

## **Design de adornos de corpo obtidos a partir da conformação através de molde e posterior maquinação simples de mosaicos de resina epóxi carregados com resíduos cozidos de faiança**

*Design of body adornments obtained from the conformation through a mold and subsequent simple machining of epoxy resin mosaics loaded with fired faience residues*

**Inês Pereira Coutinho; Designer Industrial e estudante de mestrado em Design de Produto; ESAD.CR – IPLeia; Portugal**  
inesppcoutinho@gmail.com

**José Manuel C. B. C. Frade; Dr.; ESAD.CR – IPLeia; Portugal**  
jose.frade@ipleiria.pt

### **Resumo**

No presente trabalho pretende-se a partir do processo de design avaliar a possibilidade de reutilização e valorização dos resíduos de cacos cerâmicos cozidos da fábrica Bordallo Pinheiro. Para a criação de novos produtos, adornos corporais, tal como anéis, colares, brincos e ganchos. Utilizou-se um processo por moldação via líquida com resina epóxi carregada com resíduos cozidos de faiança que posteriormente foram sujeitos a operações simples de maquinação que permitiram transformar com sucesso os resíduos cerâmicos cozidos em adornos corporais que são compatíveis com mercados de alto valor acrescentado como é no caso do design ou da indústria da moda. Os produtos são da autoria da designer Inês Pereira Coutinho e o trabalho decorreu sob a orientação do professor José Frade.

**Palavras-chave:** design, adorno de corpo, faiança, resíduos, epóxi

### **Abstract**

*In the present work, it is intended, from the design process, to evaluate the possibilities of reusing and revaluing the wasted shards of fired ceramics from the Bordallo Pinheiro, ceramic factory. Through the creation of new products, ranging within the context of body adornments from rings to hair clips, including necklaces and earrings. Using the process molding with liquid epoxy resin loaded with crushed cooked faience residues then after curing, machine through simple operations, the body adornments came successfully to existence. From mere crushed fired faience to body adornments compatible with high added value markets like the industries of design and fashion. The products are authored by the designer Inês Pereira Coutinho and the work was carried out under the guidance of Professor José Frade.*

**Keywords:** design, body adornment, faience, waste, epoxy

## Introdução

A população mundial é atualmente superior a 7 mil milhões de indivíduos, estima-se que este valor em 2030 aumente para 8,5 mil milhões, só na união europeia utilizam-se cerca de 8,1 mil milhões de toneladas de materiais por ano, o que dá um consumo per capita de cerca de 16 toneladas de materiais por ano. Apenas 5% do valor original das matérias-primas são recuperados através da reciclagem de materiais e recuperação energética a partir de resíduos na Europa. Perdem-se 95% do valor dos materiais e da energia. No ano de 2014, só em Portugal, cada habitante produziu mais 2,5% de lixo do que em 2013 [1].

A Economia circular é um modelo de desenvolvimento sustentável que permite devolver os materiais ao ciclo produtivo através da sua reutilização, recuperação, reparação e reciclagem, assegurando assim maior eficiência na utilização e gestão de recursos, maior sustentabilidade do planeta e maior bem-estar das populações.

As forças motrizes que em conjunto impulsionam a transição para uma economia mais circular, com menor produção de resíduos e melhor aproveitamento do valor dos bens produzidos baseiam-se na redução dos riscos associados com os mercados de matérias-primas primárias; aceitar as limitações ambientais da extração de recursos do planeta; fazer mais com menos através de ganhos de produtividade material na produção e consumo; a crescente consciência ambiental dos consumidores e a possível utilização e valorização de resíduos industriais ou materiais no fim de vida como matéria-prima de novos produtos.

De acordo com a Ellen MacArthur Foundation [2], organização fundada em 2010, cujo objetivo é acelerar a transição para a economia circular, através da reversibilidade de processos, ou seja, implementar uma estrutura de materiais que preserve o valor como um requisito essencial na transição para a economia circular. Para criar valor a partir de materiais e produtos usados, é necessário recolhê-los e devolvê-los à sua origem. A logística reversa e os métodos de tratamento possibilitam o retorno destes materiais ao mercado, contrariamente a serem depositados em aterro.

Os desafios e as oportunidades para o desenvolvimento da economia circular no setor do vidro e da cerâmica em Portugal estão bem identificados [3]:

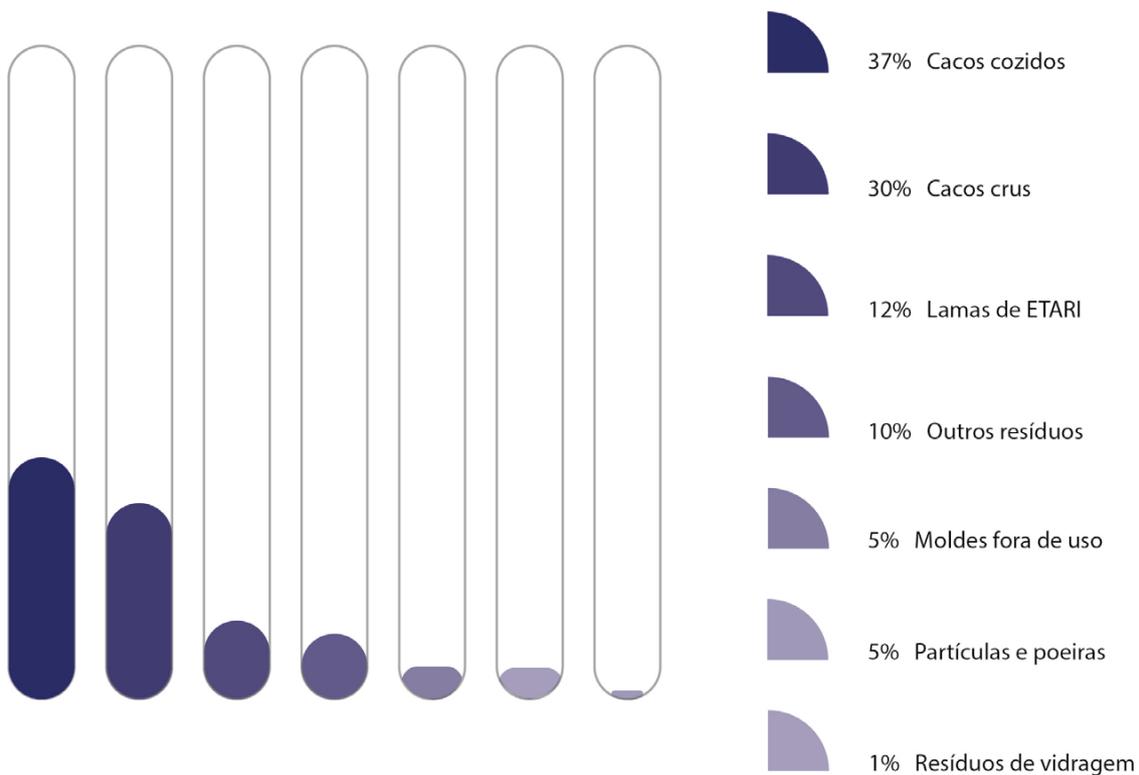
- Pensar de forma Circular e incluir o Eco Design na indústria do vidro e da cerâmica;
- Inovar o processo de fabrico e valorizar resíduos/subprodutos;
- Promover estratégias de economia circular e simbioses industriais;

“A Economia Circular tem como objetivo principal tornar o conceito de lixo obsoleto, através do investimento na inovação e design circular. Para este efeito, o modelo propõe a procura de soluções que mantenham os recursos a circular na economia, através do investimento na durabilidade dos produtos, do aproveitamento contínuo das matérias-primas e da adoção de modelos de negócio inovadores, que apostem na partilha, no design modular e de fácil desmontagem e em sistemas que permitam a recuperação dos componentes.” [5].

A indústria cerâmica é responsável pela produção de resíduos de diversos tipos. Na sua maioria, estes resíduos são inertes ou não perigosos, constituindo estes últimos uma pequena fração dos resíduos produzidos e associados geralmente a operações de manutenção ou tratamento das emissões associadas ao processo cerâmico (gasosas ou líquidas). As perdas de processo provenientes do fabrico de produtos cerâmicos geram sobretudo os seguintes resíduos:

diferentes tipos de lamas (lamas provenientes do tratamento das águas residuais de processo, lamas de vidragem, lamas de gesso, lamas de trituração); artigos quebrados ou cacos provenientes de produtos defeituosos provenientes das etapas de moldagem, secagem, cozedura; material refratário; poeiras oriundas do tratamento de efluentes gasosos, incluindo os sistemas de despoeiramento; moldes de gesso usados; resíduos de embalagens (plástico, madeira, metal, papel, etc.); resíduos sólidos, por exemplo, cinzas provenientes da cozedura com combustíveis sólidos [4].

Os principais resíduos criados são, essencialmente, constituídos de material cerâmico não conforme, antes e após os processos térmicos, ou seja, material cru ou cozido [4], figura 1.



**Figura 1 - Distribuição percentual dos resíduos diretamente resultantes do processo de fabricos de produtos cerâmicos [4].**

Pela importância percentual que apresenta, importa caracterizar o caco cerâmico cozido. Como é um desperdício que é altamente difícil de se reciclar ou de se reintroduzir na indústria cerâmica novamente, com a área do design em particular propõe-se reintroduzir uma nova vida na confeção de novos produtos derivados dos cacos cerâmicos.

O design é uma das áreas mais importantes na economia circular, dado que para criar um modelo verdadeiramente holístico, restaurador e resiliente que promove a regeneração dos sistemas naturais, é necessário pensar nos produtos de modo a potencializar a sua utilidade e tempo de vida útil ou encontrar novas soluções de aplicação dos resíduos industriais desviando-os do fim de ciclo, como por exemplo em aterro.

Na bibliografia especializada é possível encontrar um vasto conjunto de trabalhos recentes que envolvem o ecodesign, a economia circular e o processo industrial cerâmico [6-12] o que

justifica a oportunidade e a importância da valorização dos resíduos cerâmicos pelo mesmo ou por outros setores econômicos.

## **Desenvolvimento do Projeto | Referencial**

As principais zonas geográficas portuguesas com uma importante tradição cerâmica industrial produzem desde sempre faianças. Como por exemplo, Alcobaça, Aveiro ou Caldas da Rainha. Esta realidade talvez se justifique pelo facto de a faiança ser o material cerâmico, que combina qualidade mecânica suficiente, grande variabilidade decorativa (cromática) e processo cerâmico mais simples nomeadamente por cozer a temperaturas relativamente baixas (exigindo, portanto, fornos mais económicos) e cujas pastas são obtidas essencialmente por matérias-primas nacionais e muitas vezes locais.

Nas Caldas da Rainha, cidade onde se desenvolveu o presente trabalho, temos a felicidade de contar com uma fábrica centenária de faiança – Fábrica de Faianças Bordallo Pinheiro – cujas histórias da cidade e da cerâmica cruzam-se e são indissociáveis.

Assim, naturalmente, os cacos cozidos utilizados no presente trabalho foram obtidos na Fábrica Bordallo Pinheiro. Estes resíduos provenientes de produtos utilitários e decorativos com defeito, fraturados, com fendas e fissuras, deformados, com defeitos no vidrado, entre outros, foram utilizados para o processo de design e de produção de adornos corporais.

Ao contrário do caco cru, o caco cozido não é reciclável no próprio processo cerâmico. O seu vidro superficial contém óxidos corantes que conferem cor aos produtos cerâmicos que são fortes agentes de contaminação de todos os equipamentos de conformação e de processamento térmico que tornam inviável reintroduzir este resíduo na preparação de novas pastas cerâmicas. As elevadas durezas dos materiais cerâmicos cozidos no geral tornam a sua moagem muito dispendiosa tornando a sua reciclagem insustentável especialmente em produtos de baixo valor acrescentado. Estas dificuldades apresentam-se simultaneamente como oportunidades para o design de novos produtos de elevado valor acrescentado que compense todo o custo de processamento aplicado aos resíduos de cacos cerâmicos cozidos.

Por um lado, a faiança destaca-se entre os materiais cerâmicos por apresentar um vasto potencial cromático a partir da grande variabilidade de cores superficiais dos vidrados, com efeitos óticos desde muito brilhantes, acetinados ou opacos. Por outro lado, as louças e os produtos decorativos, em faiança correspondem normalmente a peças que apresentam muitos tipos distintos de texturas superficiais, sub-relevos ou relevos, Figura 2.



**Figura 2 – Exemplos de cacos cozidos cerâmicos da fábrica Bordallo Pinheiro.**

A faiança calcítica - que representa praticamente a totalidade deste material cerâmico produzido em Portugal - é porosa e por isso apresenta baixa resistência mecânica o que facilita a conformação a partir de técnicas de maquinação convencionais, tais como corte, furação e polimento, figura 3.



**Figura 3 – Etapas do processo aplicado no presente trabalho: à esquerda corte de pequenos cacos para criação de mosaicos, à direita conjunto de pequenos cacos cozidos cortados e cacos cozidos maiores sem processamento de corte.**

## Desenvolvimento do Projeto | Processos Metodológicos

Para a maquinação manual de pequenas peças utilizou-se uma ferramenta manual rotativa Dremel dotada de um motor capaz de girar em alta velocidade partindo nas 5000 rotações por minuto (rpm) e atingindo valores da ordem das 30000 rpm. Em função dos tipos de ferramentas que são colocadas no adaptador que fica na extremidade desta máquina podem realizar-se várias operações tais como cortar, furar, polir, desbastar, fresar, retificar, gravar ou limpar. Na fase de acabamento, as peças não foram lixadas, pois iriam emergir em resina epóxi o que daria um acabamento macio e brilhante.

Neste trabalho produziu-se por via líquida através de moldes de silicone um material precursor dos produtos finais obtido a partir de resina epoxídica transparente carregada com pequenos cacos vidrados. A colocação manual dos cacos permitiu controlar os padrões de cor no material precursor, figura 4.

As resinas epoxídicas no geral constituem uma família de materiais poliméricos termoendurecíveis, que não dão origem a produtos de reação durante a sua cura (formação de ligações cruzadas) e que, portanto, têm uma pequena retração durante a cura. Estas resinas têm também uma boa adesão a outros materiais, boa resistência química e ao meio ambiente, boas propriedades mecânicas e boas propriedades de isolamento elétricas. As resinas epoxídicas, particularmente o epóxi, é utilizado numa grande variedade de revestimentos de proteção e decorativos, devido à sua boa adesão e boa resistência mecânica e química.

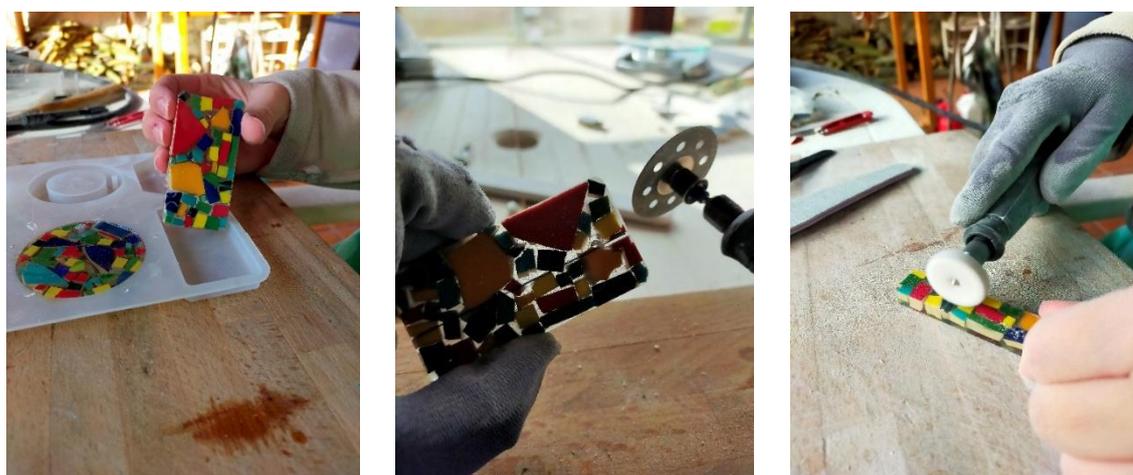
A resina utilizada é do tipo epóxi, marca Leon, com catalisador na proporção resina: catalisador de aproximadamente 1,5:1,0, com tempo de cura de cerca de 24 horas. Antes da etapa de enchimento dos moldes com resina, estes foram devidamente limpos com folhas de papel embebidas em diluente. Esta resina apresenta boa resistência a altas temperaturas, entre 150 a 190°C de forma contínua; boa resistência mecânica e química, elevada adesão a vários materiais e elevada durabilidade. As experiências realizadas no presente trabalho evidenciaram que os fatores menos positivos da resina epoxida utilizada relacionam-se com um tempo de secagem e cura relativamente longo, com tempos médios da ordem das 24 horas; custo relativamente elevado e propensão a aprisionar ar ou partículas no processo de cura devido à viscosidade intrínseca.

Depois da mistura resina Leon + catalisador estar devidamente misturada, verteu-se uma camada fina a fim de cobrir a superfície da base do molde, e de seguida, com uma pinça foram colocados manualmente pequenos cacos para criar um mosaico. Com a composição do mosaico já completa, verteu-se a mistura resina Leon + catalisador por cima dos cacos até preencher o volume total da cavidade moldante, com o devido cuidado para não transbordar material do molde, nem mudar a composição dos mosaicos, e de modo suficientemente lento para evitar tanto quanto possível a criação abrupta de bolhas de ar no interior do material. Por fim, com um pequeno maçarico fez-se o aquecimento do material, por forma a reduzir a viscosidade da mistura, facilitadora das bolhas inclusas.



**Figura 4 – Etapas do processo dos mosaicos produzidos com resina com cacos vidrados, à esquerda colocação de fragmentos; ao centro verter da resina epóxi sobre os cacos colocados na cavidade moldante; à direita aquecimento com maçarico do material para eliminação de bolhas residuais.**

Após as 24h de cura, os mosaicos foram desmoldados dos moldes, subsequentemente desenharam-se formas com uma caneta permanente que serviram de guia para o corte posterior através de uma máquina Dremel. Para um acabamento suave e para não existirem arestas afiadas, fez-se polimento com lixas próprias para resina epóxi e com um disco de alto polimento, suavizou-se e embelezou-se as peças obtidas, conferindo-lhes maior brilho.



**Figura 5 – À esquerda desmoldagem dos mosaicos do molde; ao centro recorte das formas desenhadas posteriormente; à direita polimento das faces superficiais dos mosaicos.**

Para a conformação dos adornos de corpo com base em resina epóxi com cacos cerâmicos cozidos, utilizaram-se peças em aço inox que foram coladas ao material produzido no presente trabalho a partir de cola instantânea – Domingos & Goma Gom. Outros tipos de colas que

podem ser usadas para colar diferentes materiais com cerâmica podem ser consultados na bibliografia especializada [13].

### Resultados | Adornos corporais

No decorrer do processo houve vários retornos no ciclo projetado, ou seja, nas etapas de corte de cacos cerâmicos cozidos e das resinas carregadas com cacos, na etapa de polimento e outras operações de acabamentos, como furação. Resultaram resíduos que foram sendo reintroduzidos no próprio processo, contrariando o ciclo linear de produção que acabaria em desperdício. Na figura 6, observa-se por exemplo à esquerda os cacos cozidos iniciais e desta imagem para a direita, várias amostras de resinas carregadas com diferentes tipos de cacos cerâmicos cozidos de diferentes tamanhos e granulometrias, sendo que nas duas últimas imagens à direita é visível o efeito dos resíduos de menor tamanho resultantes do corte dos fragmentos de cacos nomeadamente pó. Note-se que nestas duas imagens é visível o resultado da colocação dos resíduos de caco cozido na resina de forma menos controlada o que induz nomeadamente um efeito cromático bege característico da cor da pasta de faiança cozida não vidrada.



**Figura 6 – Desde os resíduos de cacos cozidos iniciais até às resinas epóxi carregadas com resíduos de diferentes e de diferentes origens (nas duas imagens da direita são visíveis resíduos gerados no presente trabalho).**

Nas figuras 7 a 12 apresentam-se os resultados obtidos para a coleção criada no presente trabalho de adornos corporais: ganchos, anéis e colares. Cada produto obtido neste trabalho é único e os respetivos cacos foram selecionados em função da cor, textura ou padrão decorativo que se projetou para cada peça.



**Figura 7 – Adornos de corpo de resina epóxi com cacos cerâmicos cozidos, ganchos e anéis.**



**Figura 8 –Peças finais e exemplos de mosaicos de resina carregada com resíduos de cacos cozidos percursos.**



**Figura 9 – Colar e ganchos.**



**Figura 10 - Ganchos, colar e anel.**

### Conclusões

Desenvolveu-se um processo simples baseado em operações de moldação, maquinação, colagem e outros tipos de sistemas simples de fixação que permitem transformar resíduos cerâmicos cozidos (de faiança) em objetos de adorno de corpo compatíveis com mercados de alto valor acrescentado como é no caso do design ou da moda.

Os produtos finais, adornos corporais, foram obtidos através da maquinação simples de mosaicos precursores de resina epóxi, obtidos por conformação em molde por vazamento. Este projeto conseguiu garantir 0% de desperdícios uma vez que reutiliza a totalidade dos resíduos que o próprio processo gera na conformação de novos materiais precursores de resina epóxi carregada com resíduos.

É impossível recriar peças completamente iguais, o que acaba por se tornar uma característica positiva e relevante para o projeto, existe uma imensidão para a projeção de adornos corporais que se tornam únicos pelas suas próprias características. Apesar de terem mão humana a formar as suas formas, podemos adotar a forma já partida do caco cerâmico e aceitá-lo como uma peça diferente e elegante, que acaba por se destacar pela sua cor e textura. Existem inúmeras possibilidades para a conformação de adornos corporais.

Perspetiva a possibilidade de dar resposta positiva aos desafios e às oportunidades para o desenvolvimento da economia circular no setor da cerâmica a partir da valorização dos resíduos de cacos de faiança cozidos pelo seu elevado potencial de cor, textura ou padrão decorativo. Demonstra também a possibilidade de simbioses industriais entre os setores da cerâmica industrial da faiança e o design de produto.

## Referências

- [1] - 20161122\_EC\_Booklet\_Exposição-1.pdf (cotecportugal.pt); (acesso em fevereiro de 2022).
- [2] – <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/what-is-the-circular-economy/>; (acesso em fevereiro de 2022).
- [3] - Economia circular no setor do vidro e da cerâmica; Relatório do estudo realizado durante as jornadas técnicas da cerâmica e do vidro 2019; (2019).
- [4] Inês Andrade; Produção de Resíduos Industriais na Indústria Cerâmica. Ministério das Cidades, Administração Local, Habitação e Desenvolvimento Regional. CCDRC – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro; (2004).
- [5] Ellen MacArthur Foundation; Towards the Circular Economy: Economic and business rationale for accelerated transition; EMF; Londres; (2013).
- [6] Revigrés; Ambiente – A nossa cerâmica é verde; (2021); Disponível em: <https://revigres.pt/ambiente> (acesso em janeiro de 2022).
- [7] Noga Berman; disponível em <https://cargocollective.com/NogaBerman/Ceramic-Rings> (acesso em janeiro de 2022).
- [8] Fabien Cappello; disponível em <http://fabiencappello.com/offcuts/> (acesso em janeiro de 2022).
- [9] Alda Tomás; Senior Designer and Design Coordinator of the Vista Alegre group; disponível em <https://www.coroflot.com/aldatomas/EcoDesign> (acesso em janeiro de 2022).
- [10] Sofia Lekka Angelopoulou | Designboom; 2020; bouke de vries on repurposing broken ceramics into fragmented porcelain sculptures; disponível em <https://www.designboom.com/art/bouke-de-vries-broken-ceramics-fragmented-porcelain-sculptures-interview-10-20-2020/> (acesso em janeiro de 2022).
- [11] Daniel Kula, Élodie Ternaux; Materiology - The Creative Industry's Guide to Materials and Technologies; ISBN:978-3-03821-254-6; Frame Publishers; (2013).
- [12] FLIC KW ERC; The Aesthetics of Mended Japanese Ceramics; Herbert F. Johnson Museum of Art, Cornell University Ithaca NY, USA; (2008).
- [13] Daniel Kula, Élodie Ternaux; Materiology - The Creative Industry's Guide to Materials and Technologies; ISBN:978-3-03821-254-6; Frame Publishers; (2013).