Gruyter, 2008.
- FLORIDI, L. The ontological interpretation of informational privacy. *Ethics and Information Technology*, v. 7, n. 4, p. 185–200, 2005.
- FLORIDI, L. *The philosophy of information*. Oxford: Oxford University Press, 2011.
- GATTIGLIA, G. A postphenomenological perspective on digital and algorithmic archaeology. *Archeologia e Calcolatori*, v. 33, n. 2, p. 319–334, 2022.
- GRAHAM, S.; GUPTA, N.; CARTER, M.; COMPTON, B.; SMITH, J.; ANGOURAKIS, A.; REIHARD, A.; ELLENBERGER, K.; BATIST, Z.; RIVARD, J.; MARWICK, B.; BLADES, R.; WOOD, C. Artificial intelligence in digital archaeology. In: *The Open Digital Archaeology Textbook*. Ottawa: eCampusOntario, 2020. Disponível em: <https://o-date.github.io/draft/book/artificial-intelligence-in-digital-archaeology.html?>
- GIBSON, P. An archaeofaunal ageing comparative study into the performance of human analysis versus hybrid neural network analysis. *Analecta Praehistorica Leidensia*, v. 28, p. 229–233, 1996.
- GROSMAN, L. Reaching the point of no return: the computational revolution in archaeology. *Annual Review of Anthropology*, v. 45, p. 129–145, 2016.
- HARRIS, A.; CREMASCHI, A.; LIM, T. S.; DE IORIO, M.; KWA, C. G. From past to future: digital methods towards artefact analysis. *Digital Scholarship in the Humanities*, v. 39, p. 1026–1042, 2024.
- HUFFER, D.; GRAHAM, S. Fleshing out the bones: studying the human remains trade with Tensorflow and Inception. *Journal of Computer Applications in Archaeology*, v. 1, n. 1, p. 55–63, 2018.
- HUGGETT, J. Algorithmic agency and autonomy in archaeological practice. *Open Archaeology*, v. 7, n. 1, p. 417–434, 2021.
- ITKIN, B.; WOLF, L.; DERSHOWITZ, N. Computational ceramicology. *arXiv preprint*, arXiv:1911.09960, 22 nov. 2019. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1911.09960>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- KAMPEL, M.; SABLATNIG, R. Automated 3D recording of archaeological pottery. In: BEARMAN, D.; GARZOTTO, F. (eds.). *Proceedings of the International Conference on Cultural Heritage and Technologies in the Third Millennium*. Milan: [s.n.], 2001. v. 1, p. 169–182.
- KAMPEL, M.; SABLATNIG, R. Computer-aided classification of ceramics. In: NICCOLUCCI, F. (ed.). *Virtual Archaeology: Proceedings of the VAST2000 European Conference*. Arezzo: Archaeopress, 2002. p. 77–82.

- KAMPEL, M.; SABLATNIG, R. 3D data retrieval for archaeological pottery. In: PAN, H. Z. Z.; THWAITES, H.; ADDISON, A. C.; FORTE, M. (eds.). *Interactive Technologies and Sociotechnical Systems. Proceedings of 12th International Conference, VSMM 2006*. Xi'an, China, 18–20 Oct. New York: Springer, 2006. p. 387–395.
- KAMPEL, M.; MARA, H.; SABLATNIG, R. Automated investigation of archaeological vessels. In: LUISE, M. (ed.). *Proceedings of EUSIPCO2006: 13th European Signal Processing Conference*. Florence, Italy, 2006.
- KHUNTI, R. The problem with printing Palmyra: exploring the ethics of using 3D printing technology to reconstruct heritage. *Studies in Digital Heritage*, v. 2, p. 1–12, 2018.
- KARASIK, A.; SMILANSKY, U. Computerized morphological classification of ceramics. *Journal of Archaeological Science*, v. 38, p. 2644–2657, 2011.
- KRONFELDNER, M. *What's left of human nature? A post-essentialist, pluralist, and interactive account of a contested concept*. Cambridge: MIT Press, 2018.
- LATOUR, B. Visualisation and cognition: drawing things together. In: KUKLICK, Henrika (org.). *Knowledge and society: studies in the sociology of culture past and present*, v. 6. Greenwich: JAI Press, 1986. p. 1–40. Disponível em: <https://www.bruno-latour.fr/sites/default/files/21-DRAWING-THINGS-TOGETHER-GB.pdf>
- LATOUR, B. *Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora*. São Paulo: Unesp, 2000.
- LECUN, Y.; KAVUKCUOGLU, K.; FARABET, C. Convolutional networks and applications in vision. In: *Proceedings of 2010 IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS)*. [s.l.]: IEEE, 2010. p. 253–256.
- LI-YING, Q.; KE-GANG, W. Kernel fuzzy clustering based classification of ancient-ceramic fragments. In: *Proceedings of the IEEE Conference on Information Management and Engineering*. [S.l.]: IEEE, 2010. p. 348–350.
- LUCENA, M.; MARTÍNEZ-CARRILLO, A. L.; FUERTES, J. M.; CARRASCOSA, F.; RUIZ, A. Applying mathematical morphology for the classification of Iberian ceramics from the upper valley of Guadalquivir River. In: MARTÍNEZ-TRINIDAD, J. F.; OLVERA LOPEZ, J. A.; SALAS-RODRÍGUEZ, J.; SUEN, C. Y. (eds.). *Pattern Recognition. MCPR 2014*. Cham: Springer, 2014. p. 351–360.
- LYRA, E. Importância e lugar da filosofia na era tecnológica. In: DINIZ, J. C. V.; SCHØLLHAMMER, K. E. (orgs.). *Humanidades em questão: abordagens e discussões*. Rio de Janeiro: Editora PUC-Rio, 2021. p. 131–148.
- MA, Q.; YAN, A.; HU, Z.; LI, Z.; FAN, B. Principal component analysis and artificial neural networks applied to the classification of Chinese pottery of Neolithic age. *Analytica Chimica Acta*, v. 406, p. 247–256, 2000.
- MAKRIDIS, M.; DARAS, P. Automatic classification of archaeological pottery sherds. *Journal on Computing and Cultural Heritage*, v. 5, n. 4, 2012.
- MARA, H. Digital archaeology. it – *Information Technology*, v. 64, n. 6, p. 193–194, 2022.

- MOREIRA, W. *A construção de informações documentárias: aportes da linguística documentária, da terminologia e das ontologias*. 2010. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- NATARAJAN, A.; DE IORIO, M.; HEINECKE, A.; MAYER, E.; GLENN, S. Cohesion and repulsion in Bayesian distance clustering. *Journal of the American Statistical Association*, v. 119, n. 546, p. 1374–1384, 2024.
- NICOLELIS, M. O verdadeiro criador de tudo. Planeta Estratégia, 2020.
- NÚÑEZ JAREÑO, S. J.; VAN HELDEN, D. P.; MIRKES, E. M.; TYUKIN, I. Y.; ALLISON, P. M. Learning from scarce information: using synthetic data to classify Roman fine ware pottery. *Entropy*, v. 23, n. 1140, 2021.
- PAPAIIOANNOU, G.; KARABASSI, E.; THEOHARIS, T. Reconstruction of three-dimensional objects through matching of their parts. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, v. 24, p. 114–124, 2002.
- PAWLOWICZ, L.; DOWNUM, C.; TERLEP, M. Applications of machine learning for classification and analysis of Southwestern U.S. decorated ceramics. In: *82nd Annual Meeting of the Society for American Archaeology*. Vancouver, Canada, 2017. Poster presentation.
- PAWLOWICZ, L.; DOWNUM, C. Automated decorated ceramic classification using convolutional neural networks. In: *Pecos Conference*. Flagstaff, AZ, 2018. Poster presentation.
- PAWLOWICZ, L. M.; DOWNUM, C. E. Applications of deep learning to decorated ceramic typology and classification: a case study using Tusayan White Ware from Northeast Arizona. *Journal of Archaeological Science*, v. 130, p. 105375, 2021.
- PICCOLI, C.; APARAJEYA, P.; PAPADOPOULOS, G. T.; BINTLIFF, J.; LEYMARIE, F. F.; BES, P.; VAN DER ENDEN, M.; POBLOME, J.; DARAS, P. Towards the automatic classification of pottery sherds: two complementary approaches. In: TRAVIGLIA, A. (ed.). *Across Space and Time: Papers from the 41st Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*. Perth, 25–28 March 2013. Amsterdam: Amsterdam University Press, 2015. p. 463–474.
- RASHEED, N. A.; NORDIN, M. J. A survey of computer methods in reconstruction of 3D archaeological pottery analysis. *International Journal of Advanced Research*, v. 3, p. 712–724, 2015.
- RICOEUR, P. *Memory, history, forgetting*. Chicago: University of Chicago Press, 2004.
- RUSSELL, S.; NORVIG, P. *Artificial intelligence: a modern approach*. 4. ed. Hoboken: Pearson, 2020.
- SAA – *Society of American Archaeology*. What is archaeology? 2023. Disponível em: <https://www.saa.org/about-archaeology/what-is-archaeology>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- SCHRIEBMAN, S.; SIEMENS, R.; UNSWORTH, J. (eds.). *A companion to Digital Humanities*. Malden: Blackwell Publishing, 2004.

SELVARAJU, R. R.; GOGSWELL, M.; DAS, A.; VEDANTAM, R.; PARIKH, D.; BATRA, D. Grad-CAM: visual explanations from deep networks via gradient-based localization. *International Journal of Computer Vision*, v. 128, p. 336–359, 2019.

SMITH, P.; BESPALOV, D.; SHOKOUFANDEH, A.; JEPPSON, P. Classification of archaeological ceramic fragments using texture and color descriptors. In: *Proceedings of the Symposium on Electronic Imaging: Science and Technology – Storage and Retrieval for Image and Video Databases IV*. v. 2670, p. 426–437, 2010.

STEIN, E. *Seis estudos sobre “Ser e Tempo”*. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 2005.

STIEGLER, B. *Technics and time, 1: the fault of Epimetheus*. Stanford: Stanford University Press, 1998.

STIEGLER, B. Technologies of memory and imagination. *Parrhesia: A Journal of Critical Philosophy*, n. 29, p. 25-76, 2018. Disponível em: https://www.parrhesiajournal.org/parrhesia29/parrhesia29_stiegler.pdf

SUN, Y.; CHOCKLER, H.; HUANG, X.; KROENING, D. Explaining image classifiers using statistical fault localization. In: *European Conference on Computer Vision*. Cham: Springer International Publishing, 2020. p. 391–406.

TUNO, N.; MULAHSIĆ, A.; TOPOLJAK, J.; ĐIDELIJA, M. Evaluation of handheld scanner for digitization of cartographic heritage. *Journal of Cultural Heritage*, v. 54, p. 31–43, 2022.

TURIN, R. Aceleração histórica e crise das humanidades. *Humanidades em questão*, p. 27, 2018. Disponível em: <https://www.editora.puc-rio.br/media/Humanidade-ebook.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2025.

VAN DIJCK, J. Memory matters in the digital age. *Configurations*, v. 12, n. 3, p. 349-373, 2004.

VAN HELDEN, D.; MIRKES, E.; TYUKIN, I.; ALLISON, P. The Arch-I-Scan Project: artificial intelligence and 3D simulation for developing new approaches to Roman foodways. *Journal of Computer Applications in Archaeology*, v. 5, n. 1, p. 78–95, 2022.

WANG, H.; HE, Z.; HUANG, Y.; CHEN, D.; ZHOU, Z. Bodhisattva head images modeling style recognition of Dazu rock carvings based on deep convolutional network. *Journal of Cultural Heritage*, v. 27, p. 60–71, 2017.

DATA DE ENVIO: 30 de setembro de 2025 | DATA DE APROVAÇÃO: 10 de dezembro de 2025.