

**DO RECONHECIMENTO FORMAL À COMPREENSÃO SEMÂNTICA:
REPENSANDO O ENSINO DE PADRÕES DE PORCELANA FALANGCAI NO
CURSO DE DESIGN CERÂMICO EM JINGDEZHEN, PROVÍNCIA DE JIANGXI,
CHINA**

**DEL RECONOCIMIENTO FORMAL A LA COMPRENSIÓN SEMÁNTICA:
REPENSANDO LA ENSEÑANZA DE LOS PATRONES DE PORCELANA FALANGCAI
EN LA EDUCACIÓN EN DISEÑO CERÁMICO EN JINGDEZHEN, PROVINCIA DE
JIANGXI, CHINA**

**FROM FORMAL RECOGNITION TO SEMANTIC UNDERSTANDING: RETHINKING
FALANGCAI PORCELAIN PATTERN INSTRUCTION IN CERAMIC DESIGN
EDUCATION JINGDEZHEN, JIANGXI PROVINCE IN CHINA**



Qinyi YU¹

e-mail: yuqinyi123@hotmail.com



Norfarizah Mohd BAKHIR²

e-mail: farizah@usm.my

Como referenciar este artigo:

Yu, Q., & Bakhir, N. M. (2026). Do reconhecimento formal à compreensão semântica: repensando o ensino de padrões de porcelana Falangcai no curso de design cerâmico em Jingdezhen, província de Jiangxi, China. *Revista on line de Política e Gestão Educacional*, 30(esp1), e026025. <https://doi.org/10.22633/rpge.v30iesp1.20933>



| Submetido em: 07/01/2026
| Revisões requeridas em: 22/02/2026
| Aprovado em: 16/03/2026
| Publicado em: 30/03/2026

Editor: Prof. Dr. Sebastião de Souza Lemes

Editor Adjunto Executivo: Prof. Dr. José Anderson Santos Cruz

¹ Universidade Sains Malaysia, 11800 Penang, Malásia. Doutorando, Escola de Artes.

² Universidade Sains Malaysia, 11800 Penang, Malásia. Doutor, Escola de Artes.

RESUMO: Este estudo investiga a incorporação de elementos culturais tradicionais chineses no design de conjuntos de chá em porcelana por meio do referencial da morfossemântica, tendo como estudo de caso a porcelana Falangcai. Utilizando registros de arquivo da Oficina Imperial, os pesquisadores desenvolveram bancos de dados RGB e espectrais (350–950 nm) específicos para a porcelana Falangcai de Jingdezhen. As características estéticas foram categorizadas de forma sistemática com base na teoria fundamentada, em combinação com o modelo híbrido KANO-AHP. Para inovar e restaurar os padrões Falangcai, foi implementado um fluxo de trabalho assistido por IA generativa, utilizando Stable Diffusion associado à adaptação de baixo ranque (LoRA). Os resultados indicam que o AIGC atua como uma ponte eficaz entre o artesanato tradicional e as práticas contemporâneas de design. Além disso, o estudo destaca estratégias de inovação digital para a porcelana Falangcai ao incorporar princípios de design sustentável, oferecendo subsídios práticos para a modernização desse patrimônio cultural imaterial.

PALAVRAS-CHAVE: Padrões de porcelana Falangcai. Pintura Falangcai. Conteúdo gerado por inteligência artificial (AIGC). Modelo híbrido KANO-AHP. Tecnologia de adaptação de baixo ranque (LoRA).

RESUMEN: Este estudio investiga la incorporación de elementos culturales tradicionales chinos en el diseño de juegos de té de porcelana mediante el marco de la morfosemántica, tomando como caso de estudio la porcelana Falangcai. Utilizando registros de archivo del Taller Imperial, los investigadores desarrollaron bases de datos RGB y espectrales (350–950 nm) específicas para la porcelana Falangcai de Jingdezhen. Las características estéticas fueron categorizadas de manera sistemática utilizando la teoría fundamentada en combinación con el modelo híbrido KANO-AHP. Para innovar y restaurar los patrones Falangcai, se implementó un flujo de trabajo asistido por IA generativa, empleando Stable Diffusion junto con la adaptación de bajo rango (LoRA). Los resultados revelan que el AIGC actúa como un puente eficaz entre la artesanía tradicional y las prácticas contemporáneas de diseño. Además, el estudio destaca estrategias de innovación digital para la porcelana Falangcai al incorporar principios de diseño sostenible, proporcionando aportes prácticos para la modernización de este patrimonio cultural inmaterial.

PALABRAS CLAVE: Patrones de porcelana Falangcai. Pintura Falangcai. Contenido generado por inteligencia artificial (AIGC). Modelo híbrido KANO-AHP. Tecnología de adaptación de bajo rango (LoRA).

ABSTRACT: This study investigates the incorporation of traditional Chinese cultural elements into porcelain tea set design through the framework of morphosemantics, focusing on Falangcai porcelain as a case study. Utilizing archival records from the Imperial Workshop, researchers developed RGB and spectral databases (350–950 nm) specific to Jingdezhen Falangcai porcelain. Aesthetic features were systematically categorized using grounded theory in combination with the KANO-AHP hybrid model. To innovate and restore Falangcai patterns, a generative AI-assisted workflow was implemented, leveraging Stable Diffusion paired with Low-Rank Adaptation (LoRA). Findings reveal that AIGC serves as an effective bridge between traditional craftsmanship and contemporary design practices. Furthermore, the study highlights digital innovation strategies for Falangcai porcelain by incorporating sustainable design principles, providing actionable insights for modernizing this intangible cultural heritage.

KEYWORDS: *Falangcai porcelain patterns. Falangcai painted. Artificial intelligence-generated content (AIGC). KANO-AHP hybrid model. Low-rank adaptation (LoRA) technology.*

INTRODUÇÃO

Um componente significativo da cultura tradicional chinesa é representado pelos desenhos da porcelana Falangcai, que combinam ideias budistas, taoístas e confucionistas em uma estrutura simbólica distinta. As perspectivas tradicionais chinesas sobre a natureza e a filosofia se refletem nos delicados desenhos da Falangcai. As cores que caracterizam o artesanato chinês antigo desde a Dinastia Yuan (Wang, 2022). Os padrões com figuras históricas, animais e plantas têm profundas conotações simbólicas.

Numerosas peças de porcelana são descobertas anualmente em Jingdezhen, uma das principais regiões produtoras de porcelana da China. As mais conhecidas e valiosas são as porcelanas Falangcai das dinastias Yuan, Ming e Qing (Wu et al., 2024). Essas porcelanas Falangcai são pintadas utilizando técnicas de pintura chinesas sobre biscoito (porcelana não queimada) com óxido de cobalto (CoO) como pigmento. Esses padrões servem como base fundamental para o reparo de cerâmica, além de serem uma referência valiosa para o estudo da economia e cultura social.

Os padrões nos fragmentos de porcelana misturados são a única maneira de distingui-los, pois geralmente apresentam formas e texturas semelhantes. Arqueólogos experientes costumam realizar essa tarefa; aliás, com o crescente número de fragmentos encontrados (Zhang & Pollard, 2022), a ineficiência da categorização manual não consegue acompanhar a demanda, o que torna necessária a proposta de uma abordagem de categorização automatizada. No entanto, a integridade desses padrões é frequentemente comprometida, além de sua arquitetura intrincada. Além disso, como os desenhos são criados manualmente por funcionários, que muitas vezes são influenciados por métodos de desenho e outros elementos, o mesmo tipo de padrão pode apresentar variações significativas (Hanzaei et al., 2017). Ademais, mesmo com a recente descoberta de muitos fragmentos de cerâmica antiga, os dados ainda são insuficientes para treinamento. Essas questões dificultam bastante a tarefa.

De modo geral, existem dois tipos de desenhos ornamentais observados na porcelana Qianlong com esmaltes pintados em estilo Falangcai. Um deles é a exibição da *Convergência de Tons*, que apresenta obras de arte com poemas e padrões de significados profundos. O outro é a representação de pinturas que se destacam em composições celestiais. Os padrões criativos exclusivos do reinado Qianlong são apresentados nesta seção. Primeiramente, as pessoas são atraídas pelos retratos de figuras literárias, homens, dezoito Lohans, o tema *Mãe e Filho* do Oriente e do Ocidente, e a mulher ocidental, devido aos seus perfis distintos e expressões faciais marcantes. Figura 1: Tigela decorada com painéis de paisagem sobre fundo vermelho em

esmalte pintado em estilo Falangcai. O terceiro tipo são aqueles com desenhos elaborados e sofisticados em cores policromáticas, utilizando técnicas de pintura, entalhe e apliques, e realçados por uma variedade de flores para dar a impressão de adicionar brilho à perfeição (Ma, 2022).

Figura 1.

Tigela decorada com painéis de paisagem sobre fundo vermelho em esmaltes pintados à mão com técnica falangcai



Nota. Ma (2022).

É difícil imaginar que, no século XVIII, o imperador inspecionava cada peça de porcelana enviada à corte de Jingdezhen. Em 1737, o imperador recebeu um conjunto de novas porcelanas em estilos arcaicos ou inovadores. O vaso quadrado em questão possui base em esmalte amarelo, totalmente coberto por flores, vinhas e ramos entrelaçados, com flores distintas das dos reinados anteriores, sendo, portanto, considerado um *Yangcai Yanghua* (Figura 2). Os repetidos pedidos do imperador para a produção de *Yangcai Yanghua* fizeram com que esse tipo de decoração fosse considerado um clássico da arte em esmalte pintado à mão (*yangcai*).

Figura 2.

Vaso quadrado com flor ocidental sobre fundo amarelo e azul em esmalte pintado à mão (yangcai), reinado de Qianlong (1736-1795), dinastia Qing



Nota. Wang e Luo (2021).

“Chine de commandé” refere-se a todos esses itens. Cerca de 120 peças de serviços significativos foram criadas e ainda se encontram em diferentes estágios de conservação (Wang & Luo, 2021). Isso possibilita a obtenção de amostras para análises (micro)destrutivas, como a estratigrafia das camadas esmaltadas e a inspeção das seções. A sobreposição de camadas de esmaltes coloridos (também conhecida como sobrevidrado) para criar uma decoração complexa e realista, que permite a criação de uma decoração semelhante à pintura a óleo sobre diversos suportes (vidro, metal ou cerâmica), é, de fato, uma das contribuições fundamentais das técnicas europeias de esmaltação para os artesãos japoneses e chineses. Esmaltes fortemente coloridos (portanto, com alta concentração de um ou mais agentes corantes) que são queimados em temperaturas decrescentes (geralmente entre 1000 e ~600 °C) e que podem ser *pintados* sobre um suporte liso e denso já queimado, como o esmalte de porcelana, são necessários para essa técnica, que foi desenvolvida inicialmente por esmaltadores em metais. A esmaltação cerâmica é mais delicada porque os processos de queima devem ser lentos e longos, embora a obtenção de uma decoração complexa em metal seja possível graças aos ciclos de queima muito curtos (alguns minutos mais um recozimento final) e à excelente resistência mecânica do suporte aos ciclos térmicos. São necessários numerosos ciclos de queima do “esmalte”, e as composições dos “sobre-esmaltes” devem ser ajustadas a cada ciclo. As cerâmicas conhecidas como *Famille Rose*, que remontam ao reinado de Kangxi, foram as primeiras a empregar amplamente o método de decoração sobre o esmalte.

Quando esses itens aparecem em leilões de arte, os conhecedores os valorizam muito. Quando essas porcelanas são encomendadas para casamentos ou outras ocasiões importantes,

a entrega ou o pedido às vezes são registrados. Além dos estudos realizados em obras-primas para compreender a aplicação de receitas, inclusive dos ingredientes importados da Europa para a produção de objetos esmaltados nas oficinas do Palácio Imperial (Pan et al., 2024), Jingdezhen ou Cantão para a Corte e o mercado chinês, o exame de itens encomendados por clientes europeus deve permitir uma maior compreensão da transferência de avanços tecnológicos.

Além disso, o aumento de dados é uma tarefa essencial e crucial, visto que a rede neural convolucional requer o treinamento de muitos parâmetros, o que dificulta alcançar o impacto desejado quando a quantidade de dados de treinamento é limitada. Atualmente, as principais técnicas para aumento de dados são as seguintes: as técnicas de aumento de imagens incluem técnicas de amostra única (representada por CutOut) e de múltiplas amostras (representada por MixUp), baseadas na alteração fundamental da imagem. Além disso, o CycleGAN representa uma técnica de aumento de imagens baseada na criação de novas imagens. No entanto, devido à grande complexidade do modelo, o impacto real dessa abordagem ainda não foi verificado.

A semiótica oferece uma perspectiva valiosa para examinar a durabilidade dos símbolos culturais, incluindo significantes, significados e interpretações. Por exemplo, o esquema de cores da porcelana Falangcai incorpora o ideal confucionista de *harmonia e equilíbrio*, enquanto motivos como bambu (Shaobin et al., 2010), crisântemos, orquídeas e flores de ameixeira simbolizam qualidades confucionistas. O budismo também teve um grande impacto nos padrões, principalmente no lótus, que representa o nirvana e a pureza. A análise semiótica esclarece as relações conotativas por meio da interpretação cultural, bem como as relações denotativas entre os símbolos e seus significados. Imagens de dragão e fênix, por exemplo, representam força e nobreza na cultura chinesa, mas podem ter vários significados em outras situações, indicando mudanças na significância simbólica em diferentes contextos culturais. Assim, os símbolos culturais são essenciais para garantir a sustentabilidade cultural, além de encapsular identidades coletivas, ideais sociais e memória histórica. Manter a influência e criar significados culturais são dois aspectos de atividades simbólicas sustentáveis. Os símbolos culturais, que vão além da representação visual para incluir a comunicação cultural em contextos contemporâneos e globalizados, podem manter a transmissão cultural e melhorar a coesão social por meio de design intencional e inovação.

A teoria semiótica fornece uma estrutura básica para compreender como os padrões da porcelana Falangcai funcionam como símbolos culturais (Edwards, 2021). A semiótica permite uma investigação metódica de como os motivos visuais comunicam tanto denotações explícitas quanto conotações culturalmente arraigadas. Ela se baseia na estrutura tripartite clássica de

significante, significado e sentido, idealizada por Saussure e posteriormente refinada por Barthes. Formas visuais como o lótus, o dragão ou a fênix na porcelana Falangcai expressam normas sociais profundamente enraizadas, convicções religiosas e filosofias, além de virtudes estéticas ou decorativas.

Componente fundamental da cultura tradicional chinesa, a arte ornamental em cerâmica representa milênios de habilidade criativa e profunda importância cultural (Shih, 2007). Ela contribui substancialmente para o aprimoramento do apelo decorativo, da praticidade e da estética espacial. Uma ampla variedade de componentes ornamentais é utilizada no design de padrões decorativos em cerâmica, cada um exibindo suas próprias formas expressivas. Além disso, há variações notáveis nos traços estilísticos que os diversos padrões ornamentais apresentam. Por exemplo, técnicas ornamentais como o uso da porcelana Falangcai exibem cores vibrantes e padrões suaves que lembram o estilo livre da pintura tradicional chinesa. O processo tradicional de design de padrões decorativos em cerâmica frequentemente exige que os designers dediquem uma quantidade significativa de tempo ao desenvolvimento de estilos e exemplos, o que resulta em baixa eficiência (Zhou, 2008), adoção rígida de estilos e inovação insuficiente, dificultando o atendimento às necessidades específicas dos consumidores.

Ao lidar com as necessidades específicas de padrões ornamentais em cerâmica, os algoritmos de transferência de estilo existentes por vezes apresentam problemas como perda de informação de textura, baixa fidelidade de cor e captura inadequada de elementos estilísticos. A principal causa disso é o desrespeito generalizado às limitações semânticas específicas da arte cerâmica. Para texturas não estacionárias e conexões estruturais complexas, as técnicas de transferência de estilo baseadas em redes neurais convolucionais convencionais têm capacidades de simulação limitadas. Da mesma forma, a capacidade de generalização e a aplicabilidade das redes generativas adversárias condicionais são limitadas em situações reais de transferência de design entre domínios (Shih, 2012). Assim, o objetivo deste projeto é desenvolver uma estrutura específica para a geração automatizada de transferência de estilo para padrões ornamentais em cerâmica com texturas complexas e elementos visuais distintos. O principal objetivo é abordar os problemas prevalentes de diminuição da informação de textura, distorção de cor e expressão estilística inadequada na aplicação das técnicas atuais nesta área, garantindo a criação eficiente e de alta qualidade de padrões decorativos em cerâmica que capturem com precisão o estilo artístico desejado, mantendo a estrutura do conteúdo e oferecendo ferramentas úteis para o design eletrônico.

Além disso, este estudo emprega um modelo de difusão estável para otimizar o controle semântico do algoritmo CycleGAN aprimorado, levando em consideração sua baixa capacidade de controle de detalhes finos. Isso garante que os padrões gerados pelo modelo possuam informações de textura mais detalhadas e atendam aos requisitos de design decorativo. O trabalho é singular por abordar o problema científico do “eco de traços distantes” em padrões cerâmicos, combinando o mecanismo de atenção e o conhecimento prévio da VGG16 ao CycleGAN (Xu, 2015).

Os conjuntos de chá de cerâmica são o tema desta pesquisa, que apresenta os fundamentos teóricos da morfossemântica. Ela oferece ideias criativas para o design de conjuntos de chá de cerâmica e investiga o uso de temas culturais tradicionais chineses na criação de conjuntos de chá de cerâmica contemporâneos. O estudo está dividido em duas partes. A primeira seção resume o estilo e as principais características do conjunto de chá de cerâmica, examinando também o significado cultural dos aspectos do design. A abordagem de design para incorporar componentes culturais tradicionais chineses é examinada na segunda parte.

A evolução da porcelana Falangcai remonta aos períodos Yuan e Xuantang, no final da Dinastia Qing, e existem inúmeras relíquias e escavações de dinastias subsequentes. No entanto, a aparência e o estilo da porcelana Falangcai variam dependendo do período, do pigmento azul cobalto, da habilidade artesanal e do local de origem. Um dos tipos de porcelana chinesa mais sofisticados é a porcelana Falangcai, renomada mundialmente e que representa o auge da arte da porcelana chinesa antiga (Colomban et al., 2017). O estudo da porcelana Falangcai, particularmente a categorização da porcelana azul e branca de Jingdezhen das dinastias subsequentes, possui grande valor acadêmico e social devido à sua posição e importância singulares. Atualmente, instrumentos de medição física ou a experiência são os principais meios de datação da porcelana Falangcai.

A espectroscopia de imagem tornou-se mais importante em diversas áreas do processamento de dados visuais nos últimos anos, sendo essencial para essas áreas. Um novo método para resolver problemas espectrais e espaciais consiste em combinar aprendizado profundo com espectroscopia de imagem. Uma técnica de aprendizado de máquina conhecida como “aprendizado por transferência” facilita a aplicação de problemas distintos, porém relacionados, transferindo informações de um domínio de origem para um domínio de destino (Giannini et al., 2017). O aprendizado por transferência mostrou-se promissor na classificação de cerâmicas graças às melhorias no poder de processamento e à disponibilidade de grandes

conjuntos de dados (Colomban et al., 2018). Durante o treinamento, o aprendizado profundo possibilitou a extração de características mais abstratas e de dimensões superiores, exibindo poderosas habilidades de identificação no contexto da proteção de bens culturais. O aprendizado profundo tem sido usado com sucesso em diversas pesquisas para reconhecer e categorizar porcelana. Os métodos e procedimentos hiperespectrais dependem, em grande parte, das complexas propriedades espectrais registradas por espectrógrafos de imagem. Graças à rapidez e ao método não destrutivo da espectroscopia de imagem, seu potencial na detecção de falsificações tem sido reconhecido, além de ser essencial para a preservação de artefatos culturais específicos.

Este estudo oferece um modelo de identificação baseado em aprendizado por transferência para dados espectrais de imagem, visando determinar de forma rápida e não destrutiva a cronologia da porcelana Falangcai de Jingdezhen (Motanari et al., 2018). Este modelo pode produzir resultados de identificação excepcionais mesmo com um número reduzido de amostras. Essa abordagem difere da investigação multimodal que integra diversas perspectivas na salvaguarda do patrimônio, a qual utiliza o conhecimento de classificação adquirido em conjuntos de dados massivos por meio de aprendizado por transferência e modifica a estrutura do modelo de rede clássico para aprimorar a eficiência e a qualidade da classificação (Motanari et al., 2019). Essa abordagem é particularmente adequada para a tarefa de classificação da porcelana Falangcai de Jingdezhen, considerando tanto as informações visuais das texturas, estilos e padrões da porcelana quanto as informações espectrais refletidas.

O termo *cores estrangeiras* é falangcai. As porcelanas criadas nas oficinas imperiais da Cidade Proibida de Pequim são conhecidas por esse nome. Parte dos esmaltes foi importada do Ocidente. A produção começou em 1696, no 35º ano da dinastia Kangxi. Fabricadas no palácio imperial, seu uso era estritamente restrito ao imperador, à imperatriz e à imperatriz viúva. Devido aos custos excessivos, a produção permaneceu limitada.

De 1644 a 1911, as porcelanas Falangcai estiveram entre os artigos de cerâmica mais requintados e singulares produzidos durante o período Qing. No mercado atual, colecionadores e conhecedores continuam a procurar essas peças. Em leilões, exemplares de alta qualidade podem alcançar valores entre HK\$ 100 milhões e HK\$ 200 milhões (Fu et al., 2025). Isso equivale a cerca de US\$ 13 milhões ou US\$ 25 milhões.

Através da técnica de cloisonné revestido, o falangcai surgiu inicialmente na porcelana chinesa. Falan é o termo geral para esmalte na China. O esmalte era aplicado por artesãos em

vasos com corpo de metal. A antiga prática do cloisonné esmaltado deu origem à porcelana Falangcai.

A maioria dos itens imperiais da dinastia Qing foi fabricada nos fornos de Jingdezhen, na província de Jiangxi. A porcelana Falangcai seguiu um caminho diferente (Wu & Kyungsun, 2024). O processo de produção era mais complexo. Pintores da corte criavam a porcelana Falangcai. Funcionários selecionavam peças de cerâmica branca provenientes das maiores fábricas de Jingdezhen. Os artesãos então transportavam as peças em branco para a oficina real dentro da Cidade Proibida, em Pequim. A pintura, a decoração, a coloração e a queima ocorriam na corte. Os artesãos utilizavam esmaltes Falangcai trazidos do Ocidente. A estrutura vítrea semitransparente desses esmaltes conferia profundidade aos desenhos. A superfície da porcelana Falangcai exibe diversas camadas de tinta e cores vibrantes.

Muitos dos itens imperiais da dinastia Qing foram fabricados nos fornos de Jingdezhen, na província de Jiangxi. A porcelana Falangcai seguiu um caminho diferente. Sua fabricação era um processo mais complexo. Pintores da corte criavam os desenhos na porcelana Falangcai (Fanni et al., 2022). Funcionários selecionavam as melhores cerâmicas brancas de Jingdezhen. Os artesãos então transportavam as peças em branco para a Cidade Proibida de Pequim, onde ficava a oficina real. A corte era usada para queimar, pintar, decorar e colorir as peças. Os artesãos empregavam esmaltes Falangcai trazidos do Ocidente. A natureza vítrea semitransparente desses esmaltes adicionava profundidade aos desenhos. A superfície da porcelana Falangcai apresenta cores ricas que revelam várias camadas de pintura.

O Conteúdo Gerado por Inteligência Artificial (CGIA) tem demonstrado uma influência significativa nos domínios da criatividade e do design com o rápido desenvolvimento da tecnologia de IA. Utilizando descrições textuais o CGIA pode produzir uma variedade de resultados artísticos (Liu & Zhang, 2023), incluindo fotos, sons, filmes e modelos 3D. Ele também pode imitar os processos estéticos e criativos humanos, oferecendo novas fontes de inspiração para técnicas de design. Investigações mais aprofundadas sobre patrimônio cultural e criação de valor têm substituído gradualmente a viabilidade técnica do CGIA como foco principal dos estudos de design nos últimos anos (Bao et al., 2015). Há uma crescente atenção voltada para como a tecnologia CGIA pode apoiar com sucesso a inovação e a preservação da cultura tradicional no design contemporâneo.

Atualmente, a comunidade de design precisa equilibrar a satisfação das necessidades da sociedade contemporânea por sustentabilidade e inovação com a preservação da identidade cultural e do legado na arquitetura. Por um lado, é um desafio duplicar e manter com precisão

os belos processos da porcelana Falangcai na produção em larga escala contemporânea, devido à sua arte detalhada, à queima em alta temperatura e ao uso de pigmentos azuis de cobalto. A transferência da técnica de fabricação da porcelana Falangcai enfrentou diversas dificuldades ao longo dos anos (Li et al, 2024). No entanto, no contexto do desenvolvimento sustentável, o design moderno prioriza a sustentabilidade e o impacto dos processos de fabricação no meio ambiente. Além disso, os designers devem incorporar tecnologias de ponta, como impressão 3D e inteligência artificial, ao processo criativo da porcelana Falangcai, a fim de transcender as limitações da produção convencional de porcelana e explorar novas abordagens e caminhos de design. O que as tecnologias contemporâneas, especialmente a AIGC (Aras et al., 2017), podem ser usadas na nova era para preencher a lacuna entre tradição e modernidade, bem como entre estética e sustentabilidade ecológica, tornou-se um tema que merece investigação aprofundada, a fim de superar as limitações da criação tradicional de porcelana e explorar novas técnicas e caminhos artísticos.

Além de preservar e transmitir as qualidades estéticas da porcelana chinesa Falangcai, este projeto utiliza tecnologias AIGC para investigar estratégias de design criativas e sustentáveis para o patrimônio cultural.

REVISÃO DA LITERATURA

Jing e Ismail (2023) utilizam a teoria cultural reconstrutiva e a antropologia interpretativa como referenciais teóricos para examinar a influência duradoura da arte tradicional da porcelana chinesa. Para investigar as estratégias atuais de preservação entre mestres ceramistas tradicionais, a indústria de cerâmica artesanal de Kudan e a Universidade de Cerâmica de Jingdezhen, o estudo emprega uma abordagem de pesquisa qualitativa e observação participante rigorosa. Os resultados revelam três modelos contemporâneos distintos de herança que preservam o legado da porcelana por meio de diversas formas de transmissão cultural, como habilidades industriais, prática artesanal e educação institucional. Este estudo enfatiza a relação dinâmica entre a conservação do patrimônio e a adaptação criativa contemporânea, demonstrando como o conhecimento cerâmico ancestral é ativamente recriado em contextos sociais e culturais modernos, em vez de apenas ser preservado.

Segundo Shih (2021), o nome *falang* é mencionado especificamente em um manual de pintura da era Qing, feito para exportação. O manual mostra o processo de criação de porcelana e inclui a inscrição *falang* no canto superior direito do desenho. Falang refere-se principalmente

a duas técnicas principais na terminologia artística chinesa: Falang de fio pinçado, também conhecido como cloisonné, e Falang colorido, equivalente ao esmalte pintado. Shih (2021) observa que, embora certos textos chineses mencionem um terceiro método chamado *champleñs*, ainda não há provas históricas e concretas de seu uso generalizado na China. Os artistas chineses desenvolveram tradições estilísticas e técnicas únicas que diferenciam o Falang chinês de seus equivalentes ocidentais e do Oriente Médio, apesar das origens não indígenas tanto do esmalte pintado quanto do cloisonné.

Yan (2024) destaca o legado político e a importância histórica do Imperador Qianlong, ressaltando seu reinado incomparável e sua contribuição para a prosperidade da Dinastia Qing. O Imperador Qianlong foi o monarca com o reinado mais longo e a maior longevidade na história imperial chinesa. Ele ascendeu ao trono aos 25 anos e governou por 60 anos antes de continuar a exercer o poder como Taishang Huang (Imperador Emérito) por mais de três anos (Yan, 2024). O estudo demonstra como, graças às robustas finanças públicas e à governança eficiente, o Império Qing experimentou crescimento geográfico, paz contínua e estabilidade econômica durante seu reinado. Yan enfatiza ainda o significado simbólico dos diversos títulos do imperador, incluindo Imperador Chun, Imperador Gaozong de Qing e Qianlong, como representações de sua grandeza histórica duradoura e legitimidade política. Em geral, a literatura apresenta a era Qianlong como o ápice da história da Dinastia Qing em termos de consolidação cultural e poder imperial.

Fu (2020) investiga as profundas conexões culturais, filosóficas e metafóricas entre a porcelana e aspectos importantes da cultura chinesa, como o arroz, o jade, o I Ching (Livro das Mutações) e a tradição artística. A autora argumenta que os fundamentos agrários da civilização chinesa, notadamente o cultivo do arroz, estão inextricavelmente ligados ao desenvolvimento da porcelana, tanto do ponto de vista narrativo quanto cultural. Tanto a domesticação de plantas quanto a fabricação de cerâmica são descritas como processos simultâneos que exigem tolerância, cuidado e equilíbrio com os ciclos naturais. Segundo Fu, o desenvolvimento da indústria cerâmica em uma sociedade predominantemente agrícola foi culturalmente inevitável, e não acidental. Além disso, a ideia da *natureza arroz* da porcelana é destacada para chamar a atenção para sua maciez e untuosidade inatas, que simbolicamente a vinculam a aspectos vivos e orgânicos, e não apenas ao seu valor material. Devido a essa conexão, o valor da porcelana supera o de materiais preciosos como o ouro e o jade. Além disso, a pesquisa situa o processamento cerâmico dentro da estrutura filosófica do Yi-ologia, com foco específico nos Cinco Elementos, nos movimentos cíclicos verticais e circulares e nos conceitos de yin-yang.

Ao adotar essa perspectiva, Fu apresenta a porcelana como uma representação material da cosmologia e da identidade cultural chinesas, além de um produto utilitário ou artístico.

Segundo Huang (2008), Jingdezhen é uma cidade estrategicamente importante situada nas planícies aluviais ricas em minerais da província de Jiangxi, a cerca de 480 quilômetros a sudoeste de Xangai. A topografia acidentada, as formações graníticas e os sistemas fluviais das bacias dos rios Xinjiang e Raohe, que tradicionalmente sustentavam tanto a produção agrícola quanto a fabricação de cerâmica, são características da região. No passado, Jingdezhen era considerada parte do vale inferior do rio Yangtzé, uma região conhecida por sua importância comercial e solo fértil. Através do rio Cheng, que a conectava ao lago Poyang e à rede comercial do rio Yangtzé, a cidade mantinha uma ligação crucial com Jiujiang. Jiujiang serviu como uma importante estação alfandegária durante o período Qing (1644–1911) e, após a intervenção militar britânica em 1861, tornou-se um porto de tratado. Jingdezhen nunca funcionou como capital administrativa, apesar de sua importância econômica como um importante centro comercial e polo de fabricação de porcelana. Em vez disso, a administração em nível de condado era realizada em Fuliang, que está situada ao longo do rio Cheng, ao norte de Jingdezhen, enquanto as autoridades da prefeitura tinham sede em Raozhou (Huang, 2008).

Ke (2024) investigou a relevância histórica e arqueológica de fragmentos de cerâmica encontrados em Ayutthaya e arredores após seu colapso em 1767. Grandes quantidades de fragmentos de cerâmica foram encontradas em áreas urbanas e canais adjacentes, incluindo porcelana Falangcai, cerâmica doméstica grosseira e tipos policromados como Bencharong, que possuem uma ligação única com a Tailândia. Esses artefatos, que são mantidos em coleções particulares e de museus, são fontes essenciais de informação para a compreensão da cultura material do período de Ayutthaya. Ke (2024) oferece insights sobre a presença chinesa no Sião, padrões comerciais, tecnologia de fabricação de cerâmica e os laços políticos e econômicos mais amplos entre a China e o Sião antes da queda de Ayutthaya, rastreando a proveniência dessas cerâmicas. A pesquisa está dividida em três seções principais, a primeira das quais se concentra no crescimento da indústria cerâmica da China no início da dinastia Qing. A dinastia Qing, liderada pelos manchus, ascendeu ao poder após a queda da dinastia Ming em 1644, trazendo consigo instabilidade política e econômica que inicialmente prejudicou o comércio e a produção de cerâmica entre a China e o Sião. No entanto, Ke (2024) destaca que a rápida recuperação e o subsequente crescimento da indústria cerâmica, fortalecendo sua posição nas redes comerciais regionais e globais, foram possibilitados pelo patrocínio e apoio pessoal de três dos primeiros imperadores Qing, bem como pela forte demanda internacional.

Na década de 1720, a porcelana esmaltada emergiu como um importante avanço tecnológico e cultural na fabricação de cerâmica chinesa, de acordo com Tang (2017). O estudo demonstra como o desenvolvimento de novos materiais de esmalte e métodos de pintura revolucionou a produção de porcelana e aumentou sua participação no mercado, tanto nacional quanto internacional. Tang preenche uma lacuna crucial ao examinar como a porcelana esmaltada afeta os processos de produção, as tendências de consumo e as redes de exportação, enquanto pesquisas anteriores se concentraram principalmente no valor artístico e imperial do material. O estudo mostra que tanto os fabricantes locais quanto a corte Qing participaram ativamente da inovação técnica por meio de um exame histórico das práticas de fabricação do século XVIII. Enquanto os produtores locais modificavam esses desenvolvimentos para atender às crescentes necessidades do mercado, a corte foi crucial na promoção da transferência de informações tecnológicas. Ao demonstrar que a porcelana esmaltada era amplamente utilizada por diversas camadas socioeconômicas no mercado interno, Tang refuta ainda mais a crença generalizada de que seu uso se restringia a fins imperiais. Em suma, o estudo amplia nosso conhecimento sobre como os avanços tecnológicos na fabricação de cerâmica afetaram a acessibilidade do consumidor, as estruturas de mercado e a interação entre pequenas empresas e instituições governamentais na China da era Qing.

Após o colapso de Ayutthaya em 1767, Bisalputra (2017) investigou os vastos fragmentos de cerâmica encontrados ao redor da cidade e em seus sistemas fluviais circundantes. A pesquisa destaca uma variedade de tipos de cerâmica, como utensílios de mesa rústicos, a elegante porcelana Falangcai e a característica cerâmica policromada tailandesa Bencharong. O autor afirma que esses artefatos arqueológicos são evidências essenciais para a compreensão das redes comerciais históricas, dos métodos de fabricação de cerâmica e da natureza das interações entre a China e o Sião durante o período de Ayutthaya. Além disso, a existência de cerâmicas refinadas em museus e coleções particulares ressalta a importância da população chinesa na influência do comércio e dos contatos culturais da cidade e demonstra o sucesso econômico de Ayutthaya antes de seu colapso. A pesquisa posiciona a cerâmica como uma valiosa fonte material para a reconstrução da dinâmica socioeconômica e do comércio internacional do Sião pré-colapso.

Ao examinar sete tigelas e dois pratos ornamentados das dinastias Kangxi, Yongzheng, Qianlong e Daoguang, d'Abrigeon (2022) realizou um exame científico minucioso dos materiais e técnicas empregados nas porcelanas reais da dinastia Qing. A composição dos esmaltes, vidrados e corantes utilizados tanto nos motivos ornamentais quanto nos fundos foi

determinada com eficácia pela pesquisa, que utilizou uma combinação de técnicas analíticas portáteis não invasivas, microscopia Raman e espectroscopia de fluorescência de raios X. Os resultados mostraram que, embora os esmaltes vermelhos e azuis fossem produzidos com nanopartículas de ouro ou cobre implantadas em matrizes de silicato à base de chumbo, os fundos característicos na cor mel eram causados por nanopartículas de ouro misturadas com fundentes à base de chumbo e arsênio. Além disso, estanho e arsênio foram frequentemente encontrados nas camadas de esmalte, sendo os arsenietos de chumbo-cálcio/potássio as substâncias opacificantes mais prevalentes. Notavelmente, a variação intencional dos materiais na formulação dos pigmentos foi demonstrada pela detecção evidente de cassiterita (SnO_2) em diversos esmaltes amarelos e em um prato ornamentado. Este trabalho enfatiza a complexidade da engenharia histórica de esmaltes e representa uma contribuição tecnológica substancial para o conhecimento da fabricação de porcelana imperial Qing.

Investigações anteriores sobre cerâmica esmaltada da dinastia Qing focaram-se principalmente nas preferências estéticas dos imperadores Qing, bem como nos avanços tecnológicos e estilísticos de materiais como porcelana, esmaltes e vidro (Shih, 2005). Em vez de retratar os esmaltes pintados como uma tendência artística coesa, esses estudos geralmente os posicionam como um reflexo do gosto imperial e do avanço tecnológico. Mas, ao analisar uma coleção específica de esmaltes pintados na corte Qing como um empreendimento criativo proposital e ambicioso, Shih (2005) apresenta uma perspectiva analítica singular. De acordo com a pesquisa, os imperadores Kangxi, Yongzheng e Qianlong almejavam criar uma forma de arte Qing que competisse com, e até mesmo superasse, as porcelanas com esmalte sobre vidrado da dinastia Ming e os esmaltes pintados europeus. Ao expandir a estrutura analítica para além das narrativas estilísticas e tecnológicas convencionais, essa interpretação é reforçada por um exame interdisciplinar de oficinas imperiais de vidro e esmalte, inventários autênticos da corte Qing, registros missionários europeus e materiais de arquivo imperial recentemente publicados.

Yan (2024) aborda o reinado mais longo da história imperial chinesa, o do Imperador Kangxi (1654–1722), que ascendeu ao trono Qing aos oito anos de idade e governou por 61 anos. O autor destaca que as porcelanas imperiais produzidas durante esse período são renomadas por sua grandiosidade e graça, representando não apenas a habilidade técnica, mas também as tendências culturais e ideológicas mais amplas da época. Yan afirma que o fervoroso apoio de Kangxi aos princípios confucionistas, a sofisticação cultural e a estabilidade política criaram uma atmosfera na qual a criação artística — especialmente o artesanato em porcelana — foi elevada a um símbolo do poder imperial e da legitimidade cultural. A sofisticação artística

da porcelana da era Kangxi foi resultado do apoio estatal de longa data aos fornos imperiais de Jingdezhen, do acesso a artesãos talentosos e dos avanços nas técnicas de esmalte e ornamentação. O conceito do imperador de harmonia entre governo e qualidade artística foi reforçado por essa orientação cultural, sucesso econômico e consolidação administrativa, o que posicionou a fabricação de porcelana tanto como uma ferramenta diplomática quanto como um símbolo da identidade cultural Qing.

Ao examinar suas características formais, simbólicas e culturais durante as dinastias Ming e Qing, Shin (2022) investiga a singularidade da porcelana com padrão de cabaça como uma categoria de cerâmica de exportação europeia. De acordo com o estudo, a porcelana com padrão de cabaça geralmente apresenta um desenho principal inspirado na iconografia clássica ou em bronzes antigos, complementado por motivos complementares como Gilxiang (símbolos auspiciosos), Wenfang Qingjing (elegância erudita) e os Oito Tesouros. Os ideais estéticos e os interesses intelectuais dos literatos chineses refletem-se nessas características, especialmente em meados e no final do século XVII, quando as elites acadêmicas passaram a se interessar cada vez mais por antiguidades e objetos de bronze. Shin (2022) argumenta que, com o crescimento da economia de mercado e a maior disponibilidade de objetos artísticos, esse apreço pela cultura se disseminou para além da classe letrada ao longo da Dinastia Qing. A porcelana com padrão de cabaça, portanto, ganhou popularidade entre todas as classes sociais, incluindo a corte imperial. O estudo também destaca como a expansão das redes comerciais entre o Oriente e o Ocidente ao longo dos séculos XVII e XVIII facilitou a exportação em larga escala desses produtos para a Europa. A porcelana com padrão de cabaça desenvolveu um caráter único como um tipo de porcelana de exportação europeia por meio desse movimento transcontinental, fundindo costumes simbólicos chineses com as necessidades dos mercados estrangeiros.

Em resumo, o uso da tecnologia AIGC para apoiar o design sustentável e a preservação do DNA cultural estético da porcelana Falangcai ainda está em seus estágios iniciais. Nossa pesquisa representa um passo importante para a manutenção da beleza da porcelana Falangcai. Esperamos aprimorar a eficiência do design, simplificar o processo criativo e solucionar os problemas tecnológicos atuais, investigando a fundo o potencial duplo da tecnologia AIGC. Espera-se que este estudo ofereça novas perspectivas sobre o desenvolvimento a longo prazo do design do patrimônio cultural imaterial.

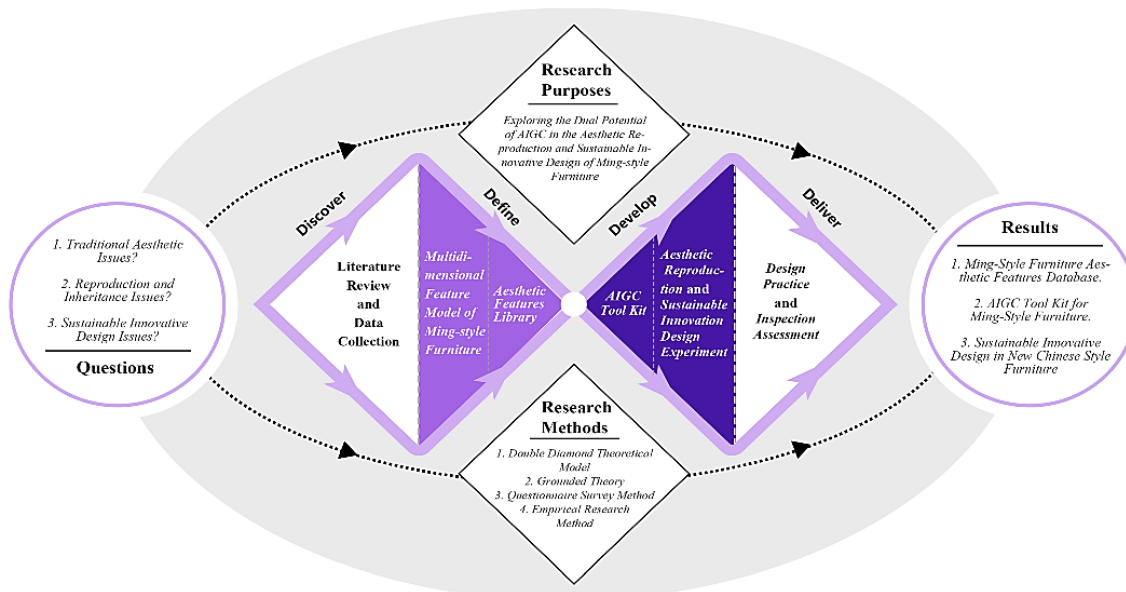
PROJETADO PESQUISAR E MÉTODO

A combinação de métodos usados neste estudo, que inclui uma teoria fundamentada, o modelo KANO e o método AHP (Processo Analítico Hierárquico), será esclarecida detalhadamente nesta seção, juntamente com a forma como essas técnicas de pesquisa são aplicadas à avaliação qualitativa e quantitativa das características estéticas da porcelana de Falangcai.

Os potenciais benefícios da tecnologia AIGC na transmissão de genes culturais e no design sustentável e criativo da porcelana Falangcai foram investigados utilizando este modelo. Para garantir a abrangência e a confiabilidade dos resultados da pesquisa, o modelo de diamante duplo auxilia o estudo nas duas fases de “Descoberta” e “Validação”. O modelo de diamante duplo serviu como base para a estrutura do método de pesquisa, conforme ilustrado na Figura 3 (Park, 2021).

Figura 3.

Desenvolver uma estrutura para pesquisa baseada no modelo de diamantes duplos



Nota. Iansiti (2020).

O desenvolvimento de uma biblioteca multidimensional de características estéticas para a porcelana Falangcai dentro do modelo de diamante duplo foi o foco da segunda fase, *Definição*. A codificação em três etapas, baseada na teoria fundamentada, foi utilizada para examinar os dados das entrevistas com os usuários, juntamente com questionários do modelo Kano que incluíam elementos positivos e negativos (Iansiti, 2020). Após a classificação das qualidades estéticas em categorias básicas, de desempenho, atraentes e indiferentes, utilizando

a análise do coeficiente do quadrante Melhor-Pior, os fatores importantes que afetam esses aspectos foram examinados quantitativamente. Os principais componentes estéticos da porcelana Falangcai foram então priorizados utilizando o Processo Analítico Hierárquico (AHP), criando uma biblioteca multidimensional de características estéticas.

Neste estudo, utilizou-se a abordagem da teoria fundamentada para determinar e aprimorar metodicamente as características estéticas da porcelana Falangcai.

Para garantir que a estrutura estética final tivesse saturação teórica e força explicativa, as qualidades estéticas da porcelana de Falangcai foram codificadas e coletadas utilizando um método dinâmico, iterativo e complementar.

O professor Noriaki Kano, do Instituto de Tecnologia de Tóquio, criou o modelo Kano na década de 1980 como uma técnica empírica para examinar e compreender a conexão entre as necessidades do usuário e a satisfação (Peng, 2024). A ideia central do modelo Kano é classificar as demandas do usuário de acordo com a forma como elas afetam a felicidade do usuário, o que oferece direcionamento para a criação de produtos, aprimoramento da qualidade e melhoria da experiência do cliente.

O uso do modelo Kano neste estudo ofereceu uma base lógica para a categorização, classificação por peso e posicionamento da demanda do usuário dos componentes estéticos da porcelana Falangcai, combinando as qualidades estéticas do artesanato tradicional com as exigências contemporâneas do usuário e elucidando ainda mais o significado relativo de cada característica.

Processo Experimental

Desenvolvimento de uma biblioteca de características estéticas multidimensionais para porcelana Falangcai utilizando a modelagem híbrida KANO-AHP e a teoria fundamentada

Um quadro de entrevista semiestruturado sobre as qualidades estéticas dos padrões de porcelana de Falangcai foi criado por um painel de especialistas composto por cinco professores universitários com experiência em estudos de arte de porcelana de Falangcai e herdeiros de bens culturais imateriais (Mirza, 2020). Informações específicas estão incluídas na Tabela 1.

Tabela 1.

Resumo das perguntas da entrevista semiestruturada

Nº de série	Perguntas de entrevista semiestruturadas
-------------------	--

1	Quais aspectos dos desenhos de porcelana Falangcai melhor capturam suas qualidades estéticas?
2	De que maneiras você acha que as aspirações estéticas das tradições culturais chinesas se refletem nos padrões da porcelana Falangcai?
3	Quais características distintivas você acredita que os designs de porcelana Falangcai possuem? efeitos eles têm de ter sobre estética?
4	Quais diretrizes você acredita que são frequentemente seguidas na criação de padrões de porcelana Falangcai?
5	Na sua opinião, quais elementos artesanais melhor representam o apelo visual dos designs de porcelana de Falangcai?
6	De que forma as qualidades estéticas dos desenhos de porcelana de Falangcai podem ser inovadas e transmitidas?

Nota. Descobertas dos pesquisadores.

Para obter as informações mais recentes sobre as qualidades estéticas dos padrões de porcelana de Falangcai, os entrevistados foram selecionados utilizando critérios de inclusão específicos, tais como:

- (a) Possuir mestrado ou título superior em áreas ligadas ao artesanato tradicional ou ao design artístico em cerâmica,
- (b) Com foco em áreas como estudos multidisciplinares, história da arte, arte cerâmica ou artesanato tradicional, e
- (c) Profissionais com mais de três anos de experiência em produção cerâmica, pesquisa ou artesanato, como fabricantes de porcelana Falangcai, acadêmicos que lecionam arte e design cerâmico em universidades, candidatos a doutorado que estudam porcelana Falangcai ou pesquisadores que trabalham em projetos de empreendedorismo criativo ou preservação da cultura da porcelana. Consulte a Tabela 2 para obter informações completas sobre os participantes.

Tabela 2.

Dados demográficos das entrevistas semiestruturadas (n=15)

Participante	Campo de pesquisa	Idade	Educação Nível	Local de trabalho	Emprego Qualificações	Localização
P1	Exploração da Arte Cerâmica Contemporânea e da Pesquisa em Artesanato Cerâmico	30	Mestre	Universidade e Palestra	Cinco anos como docente e mais de oito anos de experiência em design cerâmico.	Wuhan, China
P2	Transformação Digital do Patrimônio	25	Doutorado	Pesquisador Assistente, Tongji	Um ano como assistente de pesquisa e	Xangai, China

	Cultural Imaterial			Universidad e	mais de cinco anos de experiência em design.	
P3	Pesquisa sobre o artesanato em porcelana de Falangcai	36	Mestre	Estúdio Independent e	Falang Cai herança herdeiro	Chaozhou, China
P4	AIGC e Design Sustentável para o Patrimônio Cultural Imaterial	24	Mestre	Doutorando, Hanyang Universidad e	Três anos de experiência em design de patrimônio cultural imaterial.	Seul, República de Coréia
P5	Artesanato em Falangcai porcelana	41	Doutorado	Estúdio Independent e	herdeira do legado etéreo da porcelana de Falangcai	Jigdezhen, China
P6	Pesquisar sobre Ancestral Cerâmica	40	Mestre	Cultura imaterial Pesquisa sobre Patrimônio Instituto	Herdeiro da técnica da porcelana Falangcai	Pequim, China
P7	Bens Culturais Imateriais Design de Inovação e AIGC	33	Doutorado	Doutoral Estudante, Hanyang Universidad e	Cinco anos de experiência em pesquisa na área de arte cerâmica.	Seul, república de Coréia
P8	Ancestral Cerâmica Arte Pesquisar	25	Mestre	Designer Sênior de Produtos de cerâmica	herdeira do legado etéreo da porcelana de Falangcai	Jingdezhen, China
P9	Transmissão digital e preservação do patrimônio cultural	29	Doutorado	Universidad e Tongji Escola de Criatividade	Dois anos de experiência em pesquisa e sete anos de experiência em design.	Xangai, China
P10	Ceamic Design artístico	28	Mestre	Estudante de doutorado, Academia Chinesa de Arte	Mais de nove anos de experiência em design de arte cerâmica	Hangzhou, China
P11	Ceamic Design artístico	26	Doutorado	Academia Chinesa de Artes	Mais de seis anos de experiência em design de arte cerâmica	Pequim, China
P12	Pesquisa sobre Patrimônio Cultural Digital	33	Mestre	Escola de Arte, Universidad	5 anos de experiência docente e 12 anos de	Pequim, China

					e Renmin da China	experiência em design.	
P13	Falang Cai porcelana Arte	32	Mestre	Estúdio Independent e	herdeiro do legado imaterial da porcelana de Falangcai	Jingdezhen, China	
P14	Pesquisa atual sobre criação em cerâmica	30	Doutorado	Cerâmica chinesa Arte Centro de Pesquisa	Mais de oito anos de experiência em design de arte cerâmica	Pequim, China	
P15	Design artístico	38	Mestre	Jingdezhen Cerâmica Universidad e	Mais de cinco anos de experiência em design de arte cerâmica	Jingdezhen, China	

Nota. Descobertas dos pesquisadores.

Os participantes tiveram que avaliar cada elemento de demanda no processo de implementação específico sob duas perspectivas: a dimensão positiva (o grau de satisfação aumenta quando a demanda é atendida) e a dimensão negativa (o grau de satisfação diminui quando a demanda não é atendida). A Tabela 3 fornece detalhes específicos. Além de integrar os resultados da classificação do modelo KANO com as avaliações quantitativas dos usuários sobre a importância dos elementos, a abordagem de pontuação dupla para as dimensões positiva e negativa oferece uma base empírica mais sólida para análises AHP adicionais e para o desenvolvimento de abordagens de design ecologicamente corretas.

Tabela 3.

A estrutura das questões de Kano para reunir as qualidades estéticas dos padrões de porcelana de Falangcai

Usuário precisa	Questões	Favorito	Necessário	Indiferente	Relutante	Nojento
Os principais elementos visuais dos desenhos em porcelana nas tonalidades da porcelana Falangcai	Se você possui essa qualidade atraente, como se sente?	☐	☐	☐	☐	☐
	Sem esse elemento visual, como você se sentiria?	☐	☐	☐	☐	☐

Nota. Descobertas dos pesquisadores.

Em terceiro lugar, utilizando as informações coletadas na pesquisa com os usuários, foram realizadas avaliações de confiabilidade e validade; os resultados abrangentes são apresentados na Tabela 4. A confiabilidade dos dados foi avaliada minuciosamente utilizando o software SPSS 26.0 após a fusão dos dados online e offline (Xiong, 2024). Primeiramente, o

coeficiente alfa de Cronbach foi utilizado para examinar a confiabilidade dos dados e avaliar a estabilidade da escala em geral.

Tabela 4.

Teste de Bartlett e KMO

Valor KMO	0,549	
Teste de esfericidade de Barlett	Qui- quadrado aproximado	8971,00
	Valor DF	745,00
	Valor p	0,000

Nota. Descobertas dos pesquisadores.

Por fim, a proporção de tipos de demanda em cada indicador do sistema de avaliação categorizado foi examinada estatisticamente. Como mostrado na Tabela 5, o tipo final para cada indicador foi determinado como o elemento de demanda que ocorreu com maior frequência. Elementos atrativos (A), elementos indispensáveis (M), elementos esperados (O), elementos indiferentes (I) e elementos reversos (R) apresentaram distribuição estatisticamente igual de elementos de demanda. A confiabilidade geral dos dados é excelente e o desenho dos indicadores de avaliação faz sentido.

Tabela 5.

Resultados da Pesquisa de Demanda do Usuário sobre o Apelo Visual dos Padrões de Porcelana Falangcai

Números	Percentagem (%)					Tipo	SI	DSI
	(UM)	(R)	(M)	(EU)	(Q)			
A1. Transparência Padrões	41,52 %	41,52 %	14,59%	15,25 %	0%	EU	35,59%	- 63,25 %
A2. Padrões de Concurso	62,69 %	62,53 %	22,26%	26,14 %	0%	EU	48,29%	- 21,99 %
A3. Sobreposição de camadas Padrões	15,89 %	22,56 %	65,25%	25,69 %	0%	EU	42,02%	- 36,59 %
A4. Matiz Padrões	25,61 %	21,59 %	33,15%	22,69 %	0%	M	96,59%	- 36,96 %
A5. Religioso Padrões	21,59 %	41,25 %	14,52%	14,25 %	0%	M	41,52%	- 14,52 %
A6. Texto Padrões	26,25 %	63,25 %	62,14%	63,25 %	0%	M	62,12%	- 61,59 %
A7. Artefato Padrões	14,65 %	21,56 %	26,25%	36,54 %	0%	M	15,62%	- 65,82 %
A8. Paisagem Padrões	28,96 %	23,66 %	32,32%	25,52 %	0%	UM	21,96%	- 29,65 %

A9. Padrões de figuras	22,64 %	25,45 %	29,63%	63,25 %	0%	UM	64,58%	- 25,49 %
A10. Geométrico Padrões	41,25 %	59,62 %	25,69%	93,65 %	0%	M	48,96%	- 36,59 %
A11. Padrões de Animais	25,96 %	25,96 %	33,14%	55,62 %	0%	UM	95,62%	- 65,59 %
A12. Padrões de plantas	15,62 %	65,58 %	65,21%	32,52 %	0%	UM	62,89%	52,89 %
A13. Simetria Padrões	14,52 %	22,54 %	65,25%	54,62 %	0%	UM	59,63%	- 54,21 %
A14. Equilíbrio	11,65 %	21,62 %	31,52%	63,26 %	0%	EU	64,89%	- 65,95 %
A15. Layout centralizado	19,62 %	33,65 %	63,59%	95,63 %	0%	EU	25,96%	- 25,96 %
A16. Layout disperso	52,66 %	25,65 %	65,99%	65,94 %	0%	M	96,32%	- 21,63 %
A17. Linha Fluidez	25,65 %	32,63 %	65,61%	62,58 %	0%	M	65,59%	- 99,59 %
A18. Padrão Simplificação	41,25 %	59,62 %	25,69%	93,65 %	0%	M	48,96%	- 36,59 %
A19. Características estruturais	36,26 %	33,64 %	25,63%	31,58 %	0%	EU	25,63%	- 34,56 %
A20. Espacial Percepção	21,36 %	96,65 %	48,96%	96,54 %	0%	O	66,54%	- 26,59 %
A21. Feito à mão Pintura	55,62 %	22,69 %	36,54%	25,96 %	0%	O	96,59%	- 49,65 %
A22. Gravura e Enchimento	36,96 %	36,54 %	96,59%	59,69 %	0%	UM	51,26%	- 98,65 %
A23. Sob o esmalte Coloração Técnicas	21,69 %	25,64 %	14,52%	12,69 %	0%	EU	61,66%	- 54,55 %
A24. Gradiente Efeitos	25,66 %	23,15 %	96,65%	21,52 %	0%	O	41,69%	- 96,48 %
A25. Religião e Filosofia	28,21 %	26,32 %	25,63%	63,26 %	0%	O	99,96%	- 95,63 %
A26. Simbólico Significado	63,52 %	56,32 %	15,69%	65,69 %	0%	O	65,52%	- 62,65 %
A27. Tradicional Símbolo auspicioso	26,25 %	25,55 %	41,58%	69,54 %	0%	UM	96,55%	- 94,51 %
A28. Cultura Histórica	32,22 %	99,92 %	94,52%	88,41 %	0%	M	21,58%	- 55,62 %

A29. Temas da Natureza	96,14 %	54,89 %	89,65%	58,96 %	0%	EU	99,54%	- 14,52 %
A30. Mitológico Lendas	58,96 %	25,69 %	98,54%	32,51 %	0%	O	14,59%	- 65,98 %
A31. Sentidos da Vida	98,96 %	64,89 %	28,96%	69,58 %	0%	O	59,89%	- 65,21 %

Nota. Descobertas dos pesquisadores.

Dez profissionais das áreas de design de manufatura (Fang, 2024), design de porcelana e design visual foram solicitados a realizar avaliações aos pares das principais características estéticas da porcelana Falangcai, com base nos resultados da estimativa da teoria fundamentada e da avaliação do modelo Kano. A estrutura da matriz de julgamento A foi a seguinte:

$$A = (a_{ij})_{n \times n} \dots\dots\dots 1$$

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} (i, j = 1, 2, 3 \dots n) \dots\dots\dots 2$$

$$c_i = \sum_{j=1}^n b_{ij} (i, j = 1, 2, 3, \dots, n) \dots\dots\dots 3$$

$$\omega_i = \frac{c_i}{\sum_{i=1}^n c_i} (i = 1, 2, 3, \dots, n) \dots\dots\dots 4$$

$$\lambda_{max} = \sum_{i=1}^n \frac{(PW)_i}{nW_i} (i, j = 1, 2, 3 \dots, n) \dots\dots\dots 5$$

$$a_{ij} > 0, a_{ij} = 1, a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}, (i, j = 1, 2, 3, \dots, n) \dots\dots\dots 6$$

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \dots\dots\dots 7$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \dots\dots\dots 8$$

A matriz de avaliação para a camada de critérios de demanda do usuário das qualidades estéticas dos padrões de porcelana Falangcai foi inicialmente criada usando o Processo Analítico Hierárquico (AHP), conforme indicado na Tabela 6.

Tabela 6.

Matriz de julgamento nos níveis de critério

Índice	Necessidades Essenciais (M)	Atraente Necessidades (A)	Necessidades unidimensionais (O)	Ponderado Valor	I_{CR}
Atraente Necessidades (A)	1	3	5	0,5489	0,0189
Necessidades Essenciais (M)	1/3	1	3	0,2148	
Necessidades unidimensionais (O)	1/5	1/3	1	0,6598	

Nota. Descobertas dos pesquisadores.

As fórmulas (2)–(4) foram usadas para determinar os valores de ponderação de cada indicação. A fórmula (5) foi então usada para obter o maior autovalor, resultando em $\lambda_{\max} = 3,0387$. A matriz de julgamento é consistente, conforme demonstrado pela Razão de Consistência (ICR) (Liu, 2023), que foi encontrada como $0,0372 < 0,1$ usando as fórmulas (6) e (7). Os valores de ponderação de cada indicação foram determinados aplicando-se o mesmo método da matriz de julgamento da camada de subcritérios, conforme indicado na Tabela 7.

Tabela 7.

Matriz de julgamento do subíndice

Índice primário	Índice Secundário	Matriz de Julgamento							Peso	I_{CR}
<i>As necessidades indispensáveis (M)</i>	M1. Padrões de Plantas	1	3	5	1	2			0,6639	0,9767
	M2. Padrões Animais	1/3	1	1/2	1/3	1/3			0,6563	
	M3. Padrões Geométricos	1/5	2	1	1/3	1/5			0,2549	
	M4. Símbolos auspiciosos tradicionais	1	3	3	1	3		/	0,3369	
	M5. Significados simbólicos	1/2	3	5	1/3	1			0,2159	
<i>As necessidades unidimensionais (O)</i>	O1. Matiz	1	1/3	2	1/5	1/2	1/5		0,6350	0,7547
	O2. Camadas	3	1	2	1	1/3	2		0,9890	
	O3. Simetria	1/2	1/2	1	1/3	1/5	1/3		0,6320	
	O4. Fluidez da linha	5	1	3	1	1/2	2		0,9789	
	O5. Características estruturais	2	3	5	2	1	3		0,6359	
	O6. Pintura feita à mão	5	1/2	3	1/2	1/3	1		0,5489	
<i>As necessidades atrativas (A)</i>	A1. Padrão de caracteres	1	1/2	5	2	1/5	1/4	1/3	0,6325	0,7973
	A2. Padrões de Paisagem	2	1	3	2	1/3	1/2	1/3	0,9865	
	A3. Contraste	1/5	1/3	1	1/5	1/4	1/5	1/3	0,6489	
	A4. Equilíbrio	1/2	1/2	5	1	1/2	1/2	1/2	0,6359	
	A5. Efeitos de gradiente	5	3	4	2	1	3	3	0,5489	
	A6. Cultura Histórica	4	2	5	2	1/3	1	2	0,6325	
	A7. Temas da Natureza	1	1/2	5	2	1/5	1/4	1/3	0,9862	

Nota. Descobertas dos pesquisadores.

Como mostra a Figura 4, eles também trabalharam com o Museu Online de Padrões da China para compilar 375 imagens de alta resolução de padrões de porcelana Falangcai. Além de abranger a variedade de qualidades estéticas da porcelana Falangcai, esses recursos de dados oferecem uma base sólida para design inovador e preservação do patrimônio cultural a longo prazo.

Figura 4.

Conjunto de dados de características estéticas para padrões de porcelana Falangcai baseado em um método híbrido de investigação



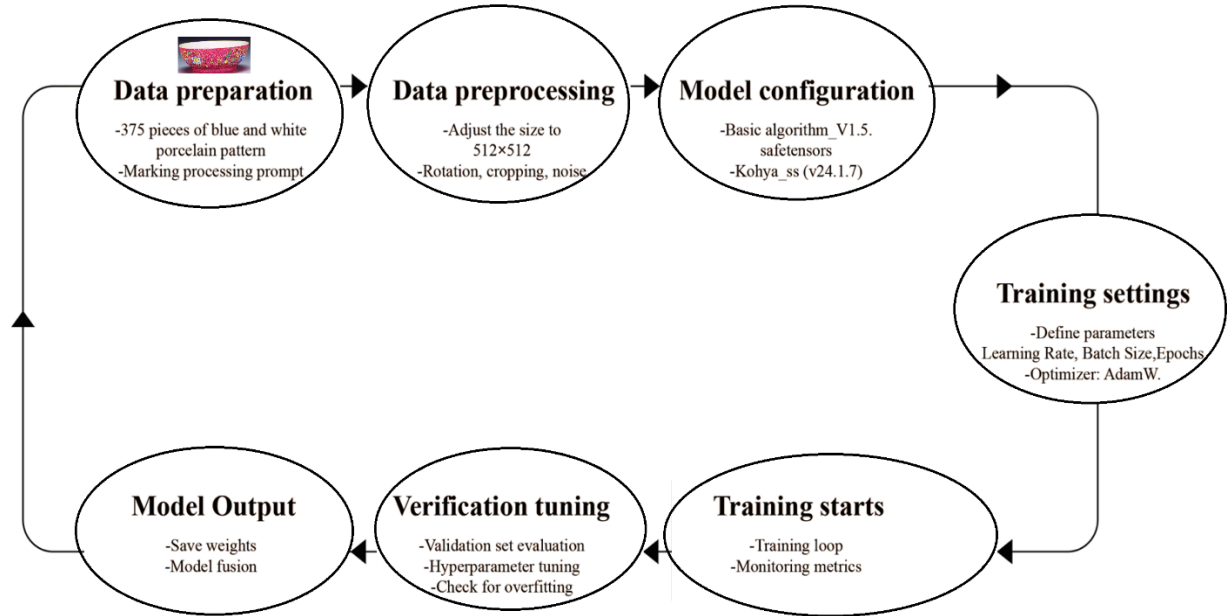
Nota. Museu Online de Padrões da China.

Treinamento com os modelos LoRA de porcelana Falangcai

As Redes Adversárias Generativas (GANs) fornecem um método incomparável para gerar automaticamente imagens de padrões de alta qualidade no estudo da herança genética cultural e na criação de padrões de porcelana Falangcai (Xu, 2024). Este trabalho desenvolveu um modelo de aprendizado profundo de Difusão Estável (SD) usando a biblioteca de características estéticas de padrões de porcelana Falangcai como base de dados. O Kohya_ss (v24.1.7), um conjunto de ferramentas completo desenvolvido pela comunidade para treinamento, ajuste fino e otimização de modelagem em larga escala de linguagens (LLM) e

algoritmos de difusão, foi usado para auxiliar no desenvolvimento do modelo LoRA, como mostrado na Figura 5.

Figura 5.
Metodologia de pesquisa para treinamento em LoRa



Nota. Descobertas dos pesquisadores.

Consequentemente, foram necessárias modificações dinâmicas nos dados de treinamento ao longo do treinamento do modelo LoRA, conforme mostram as Tabelas 8 e 9.

Tabela 8.
Parâmetros de treinamento para Lora (1)

Conjunto de dados Tamanho	Resolução	Tamanho do lote	Épocas Máximas	Salvar Evenryn Épocas	Dimensão da rede	Rede Alfa	Pular clipe	LR	Rede UNet LR
277	512x512 2	2	8	2	65	2	2	0,0001	0,0001

Nota. Descobertas dos pesquisadores.

Tabela 9.
Parâmetros de treinamento para Lora (2)

Texto Codificador	LR LRScheduler	Reiniciar LR Ciclo	Trabalhadores do carregador de dados persistentes	Deslocamento de ruído	LoCON ConvDI m	Conv Alfa	Tempo aproximado de treinamento
0,0001	Cosseno_ com_reinicializações	1	2	0,2	4	0,1	1

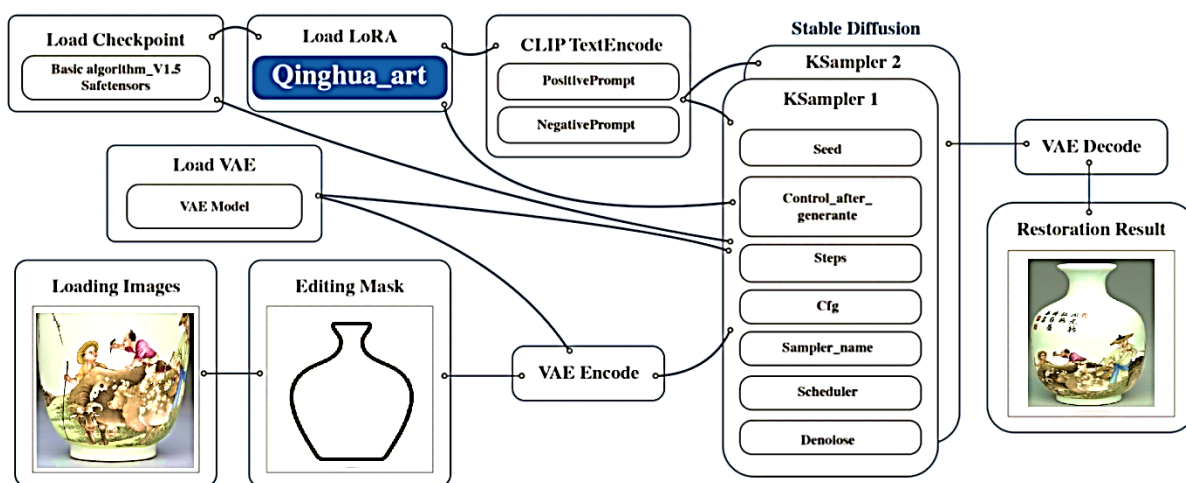
Nota. Descobertas dos pesquisadores.

Fluxo de trabalho de design inovador para o padrão de porcelana Falangcai

Como mostrado na Figura 6, este estudo criou um fluxo de trabalho de design para porcelana Falangcai utilizando conteúdo gerado por inteligência artificial (AIGC). Ele fornece uma solução eficaz e adaptável para a herança digital e o design criativo contemporâneo de padrões de porcelana Falangcai, combinando a estrutura de Difusão Estável (SD), tecnologias de Adaptação de Baixa Classificação (LoRA) e instruções otimizadas de geração de texto (Dai, 2024). Este método incentiva a aplicação criativa de habilidades tradicionais na era digital, permitindo que os designers simulem e avaliem rapidamente planos de design criativo de porcelana Falangcai sem depender de recursos tangíveis.

Figura 6.

Processo de design inovador em porcelana Falangcai baseado na interface de usuário Comfy UI



Nota. Descobertas dos pesquisadores.

Utilizando a Teoria do Design Sustentável para Criar Caminhos de Design para a Porcelana Falangcai

Agora é essencial que a comunidade de design inclua ideias de desenvolvimento sustentável no design criativo das artes culturais tradicionais devido à escalada contínua do uso de recursos globais e à pressão ambiental (Park, 2021). O desenvolvimento da tecnologia de Conteúdos Gerados por Inteligência Artificial (AIGC) e a digitalização do DNA cultural tradicional criaram oportunidades para a arquitetura criativa e sustentável do patrimônio cultural.

O objetivo principal desta investigação foi investigar abordagens específicas para fundir a produção de porcelana Falangcai com conceitos de design sustentável. Diferentes planos de design de porcelana Falangcai podem ser efetivamente simulados e replicados virtualmente usando tecnologia de inteligência artificial generativa (AIGC), especialmente o modelo LoRa na plataforma Stable Diffusion. Sem usar recursos reais, os designers podem criar e avaliar rapidamente muitos planos de design de porcelana Falangcai, reduzindo significativamente o impacto ambiental dos processos de design (Peng, 2024).

As qualidades estéticas dos padrões de porcelana de Falangcai, a transmissão do legado cultural, a inovação, a utilidade, a sustentabilidade, o controle tecnológico, a satisfação do usuário e a adaptação ao mercado estiveram entre os muitos aspectos examinados. Um exame minucioso e metódico foi realizado (para detalhes, consulte as Tabelas 10 e 11).

Tabela 10.

Análise comparativa dos planos A e B em múltiplos domínios

N.	Dimensão de avaliação	Pontuação média do Plano A	Pontuação média do Plano B
1	É possível replicar as qualidades estéticas dos padrões da porcelana Falangcai?	4,31	3,91
2	Será possível transmitir com sucesso o significado cultural e histórico da porcelana de Falangcai?	3,78	3,54
3	Pode inovação ser demonstrada?	4,28	3,87
4	Como ele se comporta em termos de funcionalidade?	3,15	2,98
5	Inclui princípios de design sustentável?	3,24	3,19
6	A tecnologia AIGC é controlável e implementada de forma eficaz do ponto de vista técnico?	4,07	3,15
7	Qual o nível de satisfação dos usuários com o plano de design gerado pela IA?	4,51	3,77
8	O projeto gerado por IA possui grande adaptabilidade ao mercado?	3,98	3,22

Nota. Descobertas dos pesquisadores.

Tabela 11.

Avaliação de Preferência de Especialistas para os Planos A e B

Descrição	Escolha	Frequência	Porcentagem
Na sua opinião, qual design captura com maior precisão as qualidades estéticas da porcelana de Falangcai, considerando seu design sustentável e a herança de valores artísticos?	Plano A	9	96,9%
	Plano B	5	89,4%
Qual é o seu design favorito em termos de estética moderna da porcelana?	Plano A	11	94,7%
	Plano B	4	64,7%

Nota. Descobertas dos pesquisadores.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Nesta seção, será analisado detalhadamente o uso da tecnologia AIGC na fabricação da porcelana Falangcai e seus efeitos na preservação do patrimônio cultural. Este trabalho baseia-se no modelo híbrido Kano-AHP, na teoria fundamentada e na tecnologia de criação de imagens AIGC. O estudo utilizou a porcelana Falangcai como objeto de pesquisa, investigando de forma metódica e científica as qualidades estéticas dos padrões da porcelana, criando um banco de dados multidimensional com as características desejáveis para esses padrões e aplicando a tecnologia AIGC para manter a estética tradicional, ao mesmo tempo que promove a eficácia de metodologias de design criativas e ecologicamente corretas.

O processo de design foi dividido em cinco fases. Primeiramente, o objeto de design foi minuciosamente examinado utilizando a teoria fundamentada, a fim de identificar os genes culturais essenciais e os componentes estéticos da porcelana Falangcai. Em seguida, as necessidades do usuário foram analisadas e a direção do design foi definida utilizando o modelo híbrido KANO-AHP. Um banco de dados de herança genética cultural baseado em AIGC e uma metodologia de design foram então construídos ao longo da fase de design conceitual e desenvolvimento criativo, reduzindo significativamente o tempo de criação e os ciclos de iteração. A fabricação e o design inteligentes foram finalmente alcançados pela incorporação de ideias de design sustentável ao processo de design, visando aprimorar a compatibilidade com o meio ambiente.

A Tabela 12 ilustra como o modelo de design inovador e sustentável proposto neste estudo alcança melhorias notáveis em diversas áreas, incluindo conceitos de design, escolha de materiais, ferramentas de design, procedimentos de design, processos de produção, participação do usuário, impacto ambiental e design de inovação sustentável, quando comparado aos métodos convencionais de design da porcelana Falangcai. O valor da aplicação da tecnologia AIGC para a preservação dos genes culturais da porcelana Falangcai e para o design ecologicamente consciente é validado por esta investigação metodológica, que também oferece uma estrutura teórica útil e uma técnica eficaz para a fusão da cultura tradicional com as tecnologias modernas.

Tabela 12.

Um estudo comparativo do modelo de design inovador e sustentável da AIGC e da produção convencional de porcelana Falangcai

Comparação	Modelo convencional de design de porcelana em Falangcai	Modelo sustentável de design em porcelana Falangcai
------------	---	---

Conceito de design	Prioriza a preservação dos valores estéticos tradicionais e dos símbolos históricos e culturais em detrimento da sustentabilidade.	Este método enfatiza a diversidade cultural e o desenvolvimento sustentável, fundindo características da porcelana Falangcai com a estética moderna através da incorporação da tecnologia AIGC no processo de design.
Seleção de Materiais	Depende de materiais convencionais e presta pouca atenção às regulamentações ambientais e de baixo carbono.	Reduz as emissões de carbono durante a fabricação, avaliando metodicamente o impacto ecológico dos recursos e priorizando materiais de baixo carbono, recicláveis e ecologicamente corretos.
Ferramentas de design	Depende de técnicas antiquadas como modelagem manual e esboços à mão, o que prolonga os ciclos de projeto.	Utiliza tecnologias AIGC e treinamento extensivo de modelos para realizar projetos inteligentes e orientados por dados, aumentando a eficiência do projeto e acelerando a produção criativa.
Processo de Design	Os mestres artesãos dominam o processo de design, que carece de táticas baseadas em dados e de pesquisa insuficiente sobre os requisitos do usuário.	Enfatiza estratégias orientadas por dados, alinhadas às demandas do usuário, e emprega um processo de design metódico e faseado que inclui pesquisa abrangente de objetos, avaliação da demanda do usuário, treinamento em larga escala de modelos, criação de inovações conceituais e integração de opções ecologicamente corretas.
Processo de Produção	O trabalho artesanal manual, caracterizado por procedimentos demorados e uso significativo de recursos, é o principal método de produção.	Reduz o consumo de recursos, aumenta a eficiência da produção e otimiza os procedimentos de fabricação por meio da implementação de fluxos de trabalho inteligentes, parcialmente ou totalmente automatizados.
Participação do usuário	A participação inadequada do usuário no processo de design é causada pela falta de canais para o envio de feedback.	Aprimora o engajamento e a interatividade do usuário, incorporando diretamente o feedback e as preferências do usuário ao processo de design por meio da aplicação da teoria fundamentada e do modelo KANO-AHP para avaliar as necessidades do usuário.
Impacto ambiental	Carece de avaliações ambientais abrangentes e possui controle insuficiente sobre a redução da poluição e o uso de recursos.	Utiliza técnicas como redução, reutilização, reciclagem, reparo e redesenho para aprimorar os processos de projeto e fabricação e minimizar o impacto ambiental, em conformidade com os princípios da neutralidade de carbono.
Inovação e Design Sustentável	Há pouca inovação e uma ênfase na transmissão do conhecimento artesanal, ignorando as necessidades do crescimento sustentável.	Utiliza análise de dados e iteração técnica para impulsionar o crescimento simultâneo da digitalização e da inovação verde no design de porcelana Falangcai, integrando profundamente o design aos princípios da sustentabilidade.

Nota. Descobertas dos pesquisadores.

De modo geral, a modelagem, no contexto da arte e do design, refere-se à forma, estrutura e aparência de um objeto. Inúmeros métodos, como escultura, pintura, construção e artesanato, são utilizados para criar essa expressão visual. Forma, estrutura, proporção, linha, tratamento de superfície e outras características estão todas incluídas. A modelagem é essencialmente uma representação da forma e aparência externa de uma obra de arte. Alterar a forma de linhas, pontos, superfícies e blocos de cerâmica em peças de chá permite a modelagem de padrões visuais. A disposição de formas e estruturas, bem como as qualidades estéticas e de

coordenação dessas peças, são destacadas nesse processo. A forma geral do bule, da xícara, da tigela e de outros itens, o design das alças, dos puxadores das tampas e de outros locais, a decoração da superfície, a escultura etc., estão todos incluídos na modelagem de um conjunto de chá de cerâmica. O conjunto de chá de cerâmica demonstra um senso criativo único e um significado cultural, além de cumprir sua função utilitária, graças à implementação de um design de modelagem eficiente. A aplicação de elementos culturais tradicionais chineses pode ser vista na forma, estrutura, ornamentação e outras partes do design de modelagem de um conjunto de chá de cerâmica, resultando em um conjunto para o chá da tarde que é impregnado com o sabor único da cultura tradicional chinesa.

O design pode ser categorizado como sendo de estilo clássico convencional. Nesse caso, é fundamental garantir que a forma seja plena e arredondada, as linhas sejam naturais e suaves e o centro de gravidade seja estável. Outros objetos, como bules, xícaras e jarras de chá, também podem ser utilizados seguindo essa ideia. Uma aura de elegância histórica é evidenciada pela modelagem de porcelana antiga e metal. As alças e outros componentes de conjuntos de chá de cerâmica, incluindo puxadores, são feitos utilizando métodos de escultura convencionais ou adicionando criaturas mitológicas como unicórnios, dragões e fênix. Os animais frequentemente representam conceitos de sorte, virtude e religiosidade.

O estudo explorou o uso de tecnologias de IA, especificamente IA generativa baseada em LoRa e Difusão Estável, na produção de porcelana Falangcai. Seus efeitos foram examinados tanto na fabricação contemporânea de porcelana quanto na arte tradicional. De acordo com este estudo, o design assistido por IA generativa pode ser usado na fabricação contemporânea de porcelana para produzir rapidamente uma variedade de possibilidades de design, aumentando consideravelmente a eficiência criativa e a capacidade de personalização.

Pesquisas futuras também buscarão criar critérios multidimensionais para analisar a eficácia das intervenções tecnológicas, a fim de avaliar a função da IAGC na transmissão e preservação de bens culturais. O primeiro parâmetro é denominado *fidelidade estética*, que avalia o quão semelhantes os padrões gerados por IA são aos desenhos artesanais tradicionais em termos de forma, linhas e cores. Isso ajuda a determinar se os padrões gerados por IA podem ou não reativar o *gene cultural* da porcelana de Falangcai.

Falangcai é o termo usado para designar a porcelana imperial esmaltada sobre o vidrado, criada no início do século XVIII, especialmente nas oficinas imperiais e fornos de Jingdezhen durante a Dinastia Qing. A interação intercultural impulsionou seu desenvolvimento; missionários e artistas da corte trouxeram técnicas de pintura em perspectiva e processos

ocidentais de pigmentação em esmalte, o que abriu novas possibilidades criativas para a ornamentação em porcelana.

O ensino de padrões costuma enfatizar dois aspectos em muitos currículos de design cerâmico convencional, particularmente aqueles influenciados pelo artesanato histórico e pela pedagogia baseada em habilidades:

- **Reconhecimento formal:** Com base em modelos visuais, os alunos aprendem a reconhecer e imitar temas conhecidos, como insígnias imperiais, figuras ou arabescos floridos. Isso é semelhante aos aprendizados tradicionais, em que o domínio é avaliado pela adesão a formas convencionais;
- **Habilidade Técnica:** O principal objetivo de aprendizagem é considerado a execução precisa, incluindo pinceladas, camadas de cor, aplicação de esmalte e composição espacial. As avaliações são dominadas por características formais como proporção, simetria e padrões de repetição.

Em 1716, foi estabelecida uma oficina especializada em esmaltação. Outra unidade de produção de esmalte pintado foi instalada em Guangzhou (Distrito Alfandegário) na mesma época ou até antes. É sabido que os jesuítas perderam poder sob o governo de Yongzheng, e é possível que isso tenha se refletido nos métodos tecnológicos que trouxeram consigo. As oficinas em Pequim, Jingdezhen ou Cantão, contudo, afirmam que, independentemente de serem privadas ou imperiais, os métodos de modificação também podem variar. Portanto, enfatizar o uso de diferentes receitas de porcelana ou matérias-primas da mesma época pode servir como uma característica distintiva de cada oficina.

Considerando todos os aspectos, a IAGC oferece novas oportunidades para a preservação do patrimônio cultural, além de maior criatividade e eficiência na produção da porcelana Falangcai. Todavia, também enfrenta diversos desafios, como problemas com dados, autenticidade cultural, aceitação pelos artesãos e questões de direitos autorais. Acredita-se que uma convivência harmoniosa com o artesanato tradicional possa ser alcançada no futuro por meio da integração metódica da tecnologia de IA ao patrimônio cultural, incentivando a criação e a disseminação da cultura da porcelana Falangcai.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma relação complexa entre método artesanal, linguagem simbólica e estética visual pode ser observada no processo de design da porcelana Falangcai. A transição do reconhecimento formal (replicação da superfície) para a compreensão semântica (interpretação significativa de padrões e criação deliberada) oferece possibilidades para uma participação mais aprofundada dos alunos, maior consciência cultural e resultados de design criativos no ensino moderno de design cerâmico.

Por meio da tecnologia AIGC, este estudo conseguiu integrar genes culturais tradicionais com a inovação digital contemporânea, oferecendo uma solução viável para a transmissão e preservação digital do patrimônio cultural, ao mesmo tempo que incentiva o crescimento a longo prazo da produção de porcelana Falangcai. Este estudo utilizou o método de codificação em três níveis, baseado na teoria fundamentada, para extrair as propriedades estéticas multifacetadas da porcelana Falangcai, abrangendo três aspectos principais: características visuais, características de artesanato e significados culturais. Isso foi feito combinando a tecnologia AIGC com os genes culturais da porcelana.

É impossível dissociar o uso de temas culturais tradicionais chineses no design de conjuntos de chá de porcelana. Para aprimorar a utilidade, a estética e a modernidade dos materiais culturais cerâmicos, esses elementos culturais podem ser transformados em uma linguagem de design por meio da síntese e combinação de seus recursos e da aplicação da teoria e prática da morfossemântica.

Ao aplicar modelos dimensionais espaciais e espectrais a dados espectrais de imagens de porcelanas Falangcai de Jingdezhen de diferentes épocas, os resultados demonstram que, embora a precisão do modelo dimensional espectral seja claramente superior à do modelo dimensional espacial, ainda é inferior à precisão inicial do modelo. A forte história cultural foi evidenciada pelo desempenho excepcional dos símbolos vegetais e auspiciosos. Padrões como lótus, peônia e flores obtiveram pontuações excepcionalmente altas tanto em simbolismo cultural quanto em valor estético, sugerindo que sua forte relevância cultural e apelo estético oferecem oportunidades significativas para redesenho e adaptação ao mercado no design moderno.

Observou-se desempenho diferenciado em relação aos parâmetros de aplicabilidade atual e poder comunicativo. Os desenhos de dragão e fênix são exemplos de motivos animais que se destacaram em simbolismo cultural, mas que também demonstraram potencial de desenvolvimento em termos de sustentabilidade e aplicabilidade moderna. Devido à

complexidade de seus desenhos e à sua dependência de contextos culturais específicos, esses padrões apresentam limitações práticas em termos de transposição para o mercado e aplicação comercial, apesar de seu enorme valor histórico-cultural. Em resumo, esta pesquisa ofereceu um exame minucioso dos valores culturais e das potenciais aplicações modernas dos padrões de porcelana de Falangcai sob diversas perspectivas. Além disso, sugeriu diretrizes de design e propostas de otimização adequadas a diferentes tipos de padrões.

Além disso, utilizando o treinamento no banco de dados de características estéticas da porcelana Falangcai, o estudo criou um fluxo de trabalho de design assistido por IAGC baseado nas tecnologias Stable Diffusion e LoRA, que produziu com sucesso o design criativo e a replicação eficaz dos padrões da porcelana Falangcai.

Para aumentar a eficácia da tecnologia na preservação do patrimônio cultural, estudos futuros poderiam aprimorar ainda mais os modelos AIGC para aumentar a precisão e a variedade na formação de padrões, além de investigar métodos para integrar esses modelos mais estreitamente às técnicas artesanais tradicionais.

No estudo a seguir, serão utilizados modelos de aprendizado profundo mais sofisticados para extrair simultaneamente dados espectrais e espaciais, a fim de investigar mais a fundo o potencial da tecnologia hiperspectral na classificação de porcelanas Falangcai de Jingdezhen de diferentes idades.

REFERÊNCIAS

- Aras, E., Ramachandran, G. S., Lawrence, P., & Hughes, D. (2017). Exploring the security vulnerabilities of LoRa. In *Proceedings of the 2017 3rd IEEE International Conference on Cybernetics (CYBCONF)* (pp. 1–6). IEEE.
- Bao, Z., Yuan, H., Wen, R., & Chen, K. (2015). The fast and direct characterization of falangcai porcelain glaze from Jingdezhen by laser ablation–inductively coupled plasma mass spectrometry. *Analytical Methods*, 7, 5034–5040.
- Bisalputra, P. (2017). Ceramic trade between early Qing China and late Ayutthaya, 1644–1767. *The Journal of the Siam Society*, 105, 1–42.
- Cao, Y., Li, S., Liu, Y., Yan, Z., Dai, Y., Yu, P., & Sun, L. (2024). A survey of AI-generated content (AIGC). *ACM Computing Surveys*, 57, 1–38.
- Colomban, P., Gironda, M., Simsek Franci, G., & d’Abrigeon, P. (2022). Distinguishing genuine imperial Qing dynasty porcelain from ancient replicas by on-site non-invasive XRF and Raman spectroscopy. *Materials*, 15(16), 5747.
- Colomban, P., Ambrosi, F., Ngo, A.-T., Lu, T.-A., Feng, X.-L., Chen, S., & Choi, C.-L. (2017). Comparative analysis of wucai Chinese porcelains using mobile and fixed Raman microspectrometers. *Ceramics International*, 43, 14244–14256.
- Colomban, P., Lu, T.-A., & Milande, V. (2018). Non-invasive on-site Raman study of blue-decorated early soft-paste porcelain: The use of arsenic-rich (European) cobalt ores—Comparison with huafalang Chinese porcelains. *Ceramics International*, 44, 9018–9026.
- Du, H., Li, Z., Niyato, D., Kang, J., Xiong, Z., Huang, H., & Mao, S. (2024). Diffusion-based reinforcement learning for edge-enabled AI-generated content services. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, 23, 8902–8918.
- Edwards, H. G. M. (2021). *Porcelain analysis and its role in the forensic attribution of ceramic specimens*. Springer.
- Fanni, F. A., Pellacini, F., Scateni, R., & Giachetti, A. (2022). PAVEL: Decorative patterns with packed volumetric elements. *ACM Transactions on Graphics*, 41(2), 1–15.
- Fu, Y., Shi, K., & Xi, L. (2025). Artificial intelligence and machine learning in the preservation and innovation of intangible cultural heritage: Ethical considerations and design frameworks. *Digital Scholarship in the Humanities*, 40(2), 487–508.
- Fu, X. (2020). Narrative and cultural analysis of porcelain. In *Chinese narratologies* (pp. 87–115). Springer.
- Giannini, R., Freestone, I., & Shortland, A. (2017). European cobalt sources identified in the production of Chinese famille rose porcelain. *Journal of Archaeological Science*, 80, 27–36.

- Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., Courville, A., & Bengio, Y. (2020). Generative adversarial networks. *Communications of the ACM*, 63, 139–144.
- Hanzaei, S. H., Afshar, A., & Barazandeh, F. (2017). Automatic detection and classification of the ceramic tiles' surface defects. *Pattern Recognition*, 66, 174–189.
- Huang, E. (2008). *China's china: Jingdezhen porcelain and the production of art in the nineteenth century* (Doctoral dissertation, University of California, San Diego).
- Jiangsu Provincial Study Society for Ancient Ceramics. (2010). *Flower and bird roll* (Vol. 1). Southeast University Press.
- Jing, J., & Ismail, R. (2023). Examining the continuation of tradition from the heritage construction of three ceramic education models in contemporary China.
- Li, F., & Wang, Z. (2022). Research on the evolution of Chinese cultural symbol construction in falangcai porcelain. *Ceramics and Ceramics Research*, 37, 16–18.
- Li, J., et al. (2024). Recognition of Yuan falangcai porcelain produced in Jingdezhen based on graph anomaly detection combining portable X-ray fluorescence spectrometry. *Heritage Science*, 12, 79.
- Lin, H., Jiang, X., Deng, X., Bian, Z., Fang, C., & Zhu, Y. (2024). Comparing AIGC and traditional idea generation methods: Evaluating their impact on creativity in the product design ideation phase. *Thinking Skills and Creativity*, 54, 101649.
- Liu, L. P., & Zhang, A. (2023). Exploring the innovative use of traditional Chinese cultural elements in tea set design. *Industrial Design*, (5), 130–133.
- Liu, X., & Xu, Y. (2024). Exploring the application path of AIGC technology in the styling design of traditional artifacts: A case study of Song dynasty lacquerware. In *Proceedings of the Third International Conference on Electronics Technology and Artificial Intelligence (ETAI 2024)* (Vol. 13286, pp. 377–387). SPIE.
- Ma, Z. (2022). *Research on the application of auspicious patterns on falangcai porcelain in emotional product design* (Doctoral dissertation, Jingdezhen Ceramic University).
- Montanari, R., Alberghina, M. F., Casanova Municchia, A., Massa, E., Pelagotti, A., Pelosi, C., Schiavone, S., & Sodo, A. (2018). A polychrome mukozuke (1624–1644) porcelain offers a new hypothesis on the introduction of European enameling technology in Japan. *Journal of Cultural Heritage*, 32, 232–237.
- Montanari, R., Murakami, N., Alberghina, M. F., Pelosi, C., & Schiavone, S. (2019). The origin of overglaze-blue enameling in Japan: New discoveries and a reassessment. *Journal of Cultural Heritage*, 37, 94–102.
- Pan, Y., Luo, Q., & Xu, Z. (2024). The diversified influence of Ming and Qing porcelain symbols on modern clothing patterns and cultural and artistic connotations from the perspective of intangible cultural heritage. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 24, 148–162.

- Shih, C. F. (2005). A record of the establishment of a new art form: The unique collection of painted enamels at the Qing court. *Collections and Concepts*, 7.
- Shih, C. F. (2007). Evidence of East–West exchange in the eighteenth century: The establishment of painted enamel art at the Qing court in the reign of Emperor Kangxi. *National Palace Museum Research Quarterly*, 24, 45–94.
- Shih, C. F. (2012). *Radiant luminance: The painted enamelware of the Qing imperial court*. National Palace Museum.
- Shih, C. F. (2021). Hua falang: The Chinese concept of painted enamels. In *The RA collection of Chinese ceramics: A collector's vision* (pp. 28–59). Jorge Welsh Research & Publishing.
- Shin, J. (2022). Ming and Qing dynasty “hundred antiques (bógǔ)” export ceramics for the European market in the seventeenth and eighteenth centuries. *Korean Journal of Art History*, 313, 121–154.
- Tang, H. (2017). *The colours of each piece: Production and consumption of Chinese enamelled porcelain, c. 1728–c. 1780* (Doctoral dissertation, University of Warwick).
- Verganti, R., Vendraminelli, L., & Iansiti, M. (2020). Innovation and design in the age of artificial intelligence. *Journal of Product Innovation Management*, 37, 212–227.
- Wang, A., & Luo, S. (2021). Chinese Islamic style: A study on the decorative patterns of falangcai porcelain in the Zhengde official kiln of the Ming dynasty. *Chinese Ceramics*, 57, 98–105.
- Wang, X., He, Z., & Peng, X. (2024). Artificial intelligence-generated content with diffusion models: A literature review. *Mathematics*, 12, 977.
- Wu, Y., & Kim, K. (2024). Automatic generation of traditional patterns and aesthetic quality evaluation technology. *Information Technology & Management*, 25(2), 125–143.
- Wu, B., Hu, B., Yang, Z., Xu, H., Chen, M., Huang, Y., Liang, K., Huang, H., & Xiong, H. (2024). Formula process and coloring mechanism of bluish-white porcelains from the Lanxi kiln in Fujian, China. *Archaeometry*, 67, 313–327.
- Xu, X. D. (2015). Europe–China–Europe: The transmission of the craft of painted enamel in the seventeenth and eighteenth centuries. In M. Berg (Ed.), *Goods from the East, 1600–1800: Trading Eurasia* (pp. 92–106). Palgrave Macmillan.
- Yan, C. (2024a). Exceptional gorgeousness of porcelain from the Qianlong reign. In *A brief history of Chinese imperial porcelain: From Song dynasty to Qing dynasty* (pp. 317–338). Springer Nature.
- Yan, C. (2024b). Magnificence of porcelain from the Kangxi reign. In *A brief history of Chinese imperial porcelain: From Song dynasty to Qing dynasty* (pp. 253–290). Springer Nature.

- Yin, H., Zhang, Z., & Liu, Y. (2023). The exploration of integrating the Midjourney artificial intelligence generated content tool into design systems to direct designers towards future-oriented innovation. *Systems, 11*, 566.
- Zhang, Y., & Pollard, A. M. (2022). The archaeological and scientific analysis of blue-decorated ceramics in the Tang and Song dynasties. *Archaeometry, 64*, 1394–1410.
- Zhou, S. Z. (2008). *Research on painted enamels porcelain ware from the Qing court*. Wenwu Chubanshe.

CRedit Author Statement

- **Reconhecimentos:** Os autores gostariam de expressar sua sincera gratidão ao Museu Online de Padrões da China por fornecer acesso a imagens de alta resolução de padrões de porcelana Falangcai, que foram fundamentais para a construção do conjunto de dados de características estéticas. Agradecimentos especiais são estendidos aos membros do painel de especialistas, incluindo professores universitários e detentores do patrimônio cultural imaterial, por suas valiosas contribuições durante as entrevistas semiestruturadas. Os autores também reconhecem o apoio das instalações de pesquisa da Escola de Artes da Universiti Sains Malaysia e das diversas instituições em Jingdezhen que facilitaram este estudo.
 - **Financiamento:** Esta pesquisa não recebeu financiamento específico de agências de fomento dos setores público, comercial ou sem fins lucrativos.
 - **Conflitos de interesse:** Os autores declaram não haver conflitos de interesse. Os financiadores não tiveram participação no projeto do estudo; na coleta, análise ou interpretação dos dados; na redação do manuscrito; ou na decisão de publicar os resultados.
 - **Aprovação ética:** Este estudo foi conduzido de acordo com os padrões éticos dos comitês de pesquisa institucionais e nacionais. O consentimento informado foi obtido de todos os participantes individuais envolvidos nas entrevistas semiestruturadas e nas avaliações de especialistas. A pesquisa não envolveu procedimentos experimentais com seres humanos ou animais que exigissem aprovação de um comitê de ética, além dos protocolos padrão para coleta de dados qualitativos e consulta a especialistas.
 - **Disponibilidade de dados e materiais:** Os conjuntos de dados gerados e analisados durante o presente estudo, incluindo as imagens dos padrões de porcelana Falangcai compiladas do China Pattern Online Museum e os dados qualitativos das entrevistas, não estão disponíveis publicamente para respeitar a privacidade dos participantes e os termos de uso do museu de origem. No entanto, a biblioteca de características estéticas processadas e os modelos LoRA treinados estão disponíveis mediante solicitação razoável ao autor correspondente.
 - **Contribuições dos autores:** Qinyi YU: Redação – rascunho original, conceitualização, metodologia, análise formal, investigação, curadoria de dados, visualização. Norfarizah Mohd BAKHIR: Redação – revisão e edição, supervisão, validação, administração do projeto.
-

Processamento e edição: Editora Ibero-Americana de Educação
Revisão, formatação, padronização e tradução

